

XIV Rio de Transportes

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

Anais

XIV Congresso Rio de Transportes 2016



XIV Rio de Transportes

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

Patrocínio



Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro



Apoio e Realização



21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro



Comitê Organizador

Prof. Paulo Cezar Martins Ribeiro (Presidente)
Programa de Engenharia de Transportes COPPE/UFRJ
Fone: (+55 21) 3938-8169
e-mail: organizacao@riodetransportes.org.br

Comitê Científico

Prof. Luiz Antonio Silveira Lopes (Presidente)
Instituto Militar de Engenharia - IME
Tel : 55 21 3820-4199
email: laslopes@ime.eb.br



Índice

Artigos

POTENCIAIS INDICADORES DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL PARA RODOVIAS FEDERAIS CONCEDIDAS 4

Raquel Silva de Oliveira
COPPE/UFRJ

VTL CARIOSA COMO ALTERNATIVA PARA DIMINUIÇÃO DO RUÍDO URBANO – AV. RIO BRANCO/RJ 22

Mariani Dan Taufner e Daniel Saraiva Canabrava
Universidade Federal do Rio de Janeiro

PANORAMA DOS ACIDENTES ENVOLVENDO MOTOCICLISTAS NO MUNICÍPIO DE ITABORAÍ-RJ..... 34

Allison Mendonça de Abreu e Luiz Afonso Penha de Sousa
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca -RJ

SEGURANÇA NAS INTERSEÇÕES URBANAS: VLT x VEÍCULOS 45

Rafael Lima Vianna, Luiz Afonso Penha de Sousa, Paulo Cesar Martins Ribeiro
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - RJ

BINÁRIO ANTONIO SALES – PADRE VALDEVINO: ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE VELOCIDADE MÉDIA E TEMPO MÉDIO DE VIAGEM 60

Aluisio Ferreira Pontes, Daniel Lustosa Mendes de Souza, Paulo Cesar Martins Ribeiro
UNIFOR, COPPE, UFRJ

| | |
|--|-----|
| PREVISÃO DO TEMPO DE VIAGEM NA GESTÃO DO TRÁFEGO URBANO COM O USO DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES | 72 |
| Lívia Brito Jambo <i>Programa de Engenharia de Transportes COPPE/UFRJ</i> | |
| | |
| ESTUDO DO PADRÃO DE POLO GERADOR DE VIAGENS EM CONDOMÍNIO VERTICAL | 83 |
| Patrícia Frota Macêdo, Izadora Alencar Nogueira, Ary Ferreira da Silva, Maria Carolina da S. Oliveira, Paulo Francisco Saraiva Caselli <i>Universidade Federal do Cariri</i> | |
| | |
| APLICAÇÃO E ANÁLISE DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL (IMUS) EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE NO ESTADO DO CEARÁ | 96 |
| Izadora Alencar Nogueira, Ary Ferreira da Silva, Maria Carolina da S. Oliveira, Paulo Francisco Saraiva Caselli <i>Universidade Federal do Cariri</i> | |
| | |
| ANÁLISE DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS OBSERVADAS EM CALÇADAS | 108 |
| Judá Holanda Feitosa, Ary Ferreira da Silva, Izadora Alencar Nogueira, Maria Carolina da S. Oliveira, Paulo Francisco Saraiva Caselli <i>Universidade Federal do Cariri</i> | |
| | |
| ANALISE DOS PADRÓES DE USO DE BICICLETA: UM ESTUDO DE CASO EM ESCOLAS EM NORTHRIDGE, CALIFORNIA | 121 |
| Nailton Silva Costa Mafra ¹ , Beatriz Pereira Aguiar ¹ , Maria da Anunciação Rodrigues Araújo ¹ e Mintesnot G. Woldeamanuel ² (1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão e (2) Califórnia Skate University, Northridge | |
| | |
| UMA REVISÃO DOS MODELOS DE CÁLCULO DE CAPACIDADE FERROVIÁRIA PARA APLICAÇÃO EM FERROVIAS BRASILEIRAS | 137 |
| André Rodrigues de Carvalho e Hostílio Xavier Ratton Neto COPPE -PET | |

**SISTEMA DE CARONA SOLIDÁRIA COMO ESTRATÉGIA DE
GERENCIAMENTO DA MOBILIDADE EM CAMPI UNIVERSITÁRIOS 151**

Renata Corrêa Silva, Licinio da Silva Portugal, Ronaldo Balassiano
PET - COPPE/UFRJ

**SISTEMA DE BRT COMO SOLUÇÃO DE MOBILIDADE: O CASO DA
REGIÃO LESTE METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO 166**

Renata Corrêa Silva, Nanny Caroline Cunha Ribeiro, Eunice Horácio de Souza de Barros
Teixeira
PET - COPPE/UFRJ e DEPEC - CEFET/RJ

**IMPACTO DA VAZANTE DO RIO NEGRO NO ARRANJO DE CARGAS NAS
EMBARCAÇÕES NO PORTO DE MANAUS 180**

Demetrius Augusto Mortais, Kyvia Barros Moreira, Luciano da S. dos Santos, Walter Aloisio
Santana
*Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba (FATEC Carapicuíba) do Centro Estadual de Educação
Tecnológica Paula Souza -SP*

**BRT E BHLS: UMA REVISÃO DA CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO
DOS SISTEMAS 192**

José Brandão de Paiva Neto, Rômulo Dante Orrico Filho
Universidade Federal do Rio de Janeiro - PET/COPPE

**O USO DA TELEFONIA MÓVEL PARA OBTENÇÃO DE DADOS
LOCACIONAIS VOLTADOS AO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE .. 205**

Frank de Oliveira Queiroz e Paulo Ribeiro
PET - COPPE/UFRJ

**INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA NO RIO DE JANEIRO: COMPARAÇÃO DE
DIFERENTES SISTEMAS 218**

Luise Wanderley Torres Ramos, Ronaldo Balassiano
Programa de Engenharia de Transportes – PET/COPPE/UFRJ

**FATORES INFLUENTES NA ESCOLHA MODAL DE USUÁRIOS
A CAMINHO DA UNIVERSIDADE 231**

Clara Maia Bevilaqua Contursi, Licínio da Silva Portugal
PET COPPE/UFRJ

**COMO AUMENTAR A DIGNIDADE DE PACIENTES DIALÍTICOS POR
MEIO DA LOGÍSTICA 246**

Ana Cláudia Cassemiro Aguiar, Rodrigo de Alvarenga Rosa, Rafaella Ribeiro Caliman, Rafaela
Pianca de Castro Alves, José Reynaldo Gama Vieira, Gustavo de Luna Pinto
Universidade Federal do Espírito Santo

**CONFIABILIDADE COMO CONCEITO DIRECIONADOR PARA ANÁLISE
DE VULNERABILIDADE DA REDE VIÁRIA 258**

George Vasconcelos Goes, Márcio de Almeida D'Agosto, Bruno Vieira Bertoncini
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**DINÂMICA DE SISTEMAS APLICADA À ENGENHARIA
DE TRANSPORTES 270**

Verônica Ghisolfi¹, Gladston Mattos Ribeiro¹, Gisele de Lorena Diniz Chaves², Wagner
Cezário Balista²
(1) COPPE e (2) Universidade Federal do Espírito Santo

**HIERARQUIZAÇÃO DOS SETORES DE UM AEROPORTO EM SE
TRATANDO DE NECESSIDADE DE MELHORIAS EM ACESSIBILIDADE:
ESTUDO DE CASO NO AEROPORTO DE PALMAS – TO 284**

Jordana Bulhões Dias, Gustavo Rodrigues Rezende
Universidade Federal de Tocantins e Universidade Federal do Rio de Janeiro

**AVALIAÇÃO DA VELOCIDADE VEICULAR CONSIDERANDO O
COMPORTAMENTO DOS MOTORISTAS 296**

Agmar Bento Teodoro, Camila Nunes dos Santos, Deborah Cristina da Rocha, Farney Aurélio
Alcântara, Gabriel Lopes de Faria
CEFET MG Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

TECNOLOGIAS DE RASTREAMENTO E MONITORAMENTO DE EQUIPAMENTOS: PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NO SEGMENTO DE PETRÓLEO E GÁS 307

Jorge Luis Pereira da Cruz
Universidade Federal do Rio de Janeiro

CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE ESPACIAL DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO EM SÃO CARLOS-SP 321

Isabel Cristina Nunes de Sousa, Suely da Penha Sanches
UFSCar

ESTUDO DAS VIAGENS REALIZADAS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO 334

Marcelo Dantas da Silva, Ronaldo Balassiano
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**DIFERENTES USOS DO SOLO E MODELOS DE CRESCIMENTO URBANO INDUZIDOS PELA INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA NO BRASIL:
COMPARAÇÃO ENTRE RIO DE JANEIRO/RJ E CAMPINAS/SP. 348**

André Corrêa Joia, Daniel Saraiva Canabrava, Gisele Nakano Samel, Helen Tambolim
UFRJ

**PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE COMPETIÇÕES AUTOMOBILÍSTICAS:
UM ESTUDO DE CASO SOBRE O RALLY DOS SERTÕES 358**

Paulo Fernando Porto Leopoldino

IMPACTOS GERADOS PELA REDUÇÃO DE VELOCIDADE NA MARGINAL TIETÊ NA CIDADE DE SÃO PAULO 371

Walter Gomes Mendonça Neto, Luana da Silva Dias, Thiago dos Santos Costa, Heloize Aparecida Brasil da Silva Santana, Walter Aloisio Santana
Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba (FATEC Carapicuíba) e Faculdade de Tecnologia de Barueri (FATEC Barueri)

ANALISE DO FLUXO E EVACUAÇÃO DE PEDESTRES ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS 384

Fabio Pinheiro Alves, Licinio da Silva Portugal
Universidade Federal do Rio de Janeiro

| | |
|---|------------|
| RELAÇÃO ENTRE ESTUDOS DE IMPACTOS VIÁRIOS E O USO DOS SEMÁFOROS NO CONTROLE DE TRÁFEGO | 397 |
| Túlio Silveira Santos, Paulo Cezar Martins Ribeiro PET/COPPE/UFRJ | |
| | |
| ANÁLISE DO PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DOS SENSORES DE TRÁFEGO NA REDE DE TRANSPORTES COM AUXILIO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA | 410 |
| Victor Hugo Souza de Abreu, Gladston Mattos Ribeiro Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE) | |
| | |
| AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE TRÁFEGO E TRANSPORTES: O CASO DO PORTAL BHTRANS | 428 |
| Rubens Gonçalves Ferreira, Leandro Cardoso, Antônio Artur de Souza BHTRANS / UFMG / UFMG | |
| | |
| TRANSPORTE AÉREO E TURISMO: ASPECTOS DA REALIDADE BRASILEIRA | 444 |
| Sthéphanie Louise Souza do Couto, Ronaldo Balassiano Programa de Engenharia de Transportes – COPPE/UFRJ | |
| | |
| MEDIDAS DE GESTÃO DA DEMANDA COMO APOIO AO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES | 460 |
| Marcele Dorneles Bravo, Guilherme Furtado Carvalho, Melina Yumi Fujiwara, Shadia Silveira Assaf Bortolazzo UFSC | |
| | |
| USO E SELEÇÃO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL | 473 |
| Juliane Érika Cavalcante Bender e Carlos David Nassi PET/COPPE/UFRJ | |

| | |
|---|-----|
| AVALIAÇÃO DA OFERTA DE VOOS DOMÉSTICOS REGULARES NO BRASIL | 485 |
| Hugo Vieira de Vasconcelos, Marcelino Aurélio Vieira da Silva PET/COPPE/UFRJ | |
| QUALIDADE NOS SERVIÇOS DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO URBANO EM VOLTA REDONDA | 497 |
| Brayan Adan Koengkan, Ilton Curty Leal Junior (orientador) Universidade Federal Fluminense | |
| APLICAÇÃO DO MÉTODO ESTATÍSTICO ANOVA QUANTO À PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS NA FILA DO CHECK-IN EM AEROPORTOS PÚBLICOS E CONCESSIONADOS | 512 |
| Reinaldo Moreira Del Faco, Vânia Barcellos Gouvêa Campos, Paulo Afonso Lopes da Silva Instituto Militar de Engenharia | |
| A DINÂMICA DE SISTEMAS COMO METODOLOGIA PARA A MODELAGEM DO COMPORTAMENTO INDIVIDUAL DE ESCOLHA MODAL | 526 |
| Nathalia Boa Tonini, Gisele de Lorena Diniz Chaves Universidade Federal do Espírito Santo | |
| CENTRALIDADE E MOBILIDADE URBANA EM GOIÂNIA (GO): O CAMINHAR NA APREENSÃO E DESENHO DE ESPAÇOS PÚBLICOS BRASILEIROS | 540 |
| Ângelica Carvalho Bandeira; Erika Cristine Kneib Universidade Federal de Goiás | |
| PREVISÃO DO TEMPO DE VIAGEM NA GESTÃO DO TRÁFEGO URBANO COM O USO DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES | 558 |
| Lívia Jambo UFRJ | |

**REVISÃO DA LITERATURA SOBRE OS IMPACTOS DOS PROGRAMAS DE
COMPARTILHAMENTO DE BICICLETA E CARRO NO
MEIO URBANO 569**

André Borges R. Paiva, Suzana Kahn Ribeiro (Orientadora)
Programa de Engenharia de Transporte - COPPE – UFRJ

**VIABILIDADE E BENEFÍCIOS DE UM TERMINAL DE TRANSPORTES
INTEGRADO DE PASSAGEIROS: O CASO DO MUNICÍPIO DE SÃO
JOAQUIM DE BICAS (MINAS GERAIS) 582**

Ana Maria N. Rezende, Gabriel Victória Tassara, Leandro Cardoso, Thiago Gonçalves da
Costa, Victor Lima Migliorini
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Posters

- ANÁLISE DA RELAÇÃO DO PEDESTRE IDOSO COM O TRÂNSITO URBANO NA CIDADE DE JUIZ DE FORA 596**
Camila Leonel Goretti, Regiane Cristina Diniz,
UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora

- A REDE URBANA E O TERRITÓRIO COMO OBJETO DO PLANEJAMENTO E DA AÇÃO GOVERNAMENTAL: O FLUXO PENDULAR 597**
Ernesto Pereira Galindo
UFRJ

- ANÁLISE DOS NÍVEIS DE SERVIÇOS ATRAVÉS DA USABILIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO INTERURBANO AQUAVIÁRIO ENTRE OS MUNICÍPIOS RIO DE JANEIRO E NITERÓI 598**
Gustavo Soares Braga, Evaldo Cesar Cavalcante
Universidade de Brasília – UnB

- O PERFIL E O COMPORTAMENTO DOS CONDUTORES DE VEÍCULOS DE TRAÇÃO ANIMAL NA CIDADE DE PETRÓPOLIS 599**
Adriana Coelho Vieira
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

- A EFICÁCIA DO SEMÁFORO PARA TRAVESSIA DE PEDESTRES EM ÁREAS ESCOLARES – ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO-RJ 600**
Ana Luísa Komora (Orientador), Juliana Monteiro de Faria Costa, Kelly Christiny dos Santos Rodrigues
FACULDADE PARAISO

ESTACIONAMENTOS IRREGULARES E A REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE VIAS – ESTUDO DE CASO DA RUA VISCONDE DE ITAUNA, SÃO GONÇALO-RJ601

Ana Luísa Komora (Orientador), Andrezza Siqueira Chagas, Fernanda Souza dos Santos Piñeiro, Giselle Marins Landim
FACULDADE PARAISO

A DEMANDA REPRIMIDA DO BAIRRO DE SANTA IZABEL602

Cláudia Fabiane Sampaio Catojo, Daniele Pereira dos Santos, Jaqueline Francisca Sousa de Carvalho, Ana Luísa Komora (Orientadora)
FACULDADE PARAISO

ANÁLISE, AVALIAÇÃO E APLICAÇÃO DA REGULAMENTAÇÃO DE POLOS GERADORES DE TRÁFEGO NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA.....603

Adriana Coelho Vieira, José Alberto Barroso Castañon (Orientador)
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

PERCEPÇÃO DE CICLISTAS EM RELAÇÃO À INFRESTRUTURA DO SISTEMA DE TRANSPORTES EM NITERÓI.....604

Letícia dos Santos Silva; Matheus Lima da Costa; Fátima Priscila Morela Edra (Orientadora)
Universidade Federal Fluminense

ANÁLISE AEROFOTOGRAMÉTRICA DE ÁREAS DE RISCO UTILIZANDO AERONAVES RADIOCONTROLADAS606

Wilian Daniel Henriques do Amaral
PROAC- UFJF

ANÁLISE DE VÍDEOS DE CAMPANHAS DE SEGURANÇA NO TRÂNSITO POR MEIO DA TEORIA DE RECEPÇÃO DE MENSAGENS607

Raquel Nanny Alves Ferreira, Agmar Bento Teodoro
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE NO ENTORNO DA BR 116 NO TRECHO LEOPOLDINA - GOVERNADOR VALADARES608

Ana Cristina Junqueira Ribeiro, José Alberto Barroso Castañon (Orientador)
UFJF

CARACTERIZAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO COMO PÓLO GERADOR DE VIAGEM EM TEÓFILO OTONI – MG609

Augusto Arruda Costa, Isaac Sousa Brito, Ugo Nogueira Castañon (Orientador)
UFVJM

IDENTIFICANDO AS CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS PROJETOS DE TRENS DE LEVITAÇÃO MAGNÉTICA PARA O TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIRO610

Gabriel José Ramos de Aquino, Gabriel Santiago dos Santos, Max Anderson da Silva Mendes (orientador), Nelson Mendes Cordeiro (orientador)
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

IDENTIFICANDO O PERFIL DOS VEÍCULOS DE CARGA À HIDROGÊNIO.....611

Fabiana do Couto Assumpção, Cintia Machado de Oliveira, Márcio de Almeida D'Agosto
Coppe/UFRJ

ANÁLISE DO TRECHO URBANO DA RODOVIA BR-030 NO MUNICÍPIO DE BRUMADO - BA ATRAVÉS DO MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO612

Luan Márcio Leme Brito, Ugo Nogueira Castañon
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO VLT DO RIO DE JANEIRO POR MEIO DE INDICADORES AMBIENTAIS613

Isabela Rocha Pombo Lessi de Almeida, Márcio de Almeida D'Agosto (orientador)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**IDENTIFICANDO NOVAS TECNOLOGIAS DE EMBARCAÇÃO PARA A
REDUÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA614**

Thaís Pratas de Almeida, Cintia Machado de Oliveira, Tássia Faria de Assis, Márcio de Almeida D'Agosto (orientador)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**DE CORONEL PACHECO À FURTADO DE CAMPOS: POTENCIALIDADES
DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO NA ZONA DA MATA MINEIRA615**

Jéssica de Fátima Rossone Alves, José Alberto Barroso Castañon (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora

**ANÁLISE DE CONSUMO DOS COMBUSTÍVEIS AMD30 E B5 PARA OS
ÔNIBUS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO616**

Rafael Carvalho de Queiroz, Daniel Neves Schmitz Gonçalves, Márcio de Almeida D'Agosto
(orientador), Ralph dos Santos Silva (orientador)
UFRJ

**IMPACTO ACÚSTICO DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO EM ÁREAS
URBANAS: UMA ANÁLISE DO CASO DE JUIZ DE FORA – MG618**

Guilherme Valle Loures Brandão
UFJF - PROAC

**BOAS PRÁTICAS RELACIONADAS À ATIVIDADE DE TRANSPORTE PARA A
CIDADE UNIVERSITÁRIA DA UFRJ619**

Mariane Gonzalez da Costa, Cíntia Machado de Oliveira, Márcio de Almeida D'Agosto,
Suzana Kahn Ribeiro
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**VANT (VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO): UMA ALTERNATIVA PARA O
TRANSPORTE DE CARGAS NA A CIDADE UNIVERSITÁRIA DA UFRJ ..620**

Pedro Henrique de Castro Albuquerque Machado, Daniel Neves Schmitz Gonçalves,
Cintia Machado de Oliveira, Márcio de Almeida D'Agosto (orientador)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

Artigos



POTENCIAIS INDICADORES DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL PARA RODOVIAS FEDERAIS CONCEDIDAS

Raquel Silva de Oliveira

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes – PET - COPPE

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo fazer um resumo bibliográfico dos principais indicadores de mobilidade sustentável, para que assim sejam verificados os potenciais indicadores aplicáveis a rodovias federais concedidas. Esta abordagem pretende inicialmente versar sobre a crescente necessidade pela busca do desenvolvimento sustentável em diversos setores, principalmente dos transportes. Dessa maneira, são apresentados os conceitos de mobilidade, sustentabilidade, acessibilidade e mobilidade sustentável. Com esse ponto de referência, são apontados os indicadores usualmente estudados no contexto urbano, com base em cinco autores diferentes, e analisados quais desses indicadores podem também ser utilizados como ferramentas em planejamentos rodoviários. Com isso, a necessidade de alcançar estratégias de planejamento mais sustentáveis no âmbito das concessões de rodovias, se mostra demasiadamente importante tanto para a qualidade do serviço oferecido ao usuário quanto para a própria gestão da empresa que administra a rodovia. Este artigo espera contribuir para um anseio de mais pesquisas sobre a conexão entre mobilidade, sustentabilidade e rodovias no Brasil.

ABSTRACT

This work aims to do a bibliographic summary of the main indicators of sustainable mobility, so that potential indicators applicable to federal highways granted to be verified. This approach is intended to initially address the growing need for the pursuit of sustainable development in various sectors, particularly transport. Thus, they present the concepts of mobility, sustainability, accessibility and sustainable mobility. With this benchmark, the indicators that are usually studied in the urban context are pointed, based on five different authors, and analyzed which of these indicators can also be used as tools in road planning. Thus, the need to achieve more sustainable planning strategies within the highway concessions, shown too important both for the quality of service offered to the user as to the company's own management that manages the highway. This article hopes to contribute to a yearning for more research on the connection between mobility, sustainability and highways in Brazil.

1. INTRODUÇÃO

O grande volume de problemas decorrentes ou relacionados aos deslocamentos urbanos, tais como acidentes, congestionamentos, barreiras para indivíduos com restrições de mobilidade, poluição sonora e atmosférica, tem se tornado bastante expressivo nos dias atuais. Como aponta Rodrigues da Silva *et al.* (2010), há uma percepção crescente e generalizada de que é preciso buscar estratégias que viabilizem padrões mais sustentáveis de mobilidade.

No contexto das cidades, no anseio pelo desenvolvimento sustentável, tendo em vista as adversidades mencionadas, se investiga a respeito das formas de melhor compreender e planejar o meio urbano no afã de minimizá-las ou até mesmo superar algumas dessas intempéries. Nesse mesmo sentido, o que se pode dizer o modo pelo qual é realizado o planejamento no âmbito das rodovias federais concedidas? Essas rodovias, as quais englobam alguns dos principais trechos de ligação entre as regiões do país, são pouco discutidas no que tange à mobilidade sustentável. Quando se fala em rodovias, muitos são os estudos sobre infraestrutura e aumento de capacidade, que acabam por estimular ainda mais o uso do carro, porém pouco se vislumbra estudos e, por conseguinte, indicadores no tocante a mobilidade. Ademais, verifica-se uma forte

tendência de valorizar os elementos quantitativos da mobilidade que podem enfatizar a velocidade da viagem e incentivar a utilização de modos motorizados particulares (DeRobertis *et al.*, 2014). Como consequência, Nykvist e Whitmarsh (2008) mostram que a esse investimento na infraestrutura que fazem reduzir custos operacionais e tempos de viagem, em detrimento dos aspectos ambientais e sociais da sustentabilidade.

Atualmente, são administradas pela ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres) 21 concessões rodoviárias, o que totalizam 9.969,6 km em todo o Brasil. O transporte rodoviário de cargas é responsável por mais de 60% do volume de mercadorias movimentadas no Brasil, com o seu custo representando cerca de 6% do Produto Interno Bruto do país. Rodovias congestionadas, com elevados índices de acidentes ou operando em níveis de serviço próximos às suas capacidades, conduzem a custos de transportes ainda mais elevados para a economia. Com isso, pensar sobre a mobilidade sustentável de rodovias é pensar também o quanto uma dada rodovia é economicamente sustentável.

De acordo com Rodrigues da Silva *et al.* (2016), os sistemas de transportes e o uso do solo, nas cidades de todo o mundo, dão sinais inequívocos de insustentabilidade, tais como espalhamento urbano, poluição, consumo de recursos não renováveis, congestionamentos e acidentes, entre outros. Em razão disso, o conceito e a busca por desenvolvimento sustentável se torna um dos principais interesses dos órgãos públicos e privados. Assim, se faz com que o planejamento tanto urbano quanto de transportes demande cada vez mais de bons instrumentos de apoio à tomada de decisão para que os objetivos globais de sustentabilidade sejam atingidos em conjunto com os objetivos mais pontuais.

O relatório da Comissão Brundtland, de 1987, define o desenvolvimento sustentável como “a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerm as suas próprias necessidades” (WCED, 1987). Embora seja referido inicialmente aos impactos ambientais, o conceito de sustentabilidade foi expandido para buscar um equilíbrio entre as qualidades ambientais, sociais e econômicas. Com isso, enxerga-se que as preocupações relacionadas aos transportes e à mobilidade são de especial interesse para o desenvolvimento urbano sustentável, uma vez que os padrões de mobilidade têm refletido em inúmeras desecomomias para as cidades, além de afetarem de forma direta a qualidade de vida de seus cidadãos. Analogamente, no meio rodoviário podemos pensar que as Concessionárias que administram as rodovias precisam estar interessadas em que haja um desenvolvimento sustentável nessas rodovias, e que se sinta a necessidade de um melhor planejamento de ações sustentáveis, o que gera mais conforto e segurança ao usuário que por ali trafega. Ademais, também se faz necessário o interesse do governo, exigindo mudanças nos futuros contratos de concessão, ou seja, além do interesse privado é importante também iniciativa pública.

Diante do exposto, os índices ou indicadores de sustentabilidade, de acordo com Costa (2008), se configuram como excelentes ferramentas para diagnósticos das condições de mobilidade e acompanhamento do impacto de políticas públicas e decisões a serem tomadas. Até porque, permitem acompanhar a evolução de determinados fenômenos e ações. Apesar dessas



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

ferramentas já virem sendo amplamente usadas nos processos de planejamento urbano, relacionados à mobilidade, as mesmas não têm sido tão exploradas no âmbito das concessões rodoviárias. Com isso, o presente artigo objetiva fazer um resumo dos indicadores de mobilidade sustentável e verificar os potenciais indicadores para rodovias federais concedidas.

Esse artigo se organiza em cinco tópicos. Após a introdução, na segunda seção são apresentadas as definições de mobilidade; sustentabilidade, englobando três aspectos, econômico, social e ambiental; e por fim, mobilidade sustentável. Posteriormente, na terceira seção será feita uma revisão dos indicadores de mobilidade sustentável, escolhidos com base em cinco diferentes autores. Na quarta seção observará as rodovias federais concedidas no Brasil, relacionando suas características viárias e de frota com a apresentação dos respectivos dados. Na quinta seção far-se-á a análise dos indicadores, geralmente usados em estudos com contexto urbano, com potencial de serem atribuídos para as rodovias. Por fim, na sexta seção, serão feitas as conclusões.

2. MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

O estudo da mobilidade sustentável é abrangido por diversos autores e é utilizado em várias situações e contextos. Apesar da crescente preocupação focada nessa mobilidade, ainda são observadas algumas diferenças na sua compreensão. Com isso, neste capítulo, serão apresentados os conceitos de mobilidade, de sustentabilidade e acessibilidade que foram considerados e para que, por fim, seja exposto o conceito de mobilidade sustentável.

2.1. Mobilidade

A mobilidade é definida como “a capacidade dos indivíduos se moverem de um lugar a outro dependendo da performance do sistema de transporte e características do indivíduo” (Tagore & Sikdar, 1995). Ela está relacionada com os deslocamentos diários (viagens) de determinada população no seu espaço – não apenas sua efetiva ocorrência, mas também a possibilidade ou facilidade de ocorrência destas viagens. Quando incluído o conceito de sustentabilidade, se explicitam esses atributos qualitativos das viagens (não só os quantitativos), realça a visão multimodal (e não apenas o tráfego motorizado) e são baseadas as modalidades de menor impacto social e ambiental (Machado, 2010; Mello, 2015). Do mesmo modo, as condições de mobilidade afetam diretamente o desenvolvimento econômico das cidades, e correlativamente, a gestão financeira de uma concessão de rodovias.

2.2. Sustentabilidade

A sustentabilidade é a condição na qual os fatores econômicos, sociais e ambientais são otimizados, levando em conta os impactos a longo prazo. Este é o objetivo final das atividades de planejamento. Ela ainda enfatiza a integração das atividades humanas, e com isso a necessidade de planejamentos coordenados entre diferentes setores, grupos e jurisdições (Litman, 2011). No planejamento, a sustentabilidade contribui com a sintonia da qualidade de vida, incluindo os transportes, o uso do solo, a configuração urbana e a integração das pessoas ao objetivo da sustentabilidade.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Se sabe que o desenvolvimento sustentável é definido como “a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (WCED, 1987). Concomitantemente, o transporte sustentável é a aplicação de metas de desenvolvimento sustentável no campo do transporte. A maneira como um sistema de transporte é definido vincula sua eficácia ao seu desempenho. O Centro para Transporte Sustentável (CST) oferece uma definição abrangente – um sistema de transporte sustentável é aquele que cumpre o que segue (CST, 2002): (i) permite que as necessidades básicas de acesso dos indivíduos e das sociedades sejam cumpridas com segurança e de forma compatível com a saúde humana e dos ecossistemas, e com a equidade entre gerações; (ii) é acessível, opera de forma eficiente, oferece opções de escolha do modo de transporte, apoia uma economia vibrante; (iii) limita as emissões e resíduos de acordo com a capacidade do planeta para absorvê-los, minimiza o consumo de recursos não renováveis, limita o consumo de recursos renováveis ao nível da produção sustentável, reutiliza e recicla seus componentes, minimiza o uso do solo e a produção de ruído.

De acordo com CST (2005) o sistema de transporte e atividade de transporte em geral, deve ser sustentável em três aspectos: social (segurança e saúde, acesso e escolha e qualidade de vida), econômico (eficiência, custo de interiorização e preço acessível) e ambiental (prevenção da poluição, proteção e conservação e gestão ambiental).

A tabela 1 lista outros objetivos para os transportes sustentáveis.

Tabela 1 - Objetivos do Transporte Sustentável

| Objetivo | Definição |
|---------------------------------|--|
| Econômico | |
| Mobilidade eficiente | Transporte rápido e acessível de pessoas e bens |
| Desenvolvimento econômico local | Progresso em direção às metas econômicas locais, tais como o aumento da produtividade, emprego, atividade empresarial, renda, valores de propriedade e receitas fiscais. |
| Eficiência operacional | Máxima eficiência em prover facilidades de transportes e serviços |
| Social | |
| Segurança humana e saúde | Melhorar a segurança da viagem e saúde |
| Acessibilidade | Capacidade das famílias em pagar o transporte básico |
| Equidade | Oferecer suporte aos objetivos de equidade, incluindo justa distribuição dos impactos (benefícios e custos), progressividade em relação à renda e mobilidade básica |
| Coesão comunitária | Melhorar quantidade e qualidade das interações entre membros das comunidades |
| Preservação cultural | Preservar os artefatos e atividades valorizados pela comunidade |
| Ambiental | |
| Redução de poluição | Redução da poluição do ar, sonora e da água |
| Conservação de recursos | Redução e mais eficiência no uso de recursos escassos como o petróleo |
| Preservação de áreas abertas | Preservação de fazendas, parques e habitats naturais |

Fonte: Litman, 2011

2.3. Mobilidade sustentável

Diante das informações apresentadas, se observa que o conceito de mobilidade sustentável é muito mais abrangente e complexo do que a mobilidade defendida pela abordagem tradicional, já que considera não só a atividade de transporte em si, mas as relações com os demais setores e atores da vida urbana (Villada e Portugal, 2015). Em consequência, o planejamento tradicional do transporte urbano se depara com grandes diferenças ao planejamento da mobilidade urbana sustentável. Enquanto as abordagens tradicionais e generalistas do planejamento de transporte focalizam a movimentação dos carros para expandir a infraestrutura (o que acontece com os investimentos rodoviários), a ênfase, na realidade, deve ser colocada na mobilidade e acessibilidade de todos os grupos populacionais. A tabela 2 compara o planejamento tradicional de transporte com o planejamento da mobilidade sustentável.

De acordo com Villada e Portugal (2015), por muito tempo a lógica de planejadores e técnicos somada às pressões políticas e intensa propaganda, levou a um padrão de planejamento urbano que terminou por priorizar a qualidade da viagem nos modos rodoviários, em detrimento dos demais. A grande ênfase desse tipo de mobilidade no Brasil se deu na década de 50, quando o processo intenso de urbanização se associou ao aumento de uso de veículos motorizados (automóveis e ônibus), resultado de uma política de Estado que priorizou o investimento na indústria automobilística. Tradicionalmente, a percepção que se tinha sobre o planejamento de sistemas de transportes estava relacionada com a provisão de infraestrutura, serviços e modos, mantendo um foco sobre a mobilidade individual.

Tabela 2: Planejamento tradicional de transporte X Planejamento da Mobilidade Sustentável

| Planejamento Tradicional de Transporte | Planejamento da Mobilidade Sustentável |
|---|---|
| Foco no tráfego | Foco nas pessoas |
| Objetivos principais: Capacidade de fluxo e velocidade de tráfego | Objetivos principais: Acessibilidade, qualidade de vida, sustentabilidade, viabilidade econômica, equidade social e qualidade de saúde e ambiental |
| Modo focalizado (transporte particular) | Desenvolvimento equilibrado de todos os modos relevantes de transporte e mudança na direção de modos de transporte menos poluentes e mais sustentáveis |
| Foco na infraestrutura | Conjunto integrado de ações para alcançar soluções rentáveis |
| Documento de planejamento setorial | Documento do planejamento setorial que seja consciente e complementar às políticas relacionadas (co planejamento de uso e ordenamento do solo; serviços públicos; saúde; fiscalização e controle; etc.) |
| Plano de curto e médio prazo | Plano de curto e médio prazo incorporado em visão e estratégia de longo prazo |
| Relacionado a uma área administrativa | Relacionado a uma área funcional com base nos padrões de viagem a trabalho |
| Domínio de engenheiros de tráfego | Equipes interdisciplinares de planejamento |
| Planejamento por especialistas | Planejamento com o envolvimento de <i>stakeholders</i> usando uma abordagem transparente e participativa |
| Avaliação limitada de impacto | Acompanhamento e avaliação regulares dos impactos para informar um processo estruturado de aprendizagem e melhoria |

Fonte: Rupprecht Consult, 2014

Em conformidade com Zegras (2005), o planejamento urbano articulado aos transportes deve ir além de buscar mudanças nas modalidades utilizadas para completar as viagens, ou evitar a sua realização, mas sim colocando as oportunidades num nível de acessibilidade

verdadeiramente conveniente, propiciando o acesso e a inclusão de todas as pessoas de forma a favorecer o seu desenvolvimento. No entanto, esse acesso às oportunidades tem relação com a qualidade e a forma de acessá-los e não só com a possibilidade de acessar determinados serviços ou bens.

Ainda, Litman (2015) reconhece que ao falar de sustentabilidade na mobilidade talvez seja conveniente separar aqueles aspectos mais globais, inclusive regionais, dos aspectos locais, propondo então nesse último nível o conceito de habitabilidade, mais intimamente ligado ao ambiente urbano e social mais próximo das pessoas.

Diante disso, o trabalho de Mello (2015) levanta cinco atributos da mobilidade sustentável de grande aderência ao contexto de cidades brasileiras em desenvolvimento. Esses atributos foram destacados neste artigo por sua capacidade de expressar as dimensões na da sustentabilidade na mobilidade e por darem indícios de adaptação ao caso das rodovias. Mello (2015) afirma que para atingir a sustentabilidade, a mobilidade deve ser Segura, Inclusiva, Justa Socialmente, Produtiva e Verde. Esses atributos estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Atributos da Mobilidade Sustentável

| Atributo | Descrição |
|-------------------|---|
| Segura | Representa o respeito à vida que é um direito do cidadão afetado fortemente pelas condições de insegurança nos deslocamentos de transportes e pela violência do trânsito. |
| Inclusiva | Se expressa pelo montante de pessoas que não se deslocam ou o fazem em condições altamente desfavoráveis e excludentes, em particular os segmentos mais frágeis e aqueles com restrições físicas, como cadeirantes, resultando em altas taxas de imobilidade. |
| Justa Socialmente | Realçada pelos tempos excessivos gastos em transportes que restringem a participação em outras atividades, como as de lazer e mesmo com a família, afetando o exercício de cidadania e qualidade de vida em particular as parcelas mais pobres da população. |
| Produtiva | Busca um uso eficiente e equilibrado dos recursos públicos, como a infraestrutura de transporte e o espaço viário, refletida por um balanceamento entre demanda e oferta de transporte. |
| Verde | Comprometida com a qualidade ambiental e energética. |

Fonte: Villada e Portugal, 2015

De maneira a fazer com que o conceito de mobilidade sustentável comece a ter relevância nos planejamentos estratégicos das Concessões de rodovias brasileiras, é de suma importância que a utilização de ferramentas, como indicadores, sejam atrativas para as empresas que administram a concessão. A utilização de indicadores deve se mostrar indispensáveis para a contribuição da sustentabilidade e mobilidade dessas rodovias.

3. INDICADORES DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Costa (2008) aponta que os indicadores são variáveis selecionadas que podem ajudar a tornar os objetivos operacionais e reduzir a complexidade no gerenciamento de determinados sistemas. Quando os indicadores são referenciados a metas ou objetivos, eles tornam-se medidas de performance, revelando as condições de um sistema, organizações ou políticas (Gudmundsson, 2004).

Raramente um único indicador fornece um retrato completo de uma situação, então é usual que se utilize um conjunto de indicadores para caracterizar as diferentes dimensões e aspectos de um determinado problema. Indicadores são simplificações de fenômenos complexos, para Maclare (1996) e podem revelar tendências históricas e prover informação indireta sobre o futuro de um sistema.

Para Costa (2008), além de quantificável, um indicador deve ser relevante para o sistema ou fenômeno que deseja medir; ser compreensível, ou seja, permitir que sua mensagem seja facilmente compreendida pelo público a que se destina; ser confiável, ou seja, deve transmitir uma informação confiável sobre o sistema que está medindo e por fim, basear-se em dados acessíveis, ou seja, deve prover informação em ocasiões oportunas, enquanto ainda há tempo para ação.

No contexto da sustentabilidade, os indicadores se diferenciam dos indicadores tradicionais. Ao invés de estarem somente relacionados aos aspectos sociais, econômico e ambientais, abordam em sua formulação características como integração, visão a longo prazo e participação de diferentes setores.

Para se constituírem em bons indicadores de sustentabilidade, Maclare (1996) defende que os mesmos devem ser cientificamente válidos, representativos de um amplo leque de condições, sensíveis a mudança, relevantes para as necessidades de seus potenciais usuários, comparáveis com indicadores desenvolvidos em outras localidades, de custo razoável para coleta e aplicação, atrativos à mídia e evidentes.

A necessidade de utilizar ferramentas práticas que auxiliem no processo de planejamento e gestão das cidades e de seus sistemas de mobilidade vêm crescendo cada vez mais. Todavia, para fazer com que essa ferramenta seja também incorporada ao processo de planejamento das empresas de concessão rodoviária, é preciso antes, começar a identificar quais indicadores de mobilidade sustentável são igualmente aplicados à essas rodovias.

Para Gudmundsson (2004), os indicadores de mobilidade sustentável têm como desafio (i) representar a situação presente e cenários futuros; (ii) considerar todas as dimensões (social, econômica, ambiental e institucional); (iii) incluir critérios de sustentabilidade e metas para interpretação de performances; (iv) ser desenvolvido com base em dados de qualidade e reproduzíveis; (v) incorporar a participação de diferentes atores no desenvolvimento dos

indicadores; (vi) adotar um número apropriado de indicadores e (vii) ser desenvolvido para máxima utilização e impacto.

Com o propósito de identificar potenciais indicadores que usualmente vêm sido estudados para o contexto urbano, e verificar a aplicabilidade deles no contexto rodoviário, será feita uma seleção de cinco autores com seus respectivos indicadores de mobilidade urbana sustentável. Essa seleção está apresentada na Tabela 4.

Dois dos indicadores abordados por esses autores, são recorrentes por toda a literatura. O congestionamento e os acidentes de trânsito são um dos maiores problemas nos dias de hoje e impactam diretamente nos três aspectos da sustentabilidade.

3.1. Aspectos Sociais

Congestionamento

O congestionamento é um dos grandes problemas vividos pela maior parte da população brasileira. Segundo o professor Goodwin (2004), se entende por congestionamento: “(...)impedância que os veículos impõem entre si, devido à relação velocidade-fluxo, sob condições onde o sistema de transporte está próximo de atingir sua capacidade máxima”. O referido professor apresenta a definição amplamente aceita na literatura acadêmica e destaca que, diferentemente do que a maioria dos motoristas pode pensar durante a condução, a causa dos congestionamentos não se deve somente a fatores isolados, como por exemplo, caminhões transitando a baixa velocidade, excesso de paradas de ônibus ou acidentes de trânsito; mas sim ao próprio fluxo de veículos que já está próximo da saturação da via.

Conforme se pode observar nas ruas das grandes cidades do Brasil e se comprova no relatório anual de 2011 da Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores - FENABRAVE (2011), a cada ano aumenta a frota de automóveis no ambiente urbano. Isso agrava ainda mais os congestionamentos, que caracterizam um grave problema para diversas cidades no mundo, causando impactos negativos diretos e indiretos ao governo e população, seja na qualidade de vida, segurança ou mesmo saúde. Ademais, o congestionamento das cidades é um dos principais problemas ocasionados pelo aumento da utilização do modal rodoviário, tanto para transporte de mercadorias, quanto de pessoas.

Acidentes

Acidente de trânsito é todo evento danoso que envolva o veículo, a via, o homem e ou animais e para caracterizar-se, é necessário a presença de dois desses fatores. Os acidentes de trânsito no Brasil, atualmente, fazem com que uma grande quantidade de vidas seja perdida anualmente. É interessante enxergar que os acidentes de trânsito causados nas rodovias ocorrem, muitas vezes, por conta da má conservação do pavimento.

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), perseguir a preservação da vida e a prevenção de acidentes de trânsito em rodovias federais constitui obrigação das autoridades de trânsito



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

responsáveis pelas rodovias. Os dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF) revelam a morte de 3.040 condutores, 1.872 passageiros e 1.176 pedestres nos acidentes em 2004. O total de feridos foi 66.117, incluindo pedestres, condutores e passageiros.

Conforme a Gold *et al.* (2008), sabe-se que por experiência acumulada, os acidentes de trânsito, inclusive aqueles ocorridos nas rodovias, quase sempre resultam de causas multifatores que incluem, entre outros: (i) desenvolvimento urbano descontrolado das áreas no entorno da rodovia – travessias urbanas; (ii) condições inadequadas da engenharia de tráfego (por exemplo, falta de passarelas, curvas com superelevação negativa ou insuficiente, fluxos veiculares de sentido duplo); (iii) comportamento inadequado por parte de condutores de veículos (por exemplo, excesso de velocidade); (iv) comportamento inadequado por parte de pedestres (por exemplo, caminhar embriagado/falta de acessibilidade); (v) condições inadequadas da frota de veículos e (vi) condições meteorológicas desfavoráveis.

Tabela 4 - Indicadores por autor

| | |
|--|--|
| Litman, 2015 | Gudmundsson, 2004 |
| Satisfação do usuário | Volume de transporte ton/km |
| Acessibilidade a empregos | Volume de passageiros por km |
| Uso do solo | Divisão modal: % de passageiros km por modo |
| Comunicação eletrônica | Divisão modal: % ton km por modo |
| Divisão modal | Intensidade de transporte de carga ton/km |
| Custos do congestionamento per capita | Crescimento da economia |
| Número de acidentes per capita | Emprego da região |
| Mobilidade per capita (diária, anual, viagens) | PIB |
| Satisfação ao sistema de transporte | Crescimento do transporte e dissociação de passageiro km/PIB |
| Poção do ar per capita e por modo | Crescimento de transporte e ton km/PIB |
| Exposição e ruídos e poluição do ar e problemas de saúde | Duração de viagens |
| Superfície impermeável e gestão de águas pluviais | Quantidade de carros |
| Qualidade de transporte não-motorizado | Número de acidentes |
| Preservação cultural | Consumo de energia |
| Proteção do habitat | Emissão de gases do efeito estufa |
| Fragmentação do habitat | Emissão de NO |
| | Emissão de SO2 |
| | Exposição a ruídos maiores que 55 dB (%) |
| | Espaço urbano dedicado ao transporte individual |
| | Fragmentação do ambiente natural |
| Villada, 2016 | Haghshenas, 2011 |
| Viagens em veículo privado (%) | Emissão da poluição do ar (CO, VOC, NOx, etc.) per capita |
| Quilometragem percorrida por veículo por dia (vkt) | Energia de transporte per capita |
| Viagens em motocicleta (%) | Uso do solo para infraestrutura de transporte (privado e público) per capita |
| Viagens metroferroviárias (%) | Despesas governamentais local em transporte por PIB |
| Viagens não motorizadas (%) | Média de tempo gasto no congestionamento |
| Índice de mobilidade pessoal (viagens-pessoa/dia) | Número de acidentes per capita |
| Porcentagem da população que não realiza viagem | Soma do sistema de transporte para cada passageiro - km/area |
| Viagens autônomas por pessoas com necessidades especiais | |
| Viagens internas à área de estudo | |
| Tempo médio de viagens em transporte público | |
| Tempo médio de viagens não motorizadas | |
| Equilíbrio da demanda | |
| Taxa de uso da estação | |
| Oliveira e Rodrigues da Silva, 2015 | |
| Acessibilidade ao transporte público | Frotas de bicicletas |
| Fragmentação urbana | Vias para pedestres |
| Acessibilidade aos espaços abertos | Distância de viagens motorizadas e não motorizadas |
| Vagas de estacionamento | Tempo de viagens motorizadas e não-motorizadas |
| Ações para acessibilidade universal | Número de viagens |
| Emissões de CO | Ações para redução do tráfego motorizado |
| Emissões de CO2 | Acidentes de trânsito |
| População exposta ao ruído do tráfego | Acidentes com pedestres e ciclistas |
| Estudos de Impacto Ambiental | Congestionamento |
| Uso de energia limpa e combustíveis alternativos | Velocidade média do tráfego |
| Consumo de combustível | Violação das leis de trânsito |
| Informação disponível ao usuário | Taxa de ocupação de veículos |
| Educação para o desenvolvimento sustentável | Transparência e responsabilidade |
| Participação na tomada de decisões | Nível de formação de técnicos e gestores |
| Captação de recursos | Capacitação de técnicos e gestores |
| Parcerias público-privadas | Ocupações irregulares |
| Investimento no sistema de transporte | Parques e áreas verdes |
| Distribuição de recursos (coletivo x privado) | Equipamentos urbanos (escolas, postos de saúde) |
| Política de mobilidade urbana | Velocidade média do transporte público |
| Densidade e conectividade viária | Idade média da frota de transporte público |
| Vias pavimentadas | Índice de passageiros por km |
| Despesas com manutenção de infra-estrutura | Diversidade de modos de transporte |
| Sinalização viária | Contratos e licitações |
| Vias para transporte coletivo | Transporte clandestino |
| Extensão conectividade de ciclovias | Terminais intermodais |

3.2. Aspectos Econômicos

Congestionamento

Os constantes congestionamentos resultam em uma baixa velocidade média de circulação dos veículos, tendo um enorme impacto nos custos logísticos e na economia local. O tempo perdido nos deslocamentos causa enorme impacto no mercado local, pois reduz a movimentação de capital referente a atividades de lazer, serviços e compras que deixaram de ocorrer enquanto grande parte da população economicamente ativa fica retida no trânsito. Vale destacar também o efeito negativo no desempenho dos profissionais que chegam ao local de trabalho, após ficarem expostos, por um longo intervalo de tempo, a um ambiente exaustivo e estressante como os megacongestionamentos dos grandes centros urbanos.

Acidentes

Sob o ângulo dos acidentes, a Organização Mundial da Saúde estima que o custo global dos acidentes de trânsito no mundo esteja em torno de U\$ 518 bilhões por ano. Vale destacar ainda que, de acordo com o Ministério da Saúde do Brasil (2010), esse é o principal responsável por mortes na faixa etária entre 15 e 29 anos. Com isso, se observa que

3.3. Aspectos Ambientais

Congestionamentos

Um fator altamente importante advindo da redução de veículos, e consequentemente de congestionamentos, é a redução da emissão de poluentes no ar. Consoante o instituto *Health Effects Institute* (2010) “As emissões veiculares representam uma fonte significativa de poluentes do ar em zonas urbanas”. O setor dos transportes é um dos mais difíceis de gerir do ponto de vista de emissões de CO₂. Apesar dos progressos da tecnologia automóvel, o aumento do tráfego e a natureza da condução nas zonas urbanas significam que as cidades são uma grande (e crescente) fonte de emissões de CO₂. (Comissão Europeia, 2007)

O transporte é um dos maiores causadores de poluição do ar no Brasil e no mundo. Veículos automotores produzem emissões que afetam negativamente a qualidade do ar e a saúde de seres humanos e animais. O nível de toxicidade da emissão dependerá em grande parte do tipo de combustível utilizado. Embora já existam alguns combustíveis alternativos, como o biodiesel, o principal combustível utilizado no transporte de mercadoria ainda é o diesel.

Ainda de acordo com a Tabela 4, se percebe que há também bastante ênfase nas emissões de gases poluentes, número de viagens motorizadas, preservação da área natural, entre outros. Como esses indicadores foram extraídos de estudos relacionados à mobilidade urbana sustentável, muitos deles não fazem sentido quando empregados no contexto de rodovias. A análise desses indicadores e a adaptabilidade deles será feita na seção 5 deste artigo.

4. RODOVIAS FEDERAIS CONCEDIDAS

A concessão de rodovias é uma das formas de financiamento utilizadas, no Brasil, para a



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

recuperação, manutenção e ampliação da infraestrutura existente. Elas representam hoje um importante instrumento de descentralização das atividades do Estado na área de transporte, transferindo à iniciativa privada a prestação de serviços que, apesar de serem essenciais à sociedade, não precisam, necessariamente, ser oferecidos pelo Poder Público. Essa transferência de responsabilidade vem possibilitando ao Estado a alocação de maiores verbas para as atividades sociais, esta indelegáveis.

Entretanto, neste processo de delegação, é fundamental que o poder público mantenha o controle sobre o serviço prestado, de forma transparente, para garantir a eficiência operacional e a permanente proteção ao interesse público. No que tange às Concessões de Rodovias Federais, este papel é hoje desempenhado pela Agência Nacional de Transporte Terrestre – ANTT que tem, desde sua criação, a responsabilidade de gerir os contratos federais de concessão de infraestrutura rodoviária, tanto os novos quanto os anteriormente sob responsabilidade do extinto Departamento Nacional de Estrada de Rodagem – DNER.

De acordo com Gonze (2014), a manutenção adequada de rodovias está diretamente relacionada à existência de uma estrutura que responda, de forma rápida e eficaz, aos problemas e ocorrências que interferem na fluidez do tráfego e na segurança do usuário. Esta manutenção exige, além de uma permanente monitoração, investimentos em equipamentos, insumos e equipes técnicas, que permitam agir preventiva ou corretivamente diante tanto das anormalidades inerentes a resultados não esperados da infraestrutura quanto de ações externas, como fenômenos da natureza ou da ação de terceiros, mesmo que involuntárias.

Para isso, foi criado o Programa de Exploração da Rodovia (PER), que especifica todas as condições para execução do contrato, caracterizando todos os serviços e obras previstos para realização pela concessionária ao longo do prazo da concessão, bem como diretrizes técnicas, normas e, principalmente, os parâmetros de desempenho e cronogramas de execução que devem ser observados para todas as obras e serviços previstos.

No contrato de concessão existem obrigações as quais devem ser cumpridas pelas concessionárias, e que são fiscalizadas pela ANTT. A Agência aprova ou não a revisão tarifária baseada no cumprimento de execução das obras integrantes ao PER. Alguns dos perfis de obras são de reforço e alargamento de OAE's (pontes e viadutos), que têm seu valor de obra aprovado com base em sua área e não em sua planilha de quantidade de serviço. Ou seja, não importa o quão grandioso será esse reforço, que está sendo feito para suportar mais veículos passantes, o retorno financeiro aceito pela Agência não estará de acordo com o serviço real realizado. Recai-se, então, em prejuízo para concessionária.

Outro ponto a ser exaltado se refere ao fato de nos contratos de concessão, e consequentemente no PER, não possuir como obrigação contratual algum ponto relacionado à mobilidade sustentável. Para garantir a fluidez do tráfego e o nível de serviço elevado, se adota como solução o aumento da capacidade através de obras de alargamento de viadutos, inclusão de faixas de rolamentos, duplicação de pistas, ou seja, intervenções voltadas para o incentivo ao

transporte motorizado. Esse fato se contradita com os aspectos da sustentabilidade já vistos da seção 2 deste artigo.

Ademais, as rodovias federais brasileiras são responsáveis pelas principais ligações entre regiões do Brasil. O modo rodoviário, que representa 61% da matriz de transporte no Brasil (CNT, 2014), é de fundamental importância para o desenvolvimento do país e para a sua integração social e econômica. As condições da infraestrutura rodoviária têm-se revelado deficientes em todas as pesquisas qualitativas realizadas nos últimos anos, se ressalvando que os melhores trechos rodoviários são, quase sempre, os que foram concedidos à iniciativa privada. O que, em um primeiro momento, pode parecer a solução para a manutenção e, até mesmo, para a ampliação da malha viária, tem-se mostrado como um complexo processo de negociação entre poder público e empresas concessionárias, e os resultados não são, necessariamente, os previstos nos objetivos iniciais do processo.

Segundo o site da ANTT, a mesma administra atualmente 21 concessões de rodovias, totalizando 9.969,6 km, sendo cinco concessões contratadas pelo Ministério dos Transportes, entre 1994 e 1997, uma pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul, em 1998, com posterior Convênio de Delegação das Rodovias denunciado e o contrato sub-rogado à União em 2000, oito concessões referentes à segunda etapa - fases I (2008) e II (2009), uma concessão referente à terceira etapa – fase II (2013) e, por fim, seis concessões que são partes integrantes do Programa de Investimentos em Logística, pertencente à terceira etapa – fase III (2013 e 2014).

A ANTT gera uma série de publicações de Relatórios Anuais de Concessões Rodoviárias que busca resumir e apresentar os dados que caracterizam os aspectos mais relevantes de cada uma das Concessões hoje sob responsabilidade da Agência. Em cada um é apresentado um resumo da situação atual com seus dados gerais, como configuração de cada rodovia, as informações operacionais incluindo dados de tráfego, segurança, oferta de serviços pela concessionária e seus aspectos financeiros, bem como relaciona as principais obras realizadas.

As informações obtidas através do referido relatório estão apontadas da Tabela 5.

Tabela 5 - Informações fornecidas pelas concessionárias para ANTT

| Dados obtidos | Observação |
|--|---|
| Veículos alocados | Quantidade para administração, operação e manutenção |
| Funcionários alocados | Quantidade para administração, operação e manutenção |
| Iluminação da via | - |
| Nebulosa | Extensão, local e horário de ocorrência |
| Obras de arte especiais | Quantidade, extensão e tipo |
| Praças de pedágios/Veículos pedagiados | Local, % de veículos comerciais, % de veículos de passeio |
| Volume de veículos | Volume por mês (veículos equivalentes) - VDMP E VDMPa |
| Características físicas | Extensão de cada sub trecho, início e fim de cada sub trecho, faixa de domínio, canteiro central, quantidade de pistas, tipo de pista, extensão de marginal |
| Características operacionais | Classe da rodovia, velocidade máxima km/h em cada subtrecho, pista simples ou dupla, raio mínimo horizontal (m), rampa máxima (%) |
| Capacidade da rodovia | VDMA anual, volume diário máximo, VHP, capacidade unidirecional, índice de saturação, faor K50, nível de serviço |
| Histórico de acidentes | Quantidade de acidentes sem vítima, feridos, mortos e total a cada ano |
| Tipo de acidentes | Choque objeto fixo, capotagem, atropelamento pessoa, atropelamento animal, colisão traseira, colisão frontal, abaloamento e outros |
| Balanças | Número de veículos pesados, % de veículos autuados (excesso de peso) |
| Postos da PRF | Quantidade e local |
| Atendimento ao usuário | Tipo (primeiro socorros, serviços de socorro mecânico, serviço de guincho, inspeção de tráfego, combate a incêndio, apreensão de animais) e quantidade |
| Painéis de mensagem variável | Localização, quantidade |
| Círculo fechado de tv | Extensão, local e quantidade de câmeras |
| Tarifa por categoria | - |
| Evolução tarifária | Anos |
| Serviços realizados | Recuperação, melhoramentos (obras) |
| Atividade de fiscalização | Quantidade de termo de registro de ocorrência (TRO) - pavimento, sinalização, buracos na pista, sistema de drenagem onstruído/danificado, opração, etc. |

Esses dados e características das rodovias já levantados, serão analisados e comparados aos indicadores de mobilidade urbana sustentável na próxima seção.

5. ANÁLISE DOS INDICADORES

Nesta seção, será feita uma análise comparativa dos indicadores de mobilidade urbana sustentável usualmente usados para a gestão das cidades com os dados coletados combinados com as características das rodovias. Para isso, é preciso mover-se dos objetivos mais abrangentes para os objetivos mais específicos, para assim ter uma definição dos indicadores a serem usados. Para Gudmundsson (2004) é necessário listar os principais problemas ou questões que devem ser incluídas na análise. Isto tipicamente inclui problemas ambientais (como ruído, poluição, aquecimento global), questões econômicas (investimentos em infraestrutura de transportes, custos de exploração) e questões sociais (acessibilidade para todos, educação e cidadania).

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Como está sendo tratada questão da sustentabilidade, a melhor forma de estabelecer a lista de questões a serem abordadas é partindo das definições ou princípios de sustentabilidade mais gerais, para questões mais setoriais, caracterizando a abordagem de cima para baixo – *top-down*. TRB (2008) destaca ainda que a padronização de indicadores de sustentabilidade pode permitir a comparação entre comunidades, análise de tendências e avaliação de opções políticas para dar suporte às metas globais de sustentabilidade. Nesse sentido, se entende que seja interessante uma futura comparação dos resultados dos indicadores de cada rodovia concedida.

Tabela 6 - Potenciais indicadores de mobilidade sustentável para rodovias federais concedidas

| Dimensão | Indicador | Descrição | Direção desejada |
|-----------|---|--|------------------|
| Econômica | Satisfação do usuário | Satisfação do usuário em trafegar por aquela rodovia | Maior é melhor |
| | Tempo de congestionamento | Custos de congestionamento per capita | Menor é melhor |
| | Número de acidentes | Número de acidentes per capita | Menor é melhor |
| | Acessibilidade a empregos | Oferta de empregos nas regiões que a rodovia intercepta | Maior é melhor |
| | Despesas governamentais local em transporte por PIB | Investimento governamental | Maior melhor |
| | Crescimento de transporte e ton km/PIB | - | Maior melhor |
| | Intensidade de transporte de carga ton/km | Quantidade de transporte de carga utilizando aquela rodovia | Menor é melhor |
| Ambiental | Preservação da natureza | Impacto no habitat devido à obras | Menor é melhor |
| | Emissão de gases poluentes | Gases gerados por veículos | Menor é melhor |
| | Estudos de impacto ambiental | Estudos feitos pela concessionária para reduzir o impacto de obras | Maior é melhor |
| | Exposição a ruídos e poluição do ar | Parcela da população exposta a ruídos e a poluição do ar | Menor é melhor |
| Social | Número de acidentes | Direito à vida | Menor é melhor |
| | Nível de formação de técnicos e gestores | Melhor planejamento com foco na sustentabilidade | Maior é melhor |
| | Ocupações irregulares | Quantidade de desapropriações realizadas ao longo de uma rodovia | Menor é melhor |
| | Preservação cultural | Influência da rodovia nas comunidades no entorno | Menor é melhor |
| | Educação para o desenvolvimento sustentável | Projetos de educação nas comunidades no entorno das rodovias | Maior é melhor |

Feita a análise, pode se perceber que por dados como histórico de acidentes gera o indicador número de acidentes, que abrange as três dimensões (social, econômica e ambiental). O dado de atendimento ao usuário permite receber informações sobre a satisfação do usuário (indicador econômico). Já, o dado de congestionamento também gera indicadores que englobam as três dimensões.

A Agência Nacional do Transporte Público - ANTP desenvolveu um Sistema de Informações da Mobilidade Urbana, disponibilizado na internet, o qual agrega informações para um conjunto de 438 municípios brasileiros. O Sistema de Informações da Mobilidade Urbana tem como objetivos principais (i) Geração de indicadores agregados nacionais que permitam uma avaliação do que representa o setor em patrimônio investido, custos gerais e participação no PIB, bem como nos processos de consumo de espaço e energia, e de produção de externalidades como a poluição e os acidentes; (ii) geração de indicadores específico que permitem análises comparativas com indicadores similares observados internacionalmente, contribuindo para elaboração de políticas públicas no setor; (iii) geração de indicadores voltados à análise de

séries históricas, visando a monitoração dos impactos de políticas públicas para o setor e (iv) geração de indicadores e quantitativos que permitam uma qualificação das propostas da ANTP e demais entidades interessadas em defender políticas públicas para o setor, em especial junto à opinião pública e aos poderes executivo, legislativo e judiciário.

Nesse sentido, seria de suma importância que a ANTT elaborasse metas no caminho da mobilidade sustentável, gerando obrigações contratuais as quais impõem ações das concessionárias nesse viés. Isso garante tanto a mobilidade do usuário quanto do sistema de transporte. A utilização de indicadores como forma de induzir planejamentos de uma rodovia, asseguraria medidas mais econômicas para a empresa privada.

6. CONCLUSÕES

No Brasil, o uso intensivo do transporte motorizado ainda é justificado por muitos devido à insuficiência de transporte público. As rodovias federais brasileiras estão cada vez mais saturadas, porém demonstram condições favoráveis para um desenvolvimento sustentável. No entanto, também demonstram certa necessidade de adquirir esse desenvolvimento. Para isso, é necessário que sejam utilizadas ferramentas de planejamento que quebrem o paradigma tradicional da mobilidade.

Com base na análise feita a partir da revisão dos indicadores de mobilidade sustentável e comparando-os aos dados obtidos das rodovias federais brasileiras, pode-se concluir que existe uma grande quantidade de potenciais indicadores que podem vir a ser aplicados ou adaptados para a utilização nessas rodovias. Indicadores voltados à emissão de gases poluentes, número de acidentes, congestionamentos, acessibilidade a empregos, entre outros, demonstram que os estudos voltados para o contexto urbano podem também serem realizados para o contexto rodoviário, o que garante a mobilidade sustentável para aquela rodovia.

De modo geral, as rodovias federais concedidas precisam atender às obrigações contratuais estabelecidas no contrato de concessão, que prevalecem medidas que incentivam, direta e indiretamente, o modo motorizado. É relevante que este artigo inove conceitos existentes no âmbito das concessões de rodovias, promovendo a integração entre a mobilidade sustentável e a administração rodoviária. É importante que seja aprofundada a provocação de avanços na concepção contratual de uma concessionária de rodovias.

Entre as limitações da abordagem proposta, destaca-se o pouco aprofundamento na análise do programa de concessão de rodovias federais, que verificaria a pertinência entre os objetivos declarados nos contratos e a alocação de riscos e os mecanismos de regulação técnica utilizados para alcançá-los. Neste sentido, um contrato de concessão de infraestrutura deve ser abrangente o bastante para abranger os avanços tecnológicos e as mudanças sociais e, ao mesmo tempo, ter a especificidade necessária para assegurar que os objetivos propostos possam ser atingidos, materializando-se nas condições idealizadas por seus provedores. Ainda, ficam limitados o aprofundamento quanto à prática internacional e no significado de cada indicador, bem como seu fator causal e possíveis soluções.

REFERÊNCIAS

- ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. RARFC em infraestrutura. Disponível em <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/4983/Relatorios_Anuais__Rodovias_Federais_Concedidas.html>. Acesso em 17 mai. 2016.
- Brasil, Ministério da Saúde. Década de ação pela segurança no trânsito 2011-2020. Ministério da Saúde do Brasil, Brasil, Novembro 2010.
- CNT (2014) Confederação Nacional de Transporte Boletim Estatístico – Janeiro 2014. Brasília - DF. Disponível em <<http://www.cnt.org.br>>. Acesso em: 03 jun. 2016
- Comissão Europeia (2007) Livro verde: Por uma nova cultura de mobilidade urbana. Bruxelas, Bélgica. CST. The Centre for Sustainable Transportation (2001). Issue on technology and sustainable transportation. Canada.
- Costa, M. da S. (2008) Um índice de mobilidade urbana sustentável. Universidade de São Paulo
- CST (2002). Sustainable Transportation Performance Indicators. Centre for Sustainable Transportation. Disponível em: <http://cst.uwinnipeg.ca/completed.html>. Acesso em: 28 mai. 2016
- CST (2005). The Centre for Sustainable Transportation. Defining Sustainable Transportation. Canada Ferrari, R. A. V. S. Oliveira e A. Scarbio (2005) Biodiesel de soja - Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físicoquímica e consumo em gerador de energia. Química Nova, v. 28, n. 1, p. 19-23. Hall
- DeRobertis, M., Eells, J., Kott, J., e Lee, R. W. (2014) Changing the Paradigm of Traffic Impact Studies: How Typical Traffic Studies Inhibit Sustainable Transportation. ITE journal.
- FENABRAVE. (2011) Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores, Brasil, Novembro 2012. Disponível em <<http://issuu.com/fenabrade/docs/20120425110423anuario2011?mode=window>> Acesso em: 02 jun. 2016
- Gonze, N. C. (2014). Concessão em rodovias federais: uma análise da evolução dos modelos de regulação técnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Goodwin, Phil. (2004) The economic costs of road traffic congestion. Disponível em <<http://eprints.ucl.ac.uk/1259>> Acesso em: 28 mai. 2016
- Gudmundsson, H. (2004). Sustainable Transport and Performance Indicators. In: Heste, R.E. & Harrison, R.M. (Eds). Issues in Environmental Science and Technology, n. 20, p. 35-63.
- Hagshenas, H., Vaziri, M. (2011). Urban sustainable transportation indicators for global comparison. doi:10.1016/j.ecolind.2011.09.010
- Health Effects Institute (2010). Traffic-related air pollution: A critical review of the literature on emissions, exposure, and health effects. Disponível em: <<http://pubs.healtheffects.org/getfile.php?u=553>> Acesso em 02 jun. 2016
- Litman, T. (2011). Sustainability and Livability. Summary of definitions, goals, objectives and performance indicators.

- Litman, T. (2015). Well Measured. Developing indicators for sustainable and livable transport planning. Victoria Transport Policy Institute.
- Machado, L. (2010) índice de Mobilidade Sustentável para avaliar a qualidade de vida urbana. Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- Maclaren, V. W. (1996). Urban Sustainability Reporting. Journal of the American Planning Association, Chicago, v.62, n.2, p.184-202.
- Mello, A. J. R. (2015) A acessibilidade ao emprego e sua relação com a mobilidade e o desenvolvimento sustentáveis: O caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Nykqvist, B., e Whitmarsh, L. (2008) A multi-level analysis of sustainable mobility transitions: Niche development in the UK and Sweden. Technological Forecasting and Social Change
- Oliveira, G. M., Rodrigues da Silva, A. N. (2015). Desafio e perspectivas para avaliação e melhoria da mobilidade urbana sustentável: um estudo comparativo de municípios brasileiros. Transporte v.23, n 1, p. 59-68.
- Portugal, L. S., Villada, C. A. G. (2015). Mobilidade Sustentável e o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável. XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Ouro Preto, 9 a 13 nov. 2015.
- Rodrigues da Silva, A. N.; M. S. Costa e R. A. R. Ramos (2010) Development and application of I_SUM - An index of Sustainable Urban Mobility. In: Anais do Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Tagore, M.R.; Sikdar, P.K. (1995) A new accessibility measure accounting mobility parameters in 7th World Conference on Transport Research. The University of New South Wales, Sydney.
- TRB (2008). Sustainable Transportation Indicators: a Recommended Program to Define a Standard Set of Indicators for Sustainable Transportation Planning. Transportation Research Board (TRB), Sustainable Transportation Indicators (STI), Subcommittee (TRB Subcommittee ADD40 [1]).
- WCED (1987). Our Common Future (The Brundtland Report). United Nations, World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press.
- Villada, C. A. G. (2016). Procedimento metodológico para a aplicação do TOD em países em desenvolvimento. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Zegras, P. C. (2005) Sustainable Urban Mobility: Exploring the Role of the Built Environment. Massachusetts Institute of Technology.



VLT CARIOWA COMO ALTERNATIVA PARA DIMINUIÇÃO DO RUÍDO

URBANO – AV. RIO BRANCO/RJ

Mariani Dan Taufner

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Daniel Saraiva Canabrava

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Julio Cesar Boscher Torres

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

RESUMO

A necessidade de novos modais de transporte e de implantação de vias que atendam à crescente frota veicular e demandas de mobilidade da população é evidente. Entretanto, nem todo o planejamento leva em conta os impactos ambientais que a nova infraestrutura pode provocar na região. O ruído de tráfego é uma das principais questões que afetam o bem-estar e a saúde humana em ambientes urbanos. Este artigo mostra como um mapa de ruído pode ser aplicado para avaliar o impacto do nível de pressão sonora após implantação do sistema de transporte Veículo Leve sobre Trilhos - VLT na cidade do Rio de Janeiro/RJ. Foram avaliados os níveis de pressão sonora de uma região de implantação do VLT em 2016. Através do mapa foi possível determinar a localização de pontos críticos e regiões que apresentam desconformidade em relação à legislação local referente à poluição sonora demonstrando que o nível de ruído emitido pelo VLT é consideravelmente moderado quando comparado às rodovias, porém caso seja inserido em uma área marcada por fontes sonoras com alto índice de ruído como, por exemplo, vias compartilhadas o mesmo não consegue garantir por si só a diminuição do nível de pressão sonora para o lugar.

ABSTRACT

The need for new modes of transport and deployment routes that meet the growing vehicle fleet and population mobility demands is evident. However, not all planning takes into account the environmental impacts that the new infrastructure can cause in the region. The traffic noise is one of the main issues that affect the welfare and human health in urban environments. This article shows how a noise map can be applied to assess the impact of the sound pressure level after implementation of the transport system Light Rail - LRV in the city of Rio de Janeiro/RJ. Were evaluated sound pressure levels of a VLT deployment region in 2016. Through the map was possible to determine the location of critical points and regions with disagreement regarding local legislation concerning noise pollution demonstrating that the level of noise emitted by VLT is considerably moderated when compared to highways, but if it is inserted in an area marked by sound sources with high noise, for example, shared paths it can not ensure by itself the reduction of sound pressure level to the place.

PALAVRAS CHAVE: Ruído Ambiental e Urbano, Transportes, Poluição Sonora.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS (1999), a poluição sonora é hoje, depois da poluição do ar e da água, o problema ambiental que afeta o maior número de pessoas. Ocorrem, a partir do aumento do ruído, alterações nas reações psíquicas como, por exemplo, a desmotivação, nervosismo, a agressividade, e a redução da capacidade de aprendizagem e de concentração que influenciam diretamente na qualidade de vida dos moradores de zonas urbanas.

Sabe-se que a poluição sonora quando atinge grande escala, se torna um problema de saúde pública e pode causar danos a qualidade de vida das pessoas, atingindo comunidades inteiras. O ruído do tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo são os que produzem maior impacto no meio urbano.

Quando a poluição sonora não é devidamente levada em consideração no planejamento das cidades, os problemas ambientais são potencializados. Um exemplo dessa vertente está nas faixas de rolamento limitadas por calçadas estreitas, aproximando a fachada de casas e edifícios aos fluxos de veículos. Consequência disso é a transformação dos espaços entre as edificações em campos sonoros fechados e corredores acústicos, dado às múltiplas reflexões das ondas sonoras e a falta de áreas de dispersão. Esses fatos elevam o Nível de Pressão Sonora (NPS) a valores acima dos limites estabelecidos pela legislação (GUEDES, 2005).

Outro fator agravante no aumento da poluição sonora é crescimento da frota de veículos que vem sendo observado no Brasil nos últimos anos com uma taxa de frota de veículos superior ao crescimento populacional. Apesar de apresentar crescimento relativo da frota de veículos menor do que a média nacional, o Rio de Janeiro registrou um aumento absoluto considerável. Em toda a série histórica considerada, a frota da metrópole fluminense cresceu 73,1% ou mais de 1,2 milhões de automóveis em termos absolutos. No caso especial do Rio de Janeiro, vale ainda destacar que, ao contrário da maioria das regiões metropolitanas, as variações anuais de frota de veículos continuam crescentes desde 2003. Isso significa que, apesar de ser a região que menos cresce demograficamente, é uma das poucas que mantém uma tendência ascendente no ritmo de crescimento do número de veículos (RODRIGUES, 2013).

Não obstante, em 1999, o guia apresentado pela Organização Mundial da Saúde - OMS, expõe que é dever do governo incluir o ruído como uma questão de saúde pública, como componente da política de proteção do meio ambiente. A Organização Mundial da Saúde ainda define três princípios de política de gestão do ruído: o princípio da precaução, ou seja, reduzir ao mínimo o ruído; o princípio do poluidor pagador, isto é, os custos associados com a poluição sonora são dos responsáveis pela fonte sonora; e, por último, a prevenção, com planejamento urbano que busque a redução de novo ruído.

Apesar disso, sabe-se que não existe lei federal que trata da poluição sonora no meio urbano, e o que diz respeito à regulamentação sobre controle do ruído está sob os cuidados do poder legislativo dos estados e municípios. A Resolução CONAMA vem amparar a ausência

de uma norma federal que unifique o teor protetivo em relação aos impactos da poluição sonora no meio ambiente. O órgão detém várias resoluções, destacando-se, para o combate do ruído nas cidades, as Resoluções nº 1 e 2 de 1990. Estas regulamentações dispõem da NBR 10151 como determinantes do critério de aceitação para o nível de ruído no meio urbano.

Em decorrência da política de redução e prevenção da poluição sonora em grandes aglomerados urbanos, um exemplo é a Diretiva 2002/49/CE, do Parlamento Europeu, que recomenda o uso de mapas de ruído como uma ferramenta para o gerenciamento e avaliação do impacto do ruído excessivo para cada país da União Européia. Esse procedimento acontece para as grandes aglomerações, aeroportos, rodovias e ferrovias.

No Brasil, esse método foi previsto no Projeto de Lei Municipal 75/2013, aprovado em 22 de junho de 2016, obrigando a geração de mapas de ruído urbano na cidade de São Paulo. Este procedimento tem por finalidade fixar metas e prazos para redução de barulho na cidade.

Entretanto, por essa não ser a realidade presente em todo o Brasil, a redução da poluição sonora continua limitada diante da dimensão dos níveis de poluição sonora presente nas cidades (NUNES e RIBEIRO, 2008). Portanto, este ainda é um viés a ser explorado com maior efetividade pelas políticas públicas locais.

3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Inserido nesta temática, o presente artigo tem como objetivo principal mostrar uma aplicação de mapa acústico como ferramenta de avaliação do ruído de tráfego veicular urbano na área de implantação do VLT. Utilizou-se como objeto de estudo um trecho da Av. Rio Branco, localizada na cidade do Rio de Janeiro/RJ - Brasil. O estudo se propôs a analisar o cenário acústico atual, bem como comparar este cenário do ruído decorrente do tráfego da referida via com situações anteriores às intervenções. A Figura 01 apresenta um mapa da região a ser estudada com os pontos de parada do VLT e respectiva ampliação da área de estudo.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

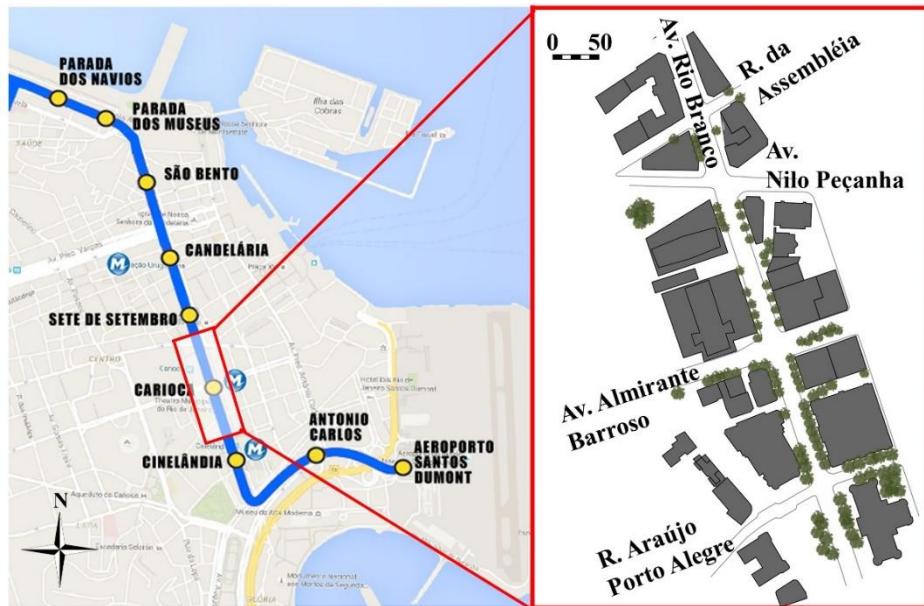


Figura 01: Região de estudo.

Fonte: Os autores

É indispensável conhecer os atributos e particularidades do ambiente apresentado no mapa, a fim de garantir condições que mais se aproximam da realidade local e, com isso, revelar critérios de implementação da política de gestão de ruído adaptados às condições regionais. Desse modo, buscou-se apresentar os dados disponibilizados pela prefeitura do Rio de Janeiro que especificam as condições de uso e ocupação do solo para a região da Avenida Rio Branco. De acordo com a Lei nº 2.236/94, a área estudada está na microzona Área Central AC II. Esta lei define as condições na área, estabelece medidas para a revitalização do Centro da cidade e seu entorno e apresenta outras providências. Quanto ao uso e ocupação do solo, Área Central AC II conta com edificações comerciais, edifícios garagens (em parte) e postos de abastecimento, além do uso residencial permanente e temporário.

2. IMPACTO DO VLT NO RUÍDO URBANO

Admitindo ser o tráfego a maior fonte de ruído urbano, a poluição sonora e seus efeitos adversos são fontes antigas de preocupação em nível mundial. A Agenda 21 de 1992, por exemplo, tomada na conferência internacional Eco-92, apresenta na seção 6.41 quanto aos desafios da saúde urbana: “(g) Ruído: Desenvolver critérios para determinar níveis máximos permitidos de exposição a ruído e incluir medidas de verificação e controle de ruídos nos programas de saúde ambiental” (AGENDA21, 1992).

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Amplamente citado pela comunidade acadêmica como exemplo de tecnologia de baixo índice de ruído, o VLT vem sendo estudado em diferentes cidades brasileiras (SILVA *et all*, 2015; MAROJA, 2013). Na seara internacional, inclusive, existe o entendimento de que o VLT é uma boa resposta para mitigação dos efeitos da poluição sonora. Dessa forma, a busca por soluções sobre o VLT é motivo de pesquisa para potencializar a redução do ruído urbano (VOGIATZI, 2015).

O sistema de transporte público (VLT), segundo Armando Majora, possui emissão sonora comparável a onze carros, sendo que a capacidade de transporte de pessoas é muito maior. Em estudo de caso apresentado em Brasília, o autor ainda afirma que houve a redução do nível de pressão sonora da região em até 2 dB (CNPQ, 2013). Entretanto apesar da redução do NPS a variação de 2dB é apenas perceptível não demonstrando grande relevância.

O método utilizado para desenvolvimento deste trabalho se dispõe em três etapas distintas: a primeira etapa constitui caráter exploratório e analítico para o reconhecimento técnico da região selecionada para pesquisa. Com auxílio de visitas e pesquisas bibliográficas, foram coletados dados referentes ao número de faixas da via, largura média das faixas, tipo de pavimentação, e velocidade média na via, durante as visitas também fez-se a contagem da quantidade de veículos durante certo intervalo de tempo para obter a quantidade de veículos por hora e a respectiva porcentagem de veículos pesados que trafegam nas vias, apresentados na **Tabela 01**. Esses dados são necessários para realizar o dimensionamento e criação do mapa de ruído no Software CadnaA®.

Tabela 01: Contagem da quantidade de veículos durante o intervalo de 10 minutos e a respectiva porcentagem de veículos pesados que trafegam nas vias

| Pontos | Localização | Quantidade de veículos em 10 min. | Porcentagem de veículos pesados |
|--------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Rua Evaristo da Veiga | 107 | 10 |
| 2 | Rua Araújo Porto Alegre | 129 | 10 |
| 3 | Avenida Rio Branco | 2 VLT | |
| 4 | Avenida Alm. Barroso | 135 | 15 |
| | | 104 | 15 |
| 5 | Avenida Alm. Barroso | 135 | 15 |
| | | 85 | 15 |
| 6 | Avenida Rio Branco | 2 VLT | |
| 7 | Avenida Nilo Peçanha | 102 | 20 |
| 8 | Avenida Nilo Peçanha | 280 | 25 |
| 9 | Avenida Rio Branco | 2 VLT | |
| | | 150 | 20 |
| 10 | Rua da Assembléia | 64 | 10 |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

A segunda etapa se estrutura na criação de um modelo virtual da área estudada para simulação computacional. Primeiramente, com auxílio das vistas aéreas e maquetes eletrônicas disponibilizadas pelo Google Earth, foram desenhados com diferentes *layers* um modelo 3D no software Autocad das edificações, ruas e trecho de passagem do VLT. Esse arquivo foi exportado para o software CadnaA®, onde foram inseridos dados referentes a cada via previamente desenhada: fluxo, porcentagem de veículos pesados, largura média e tipo de pavimentação. Em sequência, foram posicionados 10 pontos onde se coletaram os níveis de pressão sonora NPS da região para a simulação.

Como complemento também foram feitas as medições *in loco*, com auxílio do medidor MSL 1354 – Classe 2, para fins de certificação e confiabilidade das simulações computacionais efetuadas, nos mesmos 10 pontos onde se coletaram os NPS simulados em computador. Essas medições foram realizadas a uma altura de 1,2m, de acordo com a NBR 10151. O critério usado para os pontos de medição está na inclusão da Avenida Rio Branco e o entorno imediato. Contemplando assim, vias com transito apenas de veículos leves e pesados, trechos onde somente o VLT trafega e via compartilhada entre ambos. As medições foram realizadas durante 10 minutos em cada um dos pontos com um intervalo de registro de medições de 10 segundos, a fim de conseguir uma média do NPS durante este período.

Na Figura 02 é possível observar os pontos de medição do nível de pressão sonora bem como os diversos tipos de vias exclusivas e compartilhadas presentes na área de estudo.



Figura 02: Mapa de pontos de medição

Fonte: Os autores

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Como as medições foram efetuadas no período de implantação do VLT as medições foram efetuadas nos horários entre 12h00min e 14h00min em uma terça-feira, com intuito de representar um dia útil da semana. Na ocasião não havia eventos ou particularidades como, por exemplo, acidentes, etc., que destoasse o cenário das características de tráfego comuns.

Os valores de referência utilizados para a simulação são os determinados pela norma NBR 10151, que estabelece o Nível de Critério de Avaliação NCA em ambientes externos, visando o conforto da comunidade. Cabe ressaltar que pela lei nº 3.268, de 29 de agosto de 2001, os níveis máximos para sons e ruídos externos, em dB(A), no município do Rio de Janeiro, estão de acordo com a NBR 10151. Para a área de estudos analisada, os valores de NPS de referência são mostrados na **Tabela 02**.

Tabela 02: Nível de Critério de Avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).

| Tipos de Áreas | Diurno | Noturno |
|--|--------|---------|
| Áreas de sítios e fazendas | 40 | 35 |
| Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas | 50 | 45 |
| Área mista, predominantemente residencial | 55 | 50 |
| Área mista, com vocação comercial e administrativa | 60 | 55 |
| Área mista, com vocação recreacional | 65 | 55 |
| Área predominantemente industrial | 70 | 60 |

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Com intuito de assegurar a confiabilidade das simulações geradas pelo CadnaA®, os valores de NPS em dB(A), para os 10 pontos de medição selecionados no trabalho, são comparados aos valores apresentados no medidor MSL 1354, conforme **Tabela 03**.

Tabela 03: Diferença entre valores NPS em dB(A) para medição e simulação computacional

| Pontos | NPS MSL 1354 | NPS CadnaA | Diferença | Pontos | NPS MSL 1354 | NPS CadnaA | Diferença |
|--------|--------------|------------|-----------|--------|--------------|------------|-----------|
| 1 | 70 | 73 | 3 | 6 | 69 | 57 | 12 |
| 2 | 67 | 70 | 3 | 7 | 73 | 71 | 2 |
| 3 | 65 | 56 | 9 | 8 | 73 | 75 | 2 |
| 4 | 70 | 73 | 3 | 9 | 73 | 72 | 1 |
| 5 | 72 | 75 | 3 | 10 | 70 | 70 | 0 |



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Verifica-se que a maioria dos pontos apresenta uma diferença irrelevante de no máximo 3dB, esta variação já é esperada pelo fato de que o valor obtido a partir da simulação representa uma média do período de todo o dia. A exceção acontece somente nos pontos 3 e 6 da Av. Rio Branco, que correspondem a trechos com circulação exclusiva do VLT e onde os valores encontrados no medidor são consideravelmente maiores que os simulados. Justifica-se essa diferença pela presença de motos da guarda municipal adjuntas aos VLTs, que estão sendo utilizadas durante o período inicial de adaptação desse veículo na região, e que emitem sons de buzina durante todo o trajeto do VLT aumentando assim os valores medidos. Ainda é importante considerar que os pontos 3 e 6 são regiões próximas ao embarque e desembarque de passageiros, em uma área fomentada pelo turismo com um grande numero de pessoas circulando pela área fazendo com que a diferença de valores de NPS fosse incrementada.

Na Figura 03 é possível observar, por meio da variação de cores, a intensidade da propagação do ruído para o entorno imediato do trecho selecionado para o trabalho. Nota-se pela paleta de cores que os tons de azul e roxo, responsáveis pelos maiores valores de NPS, atingem aproximadamente 70 a 75 dB(A), os tons de verde e amarelo, por sua vez, apresentam os menores valores de NPS, com o máximo de 45 dB(A). E, por fim, o meio termo atinge valores entre 50 e 65 dB(A), representados por tons de vermelho.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

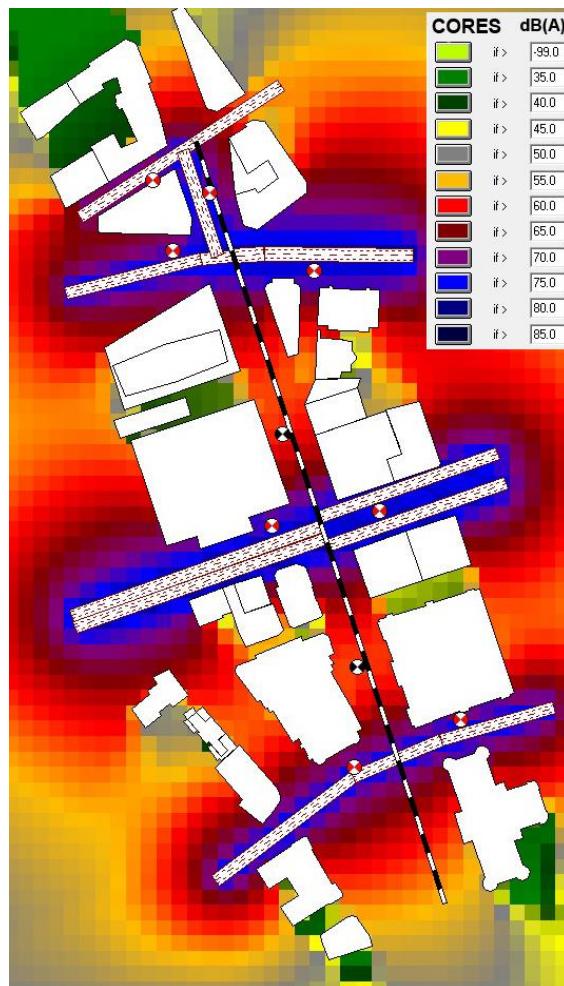


Figura 03: Mapa de Ruído

Fonte: Os autores

É evidente que quanto mais forte e mais próxima à fonte de ruído, mais as regiões se aproximam ao tom de azul. Com isso, percebe-se que as áreas adjacentes ao trecho exclusivo do trilho do VLT (Pontos 3 e 6) não apresentam valores significativamente altos quando comparados às vias com passagem de automóveis leves e pesados.

Para melhor visualização da análise dos valores de NPS a partir da simulação e da medição, em comparação com os valores limites estabelecidos pela norma NBR 10151, elaborou-se um gráfico de comparação dos Níveis de Pressão Sonora para ambos os casos, conforme a Figura 04.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

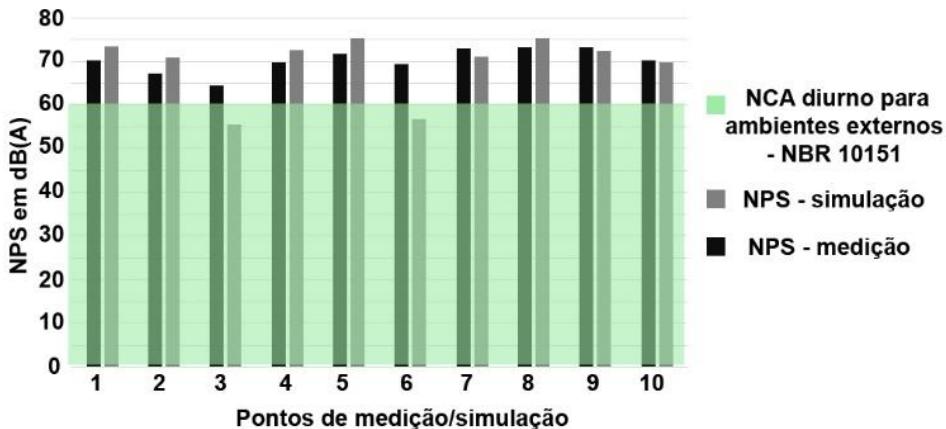


Figura 04: Comparação de Níveis de Pressão Sonora.

Fonte: Os autores

Em uma visão geral, verifica-se que todos os pontos medidos encontram-se acima dos valores determinados pela NBR 10151, cujo limite determinado para o período diurno é de 60 dB(A). Os pontos 3 e 6, que representam regiões próximas a circulação somente do VLT, quando simulados, apresentam valores dentro do delimitado pela norma. Porém, como antes justificado, estes pontos não representam a situação real atualmente. Quando se compara os valores encontrados nos respectivos pontos com os valores de NPS dos demais pontos verifica-se que os mesmos se encontram com valores de NPS menores que os demais. Fato esse que caracteriza as regiões com presença exclusiva de VLT como no ponto 3, com 64,5 dB(A), regiões com níveis de poluição sonora menores.

A região que alcançou os maiores valores médios de pressão sonora estão nos pontos 7, 8 e 9, com aproximadamente 73 dB(A). Dentre estes três pontos, destaca-se o ponto 9, por ser um trecho que compartilha vias de automóveis e VLT com isso o nota-se que a implantação do VLT com a pretensão de menor nível de ruído em sua proximidade é descaracterizada, pois, as fontes de ruído oriundas das outras vias continuam a extrapolar os valores reduzidos de NPS obtidos pelo VLT.

Outro fator a ser observado são as medições de NPS realizadas anteriormente à implantação do VLT Carioca. No Relatório Técnico de Avaliação de Ruído Ambiental – Avaliação de NPS, feito em Outubro de 2011 pelo Consórcio Porto Maravilha em parceria com a Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro – CDURP, são citados para dois trechos da Avenida Rio branco os valores médios de NPS medidos na época. Este documento caracteriza os níveis de ruído com um ponto de medição próximo à Rua da Assembléia e o outro, próximo à praça Mauá no horário entre 11h e 13h, com valores que variam entre 70 - 77 dB(A) e 67 - 75 dB(A) para os respectivos pontos de medição.

Apesar das medições executadas antes e depois da implantação do VLT não contemplarem exatamente a mesma posição e quantidade de pontos de medição, a comparação foi mantida para efeito de estudo, pois comprehende a mesma região de estudo, e com isso é possível ter um parâmetro critico de comparação da situação anterior e posterior à implantação do modal de transporte VLT. Percebe-se, por exemplo, que os níveis de ruído encontrados no ano de 2011, antes da implantação do VLT, são praticamente os mesmos medidos em 2016, já com o VLT circulando, ou seja, a presença do VLT não trouxe grandes contribuições para a diminuição dos níveis de pressão sonora da região.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho possibilitou, por meio da confecção de mapas de ruídos em conjunto com medições no local, uma análise ainda mais precisa dos dados. Os resultados obtidos indicam que, para toda área de estudos, há a averiguação de um alto índice de pressão sonora, atingindo valores acima da média determinada pela norma NBR 10151. A presença exclusiva do VLT, em comparação com os trechos rodoviários, se destaca pela diminuição da quantidade de ruídos.

Porém, o trecho caracterizado por compartilhar automóveis e VLT se destaca pelos altos níveis de ruído. É evidente que a movimentação intensa de veículos, ônibus e caminhões, além da presença do comércio no entorno se sobrepõem na soma da intensidade sonora verificada na região. Isto é, o VLT inserido em uma área marcada por fontes sonoras com alto índice de ruído, não garante a ‘promessa silenciosa’ para o lugar.

Por último, é indiscutível que o nível de ruído emitido pelo VLT é consideravelmente moderado quando comparado às rodovias. No entanto, é pertinente considerar que, com a instauração do VLT, todo o entorno não modificado continua influenciando nos valores de ruído do ambiente. Fato este que acentua a necessidade de um planejamento sistêmico visando uma análise mais abrangente da região, para enfim alcançar valores de aceitabilidade e conforto acústico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2000). **NBR 10151 06/2000. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento.** Atualizada Julho de 2000.

AGENDA 21 (1992). República Federativa do Ministério do Meio Ambiente.
Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em: jul. de 2016.

CNPQ (2013). **Equipe de popularização da ciência. Pesquisadores inovam na forma de mapear ruídos das cidades.** Disponível em: <http://cnpq.br/web/guest/noticiasviews/journal_content/56_INSTANCE_a6MO/10157>. Acesso em jul. de 2016.

Guedes, I. C. M. (2005) **Influência da Forma Urbana em Ambiente Sonoro: Um estudo do Bairro Jardins em Aracaju (SE).** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas, Campinas. MAROJA, A. M.; SANTOS, F. S.; GARAVELLI, S. L.; JÚNIOR, E. B. de C (2013). **Veículo leve sobre trilhos: impacto ambiental acústico em Brasília – DF.** XXVII ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Belém.

NUNES, Monica; RIBEIRO, Helena (2008). **Interferências do ruído do tráfego urbano na qualidade de vida: zona residencial de Brasília/DF.** Cadernos Metrópole. ISSN (impresso) 1517-2422; (eletrônico) 2236-9996, n. 19.

RODRIGUES, Juciano Martins (2013). **Evolução da frota de automóveis e motos no Brasil 2001-2012 (Relatório 2013).** Rio de Janeiro: Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT).

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, OMS (1999). **Guide-lines for community noise.** Edited by Birgitta Berghund, Thomas Lindvall, Dietrich H. Schela.
Disponível em: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>
Acesso em: jul. de 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, OMS (2011). **Regional Office for Europe.**
Disponível em: <<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/noise>>
Acesso em: jul. de 2016.

SILVA, F. P.; BERRÊDO V. C. M.; OLIVEIRA, A. F.; JÚNIOR, W. T.; SANTOS, D. A. da S.; SILVA, M. S (2015). **Avaliação de impacto ambiental: análise dos indicadores socioambientais na implantação do veículo leve sobre trilhos (VLT).** Revista Eletrônica UNIVAR, v. 2, n.14, p. 72-78.

VOGIATZIS, Konstantinos; VANHONACKER, Patrick (2015). **Noise reduction in urban LRT networks by combining track based solutions.** Science of The Total Environment. ISSN 0048-9697.
Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969715301170>>. Acesso em jul. de 2016.

PANORAMA DOS ACIDENTES ENVOLVENDO MOTOCICLISTAS NO MUNICÍPIO DE ITABORAÍ-RJ

Allison Mendonça de Abreu

Luiz Afonso Penha de Sousa

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca -RJ

RESUMO

O presente artigo aborda o uso da motocicleta e sua influência nos acidentes de trânsito. O objetivo desse estudo é analisar os registros dos acidentes de trânsito envolvendo motociclistas na cidade de Itaboraí-RJ e verificar os seguintes aspectos: gravidade dos acidentes, perfil dos acidentados e o tipo de acidente em categorias diferentes de vias. Os dados foram coletados a partir dos Boletins de Ocorrência de Acidentes de Trânsito com vítimas (BRAT's) do ano de 2014 até abril de 2016 fornecidos pelo Batalhão da Polícia Militar responsável pela região. Os registrados apresentaram 354 acidentes no período estudado. Nas faixas etárias de 26 a 40 anos (144 – 40,6%) e 18 a 25 anos (121 – 34,2%) ocorreram as maiores proporções dos acidentes, com o gênero masculino sendo a principal vítima (93,8%). A modalidade mais frequente de acidente foram as colisões, independente do tipo de via. A maior proporção de não habilitados e sinalização considerada insuficiente aconteceram nas vias locais. Os resultados indicaram que nas vias arteriais ocorreu a maior frequência de acidentes fatais.

PALAVRAS-CHAVE: Acidentes de trânsito, Engenharia de Tráfego, Segurança Viária.

ABSTRACT

This paper addresses the use of motorcycles and its influence on traffic accidents. Its aim is to analyze the traffic accident registers involving motorcycles in the city of Itaboraí-RJ and check the following: severity of accidents, profile of the victims and the type of accident in different categories of roads. Data were collected from the Traffic accident with victims occurrence reports (TACOR) from 2014 until april 2016 produced by the Military Police Battalion, responsible for the region. They registered had 354 accidents during the study period. The age group 26 until 40 years (144 - 40.6 %) and 18 until 25 years (121 - 34.2 %) occurred the highest rates of accidents, with males the main victims (93.8%). The most frequent type of accident was collisions, regardless of the kind of road. The largest proportion of non- eligible and considered insufficient signaling occurred in local roads. The results indicated that the arterials occurred at higher frequency of fatal accidents.

KEYWORDS: Traffic Accidents , Traffic Engineering , Road Safety .

1. INTRODUÇÃO

A frota de motocicletas teve um aumento expressivo ao longo dos anos. Eram somente 2,5 milhões em 1998 e em 2015 esse número subiu para 20,2 milhões - aumento de 8,08 vezes- enquanto a frota total de automóveis nesse mesmo período aumentou de 17 milhões para 49,8 milhões (2,92 vezes superior).

O crescimento da frota gerou um aumento de congestionamentos nas médias e grandes cidades. O Crédito mais fácil e engarrafamentos constantes impulsionaram o consumo. Como as dimensões das motocicletas são inferiores aos demais veículos, elas tornam-se mais atrativas pela sua flexibilidade e capacidade de transitar no corredor entre as faixas evitando perda de tempo nos engarrafamentos (Vasconcelos, 2008).

Quanto ao perfil do usuário, dados divulgados pela ABRACICLO (2015) no Anuário da Indústria brasileira de duas rodas afirmam que a escolha por este meio de transporte recai sobre os indivíduos mais jovens e do sexo masculino. Além disso, a condição socioeconômica também se encontra no primeiro nível de determinação, pois a facilidade de compra e o custo do combustível foram indicados como fatores determinantes para a escolha da motocicleta.

Para Seerig (2012), a finalidade de uso da motocicleta difere entre o perfil dos usuários. Os que usam ferramenta de trabalho, especificamente os motoboys e moto-taxistas, a motocicleta

aparece como alternativa de geração de renda para os indivíduos de baixa escolaridade. Quando relacionada ao deslocamento, é a opção mais econômica e ágil quando comparada ao automóvel (maior custo de aquisição, manutenção e gastos maiores com estacionamento) e a alguns transportes coletivos.

O uso da moto como instrumento de trabalho ou de deslocamento, a frequência de uso medida pelo número de dias da semana e número de horas diárias (trabalhadores) e o uso adequado de equipamentos de segurança apresentam relação direta aos acidentes (Seerig, 2012).

Dentre as definições de Acidente de Trânsito, a NBR 10697 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1989) define como “todo evento não premeditado de que resulte dano em veículo ou na sua carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou áreas abertas ao público”.

Dos principais fatores que contribuem para a ocorrência dos acidentes, Ferraz *et al.* (2008) cita os condutores, os veículos, as vias, as áreas lindeiras e a velocidade. Segundo Waiselfisz (2013), o trânsito brasileiro é um dos piores e mais perigosos do mundo, acarretando índices de mortalidade elevados, com taxa de 22,5 para cada 100 mil habitantes, em 2010, ocupando o trigésimo terceiro lugar no ranking de mortes por veículos a motor entre 181 países. Caso seja considerado apenas os acidentes envolvendo motocicletas, o Brasil se torna o 13º da lista com taxa de 7,1 mortes a cada 100 mil habitantes. De acordo com Paulozzi (2007), as taxas de morte por habitante devido a acidentes de trânsito são mais altas em países com renda inferior e tendem a diminuir conforme o aumento da renda.

Em 2015, no Brasil, foram registradas 652.349 indenizações pagas pela Seguradora de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Via Terrestre (DPVAT). Dessas, 7% corresponderam a casos com óbito, 79% por Invalidez permanente e 14% referentes as despesas médicas. Segmentando esses dados por região brasileira, observa-se que os acidentes de trânsito com mortes se concentram na região sudeste com 37% do total do país (DPVAT, 2015).

Esses acidentes custam aos cofres públicos cerca de R\$ 28 milhões por ano, sem contabilizar os custos indiretos, de acordo com o Departamento Nacional do Trânsito (DENATRAN, 2016). Por outro lado, a Associação Brasileira de Medicina do Tráfego (ABRAMET, 2007) afirma que os acidentes de trânsito no país geram 100.000 pessoas com sequelas permanentes e matam cerca de 35.000 pessoas por ano, sendo que 5.000 são motociclistas.

A motocicleta foi o veículo com o maior número de indenizações pagas pela seguradora Líder-DPVAT no ano de 2015. Apesar de representar apenas 22,3% da frota nacional (DENATRAN, 2015), concentrou 76% das indenizações (Figura 1).

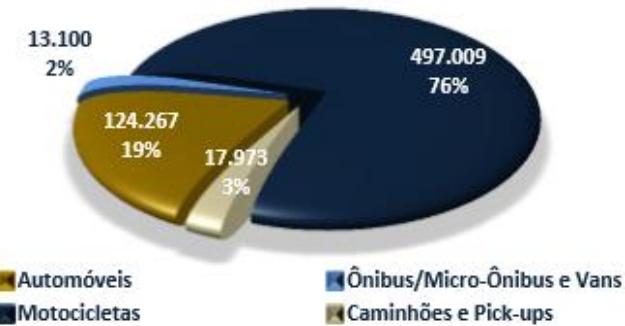


Figura 1 - Indenizações pagas por tipo de veículo – 2015.

Das indenizações pagas no período para acidentes com motocicletas, 83% foram para Invalidez Permanente e 4% para Morte. Dentre as vítimas com óbito, 88% são do sexo masculino. Para os casos de vítimas com sequelas permanentes, 78% das indenizações por acidentes com motocicletas foram para vítimas do sexo masculino, enquanto 66% das indenizações por acidentes com os demais veículos foram para os homens, demonstrando dessa forma que a concentração de vítimas do sexo masculino é maior nos acidentes com motocicletas do que com os demais veículos (DPVAT,2015).

O objetivo deste estudo é verificar a relação entre os acidentes envolvendo motociclistas e o tipo de via em que os ocorrem e destacar os fatores que podem influenciar nessa relação. Para realização da pesquisa, foram coletados dados dos boletins de registro de acidente de trânsito (BRAT's) com vítimas no município de Itaboraí-RJ fornecidos pelo Batalhão da Polícia Militar, órgão responsável pelo registro dos acidentes na região pesquisada.

2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

Com base nos dados do Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE-RJ, 2014), o município de Itaboraí está localizado na região leste fluminense, que também abrange os municípios de Cachoeiras de Macacu, Maricá, Niterói, Rio Bonito, São Gonçalo, e Tanguá.

Situado a aproximadamente 40 km da capital, a leste da Baía de Guanabara. Sua extensão territorial é de aproximadamente 429,3 km², com uma população de 218.008 habitantes, de acordo com o Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Seus limites geográficos são: os municípios de Cachoeiras de Macacu e Guapimirim (ao norte), Maricá (ao sul), Tanguá (a leste) e São Gonçalo (a oeste).

Segundo o IBGE (2010), o Município de Itaboraí tem uma população de 218.008 habitantes (Tabela 1) correspondente a 1,8% do contingente da Região Metropolitana, com uma proporção de 95 homens para cada 100 mulheres, densidade demográfica de 506,5 habitantes por km², contra 2.221,8 habitantes por km² de sua região e taxa de urbanização que correspondia a 98% da população. Em comparação com a década anterior, a população do município aumentou 16,3%, o 29º maior crescimento no estado, sendo a população atualmente estimada para o ano de 2015 pelo IBGE (2015) de 229.007 habitantes.

Tabela 1 – Evolução Populacional

| Ano | Itaboraí | Rio de Janeiro | Brasil |
|------|----------|----------------|-------------|
| 1991 | 162.742 | 12.807.706 | 146.825.475 |
| 1996 | 183.561 | 13.323.919 | 156.032.944 |
| 2000 | 187.479 | 14.391.282 | 169.799.170 |
| 2007 | 215.792 | 15.420.375 | 183.987.291 |
| 2010 | 218.008 | 15.989.929 | 190.755.799 |

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 1991, Contagem Populacional 1996, Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007 e Censo Demográfico 2010

A frota de veículos na cidade de Itaboraí cresceu consideravelmente na última década. Segundo o DENATRAN eram somente 33.341 unidades veiculares em 2005. Em abril de 2016, esse número aumentou para 76.641 (aumento de 2,3 vezes). O número de motocicletas e motonetas circulando no município correspondia a 3752 unidades, cerca de 11,25% da frota total da época. Em abril de 2016 esse número aumentou absurdamente 3,62 vezes passando a 13587 veículos e representando 17,72% (Figura 2).

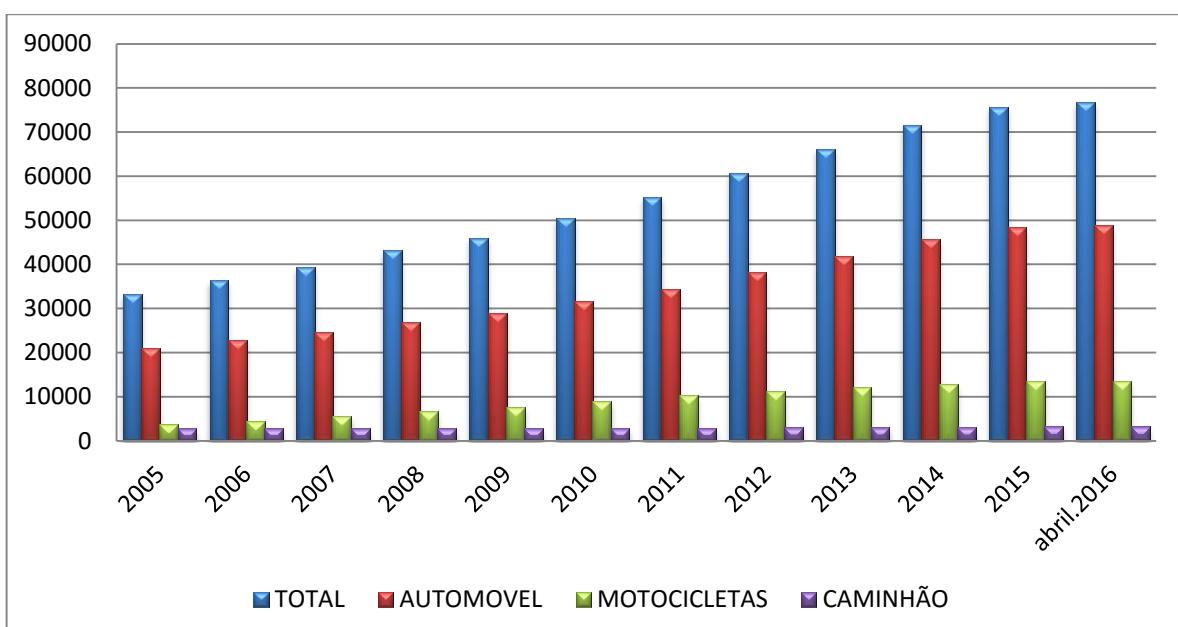


Figura 2 – Evolução da frota do município de Itaboraí por tipo de veículo

3. METODOLOGIA UTILIZADA

Os dados do estudo foram constituídos pela totalidade de acidentes de motocicleta com vítimas, ocorridos no município de Itaboraí, no ano de 2014 até abril de 2016 e registradas pelo 35º Batalhão da Polícia Militar Estado do Rio de Janeiro (PMERJ). A identificação da vítima e as informações relativas às suas características, assim como o momento do acidente, foram fornecidas pela PMERJ.

Assim, os dados relacionados com o acidente de trânsito, no que se refere ao momento e ao local, e as informações relacionadas com as pessoas que estiveram envolvidas nos acidentes com vítimas foram retirados do "Boletim de registro de Acidentes de Trânsito - BRAT". A partir dos dados de todos os acidentes de trânsito entre 2014 e abril de 2016, cedidos pela PMERJ, retiraram-se aqueles relacionados com as vítimas de acidentes de motocicleta, de interesse para este estudo, a saber: qualidade do usuário da via pública, idade, sexo e destino da vítima logo após o acidente. Foram também coletados os dados relativos ao momento do acidente e o local de sua ocorrência.

Os acidentes ocorridos nas vias federais e estaduais não foram computados nesse estudo pois não se teve acesso aos BRAT's elaborados pela Policia Rodoviária Federal (PRF) e pelo Batalhão de Polícia Rodoviária Estadual (BPRv) respectivamente.

Dados complementares relativos a frota de veículos e a população do Município de Itaboraí, nesse período, foram obtidos respectivamente no Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN) e no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Neste estudo estão incluídos todos os acidentes de moto, sejam aqueles causados por colisão, abalroamento, choque ou tombamento, que resultaram em ferimentos ou morte do motociclista ou seu passageiro e as vítimas de atropelamento por esse veículo. O termo "vítima" é usado para definir a pessoa que sofreu lesões corporais ou veio a falecer em consequência do acidente de moto.

A motocicleta foi definida como um veículo a motor de duas rodas, com assento para o condutor e o passageiro, cuja potência é igual ou superior a 50 cilindradas. Foram classificadas como vítimas de acidentes de moto seu condutor ou motociclista, seu passageiro e o ciclista ou o pedestre atropelado pela mesma. O acidente entre duas motocicletas foi considerado como 2 acidentes distintos para se ter o perfil dos acidentados.

Com os endereços dos acidentes envolvendo motocicletas no município de Itaboraí identificados na pesquisa, foram mapeados os locais dos acidentes de acordo com o tipo de via a fim de relacionar o número de acidentes e o tipo de via. A classificação das vias foi baseada no inciso do art. 60 do Código Brasileiro de Trânsito (CTB) que difere as vias urbanas como vias de trânsito rápido, vias arteriais, vias coletoras e vias locais.

Em Itaboraí, a Rodovia Gov. Mário Gomes (BR101) e a Rodovia Raphael de Almeida Magalhães (BR 493) são exemplos de vias de trânsito rápido devido a presença de acessos especiais com trânsito livre, ausência de interseções em nível e inexistência de travessia de pedestres em nível

Os seguintes dados foram registrados a partir da pesquisa em campo:

- Gravidade dos acidentes: leves, graves e fatais;
- Perfil das vítimas: gênero, idade dos envolvidos e se possuíam habilitação;
- Tipo da via (arterial, coletora ou local) e a gravidade dos acidentes em cada uma delas;
- Qualidade da sinalização nas vias.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

No Município de Itaboraí, no ano de 2014 a abril de 2016, foram registrados pelo Batalhão da Polícia Militar 354 acidentes de motocicleta com vítimas. Nestes, foram envolvidas 511 vítimas, das quais 392 sofreram lesões leves, 105 graves e 14 fatais, com óbito ocorrendo no local do acidente (Tabela 2). Dados sobre as vítimas em estado grave após os acidentes não foram registrados.

Tabela 2 - Classificação do grau de ferimentos nos acidentes ocorridos no Município de Itaboraí envolvendo motociclistas entre 2014 e abril/2016

| GRAVIDADE | 2014 | 2015 | Abr/16 | TOTAL |
|---------------|------|------|--------|-------|
| Leves | 206 | 151 | 35 | 392 |
| Graves | 52 | 41 | 12 | 105 |
| Fatais | 5 | 7 | 2 | 14 |
| TOTAL | 263 | 199 | 49 | 511 |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados dos BRAT's do 35º BPM

Para uma visão global da magnitude do problema, apresenta-se inicialmente uma análise comparativa entre os acidentes de moto e dos demais tipos de veículos. Na Tabela 3, verifica-se que o número de vítimas dos acidentes de moto é proporcionalmente maior do que o número de acidentes enquanto que, em relação aos demais veículos, observa-se o inverso. De certa forma, isto mostra que a vulnerabilidade das vítimas nos acidentes de motocicleta é maior do que nos demais veículos a motor.

Tabela 3 - Distribuição dos acidentes de motocicleta e dos demais veículos a motor no Município de Itaboraí -RJ

| Tipo de Veículo | Acidentes | | Vítimas | |
|------------------------|-----------|--------|---------|--------|
| | Nº | % | Nº | % |
| Motocicleta | 354 | 28,57 | 511 | 39,77 |
| Demais Veículos | 885 | 71,43 | 774 | 60,23 |
| TOTAL | 1239 | 100,00 | 1285 | 100,00 |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados dos BRAT's do 35º BPM

Ocorreram cerca de 1,44 vítimas por acidentes de motocicleta e 0,87 vítimas por acidentes para os demais veículos. Essa relação obtida para os demais veículos causou estranheza. Entretanto, mesmo admitindo-se uma subestimação dessa relação, pode-se concluir que dificilmente ela seria maior do que aquela relativa aos acidentes de motocicleta, porque o mesmo poderia ter ocorrido com referência a estes últimos. O número de motos licenciadas em relação aos demais veículos ainda é pequeno.

Em abril de 2016, no Município de Itaboraí, do total de 76.641 veículos a motor, 13.587 (17,73%) eram motocicletas. Considerando-se que para um total de 13.587 motos, houve 354 acidentes com esse tipo de veículo, pode se verificar que a taxa de acidentes foi de 26,05 para cada mil motocicletas. Por outro lado, em relação aos demais veículos, a taxa de acidentes foi de 10,35 para cada mil veículos. Esses dados reforçam a afirmação anterior quanto à vulnerabilidade das motocicletas em relação aos demais veículos.

Vale lembrar que essas taxas deixam a desejar em relação à sua precisão. Sabe-se que para calcular a taxa de acidentes, haveria necessidade de se conhecer a totalidade da frota circulante nessa área. Como não foi possível obter tais dados, com o objetivo de se ter alguma base para comparação, as taxas de acidentes foram calculadas levando-se em conta somente os veículos licenciados no Município de Itaboraí. Em relação ao número de acidentes, utilizou-se o total de ocorrências.

O condutor do gênero masculino foi a principal vítima dos acidentes de trânsito envolvendo motociclistas no período analisado com 93,8% dos casos, sendo as faixas de idade entre 26 e 40 anos (40,6%) e 18 a 25 anos (34,2%) contendo os maiores números de acidentados, conforme Figura 3.

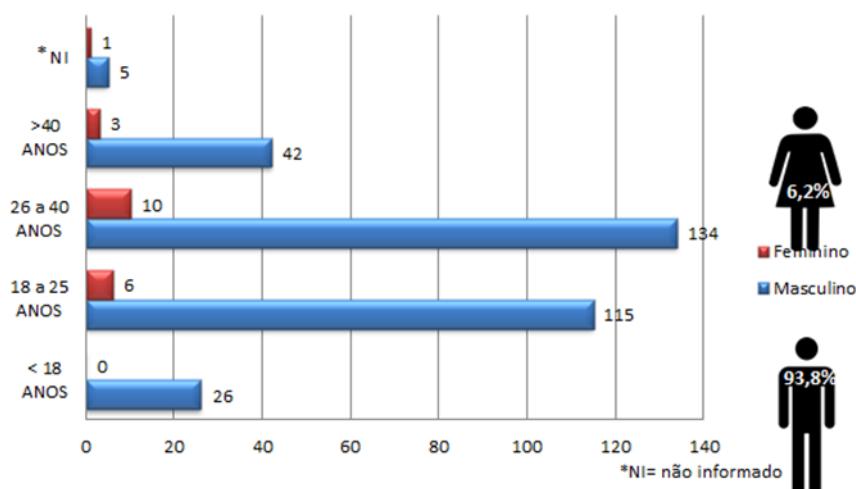


Figura 3 - Número de acidentes envolvendo motociclistas no Município de Itaboraí por Faixa Etária e Sexo

A principal via arterial do município é a Avenida 22 de maio onde se concentrou 208 acidentes (58,76%) ao longo dos seus 7,5km de extensão. A maioria dos acidentes foram colisões (113), abalroamentos (47) e atropelamentos (21). Tal fato pode ser justificado pelas interseções com sinalizações precárias e pelo fluxo intenso de veículos juntamente com a travessia de pedestres em nível. As rodovias estaduais RJ -114 e a RJ-116 que cortam a cidade também são exemplos de vias arteriais.

As vias coletoras tiveram um total de 83 acidentes envolvendo motociclistas, as ruas Raimundo de Farias e Dr. Pereira Santos junto com a Av. Carlos Lacerda foram responsáveis por cerca de 29 casos de acidentes (35%) nas vias coletoras.

Nas vias locais foram 60 acidentes em 43 vias diferentes. Atenta-se para esse tipo de via, o elevado número de acidentes do tipo “Tombamento”, tal fato pode ser justificado pela falta de qualidade do pavimento. A estrada do Cabuçu e a estrada Ademar Ferreira Torres concentram cerca de 20% desses acidentes.. Ademais, as outras 41 vias registraram pequenos índices de acidentes e não apresentaram índices maiores que 2.

Dos 354 registros de acidentes, somente 351 foram válidos na classificação quanto ao tipo de via (Figura 4) pois 3 não apresentavam o endereço da local do acidente.

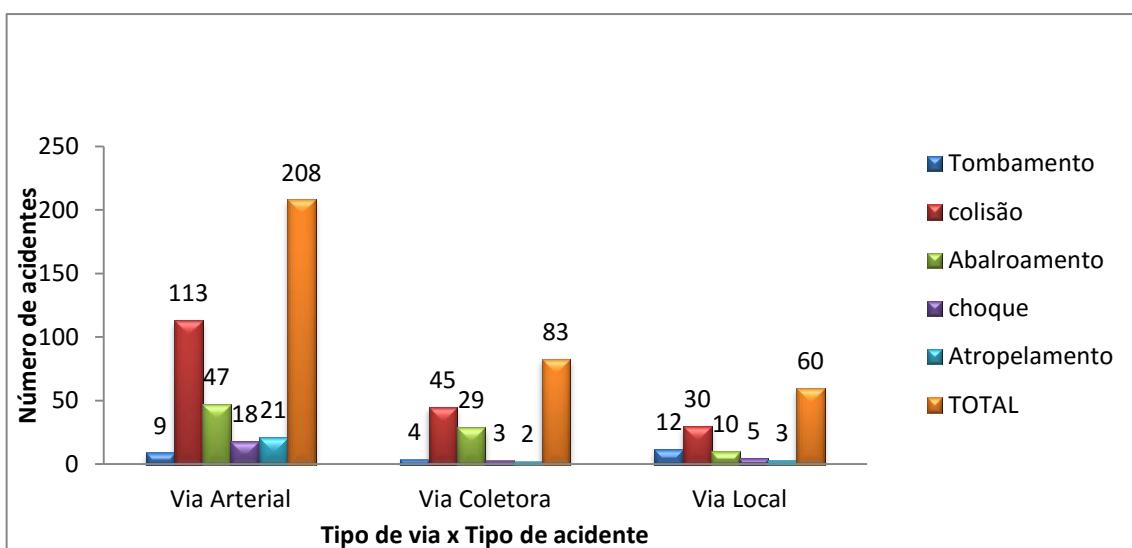


Figura 4 - Número de acidentes por tipo de via x tipo de acidente

Ao analisar o número de condutores habilitados nos diferentes tipos de via (Figura 5), percebe-se que a maioria dos acidentados que trafegavam em vias arteriais e coletoras apresentaram percentualmente taxas de habilitação similares (cerca de 80%). Entretanto, nas vias locais, aproximadamente metade dos condutores não possuíam carteira de habilitação (47,5%). Uma possível justificativa estaria na fiscalização deficiente em áreas com fluxo de veículos menor.

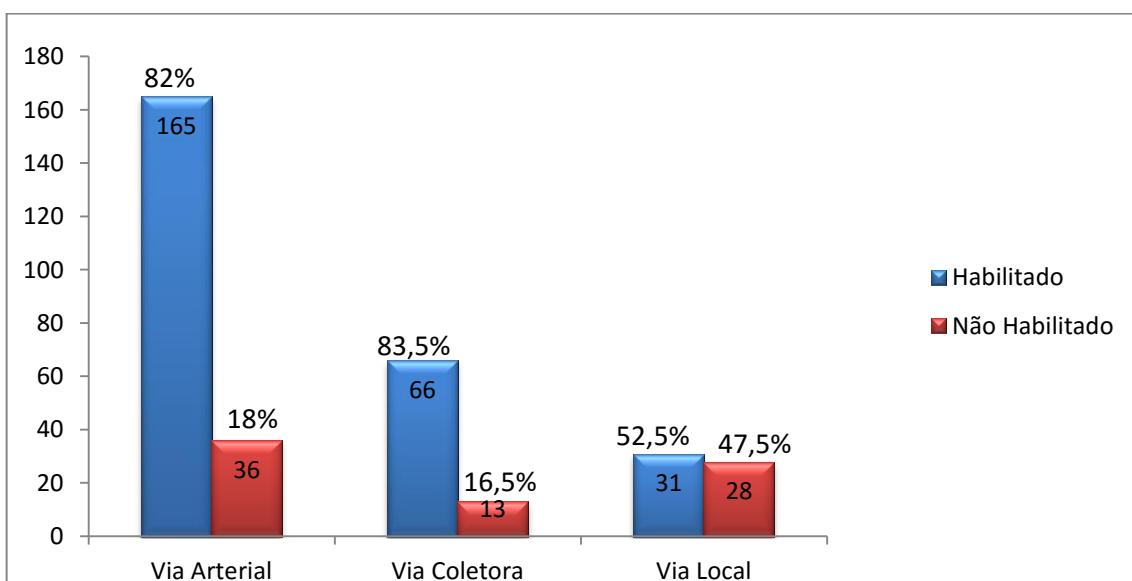


Figura 5 - Número de condutores habilitados e não habilitados x tipo de via

As vias arteriais apresentaram maiores índices de acidentes fatais (71,4%), enquanto que nas vias locais apenas um caso foi registrado (Figura 6). A alta velocidade nessas vias pode ser um importante fator contribuinte para tais óbitos.

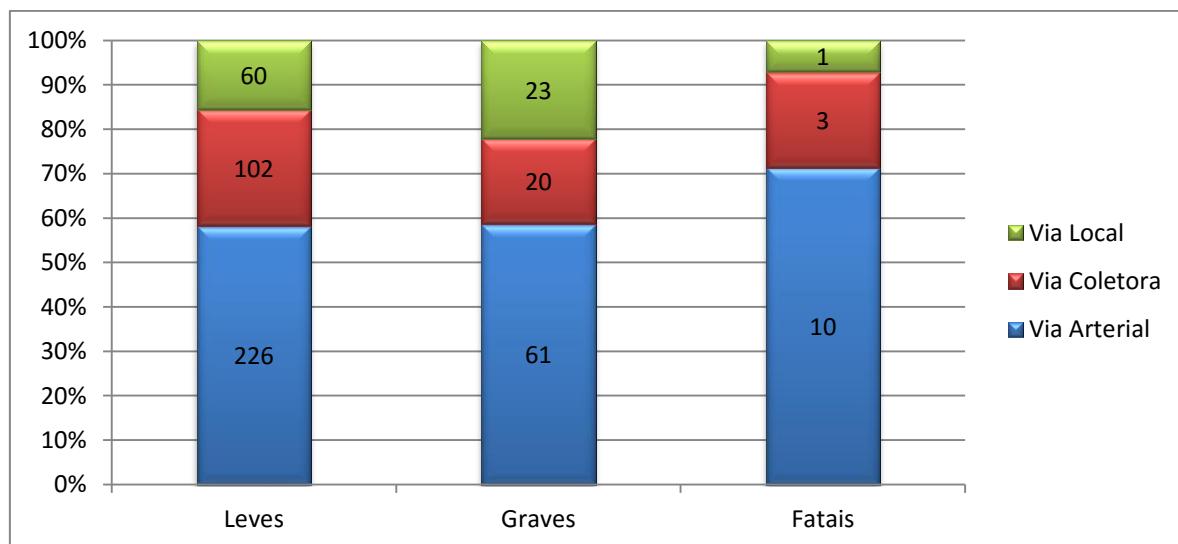


Figura 6- Gravidade dos acidentes x tipo de via

Para a sinalização rodoviária, a Figura 7 demonstra que a via arterial foi classificada positivamente em 59,6% dos casos de acordo com os BRAT's. Essa classificação leva em conta princípios norteadores de padronização, precisão, visibilidade, legibilidade, manutenção e conservação das sinalizações horizontais, verticais e de defensas e são feitas pelo agente policial no local do acidente. As demais vias foram identificadas pela ausência de sinalização adequada. Tal fato colabora com a falta de segurança dos usuários e como consequência o aumento dos índices de acidentes nessas vias.

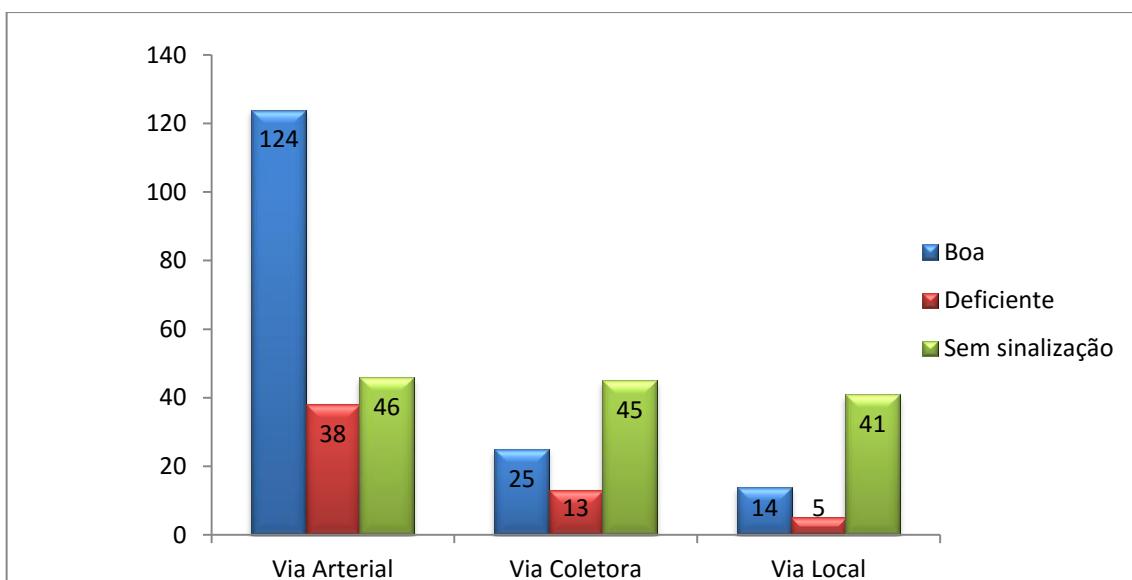


Figura 7- Classificação de acordo com os BRAT's da sinalização x Tipo de Via

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho identificou que independentemente do tipo de via, o acidente do tipo colisão é o que ocorre com maior frequência.

As vias locais apresentaram elevado índice de motoristas sem habilitação, acidentes do tipo tombamento e sinalização precária em comparação com outros tipos de via.

A incidência de acidentes de trânsito envolvendo motociclistas foi maior na faixa de 26 a 40 anos do que na faixa de 18 a 25 anos e 93,8% dos envolvidos eram do sexo masculino.

A maioria (71,4%) dos casos de acidente com óbitos ocorreram nas vias arteriais enquanto que nas vias locais somente um caso foi registrado.

As seguintes medidas podem ser implantadas para amenizar os riscos de acidentes:

- Cultura da segurança no trânsito com campanhas educativas para sensibilização da população quanto à importância do conhecimento e cumprimento das leis de trânsito;
- Sinalização adequada em pontos considerados estratégicos como centros urbanos;
- Adoção de áreas de espera para motociclistas nos cruzamentos semaforizados nas vias arteriais;
- Uso apropriado de equipamentos de proteção e fiscalização adequada de infrações em todos os tipos de vias;
- Manutenção de vias públicas para a redução de acidentes que foram causados pela falta de qualidade do pavimento como a maioria dos casos de “Tombamento”;
- Incrementar a fiscalização nas vias locais, pois apesar da velocidade regulamentada ser considerada baixa nesses trechos, houve considerável número de acidentes.

É necessário reformular os BRAT's para o adequado registro de casos e fatores de risco como o “não uso” do capacete, o excesso de velocidade, o uso de bebidas alcoólicas e o desrespeito à sinalização, a fim de coletar mais informações para desenvolver programas de segurança no trânsito. Além disso, deve-se realizar estudos para analisar o impacto da velocidade no tipo de acidente.

REFERÊNCIAS

ABRACICLO. Causas de acidentes com motociclistas. Disponível em: <<http://www.abraciclo.com.br/images/seguranca/pesquisa-causa-de-acidentes-com-motocicletas.pdf>> Acesso em: 30 de abril de 2016.

ABRAMET. Associação Brasileira de Acidentes e Medicina de Tráfego. **Acidentes de Trânsito no Brasil: um atlas de sua distribuição**. São Paulo, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10697**: Pesquisa de acidentes de trânsito. Rio de janeiro, 1989.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 20 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 24 set. 1997. Retificado em 25 set. 1997. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm>.Acesso em: 18 de maio de 2016.

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

DENATRAN. **Frota de Veículos**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em 17 de maio de 2016.

*DENATRAN. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Disponível em: http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/custos_acidentes_transito.pdf >. Acesso em 20 de abril de 2016.

MARTINS, Heloísa; BIAVATI, Eduardo. **Mortos e Feridos sobre duas rodas: estudo sobre a accidentalidade e o motociclista em São Paulo**. 2009

RAIA JR, Archimedes. **A responsabilidade pelos acidentes de trânsito segundo a visão zero**. Disponível em <http://sinaldetransito.com.br/artigos/visao_zero.pdf> Acesso em: 02 de abril de 2016.

SEERIG, Lenise. **Motociclistas: Perfil, prevalência de uso da moto e acidentes de trânsito- Estudo de base populacional**. Pelotas, 2012.

SEGURADORA LÍDER DPVAT. **Boletim estatístico Ano 05 Volume 04 Janeiro a Dezembro de 2015**. Disponível em <<http://www.seguradoralider.com.br/Documents/boletim-estatistico/Boletim-Estatistico-Ano-05-Volume-04.pdf>> Acesso em : 28 de março de 2016.

PAULOZZI, L. J.; Ryan, G. W.; Espitia-Hardeman, Vi. E.; Xi, Y (2007). **Economic development's effect on road transport-related mortality among different types of road users: A cross-sectional international study**. Accident Analysis and Prevention 39, p. 606-17.

VASCONCELLOS, Eduardo. **O custo social da motocicleta no Brasil**. São Paulo, 2008.

WAISELFISZ, J. J. (2013) **Mapa da Violência 2013. Acidentes de Trânsito e Motocicletas**. Centro Brasileiro de Estudos Latino-Americanos. Rio de Janeiro.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

SEGURANÇA NAS INTERSEÇÕES URBANAS: VLT x VEÍCULOS

Rafael Lima Viana¹

Luiz Afonso Penha de Sousa¹

Paulo Cezar Martins Ribeiro²

¹Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca-RJ

²Programa de Engenharia de Transportes COPPE/UFRJ

RESUMO

O sistema do VLT é considerado por muitos especialistas em transporte urbano uma alternativa mais barata e sustentável que outros meios de transporte público, aliando conforto, segurança e eficiência. Por suas vantagens, o sistema de VLT ajudou inúmeras cidades do mundo a minimizarem problemas de mobilidade urbana. Porém, com a inserção do VLT nos meios urbanos, devem ser consideradas medidas de segurança a fim de minimizar os riscos que um sistema de transporte pode gerar em um ambiente já consolidado. O objetivo deste estudo é analisar a segurança ao longo das linhas do VLT, focando nas áreas mais críticas: nas interseções urbanas do VLT com os veículos. Pretende-se analisar as situações que geram maior risco aos usuários, as principais causas dos acidentes; o papel dos condutores na questão e apresentar medidas mitigadoras do problema. É constatado que a má interpretação do motorista, a violação da sinalização e o giro a esquerda, são a principal causa de acidentes entre VLT e carros.

ABSTRACT

The LRT (Light Rail) system is considered for many urban traffic experts an sustainable and cheaper alternative between the public transportation options, combining comfort, security and efficiency. The LRT system has helped a lot of developed cities around the world solving urban mobility issues with it's advantages. However, with the LRT introduction in the urban areas, it must be considered security measures to minimize the risks that a new transportation system can generate in an already consolidated environment. This article aims an analysis of the security along the tracks of the LRT, focusing in the critical areas where there are urban intersections with the traffic. It intends to analyze situations that generate higher risk users, the main causes of accidents, the role of conducters in the accidents and introduce measures to mitigate the problem. It is found that lack of understanding by drivers, violation of signaling and turn left are de main cause of accidents.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população economicamente ativa incentivou uma migração para os grandes centros urbanos, promovido pela ampliação do número de polos de emprego, serviços, cultura e lazer. Tudo isso ocorreu de forma desordenada quanto ao uso e ocupação do solo, o que gerou uma demanda por deslocamentos sem a elaboração de estudos de planejamento de transportes. Esses fatos levaram o Brasil a uma crise em sua mobilidade urbana, visto que a maior parte dos grandes centros urbanos do país encontram dificuldades em desenvolver meios para reduzir os congestionamentos e amenizar seus impactos.

Segundo o Ministério da Ecologia, do Desenvolvimento Sustentável, e da Energia da França (2012), o VLT se impôs ao longo dos anos porque responde a uma lógica de novo desenvolvimento urbano, planejamento de transportes e preocupações ambientais. Esta é uma escolha política: se ancora numa lógica de desenvolvimento sustentável, permite repensar a mobilidade urbana e os projetos de urbanização. O VLT também se tornou uma ferramenta para promover a cidade, pois implantar um VLT significa também querer renovar a imagem da cidade que o acolha.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Segundo o Estudo Preliminar e Provisório de Implementação do Veículo Leve sobre Trilhos do Rio de Janeiro (2012), o VLT oferece grande facilidade para sua inserção urbana, inclusive na convivência com os pedestres, sendo uma solução menos poluidora, e desempenha um serviço de alta qualidade operacional, aliando conforto, segurança, disponibilidade e confiabilidade.

Com potencial para reduzir os congestionamentos causados pelo excesso de veículos e ônibus, o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) surge como alternativa relativamente barata (Tabela 1), e sistema presente em diversas cidades do mundo além de aliar conforto, menor tempo de espera e de viagem para os usuários, possui um custo competitivo com relação a outros modais (Ribeiro, 2015).

Tabela 1: Comparação modal

| | BRT | VLT | Metrô |
|--|------------|------------|------------|
| Custo de implantação (em milhões de dólares) | 1 a 15 | 20 a 50 | 100 a 500 |
| Custo por quilômetro – infraestrutura e equipamentos (em milhões de R\$) | 20 | 80 | 500 |
| Capacidade de Transporte (milhares de passageiros por hora por sentido) | 10 a 50 | 10 a 15 | 30 a 80 |
| Tempo de construção (média em anos) | 2 anos | 5 anos | 10 anos |
| Tempo de viagem (em minutos, média) | 26 minutos | 34 minutos | 29 minutos |
| Com R\$ 5 bilhões de investimento | 200 km | 40 a 50 km | 10 km |

Fonte: Guia Mobilidade Inteligente Volvo (2014)

Segundo Korve *et al.* (1996), as características do VLT e a prática de funcionar próximo das atividades dos carros e pedestres, introduzem um novo conjunto de problemas de segurança ao ambiente urbano. Quanto mais áreas urbanas introduzem o sistema de VLT, mais importante se torna entender os desafios de segurança que resultam dessa escolha, e criar soluções para manter e melhorar a segurança ao longo da via destinada ao seu uso.

Por se tratar de um meio de transporte que circula concomitante a outros meios, sejam motorizados ou não motorizados, faz-se necessário a utilização de sinalização vertical, horizontal, sonora e outros dispositivos de segurança ao longo de todo trecho, a fim de evitar acidentes.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Este artigo se divide em duas partes: a primeira aborda as causas dos principais problemas de segurança relatados nas linhas de VLT; e a segunda apresenta as medidas mitigadoras que visam a redução dos acidentes.

O trabalho é justificado pela escassez de pesquisa sobre o tema. A literatura brasileira é deficiente quando o assunto abordado é o VLT. A primeira norma nacional que trata a respeito do VLT é a Resolução CONTRAN Nº 585, de março de 2016. Essa norma dispõe informações sobre os requisitos de segurança, identificação, habilitação dos condutores e sinalização viária para os Veículos Leves sobre Trilhos. Entretanto, não aborda questões sobre causas e efeito dos acidentes envolvendo VLT.

2. SEGURANÇA NO SISTEMA DO VLT

O Veículo Leve sobre Trilhos busca seu funcionamento sem que haja interferência no fluxo viário da região em que opera, com uma lógica de prioridades automatizada. Por isso, a construção desses meios de transportes se dá em canteiros centrais paralelos as vias. Porém, devido às necessidades de travessias obrigatórias, o projeto deve ser pensado de modo que não altere o ambiente urbano. Por conta do fechamento de alguns retornos, abertura de novas ruas e mudanças de sentidos de direção, a intervenção da sinalização vertical se estenderá ao longo das ruas mais próximas, principalmente a sinalização indicativa e sentidos de direção. O sistema de controle semafórico que já existe terá que ser adequado provisoriamente enquanto o desvio de tráfego se faça necessário – durante as obras da via permanente do VLT – e retornado à sua situação original após o retorno do tráfego. (Korve et al, 1996).

Ainda segundo Korve et al (1996), esta situação provisória poderá trazer alguns transtornos à população que se utiliza da região com desvios, mas, após a conclusão do projeto, tudo será regularizado e melhorado. O VLT é controlado por um sistema automático de semáforos, gerenciado geralmente pela companhia local, ficando para eles a prioridade no cruzamento. Contudo, não significa que nunca irá parar num cruzamento. Este assunto é muito discutido na fase do desenvolvimento do projeto, para que se obtenham as características de tráfego desejadas.

De acordo com Pecheux e Saporta (2009), mesmo com todos os cuidados e medidas preventivas tomadas para aumentar a segurança do deslocamento através do VLT, os incidentes envolvendo pedestres e carros não conseguem ser evitados. Embora o VLT seja um transporte considerado seguro, ele é um sistema inserido no meio urbano já estabelecido – não é isolado das vias como acontece na maior parte do transporte ferroviário – ou seja, depende em boa parte da conscientização dos usuários, pedestres e veículos que circulam.

Segundo uma pesquisa realizada pela *California Public Utilities Commission - CPUC*, em março de 1999, o VLT era indicado como um transporte relativamente seguro, especialmente comparado a outros modais; a pesquisa encontrou que a maioria dos acidentes ocorreram pela colisão entre carros e o trem. Foram relatados pela *National Highway Traffic Safety Administration*, 3494 acidentes fatais, abrangendo todos os tipos de modais de transporte. A *CPUC* relatou, para o mesmo período, 6 acidentes envolvendo VLT.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

De acordo com outro estudo realizado de 1990 a 2001 pela *Los Angeles to Pasadena Metro Blue Line Construction Authority* – agência de trânsito que é responsável pela linha de VLT situada na Califórnia – os acidentes entre carro e veículo leve sobre trilhos sofreram uma queda; a taxa de acidentes caiu perto de 50%, para 1,18 acidentes por 100.000 milhas por trem.

Segundo Basha et al (2010), o *Valley Metro Rail LRT* – sistema de VLT em Phoenix, Arizona – começou a funcionar em setembro de 2008. Nos primeiros 13 meses de operação ocorreram 39 colisões, uma colisão a cada 10 dias. Entre os acidentes foi possível diagnosticar que:

- 87,2% dos veículos circulavam no mesmo sentido do VLT;
- 86,2% dos motoristas entraram na interseção de forma irregular;
- 43,6% dos motoristas convergiam a esquerda/direita.

2.1 Tipos de inserção no meio urbano

A implantação do sistema de VLT no centro, ou próximo, de vias urbanas pode levar a interseções urbanas com um alto grau de risco à segurança dos usuários e pedestres. Apesar dessas interseções serem protegidas pelas sinalizações – horizontais, verticais e semafóricas – elas não funcionam como interseções convencionais, onde só há encontro de carros e travessia de pedestres e ciclistas. Ao invés disso, elas são interseções com especificidades de operação únicas que provaram criar problemas que podem causar colisões entre VLT e carros, principalmente quando ocorrem manobras de convergência.

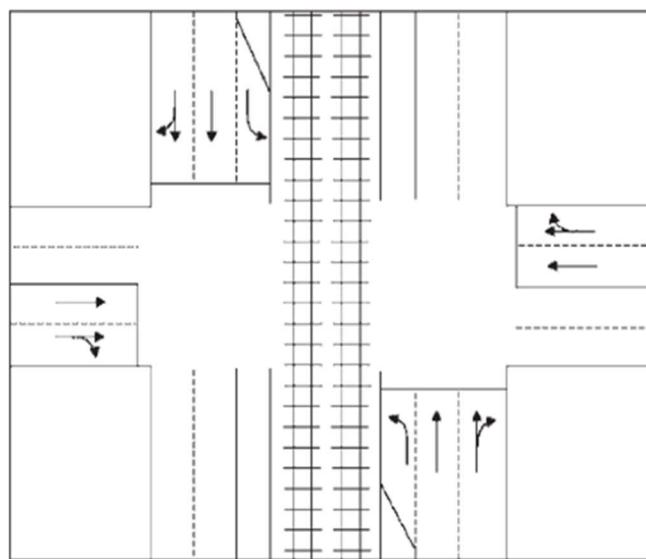
De acordo com a Pecheux e Saporta (2009) existem algumas formas de implantar o VLT nas vias urbanas já existentes e devidamente sinalizadas. Os tipos de corredores são: o centralizado; o corredor lateral ocupando as faixas da via; o corredor lateral adjacente a via e de uso misto.

2.1.1 Corredor centralizado

O corredor centralizado (Figura 1) opera entre pistas de rolamento de duas faixas. O alinhamento do VLT é normalmente não pavimentado – exceto pelos trechos onde carros atravessam os trilhos – separado por lancis, e em alguns casos cercado. Pontos para virada à esquerda são normalmente situados paralelamente a via principal, em espécie de acostamento. A movimentação de veículos é controlada por sinais de trânsito ou operadores de tráfego. Os veículos que pretendem virar à esquerda são protegidos por um sinal de somente virar à esquerda, sinalização utilizada somente para veículos que irão virar e entrar na área de circulação do VLT.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

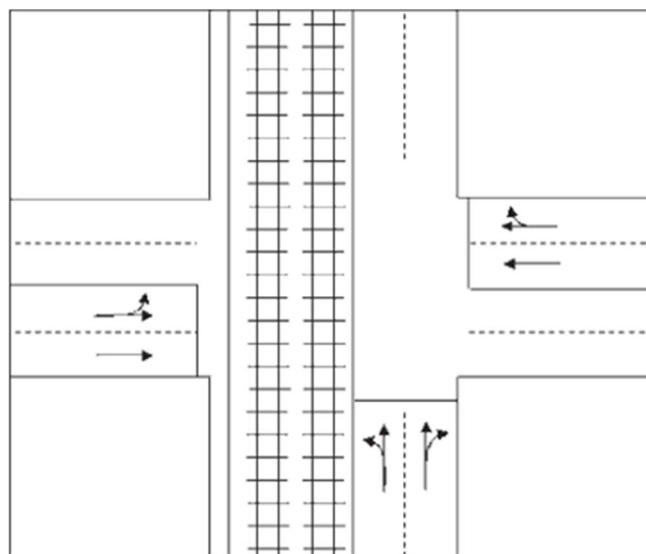


Fonte: Transit Cooperative Research Program 79 (2009)

Figura 1: Corredor centralizado

2.1.2 Corredor Lateral

O corredor lateral que ocupa as faixas da via (Figura 2) opera sobre um trilho pavimentado dentro dos limites da via. Os trilhos podem ser separados da via por lancis ou cercas, exceto por onde os veículos irão cruzar o alinhamento do VLT. Os desafios encontrados nessas interseções dependem se as travessias localizadas à direita ou à esquerda da via onde está situado o alinhamento do VLT.



Fonte: TRCP 79 (2009)

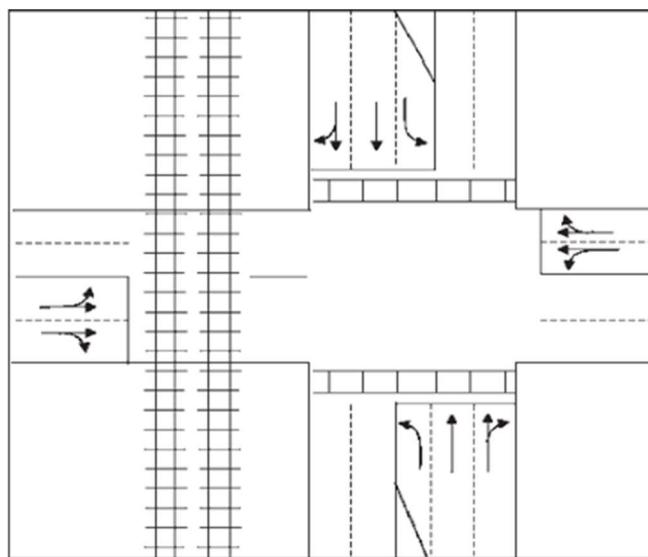
Figura 2: Corredor lateral

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

2.1.3 Corredor lateral adjacente à via

O corredor lateral adjacente a via é localizado fora da pista de rolamento (Figura 3) da via. Assim como o corredor lateral que ocupa as faixas da via o trilho pode ser separado por lancis, por paisagismo ou cercas.



Fonte: TRCP 79 (2009)

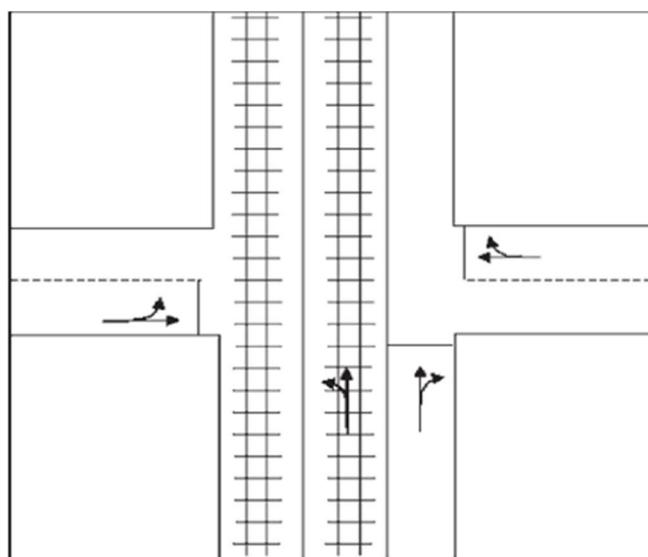
Figura 3: Corredor lateral adjacente à via

2.1.4 Corredor de uso misto

Geralmente, no alinhamento de uso misto, carros e VLT dividem a mesma faixa (Figura 4). De toda forma, não é incomum que as faixas sejam designadas apenas para a circulação do VLT, com o tráfego veicular fluindo paralelamente aos trilhos. A faixa exclusiva para VLT é diferenciada em sua sinalização e aparência, com pavimentação colorida, meio-fio, bandas sonoras, ou outras medidas.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro



Fonte: TRCP 79 (2009)

Figura 4: Corredor misto

2.2 Caracterização dos acidentes – VLT e veículos

De acordo com Pecheux e Saporta (2009), o relatório *TRCP 17* (1996) analisou 10 sistemas de VLT; e identificou os principais problemas entre os Veículos Leves e carros nas interseções.

Esses problemas cobrem uma variedade de situações perigosas à segurança, incluindo o alinhamento do VLT e a complexidade da geometria das interseções; o tempo de sinais de tráfego; a precedência da convergência; e fatores dos motoristas como confusão e tomada de atitudes de risco. Esses problemas exercem papel fundamental na ocorrência de colisões entre VLT e os veículos. Mesmo que sejam problemas identificados em uma pesquisa de 1996, a maioria dos problemas é um desafio para as agências de trânsito até o ano de 2009, ano da pesquisa (Pecheux e Saporta, 2009).

2.2.1 O papel do motorista nas colisões

As agências de trânsito com sistemas de VLT em operação, constantemente relatam que a maior parte dos acidentes entre VLT e carros são causados por imprudência dos motoristas – avançando semáforos vermelhos ou fazendo convergências ilegais. Embora tenham sido tomadas ações de segurança no projeto e na operação do VLT, motoristas continuam a mostrar comportamento irresponsável e ignoram sinalizações para o controle do tráfego nos cruzamentos com o VLT (Pecheux e Saporta, 2009).

Pecheux e Saporta (2009) relataram os 4 (quatro) acontecimentos críticos que ocorrem por parte dos motoristas antes de uma colisão com o VLT, no giro à esquerda, no cruzamento de um corredor centralizado. Esses acontecimentos críticos são:

- **Desobediência:** A inadequada atenção à interseção com baixa percepção de risco e o costume a interseções convencionais contribuem a desobediência dos motoristas. Por

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

exemplo, nas interseções convencionais motoristas violam a sinalização semafórica de não convergir com um risco menor; porém quando transferimos a situação para uma interseção com o sistema de VLT, a mesma ação pode gerar consequências mais sérias;

- **Falta de observação:** Ocorre quando o motorista não observa os dispositivos para controle de tráfego. Por exemplo, o motorista percebe que o dispositivo de controle de tráfego permite que o trânsito da via ao lado permita a passagem pela interseção, porém não percebe que a sinalização para convergir à esquerda está vermelha, indicando a aproximação de um Veículo Leve;
- **Má interpretação:** Acidentes pela má interpretação são relacionados a limitações cognitivas dos motoristas, e são mais prováveis de ocorrer em interseções complicadas, tais como aquelas que incorporam o VLT;
- **Violão da expectativa do motorista:** Motoristas são acostumados com as interseções operando de uma certa forma, que podem levá-los a anteciparem algumas movimentações. Por exemplo, em um lugar onde curvas à esquerda são feitas predominantemente, uma colisão entre o VLT e um motorista no giro à esquerda pode ocorrer se o motorista tentar adiantar o VLT que vem se aproximando;

2.2.2 Tipos de colisões

Os tipos de colisões e suas circunstâncias tendem a variar de acordo com a sua operação, dependendo de inúmeros fatores como o ambiente em que ele está inserido, a sua incorporação inicial que afetará todo o entorno de vias urbanizadas, tipos de motoristas e suas atitudes e controle de tráfego. Consequentemente, os tipos de acidente diferem entre as agências.

Os tipos mais comuns de acidentes de trânsito entre VLT e carros são: colisões por convergência à esquerda ou direita, dependendo da localização do alinhamento do VLT e batidas nas laterais do veículo automotor, provocado pelo avanço de sinalização de controle de tráfego nas interseções (Pecheux e Saporta, 2009).

Segundo Odgen (2007) as colisões por convergência à direita ou esquerda ilegais, quando os veículos deveriam estar esperando a sinalização, contam como maior porcentagem do total de colisões envolvendo VLT. Além disso, quando tal colisão ocorre, a porta do carro é a única proteção entre o motorista/passageiro e o VLT, fato que faz com que os acidentes entre VLT e carros sejam um dos mais graves tipos de colisão.

Em pesquisa realizada pela CPUC em 1998, 47% de todos os acidentes envolvendo carros e veículos leves foram por convergências à esquerda (Figura 5). Motoristas realizando convergências impróprias na frente do VLT foram responsáveis por 62 acidentes. Todos os acidentes na *Long Beach LRT Line*, linha de VLT situada em Los Angeles, desde julho de 1990, foram causados por veículos fazendo convergências irregulares.

Segundo Pecheux e Saporta (2009) *apud* Grechka e Jason (2006), um estudo apresentado em 2006 na ATPA (*American Public Transportation Association*) Rail Conference abordou sobre a violação das cancelas nos cruzamentos com interseções do VLT. O estudo descreve considerações especiais para dar segurança na operação; entretanto, motoristas continuam a

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

exibir comportamento de risco e a ignorar os dispositivos de controle de tráfego. Comportamentos de risco incluem a falta de conhecimento dos motoristas das sinalizações de tráfego, o não cumprimento dos dispositivos de avisos, e a parada dentro de zonas livres do trajeto do VLT – cada um desses fatores podem levar a colisão lateral entre carro e VLT (Figura 6).



Fonte: Frame de vídeo

Figura 5: Colisão no giro à esquerda



Fonte: Rail for the Valley (2009)

Figura 6: Colisão lateral entre VLT e carro

2.2.3 Cenário das colisões – VLT e carro

Considerando os diferentes modos de operação do VLT quanto ao seu alinhamento, existem cenários variados de possíveis colisões entre os carros e o veículo leve sobre trilhos nas

interseções sinalizadas. No entanto, os tipos mais comuns de colisões são carros fazendo convergências ilegais ou inapropriadas na frente do VLT e colisões laterais, onde o VLT colide perpendicularmente no veículo motorizado nos cruzamentos (Pecheux e Saporta, 2009).

Ainda segundo o Pecheux e Saporta (2009), os cenários mais comuns que levam as colisões de carros convergindo na frente do VLT e colisões laterais podem ser listadas da seguinte forma:

- Cenário 1: Motoristas na pista de recuo para realização do cruzamento violando a sinalização vermelha, indicando que o veículo deve aguardar liberação para efetuar o giro, levando a colisão com o VLT que se aproxima pela parte traseira do veículo;
- Cenário 2: Motoristas que fazem o giro de forma ilegal, onde é proibida a realização da manobra, colidindo com o VLT que se aproxima pela parte traseira do veículo;
- Cenário 3: Quando os condutores dos veículos violam os sinais de proibição de convergência, de aproximação do trem e avisos de conflito com o sistema do VLT em operação, em localizações onde convergências são permitidas ou proibidas;
- Cenário 4: Condutores dos veículos realizam a mudança de pista onde o uso é exclusivo dos carros para uma pista onde é permitida a circulação do VLT e dos veículos, em alinhamentos de uso misto;
- Cenário 5: Quando os condutores invadem ou param nos trilhos, e são atingidos pelo VLT, vindo de qualquer uma das direções, em 90° (noventa graus).
- Cenário 6: Motoristas que avançam a sinalização semafórica vermelha e colidem perpendicularmente com o VLT.

Tabela 2: Cenário das colisões e possíveis causas (continua)

| Cenário das colisões | Possíveis causas |
|---|---|
| Motoristas na pista de recuo para realização do cruzamento violando a sinalização vermelha levando a colisão com o VLT que se aproxima pela parte traseira do veículo | Sinais não mostram porque os motoristas não podem virar. |
| | Motoristas fazem a curva assim que o sinal muda a indicação para a da cor vermelha. |
| | Motoristas que estão na faixa de virar à esquerda confundem a placa de sinalização de trânsito com a sinalização de virar à esquerda. |
| | Motoristas que estão na faixa de virar à esquerda deixam de fazer o movimento no meio dos veículos. |
| | Motoristas atravessam a linha do VLT imediatamente após o fim da sinalização. |
| | Motoristas confundem sinalização de trânsito com sinalização do VLT. |
| | Motoristas passam no momento em que o sinal está trocando, e acreditam que a sinalização está ruim. |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Tabela 3: Cenário das colisões e possíveis causas (conclusão)

| Cenário das colisões | Possíveis causas |
|---|---|
| Motoristas que fazem a convergência de forma ilegal, onde é proibida a realização da manobra, colidindo com o VLT que se aproxima pela parte traseira do veículo | <p>Podem haver poucos locais que permitam convergir ao longo da via. Fazendo com que motoristas achem locais onde seja possível convergir, mesmo com a sinalização proibitiva.</p> <p>Convergir em determinado local era permitido antes da implantação do VLT.</p> <p>Motoristas que estão acostumados a violar a sinalização em cruzamentos convencionais sem grandes consequências precisam entender quais são os riscos da mesma atitude nas interseções com VLT.</p> <p>Excesso de sinalização nas interseções, aumentando o tempo de processar todas as informações na sinalização.</p> |
| Motoristas violam os sinais de proibição de convergência, de aproximação do trem e avisos de conflito com o sistema do VLT em operação, em localizações onde convergências são permitidas ou proibidas; | <p>Dispositivos para controle de tráfego dão mais ênfase na proibição do que na permissão, confundindo os motoristas do que eles podem ou não fazer.</p> <p>Sinais podem ser ativados longe da chegada do VLT, levando o motorista a ignorá-los.</p> |
| Condutores dos veículos realizam a mudança de pista onde o uso é exclusivo dos carros para uma pista onde é permitida a circulação do VLT e dos veículos, em alinhamentos de uso misto | <p>Sinais podem ser ativados muito tarde para fornecer aviso aos motoristas.</p> <p>Motoristas não entendem a função da sinalização ou porque as convergências são proibidas.</p> <p>Motoristas ficam confusos em qual linha devem permanecer para convergir.</p> <p>Não entender o comportamento adequado nesses locais pode levar a colisão com os trens.</p> |
| Quando os condutores invadem ou param nos trilhos, e são atingidos pelo VLT | <p>Muitas sinalizações verticais na via podem causar confusão nos motoristas.</p> <p>Motoristas não percebem os trilhos do VLT na via quando se aproximam da interseção.</p> <p>Motoristas podem parar nos trilhos para esperar um tempo onde conseguiram atravessar o cruzamento.</p> |
| Motoristas que avançam a sinalização semafórica vermelha e colidem perpendicularmente com o VLT | <p>Motoristas não estão atentos à aproximação do VLT ou quanto a velocidade para atravessar a interseção.</p> |

Fonte: Tabela adaptada de Pecheux e Saporta (2009)

3. MEDIDAS MITIGADORAS

Segundo Coifman e Bertini (1997), uma contramedida deve abordar a expectativa dos motoristas nas interseções convencionais e funcionar de modo que mantenha os motoristas dentro das normas nos cruzamentos com o VLT. Uma contramedida bem-sucedida deve atender a pelo menos um dos seguintes objetivos:

- Relembra o motorista que há riscos especiais nessa dada situação;
- Impedir fisicamente o motorista de tomar esses riscos adicionais.

Pecheux e Saporta (2009), dividem as medidas mitigadoras em 8 categorias: barreiras físicas; placas de trânsito; sinalização semafórica; sinalização de ordem do tráfego; marcação e/ou tratamento da pavimentação; divulgação ao público e educação; coação para aplicação das regras e outras medidas que não se encaixam em categorias específicas.

3.1 Barreiras Físicas

Tem como função oferecer separação física entre o VLT e os carros. Agências de trânsito empregam uma variedade de barreiras físicas: como cancelas, poste de amarração e delineador.

3.2 Placas de trânsito

McCormick e Sanders (1982) observaram através de pesquisas sobre linguística apontam que confirmaçõesativas, afirmativas, são na maioria dos casos de mais fácil compreensão do que confirmações passivas ou negativas. Ainda, Whitaker e Stacey (1981) apontam que o estímulo permissivo (“fazer”) gera respostas mais rápidas que o estímulo proibitivo (“não fazer”).

Segundo Pecheux e Saporta (2009) *apud METRORail Traffic Safety Assessment* (2004), os dispositivos de controle de tráfego com ênfase na proibição ao invés da permissão de movimentos geram confusão no motorista. O que se recomenda é a utilização da sinalização positiva, a fim de facilitar a decisão dos motoristas e diminuir o número de decisões de último segundo em condições de condução complexas.

3.3 Sinalização Semafórica

São sinalizações similares as sinalizações utilizadas em vias onde não há interseção com VLT, sendo realizadas algumas modificações, a fim de tornar o entendimento do que é permitido – e proibido – mais rápido, facilitando o tempo de resposta do motorista. Entre essas sinalizações temos: a seta de proibido/permitido giro à esquerda; sinalização de permissão/proibição para seguir em frente; iluminação na pista e sinalização específica do VLT com formato e cores diferentes.

3.4 Sinalização de ordem de tráfego

As sinalizações de ordem de tráfego são um tipo de sistema utilizado que permite que os transportes públicos tenham preferência ao chegarem em pontos de interseção com a via, permitindo que o veículo coletivo sempre tenha prioridade aos veículos individuais, são sistemas utilizados no VLT e BRT, a fim de evitar colisões

3.5 Marcação e/ou tratamento do pavimento

É um sistema que diferencia a pavimentação da via, permitindo que seja facilmente perceptível ao motorista o que se deve a utilização da via. Entre essas soluções se encontram a pavimentação contrastante, onde o pavimento é diferente seja na cor ou no tipo de piso; a hachura na área de interseção, para que o motorista não pare em uma área onde possa gerar conflito com o trânsito no entorno e sinalização horizontal na via para a indicação de uso da faixa, evitando giros de faixas distantes a curva para a prevenção de acidentes.

3.6 Divulgação ao público e educação

Segundo a *METRORail Traffic Safety Assessment* (2004), a educação pública tem papel vital na segurança do VLT onde o público pode não estar familiarizado com a operação do VLT. Coifman e Bertini (1997) diz que um programa de educação é crítico para sistemas que estão se iniciando, onde motoristas não estão habituados as ruas com o sistema do VLT.

A criação de um livro de mão, com o intuito de orientar os motoristas quanto a segurança no trânsito, falando sobre a segurança no VLT e as situações que causam colisões nas interseções.

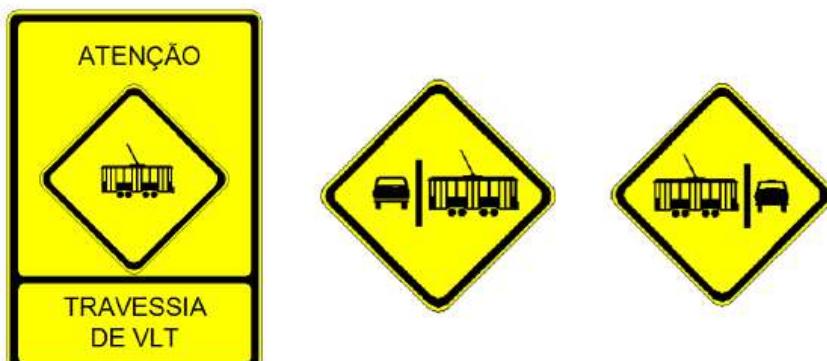
3.7 Programa de aplicação de regras

A maioria dos acidentes é resultado das violações de tráfego e erro dos motoristas; portanto, há a necessidade de um programa de aplicação das regras de trânsito. O programa deve reduzir a frequência de violações e colisões com VLT (*METRORail Traffic Safety Assessment*, 2004). Para coagir os motoristas e fazer com que eles sigam as regras do trânsito são utilizadas a presença policial e câmeras de vigilância.

3.8 Outras contramedidas

Outras medidas mitigadoras, que tem por objetivo reduzir o risco de acidentes entre VLT e veículo são:

- Velocidade reduzida – com a aproximação das interseções;
- Instalação de câmeras – auxiliar na determinação das causas dos acidentes;
- Direção Defensiva – conceito que foca em o operador manter o foco no entorno;
- Padronização das interseções – diminuir a confusão dos motoristas



Fonte: Resolução CONTRAN 585

Figura 7: Sinalização Vertical de Advertência



Fonte: TRCP 79 (2009)

Figura 8: Iluminação na pista

4. CONCLUSÕES

O artigo demonstra como agências internacionais – que já apresentam o sistema de VLT consolidado – abordaram com a implantação deste modal, já apresentando quais são as principais causas dos acidentes e quais são as dificuldades encontradas com a implementação do sistema.

O trabalho constatou que entre as principais causas dos acidentes envolvendo VLT e veículos estão a má interpretação do motorista dos veículos sobre os movimentos permitidos e a violação da sinalização. A situação com maior potencial para incidentes ocorre quando há a movimentação com “giro à esquerda” por parte dos veículos. Entre as medidas citadas para amenizar as chances de acidentes incluem a maior conscientização dos motoristas através de medidas educativas, a padronização das interseções com o VLT e sinalizações que transmitam a informação de forma mais clara e rápida.

Na revisão bibliográfica foi observada a carência desse tema no Brasil. Como o sistema é relativamente novo, são necessários estudos nacionais para verificar se o comportamento dos motoristas e os tipos e causas dos acidentes são iguais aqueles encontrados na literatura estrangeira

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Basha, E.P.; Witkowski, J.M.; Stender, M.V.; Koprowski, Y.; Beier, J.D.; Exsted, E.V. (2010) Light Rail Collision Investigation, Phoenix, Arizona.
- BRASIL. Resolução nº 585, de 23 de março de 2016. Dispõe sobre os requisitos de segurança, identificação, habilitação dos condutores e sinalização viária para os Veículos Leves sobre Trilhos – VLT. Órgão emissor: CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em www.denatran.gov.br (Acessado em julho de 2016)
- Coifman, B.; R. L. Bertini (1997) *Median Light Rail Crossings: Accident Causation and Countermeasures*, California Path Working Paper UCB-ITS-PWP-97-13, University of California, Berkeley.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

- Grechka, S.; B. Janson (2006) Stop Bar Violations at LRT at Grade Crossings, *Proceedings of the 2006 Rail Conference*, American Public Transportation Association, Washington, D.C.
- GRUPO CCR. Estudo Preliminar e Provisório de Implementação do Veículo Leve Sobre Trilhos na Região Portuária e Centro do Rio de Janeiro. Porto Maravilha, 2012. Disponível em: <<http://www.mobilize.org.br/midias/pesquisas/projeto-funcional-do-vlt-porto-maravilha.pdf>>. (Acessado em Março de 2016).
- “Guia Mobilidade Inteligente Volvo” Disponível em: <http://www.mobiliadेवول्वो.com.br/brt-alia-eficie%CC%82ncia-e-baixo-custo-operacional/> (Acessado em Julho de 2016].
- Korve, H. W.; J. I. Farran; D. M. Mansel; H. S. Levinson; T. Chira-Chavala e D. R. Ragland (1996) TRCP Report 17: Integration of Light Rail Transit into City Streets. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- Light Rail Now (2001). Disponível em: http://www.lightrailnow.org/facts/fa_00015.htm (Acessado em Julho de 2016).
- McCormick, E.J.; M.S. Sanders (1982) *Human Factors in Engineering and Design*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- METRORail Traffic Safety Assessment (2004) Metropolitan Transit Authority of Harris County, Houston, Texas
- MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE. MEDDE. O renascimento do VLT na França, 2012. Disponível em: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/tramway_POR.pdf>. (Acessado em Julho de 2016)
- Pechoux, K. K.; Saporta, H. (2009) TRCP 79: Light Rail Vehicle Collisions with Vehicles at Signalized Intersections, Washington, D.C.
- Ribeiro, Giselle. (2015) “Mobilidade Sustentável associada às melhorias no sistema de transporte”. Disponível em: <<http://anptrilhos.org.br/mobilidade-sustentavel-associada-as-melhorias-no-sistema-de-transporte-por-onibus-no-rio-de-janeiro/>>. (Acessado em Junho de 2016)
- Railroad Highway Grade Crossing Handbook (2007) — Revised Second Edition, Section 9: Special Issues, Federal Highway Administration, Washington, D.C.

BINÁRIO ANTONIO SALES – PADRE VALDEVINO: ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE VELOCIDADE MÉDIA E TEMPO MÉDIO DE VIAGEM

Aluisio Ferreira Pontes

Unifor – Universidade de Fortaleza

Daniel Lustosa Mendes de Souza

Paulo Cezar Martins Ribeiro

Programa de Engenharia de Transportes

COPPE / UFRJ

RESUMO

A prefeitura de Fortaleza, através do Plano de Ações Imediatas de Transporte e Trânsito (PAITT), com intuito de melhorar o transporte e trânsito da cidade adotou como diretrizes a priorização do transporte público, a valorização do transporte não motorizado, a melhora da fluidez do tráfego geral e o aumento da segurança viária. Dessa forma, com a finalidade de estudar algumas dessas ações implementadas na cidade, o presente estudo se propôs a analisar, a partir dos parâmetros de Tempo de Viagem e Velocidade Média, o impacto da implantação das faixas exclusivas de ônibus nos corredores do binário Antônio Sales – Padre Valdevino. Trata-se de um estudo de caso baseado a partir de coleta *in loco* e análise descritiva de dados relativos ao binário. A coleta foi realizada nos meses de março a maio de 2016 durante os três horários de picos de uma semana, utilizando como instrumento um GPS. Como resultados e conclusões constatou-se que o corredor Antônio Sales não atende de forma satisfatória ao tráfego. Entretanto, o corredor Padre Valdevino proporcionou ganhos ao transporte coletivo após a implementação da faixa exclusiva, em contrapartida, houve impacto negativo para o transporte individual.

ABSTRACT

The city of Fortaleza, through the Immediate Action Plan of Transport and Traffic (PAITT), aiming to improve the city's transportation and transit adopted as guidelines prioritizing public transport, promotion of non-motorized transport, improved fluidity general traffic and increase highway safety. Thus, in order to study some of these actions implemented in the city, the present study was to analyze, from Travel and Average Speed Time parameters, the impact of the implementation of dedicated lanes for buses in the corridors of torque "Antonio Sales - Padre Valdevino". This is a case study based from collecting *in situ* and descriptive analysis of data relating to binary. Data collection was conducted from March to May 2016 during the three hours of peaks a week, using as a collection instrument GPS. The results and findings it was found that the corridor "Antonio Sales" does not answer satisfactorily to traffic. However, "Padre Valdevino" corridor provided gains to public transport after the implementation of exclusive track however; there was a negative impact on individual transport.

PALAVRA CHAVE:

Velocidade Média, Tempo de Viagem, Binário.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da frota veicular em conjunto com a falta de planejamento, melhorias e ampliações da infraestrutura viária e as precárias condições de circulação a pé, em bicicleta ou em ônibus são atualmente o grande entrave da mobilidade urbana brasileira que impactam diretamente no tempo de viagem do transporte coletivo e individual, afetando a economia e a qualidade de vida dos usuários.

Dados da Pesquisa Nacional por amostras de domicílios, publicado em 2013 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostraram que em 28,3 milhões de unidades domiciliares ao menos um morador possuía carro para uso pessoal, o equivalente a 43,7% deste quantitativo. Um crescimento de 5% em relação ao ano de 2012. Observou-se também, um crescimento em todas as regiões, destacando Norte e Nordeste com 7,0% e 8,1% respectivamente.

A pesquisa também exibiu que em 13,4 milhões de unidades domiciliares ao menos um morador possuía motocicleta, o equivalente a 20,5% dessas unidades. Um crescimento de 4,9% em relação ao ano de 2012. Também houve crescimento em todas as regiões, com os mesmos destaques para Norte e Nordeste com 7,2% e 8,2% respectivamente (IBGE, 2013).

O encarecimento e a ineficiência do transporte coletivo levaram a evasão dos passageiros, que em geral, migraram para o transporte individual. É evidente que todos os estratos sociais estão aumentando seus gastos com os veículos particulares e à medida que se intensifica o uso do transporte individual nas cidades, aumentam-se as deseconomias urbanas e expressiva redução da qualidade de vida da população, devido à elevação dos congestionamentos, poluição veicular e acidentes de trânsitos nas grandes metrópoles brasileiras (CARVALHO, 2014).

Dessa forma, a prefeitura de Fortaleza visando solucionar os problemas de mobilidade criou, em março de 2014, o Plano de Ações Imediatas de Transporte e Trânsito (PAITT) que consiste em uma estratégia de curto prazo para a melhoria do transporte e trânsito de Fortaleza, mas sem envolver ações de novas infraestruturas. O PAITT está coordenado com demais iniciativas de Mobilidade Urbana da prefeitura, como por exemplo o Projeto Fortaleza 2040.

Uma das soluções implementadas pelo PAITT foi a definição de uma faixa exclusiva para o transporte coletivo nas ruas Beni de Carvalho, Padre Valdevino e Av. Antônio Sales com objetivo de reduzir o tempo de viagem do corredor Antônio Bezerra/Papicu.

2. OBJETIVO

O objetivo pretendido por essa pesquisa, é analisar, a partir dos parâmetros de tempo de viagem e velocidade média, o impacto da implantação das faixas exclusivas de ônibus sobre o tráfego individual e coletivo nas vias do binário Antônio Sales – Padre Valdevino nos horários de pico (6h e 30min às 8h e 30min, 11h e 30min às 13h e 30min e 17h e 30min às 19h e 30min) dos dias típicos (dias úteis e não feriados) de uma semana.

3. MOBILIDADE URBANA NO BRASIL

A discussão sobre mobilidade urbana no Brasil, encontra-se atualmente em destaque, principalmente nas políticas que abordam áreas de desenvolvimento e planejamento urbano (CET, 2012). Isso se deve ao grande problema que hoje a mobilidade urbana apresenta principalmente nas grandes metrópoles. O agravamento da atual situação ocorre devido três fatores principais que,

combinados, deterioraram a mobilidade ao longo das últimas décadas. O primeiro, refere-se a crescente taxa de urbanização: de 78% em 1992 para 85% em 2012, segundo a Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (Pnad) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (PNAD, 2012).

O segundo pelo aumento da taxa de motorização, medida em termos de veículos per capita. Nas regiões metropolitanas, o número de automóveis por cem habitantes passou de 21, em 2002, para 33, em 2012 e 34 ao fim do primeiro semestre de 2014, ou seja, uma alta de mais de 63%. Em relação às motocicletas, essas taxas foram de 1,9 em 2002 para 6,3 em 2012 e 6,8 em 2014 (PINHEIRO; FONTES; AZEVEDO, 2015).

Em terceiro encontra-se a falta de investimentos em infraestrutura urbana, que apesar de ser possível perceber um crescimento nos últimos cinco anos, segundo Frischtak e Davies (2014) esses investimentos, estimados em 3,4 bilhões (0,10% do PIB) em média entre 2007 e 2011, passando a 5,5 bilhões (0,12% do PIB) em 2012 e a 8,1 bilhões (0,17% do PIB) em 2013, ainda apresenta uma base muito baixa que não supre a demanda.

Associada a estes fatores, ao longo dos anos, a solução recomendada para o crescimento da maioria das cidades foi a construção de mais infraestrutura para automóveis, sendo limitado o número de cidades que de fato melhoraram os sistemas de transporte público de forma sustentável (PINHEIRO; FRISCHTAK, 2015). Gerando assim, o atual sistema de mobilidade urbana com importantes sinais de saturação, com altos índices de congestionamentos, diminuição progressiva das velocidades médias de trânsitos e aumento dos níveis de poluição nas regiões metropolitanas.

Dessa forma é imprescindível ações governamentais que coordenem e integrem o transporte urbano com o desenvolvimento territorial afim de criar futuros urbanos sustentáveis. E foi a partir disso que o governo federal, por meio do ministério das cidades, desenvolveu a Política Nacional de Mobilidade Urbana. Essa política exige que os municípios, com população acima de 20 mil habitantes, elaborem e apresentem plano de mobilidade urbana para o crescimento das cidades de forma ordenada. Por sua vez, a lei 12.587/2012 determina que planos de mobilidade optem por modos de transporte não motorizados e serviços de transporte público coletivo em vez do transporte individual motorizado (BRASIL, 2013).

4. PLANO DE MOBILIDADE URBANA DE FORTALEZA

O Instituto de Planejamento de Fortaleza (INPLAFOR) publicou em junho de 2015 o Plano de Mobilidade Urbana de Fortaleza (PlanMob) que tem como finalidade redirecionar ações para a criação de um ambiente urbano pautado nos padrões atuais de sustentabilidade para o deslocamento de pessoas e cargas. Tendo como objetivo geral reduzir as desigualdades sociais, garantir acessibilidade e otimizar os deslocamentos de pessoas e bens (FORTALEZA, 2015)

O PlanMob tem como um dos princípios priorizar a circulação do transporte público e do transporte não motorizado em relação aos transportes motorizados e priorizar a circulação de pedestre sobre todos os modos de transporte, além do estímulo à integração entre modos públicos e privados e a utilização do modo cicloviário, entre outros princípios. Como diretrizes tem-se a promoção da integração do planejamento da mobilidade urbana e o sistema de atividades/econômico; priorizar a implantação de intervenções que tenham maior quantidade de pessoas beneficiadas e de intervenções prioritárias para o transporte não motorizado.

O Plano Mestre Urbanístico, Fortaleza 2040, encontra-se em desenvolvimento na Prefeitura de Fortaleza, cuja finalidade é definir o desenvolvimento urbano sustentável da cidade para os próximos 25 anos através de uma metodologia de planejamento integrado, pautada em ampla participação social

em todas as etapas. O planejamento será desenvolvido por uma equipe multidisciplinar composta por urbanistas, engenheiros, arquitetos, gestores ambientais, especialistas em mobilidade urbana, economistas, sociólogos, dentre outros profissionais específicos.

O Fortaleza 2040, iniciou-se em 2014 com a fase de interpretação da forma urbana existente e após essa fase busca proporcionar à Fortaleza uma cidade mais justa, mais segura, que reduza a necessidade de viagens motorizadas e que seja um ambiente em que a economia garanta a produção de riquezas e oportunidades para todos.

Pretende-se, portanto, dentre outras ações, a implantação de corredores BRT, como o Corredor Antônio Bezerra/Papicu, implantado em julho de 2015 com a construção de estações de ônibus padronizadas na Avenida Bezerra de Menezes. O viaduto na interseção das vias Antônio Sales e Engenheiro Santana Júnior, os túneis da Av. Padre Antônio Tomás sob a Av. Almirante Henrique Sabóia e da Av. Engenheiro Santana Júnior sob a Av. Padre Antônio Tomás são obras viárias complementares que fazem parte do corredor Antônio Bezerra/Papicu. E ainda revisar a circulação viária, a fim de estudar soluções para gargalos historicamente identificados na cidade, passíveis de tratamento com medidas de curto prazo.

Algumas das ações previstas a curto prazo são: Expansão da malha cicloviária, com implantação de ciclofaixas, ciclovias e ciclorotas; Sistema de bicicletas compartilhadas; Programa de apoio à circulação de pedestres, com a finalidade de promover a segurança do trânsito dos pedestres e a implantação de dispositivos de tráfegos e de segurança viária. As ações visam induzir à utilização do transporte público e reduzir a quantidade de viagens por modos de transporte motorizados privados. Haverá também linhas de metrô por toda a cidade, ofertando transporte público de alta capacidade que reduzirá, provavelmente, muitas viagens motorizadas, reduzindo os níveis de congestionamento e os tempos de viagens. Também estão previstos diversos corredores de transporte (faixas exclusivas/preferencias para o transporte público). Haverá também alterações de circulação viária a partir dos binários implantados.

Dessa forma o Plano de Mobilidade Urbana de Fortaleza busca através dos estudos e da compreensão sobre os entraves existentes, modificar a atual situação, transformando a cidade mais sustentável a partir do incentivo ao uso do transporte público, tornando-o mais atrativo para a população.

5. FAIXA EXCLUSIVA

As principais intervenções físicas adotadas para capacitar e priorizar o transporte público são: segmentação absoluta do fluxo de tráfego (permissão apenas do transporte público), separação física do fluxo de tráfego (corredores tipo Bus Rapid Transit – BRT) e separação parcial do fluxo de tráfego (permissão de outros veículos de transporte coletivo como transporte escolares, taxis, entre outros.) (NTU, 2013).

A faixa exclusiva pode ser considerada como um dos tipos mais usuais de intervenção utilizada em todo o mundo para separação parcial do fluxo de tráfego. Estas são adotadas para estabelecer prioridade para o transporte público dado as interferências causadas por outros veículos, a partir de intervenções de baixo custo financeiro (NTU, 2013).

Como objetivos das faixas exclusiva tem-se: Garantir prioridade no sistema viário ao transporte coletivo; Aumentar a velocidade operacional dos ônibus; Diminuir o tempo do passageiro dentro do veículo; Impactar positivamente nos deslocamentos individuais; Permitir maior fluidez na circulação viária para os ônibus; Disponibilizar informação aos usuários, monitoramento e reeducação;

Racionalizar a operação com a otimização da frota; Aumentar a produtividade do transporte público sobre pneus; Reduzir os custos do transporte público e, consequentemente, contribuir para a modicidade tarifária; Facilitar a integração com os outros modos de transporte; e Compartilhar os espaços da cidade de forma justa e racional. (NTU, 2013).

Como vantagens das faixas exclusiva tem-se: Implantação em curto prazo (entre 1 e 6 meses); Atendimento imediato às expectativas da população usuária do transporte público por ônibus; Não há necessidade de desapropriações; Baixo custo de implantação (de 100 mil a 500 mil reais por quilômetro); Utilização dos ônibus já em operação na cidade; Fácil associação do projeto com a área urbana do entorno; Redução do consumo de combustíveis (até 30%) e da emissão de poluentes (até 40%); Redução de até 40% no tempo de viagem; Revitalização da área de intervenção; e Impacto positivo na mobilidade da cidade. (NTU, 2013).

6. ESTUDO DE CASO

A Prefeitura de Fortaleza, através do PAITT, com a finalidade de melhoria do transporte e trânsito de Fortaleza adotou as seguintes diretrizes: priorização do transporte público, valorização do transporte não motorizado, melhora da fluidez do tráfego geral e aumento da segurança viária (PAITT, 2014).

Visando o aumento da velocidade operacional e a redução do tempo de viagem do transporte coletivo no corredor Antônio Bezerra/Papicu a Prefeitura de Fortaleza implementou faixas exclusivas para o transporte coletivo nas vias Av. Antônio Sales e R. Padre Valdevino. Com o intento de otimizar o tráfego dos veículos particulares e incentivar o transporte não motorizado foi implementado o corredor alternativo com ciclofaixa composto pelas vias R. Gen. Tertuliano Potiguara, R. Dom. Expedito Lopes e R. João Brígido e uma ciclofaixa na Av. Antônio Sales, para o tráfego particular e o não motorizado.

As vias do estudo estão inseridas na região da Secretaria Executiva Regional II (SER II) cuja área é de 44,4 km² e uma população de 334.868 habitantes, segundo o censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

6.1. Binário Antônio Sales / Padre Valdevino

O binário do presente estudo está localizado na região da Aldeota, compreendido entre as vias Visconde do Rio Branco e Monsenhor Catão. No sentido oeste, R. Beni Carvalho – R. Padre Valdevino e no sentido leste a Av. Antônio Sales. Estas vias operam em sentido único de circulação.

Diariamente trafegam 65 mil passageiros, usuário das 13 linhas de transporte público no sentido oeste do binário. Já no sentido leste transitam diariamente 60 mil passageiros, usuários das 9 linhas de transporte coletivo (FORTALEZA, 2014 e 15). O elevado volume de passageiros ocorre devido aos interesses prioritários de deslocamentos para trabalho, saúde e educação, visto que na região em estudo, existem várias instituições, como centros comerciais, agências bancárias, clínicas, faculdades, colégios, hospitais, entre outras.

De acordo com o Plano de Mobilidade de Fortaleza (2015), a região onde está localizada o binário, a Aldeota, é uma das três regiões do município de Fortaleza que mais atraem viagens, seguidas dos bairros Benfica e Centro, por ofertarem o maior número de vagas de emprego, causando congestionamento e a superlotação de algumas linhas de transporte coletivo nos horários de pico. Observa-se também, que segundo o censo de 2010, a Aldeota possui 42.361 habitantes e uma densidade populacional de 10.917,8 hab/km².

O corredor Antônio Sales possui extensão de 3,5 km entre às vias Av. Dom Manuel e R. Monsenhor Catão, que corresponde ao trecho em paralelo as ruas Padre Valdevino e Beni de Carvalho, caracterizando o binário. Para este corredor foi implantado a faixa exclusiva para o transporte coletivo no lado direito da via por toda sua extensão (4 km), desde a Av. Dom Manuel à Av. Engenheiro Santana Júnior. Já a ciclofaixa foi implantada no lado esquerdo da via e possui 3,5 km, começando na avenida Visconde do Rio Branco e terminando na rua Monsenhor Catão. A intervenção tornou-se operacional em 21 de novembro de 2014 (FORTALEZA, 2014).

Compondo o corredor Padre Valdevino as ruas Beni Carvalho e Padre Valdevino somam uma extensão de 3,6 km com apenas duas faixas de tráfego. Designou-se para o transporte coletivo a faixa no lado direito da via por uma extensão de 2,9 km, trecho compreendido entre as vias Av. Dom Manuel e R. Mons. Catão. Esta intervenção tornou-se operacional em 30 de novembro de 2015.

6.2. Coleta de Dados

Foi realizado à análise descritiva e comparativa dos parâmetros de Velocidade Média e Tempo de Viagem para o transporte individual e coletivo antes e após a implantação das faixas exclusivas de ônibus nas vias Av. Antônio Sales, R. Padre Valdevino e R. Beni de Carvalho.

Os dados, anteriores as implantações das faixas exclusivas, foram fornecidos pela Autarquia Municipal de Trânsito (AMC) através da Gerência de Controle e Operações (GCO) do Centro de Controle e Tráfego em Área de Fortaleza (CTAFOR).

O CTAFOR utiliza tecnologia avançada de ITS (Intelligent Transportation Systems) para o gerenciamento e monitoramento do tráfego urbano (em tempo real) de Fortaleza, visando o aumento da eficiência do sistema de transporte. Seu principal sistema é o SCOOT (Split Cycle Offset Optimization Technique). Este consiste em um sistema adaptativo em tempo real de otimização de proporção verde, ciclo e defasagens de semáforos. Cujo modelo de tráfego é baseado em três etapas primárias: a detecção de dados de tráfego, a transmissão dos dados coletados ao sistema de armazenamento e o processamento e otimização das informações (OLIVEIRA, 2004).

O sistema fornece diversas informações do tráfego como Fluxo, Parada, Atraso, Congestionamento, Saturação, Tempo de Viagem, Velocidade, entre outros parâmetros para estudo do tráfego. Os parâmetros (Velocidade Média e Tempo de Viagem) estudados, foram obtidos a partir da análise de uma planilha gerada pelo sistema de armazenamento de dados para cada laço presente nas vias do binário de estudo. Na Av. Antônio Sales estão implantados 16 laços e na Rua Padre Valdevino 15 laços. Ao total a CTAFOR disponibilizou 31 planilhas para análise.

É importante ressaltar que os dados gerados para o estudo comparativo foram referentes ao mesmo período da coleta de dados *in loco* e respectivamente anterior ao ano de implantação das faixas exclusivas nas vias do binário. Desta forma, para todos os links foi obtido a média dos valores de Velocidade Média para os três horários de pico de cada dia da semana estudada. Assim, definiu-se a Velocidade Média de Viagem aproximada para os corredores do binário em cada horário de pico para todos os dias da semana, realizando a média harmônica dos valores médios encontrados. Para definir o Tempo Médio de Viagem dos corredores nos mesmos períodos dividiu-se a distância total do trecho das vias pela Velocidade Média de Viagem encontrada.

Já os dados após a intervenção foram coletados pelo Autor *in loco*, em duas etapas, com a utilização de um mesmo equipamento de sistema de posicionamento global (GPS), durante todos os cinco dias úteis de uma semana típica (sem a presença de feriados) dos meses de março, abril e maio de 2016, nos três horários de pico: 06hs30min – 08hs30min, 11hs30min – 13hs30min e 17hs30min – 19hs30min.

A primeira etapa foi realizada em transporte individual trafegando nas vias Antônio Sales, Padre Valdevino e R. Beni de Carvalho nas faixas dedicadas para o veículo individual. O tempo reservado pelo Autor para coleta dados foi de 30h, entretanto o tempo efetivo total em coleta foi de 24h. A diferença de tempo foi devido ao tempo gasto de deslocamento de um corredor a outro do binário (retorno).

A segunda etapa foi realizada em transporte coletivo trafegando nas mesmas vias da etapa anterior nos corredores do coletivo. Foram escolhidas as linhas 222 – Antônio Bezerra/Papicu/Antônio Sales e 074 – Antônio Bezerra/Unifor para realização da coleta, pois estas percorrem por toda a extensão das vias. Também se dispôs de 30h para coleta dos dados, entretanto o tempo efetivo total em coleta foi de 14h e 18min. Esta diferença de tempo foi devido ao tempo de espera do coletivo e o deslocamento entre um corredor e outro do binário a pé.

7. ANÁLISE

A partir dos dados fornecidos pela CTAFOR e dos dados coletados *in loco* pelo o Autor, realizou-se a análise e a comparação dos mesmos para cada corredor deste estudo, segundo os parâmetros de velocidade e tempo médios de viagem, antes e após a implantação das faixas exclusivas de ônibus com a finalidade de verificar seu impacto.

7.1. Corredor Antônio Sales

Para o corredor Antônio Sales foi analisado os dados fornecidos pela CTAFOR referente ao ano de 2013, período anterior a implantação da faixa exclusiva, observando os mesmos horários de pico e meses realizados pela coleta *in loco*.

Os gráficos das Figuras 2 e 3 fazem o comparativo entre os modos de transporte, individual e coletivo, para a situação anterior (tráfego misto), como para a atual situação do corredor (priorização do coletivo) segundo os parâmetros de Velocidade Média e Tempo de Viagem.

Evidencia-se impacto negativo em ambos os meios de transporte. Para o transporte individual houve redução na média de 5,72 km/h, em relação a velocidade média no cenário anterior (16,37 km/h). Com relação ao tempo médio de viagem, houve um aumento médio de 1151s (19min11s) no corredor em relação ao cenário anterior, onde o tempo médio era de 795 segundos (13min15s). Observa-se que no primeiro horário de pico, período da manhã, o transporte individual possui suas maiores médias de velocidade, decrescendo nos demais horários de pico. Nota-se que o terceiro horário de pico é crítico, apresentando tempo médio de viagem de 1h e 5min. A terça-feira apresentou o maior tempo médio no horário, com 1h e 38min, e o menor valor de velocidade média 2,27 Km/h, representando a pior média no corredor para trafegar em todo o trecho (3,5 km) da Av. Antônio Sales. No entanto, o menor tempo de viagem e maior velocidade média foi evidenciado na quarta-feira no primeiro horário de pico, com 12min e 3s e 17,85 km/h respectivamente, representando a melhor média no corredor.

As baixas médias de velocidade do transporte individual indicam o congestionamento na via, tendendo para a densidade máxima e baixo nível de serviço. Foi evidenciado no terceiro horário de pico do corredor a densidade máxima, onde à velocidade de tráfego e o volume são zero.

Para o transporte coletivo também foi percebido impacto negativo, com redução de 1,16 Km/h na velocidade média com relação ao cenário do tráfego misto (16,37 Km/h) e aumento de 53s no tempo médio de viagem. Percebe-se que o transporte coletivo possui as melhores médias de velocidade e tempo de viagem no segundo horário de pico. Observa-se que nos períodos de deslocamento casa-trabalho

(início da manhã) e trabalho-casa (início da noite) o coletivo possui as menores médias de velocidade e os maiores tempos de viagem.

Evidencia-se que dentre todos os horários de pico nos dias da semana o transporte coletivo possui velocidade média superior e 73% do tempo de viagem inferior à do modo individual.

Figura 1 – Corredor Antônio Sales – Comparativo Velocidade Média (Km/h)



FONTE: Autor (2016). Misto – Tráfego anterior a implantação das faixas exclusivas

Figura 2 – Corredor Antônio Sales – Comparativo Tempo de Viagem (s)



FONTE: Autor (2016). Misto – Tráfego anterior a implantação da faixa exclusiva.

Desta forma, a partir dos parâmetros de tempo e velocidade média de viagem, o transporte coletivo torna-se atrativo.

7.2. Corredor Padre Valdevino

Para o corredor Padre Valdevino foi analisado os dados fornecidos pela CTAFOR referente ao ano de 2105, período anterior a implantação da faixa exclusiva, observando os mesmos horários de pico e meses realizados na coleta *in loco*.

Os gráficos das Figuras 4 e 5 fazem o comparativo entre os modos de transporte, individual e coletivo, para a situação anterior (tráfego misto), como para a atual situação do corredor segundo os parâmetros de velocidade média e tempo de viagem. A partir destes gráficos torna-se evidente que o

transporte coletivo possui maior velocidade média e despende menor tempo de viagem do que o transporte individual em quase todos os horários de pico.

A priorização do transporte coletivo foi importante para melhoria do nível de serviço, mas causou impactos negativos ao transporte individual, pois reduziu o nível de serviço do corredor.

Figura 3 – Corredor Padre Valdevino – Comparativo Velocidade Média (Km/h)



FONTE: Autor (2016). Misto – Tráfego anterior a implantação das faixas exclusivas

Nota-se redução de 86s no tempo médio de viagem e aumento de 1,41 km/h na velocidade média do transporte coletivo. Para o transporte individual observou-se aumento de 135s no tempo médio de viagem e redução de 1,47 km/h na velocidade média.

Figura 4 – Corredor Padre Valdevino – Comparativo Tempo de Viagem (s)



FONTE: Autor (2016). Misto – Tráfego anterior a implantação das faixas exclusivas

8. CONCLUSÃO

Não houve a constatação de ganho de velocidade média ou tempo de viagem na Avenida Antônio Sales para os transportes coletivo e individual após a implantação das faixas exclusivas de ônibus no binário. Entretanto, de forma geral, os valores médios de velocidade e tempo de viagem para o coletivo são aproximados aos valores anteriores à implantação da faixa exclusiva de ônibus. Houve 6,67% de aumento no tempo de viagem e redução de 7% na velocidade média de viagem.

Para o transporte individual é significativo o impacto negativo. Observa-se redução de 35% na velocidade média e aumento de 144,77% no tempo de viagem. Estes dados, indicam que o corredor não atende de forma satisfatória ao fluxo do transporte individual. Com o constante crescimento da frota é importante os estudos de vias alternativas, sincronização semafórica do corredor e desvio de fluxo quando necessário. Como também intensificar o incentivo ao transporte público e ao não motorizado.

Observa-se que o potencial da faixa exclusiva de ônibus está limitado pelas interferências do transporte individual devido ao aumento do fluxo de veículos trafegando no corredor, que ocasiona congestionamentos causando o fechamento de cruzamentos, obstrução da faixa exclusiva de ônibus e dificuldade de acesso do condutor aos lotes lindeiros.

Para o corredor Padre Valdevino houve impacto positivo para o transporte coletivo com ganho de 9,73% na velocidade média e 9,56% no tempo de viagem. Com relação ao transporte individual o impacto foi negativo constatando-se redução da velocidade média em 10,15% e aumento no tempo de viagem em 15,01%.

9. REFERÊNCIA

- BRASIL. **Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Ministério das Cidades, 2013. 37p.
- CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. O desafio de aumentar a atratividade do transporte público urbano no Brasil. **Revista Desafios do Desenvolvimento**. Brasília, v. 10, n. 78, 16 jan. 2014. Disponível em: <http://desafios.ipea.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2980:catid=28&Itemid=23>. Acesso em: 30 mar. 2016.
- CEARÁ, Detran-Ce. **Relatório Estatístico – Veículos novos implantados por tipo**: Ref. Março/2016. Disponível em: <http://www.detran.ce.gov.br/site/arquivos/estatisticas/Veiculos/2016/Veiculos_Novos - Capital.pdf>. Acesso em: 10 maio 2016.
- CET - Companhia de Engenharia de Tráfego. Desempenho do Sistema Viário Principal – DSVP 2012. Pesquisa de Monitoração da Fluidez Março de 2013. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/228058/2012%20volumes%20e%20velocidades.pdf>>. Acesso em 9 mai. 2016.
- CTAFOR – (2016) Controle de Tráfego em Área para Fortaleza. Documento Geral de informações referentes a dados do Binário da Aldeota. Prefeitura Municipal de Fortaleza. Fortaleza, CE.
- FORTALEZA. Prefeitura de Fortaleza. **Plano de Mobilidade de Fortaleza**: PlanMob. Fortaleza: Instituto de Planejamento de Fortaleza - Iplanfor, 2015. 116 p.
- FORTALEZA. PREFEITURA DE FORTALEZA. **Faixa exclusiva na Avenida Pe. Valdevino apresenta ganho de 41,63% na velocidade dos coletivos**. 2015. Disponível em: <<http://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/mobilidade/faixa-exclusiva-na-avenida-pe-valdevino-apresenta-ganho-de-4163-na-velocidade>>. Acesso em: 15 abr. 2016.
- FORTALEZA. PREFEITURA DE FORTALEZA. **Prefeitura conclui implantação de faixas para ônibus e bicicletas na Av. Antônio Sales**. 2014. Disponível em: <<http://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/transito/prefeitura-conclui-implantacao-de-faixas-para-onibus-e-bicicletas-na-av-antonio>>. Acesso em: 15 abr. 2016.
- FRISCHTAK, DAVIES. Carta de infraestrutura – os investimentos em infraestrutura em 2013 e perspectivas em 2014.
- IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**: Síntese de Indicadores. 2. ed. Rio de Janeiro: Ibge, 2013. 288 p. Indicadores de mobilidade urbana da PNAD 2012. Comunicados do Ipea, n.161, out 2013.
- NTU - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (Brasil). **Faixas Exclusivas de ônibus Urbanos: Experiências de Sucesso**, Brasília, p.1-38, 2013. Disponível em: <<http://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub635399779599334232.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2016.
- OLIVEIRA, M.V.T. A natureza dos padrões de variação espaço temporal do volume veicular em ambiente urbano: Estudo de caso em fortaleza. Dissertação de mestrado, programa de mestrado em engenharia de transportes, Universidade Federal do Ceará, fortaleza, CE, 2004.
- PAITT. **Plano de Ações Imediatas de Transporte e Trânsito**. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, 2014. 67 slides.
- PINHEIRO, Armando Castelar; FONTES, Julia; AZEVEDO, Luísa de. A crise da mobilidade urbana no Brasil: custos econômicos e soluções. In: PINHEIRO, Armando Castelar; FRISCHTAK, Cláudio (Org.). **Mobilidade Urbana**: Desafios e Perspectivas para as Cidades Brasileiras. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. Cap. 2. p. 37-74.
- PINHEIRO, Armando Castelar; FRISCHTAK, Cláudio (Org.). Planejamento e projeto de mobilidade urbana. In: PINHEIRO, Armando Castelar; FRISCHTAK, Cláudio. **Mobilidade Urbana**: Desafios e Perspectivas para as Cidades Brasileiras. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. Cap. 1. p. 3-36.

PREVISÃO DO TEMPO DE VIAGEM NA GESTÃO DO TRÁFEGO URBANO COM O USO DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES

Lívia Brito Jambo

Programa de Engenharia de Transportes
COPPE/UFRJ

RESUMO

O presente trabalho apresenta conceitos a respeito dos Sistemas Inteligentes de Transportes, com foco na previsão do tempo de viagem. O objetivo é destacar a importância de sua discussão e implementação nos sistemas viários urbanos brasileiros, a fim de reduzir o tempo de viagem dos condutores e usuários do transporte público, proporcionando a capacidade de prever a distância a ser percorrida bem como o tempo gasto no trajeto, de acordo com as condições das vias no momento. São apresentados alguns exemplos práticos utilizados que resultaram em grandes mudanças benéficas ao trânsito e como a gestão e o planejamento do tráfego impactam as condições do mesmo.

ABSTRACT

This paper presents concepts about the Intelligent Transportation Systems, focusing on prediction of travel time. The aim is to highlight the importance of discussion and implementation in Brazilian urban road systems in order to reduce the travel time for drivers and users of public transport, providing the ability to predict the distance to be traveled and time spent on the path according to the conditions of the roads in time. Some practical examples are shown that resulted in significant beneficial changes to traffic and the management and traffic planning impact the same conditions.

1. INTRODUÇÃO

O transporte está intimamente ligado ao cotidiano das cidades, principalmente pela necessidade de deslocamento de produtos e pessoas. Para que estas necessidades sejam atendidas, o tráfego urbano necessita de adequadas condições de mobilidade e acessibilidade. O transporte urbano e os seus decorrentes problemas no cotidiano da população têm se tornado uma questão de fundamental discussão, uma vez que, na maioria das cidades brasileiras, os requisitos básicos de desempenho dos modais, das vias, das sinalizações etc. não têm sido atendidos.

Tomando-se como exemplo o trânsito da cidade do Rio de Janeiro, pode-se verificar que um dos principais problemas atuais na mobilidade se deve ao fato de o tempo de viagem estar cada vez mais longo, impactando a qualidade de vida da população e aumentando os custos relacionados aos transportes. Desta forma, é fundamental que o tráfego seja planejado de modo a mitigar os eventuais problemas e contornar as ocorrências a fim de reduzir seus impactos.

Para isso, é essencial que sejam planejados e implementados sistemas de monitoramento de congestionamentos, de acidentes de trânsito, da qualidade do transporte público etc., sendo intrínseca a adequação de Sistemas Inteligentes de Transportes.

Diversos países já possuem essa visão e preocupação, sendo visíveis os benefícios de intervenções ‘inteligentes’ ao tráfego urbano. A cada dia o Brasil dá um passo nesta direção, o que é importantíssimo para a evolução das nossas cidades. “Os países que têm boa infraestrutura de transportes não a têm por serem desenvolvidos. Antes, são desenvolvidos porque cuidaram, no devido tempo, das suas estradas e das vias de transporte de todo tipo” (Vianna, 2007). Este conceito pode remeter-se à infraestrutura de transportes, mas também à sua operação.

Pela Figura 1 podemos verificar que a quantidade de veículos no Brasil apresenta valores bastante significativos em relação a outros países que possuem malhas viárias mais bem

monitoradas. Assim, é imprescindível que pensemos em formas inteligentes de gerenciar o tráfego nas cidades brasileiras.

| Frota de Veículos Automotores | | |
|-------------------------------|----------------|-------------------|
| (Unidades) | | |
| 1 | Estados Unidos | 237.242.616 |
| 2 | Japão | 74.880.689 |
| 3 | Alemanha | 47.874.954 |
| 4 | França | 36.039.000 |
| 5 | Itália | 35.248.190 |
| 6 | Brasil | 31.231.043 |
| 7 | Reino Unido | 30.518.226 |
| 8 | Rússia | 25.393.700 |
| 9 | Espanha | 23.107.730 |
| 10 | México | 21.871.190 |

Figura 1: Os 10 países com as maiores quantidades de veículos (Vianna, 2007)

É notória que a ampliação da infraestrutura de transportes como meio de solucionar o problema dos congestionamentos é um conceito ultrapassado. Assim, é fundamental que os agentes integrantes do sistema se comuniquem, sendo este o foco do ITS (sigla em inglês) e que este seja cada vez mais eficiente, inteligente, instrumentalizado e interligado.

2. OS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES

2.1. Caracterização

A aplicação do ITS é bastante ampla, como nos sistemas de informações para usuários, no gerenciamento de rodovias e de transporte coletivo, no controle de tráfego e semafórico, no gerenciamento de serviços de emergência, arrecadação automática de tarifas no transporte coletivo, nos estacionamentos e nos pedágios, no rastreamento de frotas de veículos de carga, de transporte público e de emergência, na coleta automática de dados, fiscalização eletrônica etc. (Meirelles, 1999).

Os Sistemas Inteligentes de Transportes coletam armazenam, processam e distribuem informações relativas à movimentação de pessoas e mercadorias. Podem incluir sistemas para o gerenciamento de tráfego, gerenciamento de transporte público, gerenciamento de emergências, informações ao viajante, controle e segurança avançado dos veículos, operações de veículos comerciais, pagamentos eletrônicos e segurança nos cruzamentos rodoviários (U.S. DOT). O desenvolvimento e implementação de ITS requer conhecimentos de várias áreas como eletrônica, engenharia civil, fatores humanos, gerenciamento de informações, tecnologia de satélites, desenvolvimento de políticas públicas e privadas e gestão financeira.

Existem informações que, se obtidas e distribuídas rapidamente, podem afetar positivamente o funcionamento do sistema de transporte e sua segurança. A informação coletada e usada em ITS pode beneficiar a um ou todos os usuários, como o motorista de um veículo, pedestres, usuários de transporte público e encarregados do setor público responsáveis pelo gerenciamento do sistema de transporte. O ITS só pode ser verdadeiramente efetivo

nacionalmente se uma estrutura para integração dos vários componentes do sistema, chamada arquitetura do sistema, for desenvolvida e colocada em prática.

2.2. Estrutura e Aspectos a considerar

O ITS vem sendo amplamente discutido no Brasil e a ANTP (Agência Nacional de Transportes Públicos) vem divulgando índices e estudos a respeito. Em 2006, com a Comissão Técnica de ITS, definiu-se como área de interesse as aplicações de tecnologia de informação no transporte e no trânsito, sendo claro o potencial do uso integrado da informática e das telecomunicações na gestão de informações e na automatização de processos. Nos anos seguintes, a disseminação da internet e a ampliação do acesso a recursos móveis pelos usuários (celulares e computadores pessoais) incorporou milhões de pessoas ao mundo virtual, mudando os patamares tradicionais de exigência (ANTP, 2012).

Analisando a matriz de ITS, pode-se ter uma noção abrangente das etapas necessárias para sua elaboração e implantação, como se pode ver na Figura 2.

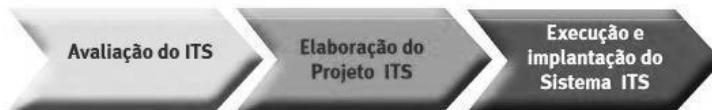


Figura 2: Matriz de ITS (ANTP, 2012)

A Etapa 1 (Avaliação) consiste em avaliar a estrutura atual da localidade em estudo, identificar a necessidade de intervenção e planejar as alterações. A Etapa 2 (Elaboração) consiste em elaborar e projetar o sistema, definindo o que será feito e como será operado. A Etapa 3 (Execução e Implantação) consiste na execução e implementação do projeto, atendendo as necessidades verificadas. Após estas etapas e decorrido o tempo necessário para a verificação, é preciso analisar os índices de atendimento.

Para que seja elaborada e implementada a solução mais adequada, é imprescindível conhecer os serviços de ITS. De acordo com o Departamento de Transportes dos Estados Unidos, deve haver uma integração entre as camadas da arquitetura de ITS.

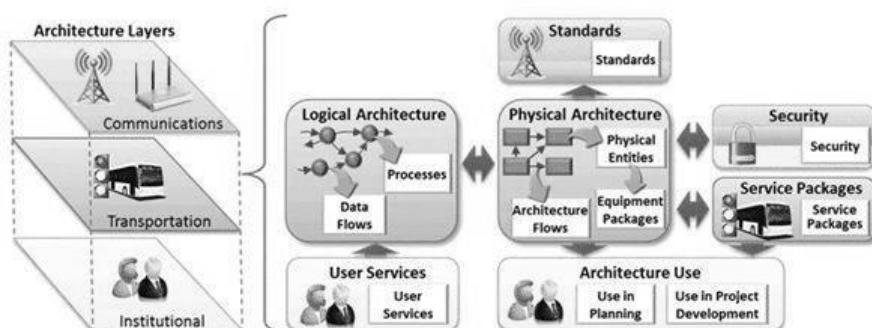


Figura 3: Arquitetura de ITS (U.S. DOT)

Existem 31 tipos de serviços que devem ser analisados e levados em consideração quando do planejamento da arquitetura do sistema ITS (Ribeiro, 2008). São eles:

- **Gerenciamento de Tráfego e Viagens:**
 Informação anterior à viagem (*Pre-trip Travel information*);
 Informação ao condutor simultânea à viagem (*En-route Driver Information*);
 Informações sobre rotas (*Route Guidance*);
 Reservas e combinação de viagens (*Ride Matching And Reservation*);
 Serviços de informação ao passageiro (*Traveler Services Information*);
 Controle de tráfego (*Traffic Control*);
 Gerenciamento de incidentes (*Incident Management*);
 Gerenciamento da demanda de viagens (*Travel Demand Management*);
 Controle e mitigação de emissão (*Emissions Testing and Mitigation*);
 Controle de cruzamentos rodoviários (*Highway Rail Intersection*).
- **Gerenciamento de Transporte Público:**
 Gerenciamento integrado do transporte público (*Public Transportation Management*);
 Transporte coletivo personalizado (*Personalized Public Transit*);
 Informação simultânea à viagem (*En-route Transit Information*);
 Segurança pública nos transportes (*Public Travel Security*).
- **Pagamento Eletrônico:**
 Serviços de pagamento eletrônico (*Electronic Payment Services*) – bilhetes de embarque em transporte público, estacionamentos, pedágios etc.
- **Operação de Veículos Comerciais:**
 Liberação eletrônica de veículos comerciais (*Commercial Vehicle Electronic Clearance*);
 Inspeção automatizada da segurança da via (*Automated Roadside Safety Inspection*);
 Monitoramento da segurança a bordo (*On-board Safety and Security Monitoring*);
 Processos administrativos para veículos comerciais (*Commercial Vehicle Administrative Processes*);
 Segurança de veículos de carga perigosa e resposta a incidentes (*Hazardous Materials Security and Incident Response*);
 Mobilidade de frotas (*Freight Mobility*).
- **Gerenciamento de situações de emergência:**
 Notificação de emergências e segurança pessoal (*Emergency Notification and Personal Security*);
 Gerenciamento de frota de emergência (*Emergency Vehicle Management*);
 Resposta a desastres e evacuação (*Disaster Response and Evacuation*).
- **Sistemas avançados de segurança veicular:**
 Prevenção de colisões longitudinais (*Longitudinal Collision Avoidance*);
 Prevenção de colisões laterais (*Lateral Collision Avoidance*);
 Prevenção de colisões em interseções (*Intersection Collision Avoidance*);
 Melhoria da visibilidade para evitar colisões (*Vision Enhancement For Crash Avoidance*);

Prontidão de segurança (*Safety Readiness*);
Desenvolvimento de dispositivos pré-colisão (*Pre-crash Restraint Deployment*);
Operação de veículos automatizados (*Automated Vehicle Operation*).

Como pode-se verificar, os sistemas ITS possuem vários âmbitos de atuação e são necessárias medidas interdisciplinares para que o funcionamento dos mesmos seja coeso.

3. REDUÇÃO DO TEMPO DE VIAGEM

O tema da mobilidade urbana vem sendo foco permanente de discussões no setor público e fora dele, dado o caos em que tem se transformado o trânsito de cargas e pessoas nas grandes e médias cidades brasileiras. Existem vários motivos de deslocamento de pessoas que não dizem respeito diretamente a relação de produção e consumo, como deslocamentos voltados ao lazer, ao turismo, a cultura, a busca por tratamentos de saúde, educação etc. Entretanto, grande parte dos deslocamentos se dá por motivos econômicos diretos. Assim, fica claro que a mobilidade urbana é um dos temas mais importantes no que tange a gestão da cidade. Ela é um dos fatores fundamentais para o desenvolvimento econômico, inclusão social e para a equidade de apropriação do espaço urbano, sendo determinante para a qualidade de vida dos habitantes de qualquer cidade (Vaccari e Fanini, 2011).

A duração das viagens executadas pelas pessoas afeta diretamente a sua percepção de mobilidade. Ao passo que uma pessoa que demora mais tempo para chegar ao trabalho, por exemplo, entende o deslocamento como cansativo, outra que demora menos, não tem a mesma percepção, podendo considerar a experiência como satisfatória. O tempo e o esforço indesejados gastos nesse tipo de atividade são considerados perdas com alto custo. Pesquisas feitas nos transportes públicos, de um modo geral, mostram que os usuários percebem a passagem do tempo, enquanto esperam um ônibus ou trem, como sendo de uma vez e meia a sete vezes mais lenta do que o tempo efetivamente gasto viajando no veículo (Guedes, 2005).

Além do fator humano, existem diversos agravantes econômicos, físicos e ambientais com o tempo de viagem excessivo. O aumento dos gastos com combustíveis e o decorrente ônus ambiental fruto das emissões veiculares são exemplos. Além disso, quanto mais tempo um indivíduo permanece em deslocamento no trânsito, mais indisposto e menos eficiente seu trabalho se torna. Assim, é imprescindível pensar em reduzir o tempo de viagens no cotidiano urbano.

Existem vários sistemas cujos objetivos consistem em reduzir o tempo de viagem. A seguir são listados alguns exemplos e como os mesmos impactam positivamente na mobilidade urbana:

- **Pedágios Automáticos:** O mecanismo consiste em um chip acoplado ao painel do veículo (automóveis, ônibus ou caminhões) para evitar filas em pedágios de estradas e estacionamentos. O mesmo permite a passagem pelas cancelas sem a necessidade de parada ou do manuseio de dinheiro.
O sistema pode ser melhorado, como por exemplo com a leitura automática das placas dos veículos, sem a necessidade de redução da velocidade.

- **Corredores BRS:** Consiste na criação de corredores específicos para ônibus (Bus Rapid Service), com o intuito de organizar o trânsito, priorizando faixas para o deslocamento dos referidos veículos. Isto reduz a interferência de outros veículos, estando estas restritas somente ao acesso a vagas e ruas quando necessário interferir nas vias específicas.
- **Corredores BRT:** Consiste na implantação de vias expressas exclusivas para ônibus articulados e biarticulados, com interferência com as vias mistas somente em algumas interseções. Isto reduz o tempo de viagem do ônibus BRT (Bus Rapid Transit) e torna o percurso mais seguro, com a redução da interface com outros veículos fora do sistema.
- **Bilhetagem eletrônica:** Consiste em utilizar cartões magnéticos (*Smart Cards*) para o acesso ao transporte público. Isto reduz o tempo em filas e o tempo de parada dos veículos. Além disso, aumenta a segurança, pois não há a necessidade do uso de dinheiro no local. O sistema tem outra vantagem: os operadores possuem grande número de informações de viagem através das catracas eletrônicas.
A integração modal e tarifária é imprescindível para a melhora do sistema.
- **Sistema de câmeras:** O monitoramento do tráfego a partir de câmeras e sensores de detecção de incidentes tem o objetivo de avaliar e atender com mais eficiência quando necessário. Um bom exemplo é o sistema de reconhecimento de incidentes presente o túnel Rebouças (RJ), que verifica um veículo parado e aponta a necessidade de remoção. Isso reduz o tempo de resolução do incidente e, assim, o congestionamento gerado.
- **Condução automática de veículos:** Veículos guiados de forma automática e em vias segregadas são mais seguros e eficientes, assim é fundamental sua aplicação integrada ao sistema urbano. O tempo de viagem é reduzido e a confiabilidade é aumentada.
- **Sistema de informações aos usuários:** Inclui todos os serviços desenvolvidos para subsidiar as decisões dos usuários antes e durante seu deslocamento, fornecendo informações como tempo e distância de viagem. Assim, o condutor ou passageiro pode planejar sua viagem a fim de reduzir o tempo de espera ou escolher a melhor rota evitando trechos congestionados.

A fim de que a estrutura do sistema seja integrada, proporcionando as melhores condições para condutores e passageiros, o ideal é que a arquitetura de ITS seja consistente e integrada.

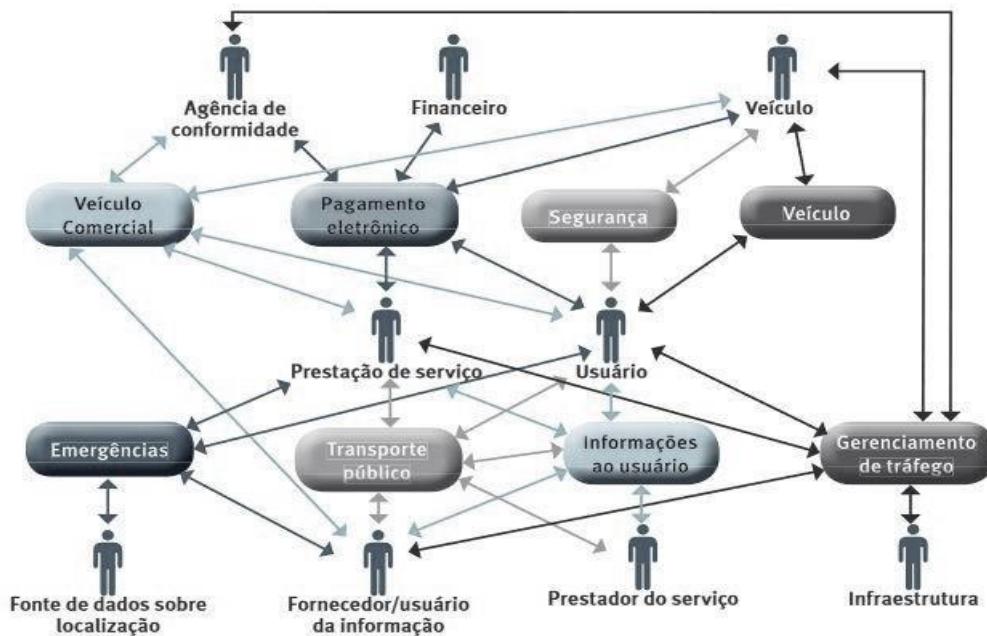


Figura 4: Integração do Sistema de ITS (ANTP, 2012)

4. PREVISÃO DO TEMPO DE VIAGEM

Existem alguns sistemas inteligentes cujo foco é a previsão do tempo de viagem. Com o aumento significativo do número de pessoas com aparelhos celulares e dispositivos móveis com conexão à internet nas cidades, vários aplicativos foram criados no intuito de conectar os usuários do transporte e oferecer mecanismos de planejamento de viagens.

Um dos aplicativos para dispositivos móveis com esta finalidade mais usados de 2008 a 2013 foi o Waze. Sua tecnologia é baseada na navegação por satélite, mas o mesmo não consiste em apenas um software navegador GPS tradicional, mas é uma aplicativo-comunidade. Isto é interessante em um mundo cada vez mais conectado, no qual o usuário tem disponibilidade de saber as condições de tráfego em qualquer local do planeta, inclusive dialogando com os outros usuários. De acordo com Y. Xiao, H.K. Lo (2016), as informações de trânsito compartilhadas em redes sociais têm grande impacto na tomada de decisão dos horários de saída dos locais dos próximos usuários. Nota-se, então, a grande influência destes sistemas, bem como a necessidade de ampliação e aprofundamento dos estudos sobre os mesmos.

O aplicativo funciona como um roteador GPS, mas com o diferencial da possibilidade de enviar informações em tempo real, que são repassadas a todos os usuários conectados. Para que os dados dos veículos sejam fornecidos ao software, basta deixar o aplicativo conectado e o mesmo envia ao servidor dados de velocidade e localização dos veículos dos usuários (anônimamente). Com isso, o mesmo calcula a velocidade média do trânsito (de acordo com o tempo gasto no decorrer do trajeto) onde o veículo se encontra e informa aos outros usuários que descreverão a mesma rota.

Devido a essa grande interatividade e possibilidade de os próprios usuários disponibilizarem dados de novas rotas, o aplicativo tornou-se menos confiável. Em 2013, após a compra do aplicativo pelo Google (integrado ao Google Maps), o mesmo passou a oferecer não só dados físicos de rotas (distâncias e trajetos), mas também dados das condições de tráfego

(congestionamentos, acidentes, radares de velocidade, tempo de viagem de acordo com os trechos selecionados e com as condições no momento etc.). Assim, sendo o Google Maps um software “fechado”, regulado pelos desenvolvedores, as informações tornaram-se mais confiáveis e objetivas.

Os dois sistemas continuam existindo separadamente, o que é interessante pois cada um possui seu nicho. O Waze costuma ser usado por pessoas mais jovens devido à sua aparência amigável e possibilidade de interação com outros usuários, principalmente através de mídias sociais, como o Facebook. Já o Google Maps é mais usado por usuários que prezam pela rapidez e objetividade das informações.



Figura 5: Aplicativo Waze (captura de tela através de smartphone)

Além de informações do trânsito, o Google Maps utiliza dados recebidos, por exemplo pela FETRANSPOR no Rio de Janeiro, para definir as melhores linhas de ônibus a serem utilizadas de acordo com os trajetos selecionados, bem como o tempo de viagem (estimativa feita utilizando os dados dos GPS dos ônibus e dos usuários), o tempo de espera nos pontos de parada (prevê quanto tempo o veículo demorará para chegar onde o usuário se encontra). Inclusive, o aplicativo informa quanto o passageiro irá gastar na viagem, anunciando o valor das tarifas comerciais dos ônibus utilizados. Através do Google Maps é possível planejar a viagem incluindo também o gasto de tempo com paradas a um posto de gasolina, por exemplo, pois o mesmo seleciona e aponta o menor trajeto do ponto em que o motorista se encontra até o posto mais próximo.

Atualmente, o aplicativo também apresenta conectividade com aplicativos externos como 99 Táxis e Uber, facilitando ainda mais a mobilidade dos usuários com o auxílio de uma única plataforma.

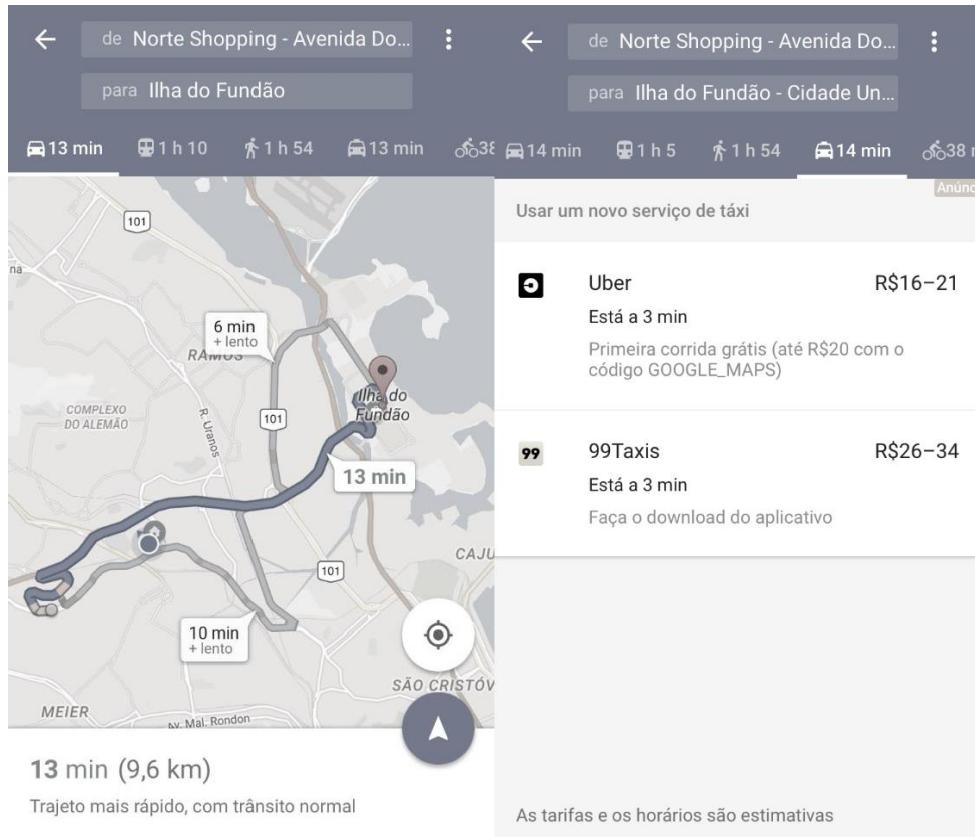


Figura 6: Aplicativo Google Maps (captura de tela através de smartphone)

Para o transporte público, mais especificamente para o uso do modal ônibus, existem aplicativos regionais, como o RioBus, que cruza dados fornecidos pela Prefeitura do Rio de Janeiro e a FETRANSPOR. Da mesma forma, existem os aplicativos Buus, Busão Carioca e o Vá de ônibus.

Outros sistemas, como o Twitter, de acordo com Yiming , G., Zhen, Q., Feng, C. (2016), também constituem ferramenta importante para a obtenção de dados e informações de tráfego. Além disso, sendo uma plataforma aberta, seria fácil a obtenção de dados por órgãos públicos, diferentemente de aplicativos fechados como Waze e Google Maps. Assim, o problema encontra-se justamente nesta diversidade das bases de dados, sendo intrínseca a uniformização das informações, bem como dos próprios dados disponíveis para consulta. Além disso, é intrínseca a interação entre entes públicos e privados em busca de melhorias para o tráfego urbano de forma geral.

Outro obstáculo que ainda existe para o maior uso destes dispositivos é a questão da conectividade. Nos grandes centros urbanos, existe uma qualidade até certo ponto satisfatória de fornecimento de internet móvel (3G-4G) pelas operadoras de telefonia, mas fora dos mesmos existe a barreira do alcance do sinal. Além disso, existe a questão da segurança, uma vez que não se pode utilizar um dispositivo móvel em qualquer local sem que haja o temor da ocorrência de assaltos e furtos, por exemplo.

Uma alternativa para estes entraves para os carros particulares seria a melhor conexão dos automóveis com os dispositivos GPS integrados, para que não seja necessário o

acompanhamento do trânsito pelo smartphone. Para os usuários do transporte público, seria investir em iCenters (com painéis interativos, por exemplo) em pontos estratégicos de acesso. Além disso, painéis eletrônicos podem ser colocados em locais específicos, informando as condições do trânsito nas principais vias, bem como a velocidade média e o tempo de percurso (como existe hoje na Ponte Rio-Niterói, por exemplo), bem como painéis informativos nos pontos de ônibus (informando a localização dos ônibus que farão a parada naquele local, bem como o tempo para que os mesmos cheguem ao mesmo).

Outra sugestão para futuros estudos seria a viabilidade de implementar-se um sistema que avise de forma off-line os usuários sobre as condições do tráfego em suas rotas mais frequentemente utilizadas, como, por exemplo, através de mensagens SMS (através do celular). O usuário poderia cadastrar em algum aplicativo específico o horário de saída de casa para o trabalho (e a volta), bem como o trajeto mais comumente utilizado, e receber informações nestes horários sobre as condições do trânsito, para que seja possível prever o tempo de viagem e efetuar a programação da mesma sem que seja necessário o uso da internet.

CONCLUSÃO

Os ITS têm grande importância para a gestão do tráfego urbano e o seu bom entrosamento com o cotidiano da população. Assim, é fundamental que os mesmos sejam bem planejados, implementados e operados, não só pelo governo, mas com o auxílio das empresas privadas, a fim de gerar ambientes que satisfaçam cada vez mais a mobilidade, a segurança, a rapidez dos serviços e o bem-estar geral.

Estes sistemas estão sendo cada vez mais implementados no Brasil, porém de forma difusa e sem a devida conectividade e integração entre os modais e seus operadores, sendo essencial que sejam implementados de forma eficaz, como ferramenta crucial para o desenvolvimento do referido ambiente.

Os sistemas voltados à previsão do tempo de viagem têm papel fundamental na mobilidade urbana, principalmente com o uso de aplicativos móveis, desde que a conectividade dos usuários seja satisfatória. Assim, é imprescindível integrar cada vez mais o sistema de trânsito ao usuário e pensar em formas de receber e enviar informações ao mesmo de forma direta e sem a dependência de mecanismos ligados propriamente à internet.

Agradecimentos

A autora agradece as sugestões recebidas de professores e colegas, que permitiram aprimorar o texto e focar no real objetivo do presente artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batista, C. (2013) Sistemas Inteligentes de Transporte: Uma Abordagem Voltada ao Contexto – *ABEPRO/XXXII ENEGEP* – Salvador/BA
- Comissão de ITS da ANTP (2012) *Sistemas Inteligentes de Transportes – Série Cadernos Técnicos – Volume 8*
- Guedes, C. (2005) A Percepção do Usuários Sobre o Tempo de Viagem no Metrô-SP – *XV Congresso de Transporte e Trânsito – ANTP – GO*
- ITS Related Organizations (acesso em 23 de maio de 2016) – http://www.its-jp.org/english/links_e
- Lendzion, M. (2013) *Apostila do curso de Sistemas de Transportes. Departamento de Transportes – UFPR*
- Meirelles, A. (1999) Sistemas de Transportes Inteligentes: aplicação da telemática na gestão do trânsito urbano. *Revista iP*, Ano 1, Ed.1 – Belo Horizonte/MG

- Ribeiro, P.C. (2008) Apostila do curso de Sistemas Inteligentes de Transportes. Departamento de Transportes – UFRJ
- Setti, J.; Sória, M. (1997) Como preparar um Trabalho para Apresentação no Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. ANPET – v.5, n.1.
- U.S. DOT (acesso em 23 de maio de 2016) <https://www.standards.its.dot.gov/LearnAboutStandards/NationalITSArchitecture>
- Vaccari, L; Fanini, V. (2011) *Mobilidade Urbana – Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar* – CREA-PR
- Vianna, G. (2007) *O Mito do Rodoviarismo Brasileiro*, 2^a Ed, NTC&LOGÍSTICA – São Paulo/SP
- Y. Xiao, H.K. Lo (2016) Day-to-day departure time modeling under social network influence - *Transportation Research Part B* - <http://dx.doi.org/10.1016/j.trb.2016.05.006>
- Yiming, G.; Zhen, Q.; Feng, C. (2016) From Twitter to detector: Real-time traffic incident detection using social media data - *Transportation Research Part C* - <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2016.02.011>

Lívia Brito Jambo (livia.jambo@pet.coppe.ufrj.br)
Programa de Engenharia de Transportes – PET/COPPE – Universidade de Federal do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia, Bloco H, Cidade Universitária – Rio de Janeiro/RJ

ESTUDO DO PADRÃO DE POLO GERADOR DE VIAGENS EM CONDOMÍNIO VERTICAL

ESTUDO DE CASO: CARIRIAÇU, JARDIM E MISSÃO VELHA

Patrícia Frota Macêdo
Izadora Alencar Nogueira
Ary Ferreira da Silva
Maria Carolina da S. Oliveira
Paulo Francisco Saraiva Caselli

Universidade Federal do Cariri

RESUMO

No mundo atual está cada vez mais comum a criação de condomínios residenciais em locais afastados dos grandes centros e com infraestrutura precária para atender os seus moradores. Esses empreendimentos são chamados Polos Geradores de Viagens (PGVs) que são empreendimentos que atraem ou produzem um grande número de viagens causando reflexos para seu entorno. O município de Juazeiro do Norte do estado do Ceará, como uma cidade em ascensão, já possui exemplos de Polos Geradores de Viagens. Esse trabalho tem o objetivo estudar quatro condomínios residenciais verticais do Programa "Minha Casa Minha Vida" na cidade de Juazeiro do Norte, que possuem as mesmas características habitacionais, para que se possa verificar se eles podem ser enquadrados como PGVs, caracterizando dessa forma o padrão de viagens desses condomínios.

ABSTRACT

In today's world is increasingly popular to create residential developments in locations away from major centers and poor infrastructure to serve its residents. These projects are called Polo Travel Generators (PTGs) that are developments that produce or attract a large number of travel causing reflexes to your surroundings. The Juazeiro do Norte city of Ceará state, as a city on the rise, already has an example of Polo Travel Generators. This research aims to study four vertical condominiums Program "My Home My Life" in the city of Juazeiro do Norte, which have the same characteristics housing, so you can see if they can be classified as PTGs, thus characterizing the pattern of travel these condos..

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Brasil passou por um processo de urbanização acelerado. O Brasil deixou de ser um país agrícola e passou a dar mais importância às cidades. As consequências dessa acelerada urbanização trouxeram grandes impactos econômicos e sociais. As desigualdades sociais foram intensificadas, houve um adensamento desordenado em centros urbanos e se tornaram mais evidentes as demandas por transporte e moradia.

Com a saturação dos grandes centros urbanos, foram sendo construídos condomínios residenciais de grande porte mais afastados dos centros. Esse tipo de moradia é escolhido em razão das vantagens de convivência, segurança e bem-estar. Entretanto, estes produzem um significativo número de viagens diárias, podendo assim, serem caracterizados como Polos Geradores de Viagens (PGVs).

Para Grieco (2010) que estudou a Cidade de Niterói e sua história, determinou as taxas de geração de viagens de 11 condomínios residenciais verticais e nutriu a hipótese que a densidade da região onde os PGV residenciais se localizam altera a geração de viagens e a escolha do modo como essas serão feitas pelos moradores.

Os impactos negativos gerados pelos PGVs na região onde são implantados, como a queda na acessibilidade e o valor dos imóveis próximos, são motivos suficientes para esses se tornarem objetos de estudo na busca por uma maior sustentabilidade urbana (CONTIJO e RAIA JR., 2010).

Segundo Torquato (2013) muitas cidades brasileiras necessitam de uma legislação específica e de práticas adequadas de transporte e planejamento urbano para avaliar o impacto decorrente da implantação de empreendimentos desse tipo.

A disseminação de condomínios residenciais verticais, foco desse trabalho, acompanhado de um grande crescimento populacional, de motorização e de tráfego nas áreas urbanas, só afirma a necessidade de um estudo de prevenção dos impactos gerados por esses empreendimentos para que os órgãos gestores possam avaliar a necessidade de ferramentas para o planejamento dos mesmos.

Para a Rede PGV (2012), a existência de pontos positivos e negativos dos PGVs só fundamenta a necessidade de efetuar novos estudos, cada vez mais específicos, para que se possa alcançar resultados baseados em taxas e modelos de geração de viagens.

Justifica-se, assim, a necessidade de se caracterizar os empreendimentos que são Polos Geradores de Viagens, definindo taxas de geração de viagens para os mesmos, reproduzindo dessa forma, a demanda de viagens produzidas e atraídas por eles. Esses estudos podem auxiliar órgãos gestores nos processos de licenciamento desse tipo de empreendimento de forma a se minimizar possíveis impactos negativos e acentuar os positivos.

2. OBJETIVO

Essa pesquisa tem o objetivo analisar as características das viagens atraídas e produzidas nos condomínios verticais pelos moradores de modo a determinar se o condomínio pode ser enquadrado como um Polo Gerador de Viagem. Se os condomínios forem PGVs, será determinado às taxas de geração de viagens para os mesmos.

3. POLOS GERADORES DE VIAGENS

Para Portugal (2012 apud TORQUATO, 2013), os primeiros indícios históricos de Polos Geradores de Viagens (PGV) foram quando o homem começou a realizar grandes construções, as quais, geralmente eram instaladas em áreas restritas e exerciam grande atratividade sobre a população devido as atividades disponíveis o que ocasionava grandes impactos no entorno das edificações.

A implantação de um PGV pode acarretar em impactos positivos e negativos sobre a região em que estão instalados. Torquato (2013, apud Silva, 2011) afirma que se os empreendimentos considerados PGVs forem planejados corretamente eles irão proporcionar maior sustentabilidade na mobilidade, geração de empregos e valorização da área do entorno. Entretanto, instalações em locais incompatíveis podem saturar as infraestruturas coletivas e as disfunções sociais, acarretando em problemas na logística urbana, devido à necessidade de um suprimento diário da população (TORQUATO, 2013 apud CET/SP, 2000).

Vários são os conceitos a respeito de Polos Geradores de Viagens. Segundo o Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN (2001:8), os Polos Geradores de Tráfego são:

“empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação viária em seu entorno imediato e, em certos casos, prejudicando a acessibilidade de toda a região, além de agravar as condições de segurança de veículos e pedestres”.

Ainda de acordo com a Rede PGV (2012), Polos Geradores de Viagens são empreendimentos de distintas naturezas que têm em comum o desenvolvimento de atividades em um porte e escala capazes de exercer grande atratividade sobre a população, bem como de produzir um contingente significativo de viagens, necessitando de grandes espaços para estacionamento, carga e descarga e embarque e desembarque, promovendo, dessa forma, potenciais impactos. Portanto, são considerados PGVs os shoppings centers, hipermercados, hospitais, universidades, estádios, terminais de carga, estações de transporte público e mesmo áreas protegidas do tráfego de passagem com múltiplas instalações produtoras de viagens.

Para Portugal e Goldner (2003), são considerados PGVs os empreendimentos de distintas naturezas que desenvolvem atividades em um porte e escala capazes de gerar um contingente significativo de viagens.

Torquato (2013:17) afirma que os Polos Geradores de Viagens são empreendimentos que em virtude de sua grande atratividade torna a região, onde estão instalados, mais movimentada e, por consequência, afetam muitas realidades locais e regionais, como a poluição ambiental e a valorização imobiliária.

O Decreto Municipal 15.980/79 de São Paulo, em seu Art. 19, parágrafo 1º, afirma ainda que Polos Geradores de Viagem são:

“As edificações ou instalações que exercem grande atratividade sobre a população, mediante a oferta de bens ou serviços, gerando elevado número de viagens, com substanciais interferências no tráfego de entorno e a necessidade de grandes espaços para estacionamento ou carga e descarga (apud MORAIS, 2014:16)”.

Segundo Santos (2005:8), são empreendimentos preocupados com a sustentabilidade e qualidade de vida, não somente dentro de seus espaços privados, mas nos espaços urbanos que os integram, visando reduzir seus impactos negativos sobre a cidade e sobre o meio ambiente. Os polos inseridos neste conceito procuram, ainda, promover a vitalidade das ruas e dos espaços de circulação, estimulando as viagens a pé e de bicicleta e por transporte público.

3.1 Estimativa de geração de viagens para PGVs

Para que se determinem os impactos ocasionados pela instalação inadequada de PGVs é necessário um estudo de estimativa de geração de viagens. A principal referência

internacional para esse estudo de estimativa de viagens é o *Intitute of Transportation Engineers – ITE* (2008), muito utilizado em estudos de planejamento de transportes.

O ITE desenvolveu várias metodologias para definir modelos de geração de viagens para diferentes tipologias, uma das tipologias estudadas é a residencial que será foco desse estudo. Para o ITE esses estudos referem-se especificamente às viagens geradas por automóveis, fornecendo o total de veículos no período considerado, que pode ser diário, ou na hora de pico, e a distribuição direcional, que é a percentagem dos fluxos de entrada e saídas, que variam de acordo com o horário investigado.

Na Figura 1 abaixo é ilustrado o algoritmo de decisão sugerido pelo ITE para a abordagem da metodologia a ser adotada em cada pesquisa (equação de regressão ou taxa média ponderada). O termo cluster se refere ao local, no gráfico de dispersão, onde se acumulam parte significativa dos pontos.

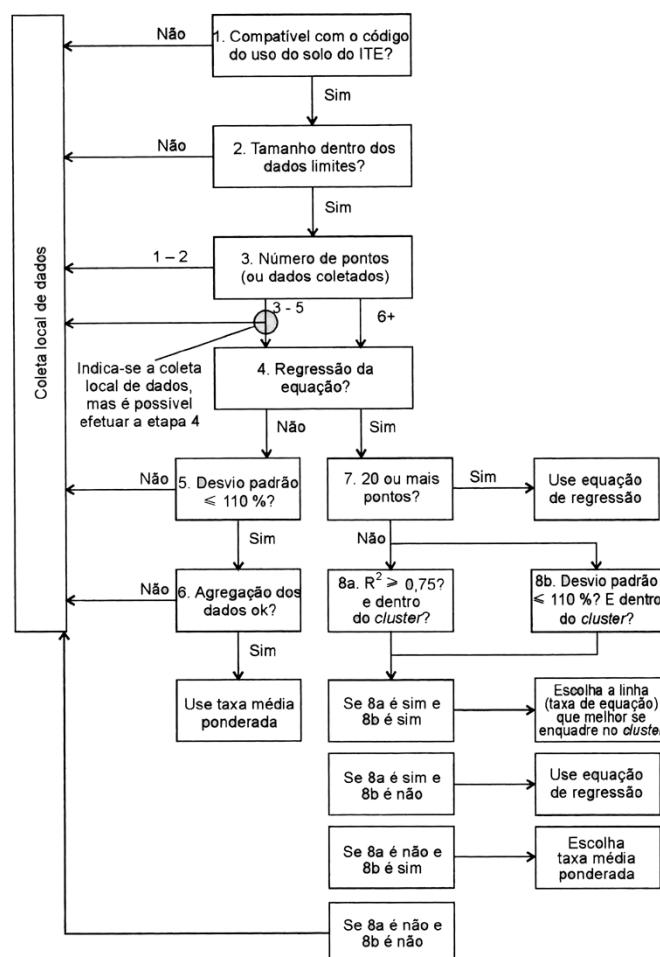


Figura 1: Algoritmo de decisão de abordagem do ITE.

É de grande importância para a realização da coleta de dados a definição do período de realização da pesquisa, o qual deve ser escolhido de forma que sejam evitados períodos de

férias, eventos especiais, períodos de obras, de mau tempo e outros eventos que alterem comportamento típico dos usuários do local escolhido.

As contagens podem ser realizadas por equipamentos automáticos ou manualmente, sempre registrando todas as entradas e saídas em intervalos normalmente de quinze minutos, durante o período pesquisado.

Com os dados obtidos através de contagens, a equação de regressão pode ser calculada, desde que, no mínimo, seis locais tenham sido pesquisados, porém, o *Trip Generation Handbook* (ITE, 2008) recomenda como desejável um mínimo de vinte locais. Para amostras menores, entre 3 e 5 locais, o recomendado é a utilização da média ponderada das taxas de geração de viagens (RedePGV, 2012).

4. MÉTODO

O trabalho consistiu em pesquisa bibliográfica e duas pesquisas de campo. A primeira pesquisa de campo foi realizada para se determinar as características socioeconômicas dos moradores e verificar como se encontrava a situação da mobilidade dos mesmos por intermédio de entrevistas. Nessa pesquisa pode-se também definir o uso do solo a ser estudado definindo dessa forma as diretrizes para a segunda pesquisa de campo.

Na segunda pesquisa de campo foram realizadas contagens das viagens geradas por carros, motocicletas, pessoas a pé e bicicletas nas entradas dos quatro condomínios residenciais. Dessa forma, será feita uma análise dos resultados para possível geração de um modelo de taxa de geração de viagens.

A pesquisa foi realizada em quatro condomínios residenciais verticais localizados na cidade de Juazeiro do Norte no Ceará. Os condomínios do estudo são os Condomínios Residenciais Tenente Coelho I, II, III e IV. Estes surgiram a partir do Programa Minha Casa Minha Vida e possuem tipologia de apartamentos com dois quartos, uma sala, cozinha, um banheiro e área de serviço.

4.1 Pesquisa de campo

A aplicação dos IMUS nas três cidades tem início com a coleta de informações necessárias para o desenvolvimento do estudo. Por requerer o preenchimento de muitos indicadores e apresentar uma estrutura bem diversificada, abrange inúmeros assuntos de diversas áreas. Assim, vários órgãos foram consultados para fornecer os dados.

O processo de levantamento de dados foi feito a partir de pesquisas de opinião pública, consulta a banco de dados disponíveis em sites da prefeitura, IBGE e entrevistas direcionadas a técnicos, gestores de órgãos vinculados à prefeitura e especialistas, pessoalmente ou através de formulários eletrônicos.

Recomenda-se o uso de imagens de satélite para o cálculo de alguns dos escores. No presente trabalho foi utilizado o *Google Earth*. Para aplicação dos pesos referentes a cada

domínio, tema e indicador do IMUS, utilizam-se *softwares* de planilhas eletrônicas do *Microsoft Office Excel*.

O período da coleta de dados foi de janeiro a maio de 2016; já os arquivos de referência para as respostas dos entrevistados foram do período de 2010 a 2016, dado a falta de atualização nos arquivos das fontes de pesquisas utilizadas, sendo o caso mais crítico do banco de dados do IBGE.

5. RESULTADOS PARCIAIS OBTIDOS

5.1 Perfil socioeconômico

Com as entrevistas, levantou-se um perfil socioeconômico dos moradores dos condomínios. A maioria dos entrevistados (81%) era do sexo feminino. A idade predominante dos entrevistados foi dos 25 a 40 anos, representando 43% da amostra. O grau de escolaridade com maior índice foi o de ensino fundamental incompleto (36%), seguido por ensino médio completo com 24%.

5.2 Características das viagens

Grande parte dos moradores entrevistados (52%) afirmaram não possuir meio de transporte particular e 45% desses moradores utilizam o transporte coletivo (ônibus e vans) para realizar as viagens. A finalidade das viagens realizadas são, em sua grande maioria, para trabalho, representando 40% da amostra. Com relação ao tempo de viagem, prevalece um tempo de 30 minutos, representando 27% da amostra.

Para que se comprehenda qual modo de transporte é mais utilizado para realizar as viagens nos quatro condomínios foi arranjado na Figura 2 a distribuição modal das viagens realizadas por todos os condomínios.

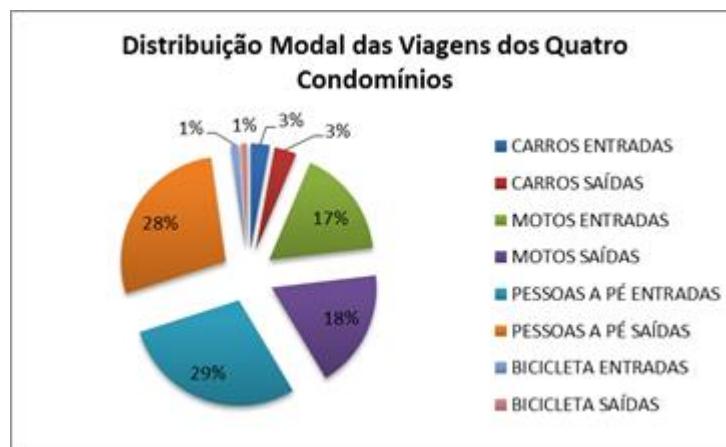


Figura 2: Gráfico da distribuição modal das viagens para os quatro condomínios.

Com relação ao horário de pico dos quatro condomínios, verifica-se que o horário mais acentuado da manhã é no período de 6 às 8h. Já no período da tarde pode-se adotar como horário de pico o compreendido entre 17 e 19h. Para Portugal e Goldner (2003) as horas de pico típicas para condomínios de uso residencial são das 7 às 9h e das 16 às 18h. É notória a

diferença de uma hora entre os horários de pico dos condomínios em estudo para os de Portugal e Goldner, entretanto isso se deve a tipologia dos condomínios estudados, pois, esses condomínios, são formados por moradores de baixa renda que dependem do transporte público para se deslocar. Outro motivo da disparidade entre os horários de pico é devido a distância dos condomínios para o centro da cidade, fazendo com que os moradores tenham que sair mais cedo de casa para trabalhar e voltem mais tarde da noite.

5.3 Taxa de geração de viagens – média ponderada

Inicialmente, para a geração dos modelos, será apresentado na Tabela 01 os dados de viagens, em função do período da contagem e a variável explicativa (número de unidades ocupadas) dos condomínios.

Tabela 1: Dados totalizados de viagens.

| Período | Condomínio | Viagens | | | | | Unidades Ocupadas |
|-----------|------------|---------|-------|--------------|-----------|-------|-------------------|
| | | Carro | Motos | Pessoas a pé | Bicicleta | Total | |
| 6 às 20h | 1 | 178 | 983 | 1043 | 66 | 2270 | 320 |
| | 2 | 156 | 889 | 1325 | 55 | 2425 | 352 |
| | 3 | 177 | 959 | 1570 | 63 | 2769 | 352 |
| | 4 | 128 | 664 | 1692 | 45 | 2529 | 256 |
| 6 às 8h | 1 | 27 | 203 | 190 | 19 | 439 | 320 |
| | 2 | 31 | 166 | 246 | 8 | 451 | 352 |
| | 3 | 40 | 188 | 226 | 13 | 467 | 352 |
| | 4 | 32 | 126 | 272 | 7 | 437 | 256 |
| 17 às 19h | 1 | 44 | 197 | 197 | 21 | 459 | 320 |
| | 2 | 23 | 210 | 285 | 24 | 542 | 352 |
| | 3 | 42 | 186 | 363 | 18 | 609 | 352 |
| | 4 | 31 | 140 | 430 | 13 | 614 | 256 |

Com os dados dos quatro condomínios coletados e totalizados, partiu-se para a elaboração do modelo. Primeiramente foi definido qual metodologia seria utilizada para a determinação da taxa de geração de viagens. Seguindo o fluxograma do ITE (Figura 1), tem-se que o número de condomínios estudados está entre 3 e 5 e o desvio padrão é menor que 110%, portanto, deve-se optar pelo uso da taxa média ponderada.

Após definido o modelo a ser utilizado foi obtido as taxas de geração de viagens de cada condomínio pela média ponderada, por unidade ocupada, bem como o desvio padrão e o coeficiente de variação dessas taxas para os períodos de estudo, como segue a Tabela 2, 3 e 4.

Observa-se através das Tabelas 2, 3 e 4 que os coeficientes de variação apresentaram valores relativamente baixos o que indica baixa dispersão entre os valores, ou seja, menor dispersão de dados em torno da média.

Tabela 2: Taxa de geração de viagens, modo carro, por unidades ocupadas no período de 6 às 20h.

| Carro | | | | |
|-------------------------|------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| Hora de Projeto | Condomínio | Dados | | Taxa de Geração |
| | | Variável Explicativa | Viagens Geradas | |
| 6 às 20h | 1 | 320 | 178 | 0,56 |
| | 2 | 352 | 156 | 0,44 |
| | 3 | 352 | 177 | 0,50 |
| | 4 | 256 | 128 | 0,50 |
| Média Ponderada | | | | 0,50 |
| Desvio Padrão | | | | 0,05 |
| Coeficiente de Variação | | | | 9% |

Tabela 3: Taxa de geração de viagens, modo carro e moto, por unidades ocupadas no período de 6 às 20h.

| Carro/Moto | | | | |
|-------------------------|------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| Hora de Projeto | Condomínio | Dados | | Taxa de Geração |
| | | Variável Explicativa | Viagens Geradas | |
| 6 às 20h | 1 | 320 | 1161 | 3,63 |
| | 2 | 352 | 1045 | 2,97 |
| | 3 | 352 | 1136 | 3,23 |
| | 4 | 256 | 792 | 3,09 |
| Média Ponderada | | | | 0,50 |
| Desvio Padrão | | | | 0,05 |
| Coeficiente de Variação | | | | 9% |

Tabela 4: Taxa de geração de viagens, modo bicicleta e a pé, por unidades ocupadas no período de 6 às 20h.

| | | Bicicleta/A pé | | |
|-------------------------|------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| Hora de Projeto | Condomínio | Dados | | Taxa de Geração |
| | | Variável Explicativa | Viagens Geradas | |
| 6 às 20h | 1 | 320 | 1109 | 3,47 |
| | 2 | 352 | 1380 | 3,92 |
| | 3 | 352 | 1633 | 4,64 |
| | 4 | 256 | 1737 | 6,79 |
| Média Ponderada | | | | 4,58 |
| Desvio Padrão | | | | 1,48 |
| Coeficiente de Variação | | | | 31% |

Para exemplificar a taxa média de geração de viagens, foi plotado um gráfico com os valores dessas taxas em função da variável explicativa e das viagens geradas para os condomínios estudados (Figura 3, 4 e 5). Deve-se ressaltar que a linha formada pela taxa média ponderada sempre passa pelo ponto (0;0) e que o coeficiente angular da reta é a própria taxa média ponderada.

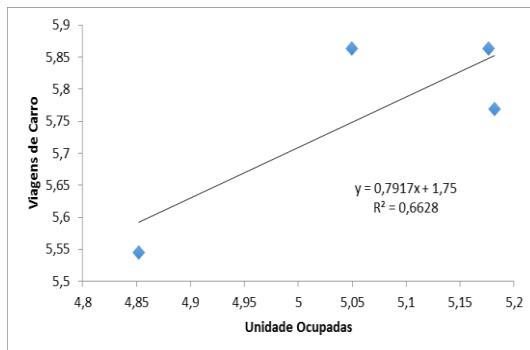


Figura 3: Taxa média ponderada de geração de viagens para modo carro.

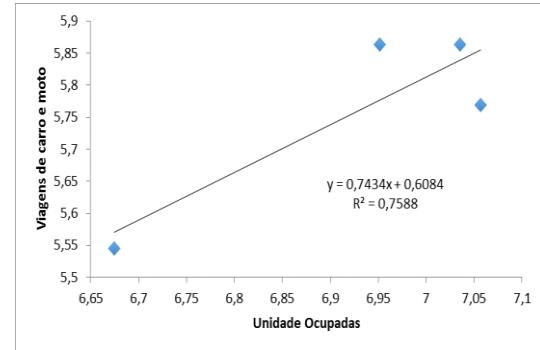


Figura 4: Taxa média ponderada de geração de viagens para modo carro e moto.

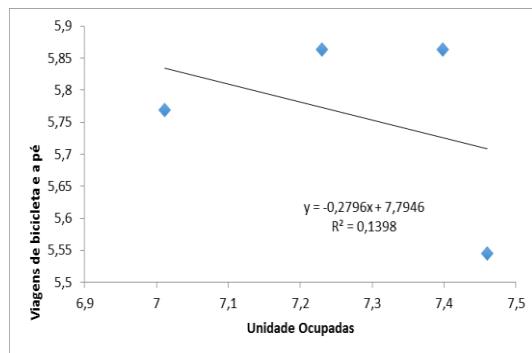


Figura 5: Taxa média ponderada de geração de viagens para modo bicicleta e a pé.

É notório que os valores da taxa média ponderada em relação aos pontos dos condomínios estudados para todos os modos possuem valores bem homogêneos, havendo pequeno desvio entre os pontos em relação à taxa média ponderada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os condomínios estudados podem ser considerados Polos Geradores de Viagens, já que, a taxa média de geração de viagens para todos os condomínios por unidades ocupadas foi de 7,81, o que supera o valor da taxa de geração de viagens do ITE para esse mesmo modal (5,81). Além da taxa ser superada é notório as consequências, a princípio negativas causadas pela implantação sem estudo prévio, que estes condomínios trouxeram para a região. É possível observar a presença de acidentes nas vias de acesso, vias deterioradas, congestionamento, modificação do uso do solo e etc., características estas de empreendimentos que são Polos Geradores de Viagens.

Os condomínios residenciais multifamiliares estão tomando o lugar das residências isoladas, isto é causado tanto pela segurança quanto pela supervalorização dos terrenos, contudo as implantações desses condomínios são feitas sem planejamento, gerando ineficiência dos sistemas de transporte público e acarretando em congestionamentos em vários acessos da região onde foi implantado.

Para o cálculo da taxa de geração de viagens deste trabalho foram elaborados modelos por meio da média ponderada, que é o mais indicado para a quantidade de objetos estudados. Todos os modelos foram gerados em função da variável explicativa “unidades ocupadas”, nos períodos de 6h às 20h, 6h às 8h e 17h às 19h e através dos modos viagens de carro, a pé, de motocicleta, de bicicleta e todos os modos. Os desvios padrão dos modelos elaborados foram pequenos, mostrando uma grande homogeneidade de dados.

Da distribuição modal das viagens geradas pelos condomínios, observou-se grande representatividade do modo pessoas a pé (57% das viagens geradas), o segundo lugar ficou com as motos (35%) e o terceiro lugar com os carros (6%). Esse resultado so afirma a necessidade de um transporte coletivo eficaz para atender os moradores que, por possuirem renda mensal de até três salários mínimos, não possuem carros ou motocicletas.

Os modelos obtidos foram obtidos somente para quatro objetos, portanto, os mesmos devem ser utilizados com cautela, pois podem gerar discrepâncias em função da realidade da

região e das características do objeto de estudo. Quanto maior o volume de pesquisas realizadas, com um maior número de objetos abordados, maior poderá ser a precisão, confiabilidade e a utilidade dos modelos gerados.

Para comparação deste trabalho com outros é necessário atentar as diferenças socioeconômicas e locacionais, pois, no caso deste trabalho, os objetos estudados faziam parte de um programa o Minha Casa Minha Vida, se encontravam distantes do centro da cidade, eram habitados por pessoas de baixa renda e por uma maioria de moradores com escolaridade de ensino fundamental incompleto.

É necessária a continuidade de estudo e conhecimento sobre Polos Geradores de Viagens, principalmente do caso de condomínios residenciais verticais, que estão em ascensão na região de estudo. Estes condomínios não são tratados com o cuidado necessário pelos gestores municipais, e podem causar sérios danos à eficiência do transporte urbano e, por consequência, a qualidade de vida na cidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, E. P.; Portugal, L. S.(2012) **Geração de viagens em PGV**. Rio de Janeiro.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Minha Casa Minha Vida – Recursos FAR**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/programas-uniao/habitacao/minha-casa-minha-vida/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 13 de Fevereiro de 2015
- CET/SP. **Polos Geradores de Tráfego**. Boletim Técnico nº 32, Prefeitura Municipal de São Paulo, Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo, 2000.
- CONTIJO, G. A. S.; RAIÀ JR, A. A. **Processo metodológico para elaboração de modelos de atração de viagens em hospitais públicos brasileiros**. In: Pan-American Conference Traffic and Transportation Engineering and Logistics, XVI, 2010, Lisbon. Proceedings of Conference CVI. Lisboa: ISTL, 2010. V. 1. p. 1-21.
- DENATRAN. **Manual de procedimentos para o tratamento de polos geradores de tráfego**. Brasília: Denatran/FGV, 2001. 84f.
- Grieco, E. P. (2010) **Taxas de Geração de Viagens em Condomínios Residenciais – Niterói – Estudo de Caso**. Monografia (Especialização em Engenharia Urbana). Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ITE. **Trip Generation**. Na ITE Report. 8th ed. Institute of Transportation Engineers, Washington, DC, USA: 2008.
- PORtUGAL, L. S.; GOLDNER, L. G. **Estudo de polos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2003.
- PORtUGAL, L. S. (Org). **Polos Geradores de Viagens orientados à qualidade de vida e ambiental: modelos e taxas de geração de viagens**. Rio de Janeiro: 2012.
- Rede PGV – **Rede Íbero-Americana de estudo em polos geradores de viagens**. Disponível em: <<http://redpgv.coppe.ufrj.br/>>. Acesso em: 05 de Março de 2015.

SILVA, L. **Influência dos polos geradores de viagens para estudos de geração de viagens: um estudo de caso nos supermercados e hipermercados.** Dissertação de mestrado em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, Brasília: 2006.

TORQUATO, Tiago Lourenço de Lima. **Modelos de Geração de Viagens para condomínios residenciais horizontais.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade de São Carlos, São Carlos: 2013.

**APLICAÇÃO E ANÁLISE DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL (IMUS) EM
MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE NO ESTADO DO CEARÁ**
ESTUDO DE CASO: CARIRIAÇU, JARDIM E MISSÃO VELHA

Izadora Alencar Nogueira
Ary Ferreira da Silva
Maria Carolina da S. Oliveira
Paulo Francisco Saraiva Caselli

Universidade Federal do Cariri

RESUMO

Neste estudo aplicou-se o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) nas cidades localizadas no Sul do Ceará: Caririaçu, Jardim e Missão Velha. O objetivo é revelar a real situação de mobilidade de cada cidade, apontando problemas que necessitam da intervenção dos gestores. Permite a comparação entre as cidades e identifica as mudanças na estrutura da ferramenta que mais viabilizaria a sua aplicação em municípios de pequeno porte. Os resultados indicaram que Jardim e Missão Velha tem um desempenho semelhante e melhor do que Caririaçu em relação às condições de mobilidade urbana. Este comparativo identifica os aspectos comuns que promovem ou atrapalham a mobilidade sustentável. Revela ainda a importância do contexto na avaliação das cidades, pois todas as cidades, apesar de diferentes pontuações, são semelhantes, dado o tamanho e índice de desenvolvimento entre as mesmas. Devido à indisponibilidade de informações e dados, apenas 53 dos 87 indicadores foram calculados e sugere-se a necessidade de modificação no método de cálculo de alguns deles.

Palavras-chave: Cidades Sustentáveis; Sistema de Transporte; Índices de Mobilidade; Desenvolvimento Urbano.

ABSTRACT

In this study we applied the Sustainable Urban Mobility Index (Imus) in cities located in the south of Ceará: Caririaçu, Jardim and Missão Velha. The purpose is to reveal the actual situation of mobility of each city, pointing out problems that require the intervention of managers. It also allows the comparison between cities and identifies the changes in the tool structure that more would allow its application in small towns. The results of the indexes indicated that Jardim and Missão Velha has a similar and better performance than Caririaçu according to the conditions of urban mobility. This comparison identifies the common features that promote or muddle sustainable mobility. Also reveals the importance of context in the evaluation of cities, for all cities, although different scores, are similar, given the size and development index between them. Due to unavailability of information and data, only 53 of the 87 indicators were calculated and suggest the need for change in the calculation method of some of them.

Keywords: Sustainable Cities; Transport system; Indices of mobility; Urban Development.

1. INTRODUÇÃO

Dante do desenvolvimento urbano acelerado e desordenada, surgem inúmeros problemas que derivam ou têm alguma relação com os sistemas de transporte e circulação, como, por exemplo, desigualdade social, condições dos equipamentos inadequados destinados à acessibilidade, inadequação de sistemas de transporte coletivo e congestionamentos. Por essa razão, existe uma preocupação por parte de técnicos e gestores das cidades em rever suas estratégias de planejamento urbano, abordando as questões sociais, econômicas e ambientais com o uso de ferramentas de auxílio, para o diagnóstico, definição de metas e monitoramento das ações adotadas, especialmente após a Lei Federal nº 12.587/2012, conhecida como “Lei da Mobilidade”. Esta lei define princípios e diretrizes compatíveis com os conceitos de mobilidade

urbana sustentável, tornando obrigatória a elaboração de Plano de Mobilidade Urbana (PMU), integrado e compatível com os respectivos planos diretores ou neles inseridos, para os municípios com população acima de 20 mil habitantes.

Uma alternativa de ferramenta é o uso de índices e indicadores. O Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), concebido por Costa (2008), é uma ferramenta muito útil, de fácil entendimento e eficiente em orientar as políticas de planejamento e gestão da mobilidade, ao diagnosticar as condições de mobilidade. Sua aplicação, para fins comparativos de resultados entre diferentes municípios, ainda necessita, no entanto, ser investigada.

Em cidades de pequeno porte, o volume de pessoas que circulam diariamente nas ruas faz com que esses municípios já mereçam estudos em relação à mobilidade. Assim, é necessário ampliar o debate sobre o planejamento de Mobilidade Urbana para cidades de pequeno porte que apresentam dinâmicas e dilemas diferentes dos verificados nas cidades de grande e médio porte.

Este estudo tem como objetivo geral avaliar a adequabilidade da aplicação do atual modelo do IMUS - Índice de Mobilidade Urbana Sustentável em cidades de pequeno porte na região do Cariri cearense, como forma de contribuir para determinação do seu grau de sustentabilidade e com a gestão municipal quanto as políticas públicas que necessitam ser melhorados para tornar o município mais sustentável.

Devido a atual situação dessas vias na região do cariri é necessário haver uma forma de avaliação que sirva como termômetro e alerta para as autoridades locais e principalmente para a população, a qual é imputada a responsabilidade primária de construção e manutenção de tais calçadas.

2. OBJETIVO

Avaliar a adequabilidade da aplicação do atual modelo do IMUS - Índice de Mobilidade Urbana Sustentável em cidades de pequeno porte na região do Cariri cearense, como forma de contribuir para determinação do seu grau de sustentabilidade e com a gestão municipal quanto as políticas públicas que necessitam ser melhorados para tornar o município mais sustentável.

3. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

3.1 A cidade de Caririaçu

Localiza-se na Microrregião de Caririaçu, integrante da Região Metropolitana do Cariri, mesorregião do Sul Cearense. Distante 503 quilômetros da capital, Fortaleza. Coordenadas geográficas: latitude: 7° 02' 31" Sul; longitude: 39° 17' 02" Oeste.

A cidade limita-se com os seguintes municípios limítrofes: Norte – Granjeiro e Várzea Alegre; Sul – Juazeiro do Norte e Missão Velha; Leste – Lavras da Mangabeira e Aurora; Oeste – Farias Brito e Crato. Possui área total de 623,823km², sendo que a área urbana em estudo equivale a 1,60 km² e a população total é de aproximadamente 26.393 habitantes.

3.2 A cidade de Jardim

Município do estado do Ceará, integrante da Região Metropolitana do Cariri, mesorregião do Sul Cearense. Distante 540 quilômetros da capital, Fortaleza. Coordenadas geográficas: latitude: 7° 34' 55" Sul; longitude: 39° 17' 52" Oeste.

A cidade limita-se com os seguintes municípios limítrofes: Norte – Barbalha; Sul – estado de Pernambuco; Leste – Porteiras, Jati e Penaforte; Oeste – também com o estado de Pernambuco. Possui área total de 457,034km², sendo que a área urbana em estudo equivale a 1,40 km² e a população total do município é de aproximadamente 26.697 habitantes.

3.3 A cidade de Missão Velha

Município do estado do Ceará, integrante da Região Metropolitana do Cariri, mesorregião do Sul Cearense. Distante 535 quilômetros da capital, Fortaleza. Coordenadas geográficas: latitude: 7° 14' 59" Sul; longitude: 39° 08' 35" Oeste. Sua economia está baseada, principalmente, na indústria e agricultura.

Os municípios de Missão Velha e Juazeiro do Norte, principal polo econômico da região metropolitana, comunicam-se apenas por via férrea e estradas carroçais. Há uma grande perspectiva de desenvolvimento com a construção da Ferrovia Transnordestina, com a Transposição das Águas do Rio São Francisco via Bacia do Rio Salgado.

A cidade limita-se com os seguintes municípios limítrofes: Norte – Aurora e Caririaçu; Sul – Brejo Santo, Porteiras e Jardim; Leste – Milagres, Abaiara; Oeste – Juazeiro do Norte e Barbalha. Possui área total de 651,108km², sendo que a área urbana em estudo equivale a 2,40 km² e a população total é de aproximadamente 34.258 habitantes.

Os municípios de Caririaçu, Jardim e Missão Velha, por serem integrantes da Região Metropolitana do Cariri (RMC), apesar das diferenças que existem entre si, desenvolvem-se de forma compartilhada e estão no mesmo patamar em termos de população urbana, de oportunidade de emprego e renda e de acesso ao principal polo da RMC que é Juazeiro do Norte, fazendo com que o estudo possa comparar a mobilidade urbana entre eles sem ter variáveis muito diferentes que interfiram no resultado final da pesquisa.

Um ponto positivo é o alcance equidistante ao centro urbano, favorecendo os deslocamentos a pé, de bicicleta e de automóveis. Algumas praças e áreas verdes possuem acesso apropriado a pedestres e a usuários de cadeira de rodas. Existem problemas na região central, pois, há domicílios sem calçadas, ou com calçadas muito estreitas que impossibilitam a circulação de pedestres, induzindo-os a andarem pelas ruas.

Algumas ruas geram conturbações com sinalizações precárias, principalmente em áreas onde funcionam o comércio de frutas e verduras em determinados dias da semana, ou nas vias que são trechos de rodovias intermunicipais, como é o caso de Caririaçu.

4. METODOLOGIA

O IMUS foi idealizado com o objetivo de identificar fatores críticos, a fim de indicar e analisar os aspectos relacionados à mobilidade urbana e projeções futuras, para dar suporte e uso na gestão municipal.

4.1 Quanto a Coleta de dados

A aplicação dos IMUS nas três cidades tem início com a coleta de informações necessárias para o desenvolvimento do estudo. Por requerer o preenchimento de muitos indicadores e apresentar uma estrutura bem diversificada, abrange inúmeros assuntos de diversas áreas. Assim, vários órgãos foram consultados para fornecer os dados.

O processo de levantamento de dados foi feito a partir de pesquisas de opinião pública, consulta a banco de dados disponíveis em sites da prefeitura, IBGE e entrevistas direcionadas a técnicos, gestores de órgãos vinculados à prefeitura e especialistas, pessoalmente ou através de formulários eletrônicos.

Recomenda-se o uso de imagens de satélite para o cálculo de alguns dos escores. No presente trabalho foi utilizado o *Google Earth*. Para aplicação dos pesos referentes a cada domínio, tema e indicador do IMUS, utilizam-se softwares de planilhas eletrônicas do *Microsoft Office Excel*.

O período da coleta de dados foi de janeiro a maio de 2016; já os arquivos de referência para as respostas dos entrevistados foram do período de 2010 a 2016, dado a falta de atualização nos arquivos das fontes de pesquisas utilizadas, sendo o caso mais crítico do banco de dados do IBGE.

4.2 Diagnóstico da mobilidade urbana pelo cálculo do IMUS

De posse dos dados, se obtém o escore normalizado que é uma avaliação do resultado obtido com as pesquisas e questionários que varia de 0 (pior caso) a 1 (melhor caso) para cada indicador.

Inicialmente foi realizado o cálculo do IMUS global, Equação 1, onde os escores são multiplicados pelos pesos atribuídos a cada domínio, tema e indicador para o cálculo dos índices dos indicadores e posteriormente calculado o índice global, que é o somatório de todos os índices dos indicadores, como pode ser observado na tabela de exemplificação de um domínio.

$$\text{Equação 1 – Cálculo do IMUS } \text{IMUSg} = \sum (\text{escore} * \text{domínio} * \text{tema} * \text{indicador})$$

Na falta de dados para o cálculo de algum indicador, deve-se adaptar a distribuição dos pesos dos dados não disponíveis entre aqueles disponíveis. A estrutura do IMUS apresenta esta característica, podendo adaptar-se à ausência de algum indicador entre aqueles ainda disponíveis. Para isso, deve-se recalcular a proporção entre os indicadores remanescentes no Tema. Caso algum Tema não possa ser calculado devido à ausência de informação para o cálculo do/dos indicador(es), deve-se recalcular a proporção dos demais Temas que compõem o Domínio.

A Tabela 1 apresenta a redistribuição dos pesos entre os indicadores e, quando há falta de informação para a execução do cálculo, o peso do indicador ausente deverá ser redistribuído para os demais indicadores dentro do mesmo Tema.

Tabela 1 – Redistribuição de pesos entre os indicadores

| Indicadores | Peso |
|---|--------|
| Acessibilidade ao transporte público | 0,33 |
| Transporte público para pessoas com necessidade especiais | 1,00/3 |
| Despesas com transportes | 0,33 |
| | |
| Indicadores | Peso |
| Acessibilidade ao transporte público | - |
| Transporte público para pessoas com necessidade especiais | 1,00/2 |
| Despesas com transportes | 0,50 |

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2016)

Em um segundo momento, foram calculados os valores do “IMUS superior e inferior”, onde na indisponibilidade de algum dado, o escore respectivo era substituído por 1,00 (superior) e 0,00 (inferior). Obtiveram-se, assim, os intervalos para os possíveis valores do IMUS considerando todos os indicadores para realizar uma comparação dos resultados com o global calculado das três cidades estudadas sem trazer prejuízo na qualidade da ferramenta devido a exclusão de algum indicador. Foram analisados os escores obtidos em cada um dos 87 indicadores a fim de encontrar informações desagregadas de cada município.

Complementarmente foi proposta uma nova forma de cálculo do IMUS, a versão simplificada, considerando apenas os indicadores em comum calculados nas três cidades. Para isso, pode ser necessário redistribuir os pesos de alguns dos indicadores e alguns Temas.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo contempla locais que integram a Região Metropolitana do Cariri, com características comuns entre si em relação à população, área urbanizada, papel na dinâmica geográfica e econômica.

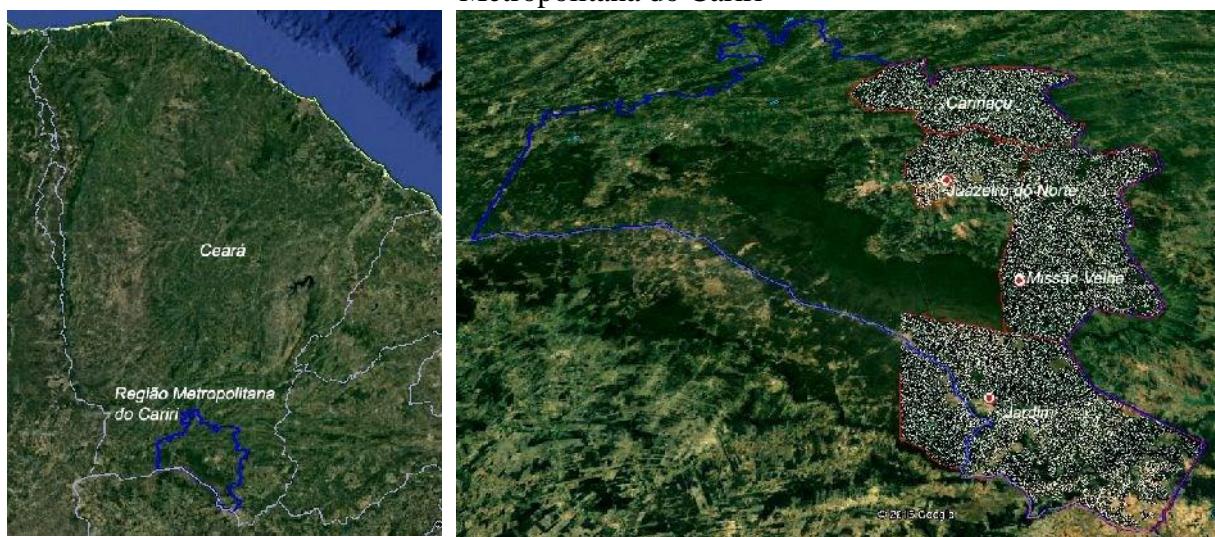
A Tabela 2 resume alguma dessas características para cada cidade selecionada, quando se tratando da população urbana. Já a Figura 1 traz a localização geográfica de cada município.

Tabela 2 – Características comuns às três cidades

| Município | População urbana (hab.) | Área urbanizada (km ²) | Densidade urbana (hab./km ²) |
|--------------|-------------------------|------------------------------------|--|
| Missão Velha | 15419 | 2,4 | 6424,58 |
| Jardim | 8994 | 1,4 | 6424,28 |
| Caririaçu | 14031 | 1,6 | 8769,37 |

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2016)

Figura 1 – Localização geográfica de Caririaçu, Jardim e Missão Velha na Região Metropolitana do Cariri

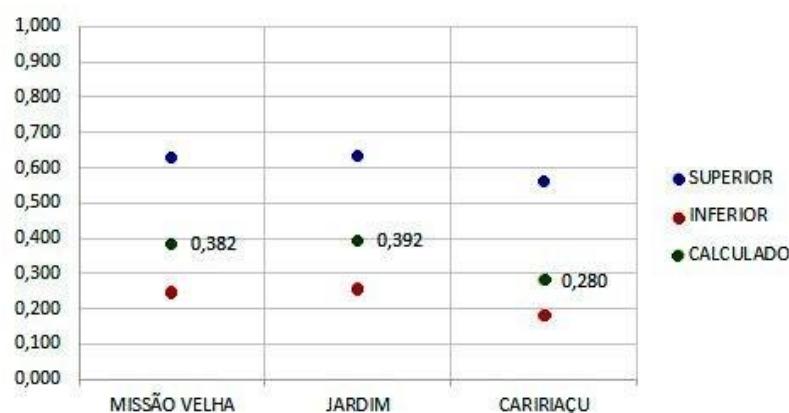


Fonte: Desenvolvido pelo autor (2016)

5.1 Diagnóstico da mobilidade urbana pelo cálculo do IMUS

Foi calculado para as três cidades, sintetizados na Figura 2, o IMUS global, superior que considera todos os dados indisponíveis como 1,00 e inferior que considera como 0,00. Pela Tabela 3, pode-se observar a quantidade de indicadores e temas calculados para cada cidade, bem como o valor exato do IMUS mostrado na figura 2. Através do comparativo, observa-se que Missão Velha e Jardim apresentaram desempenhos semelhantes e ligeiramente superiores a Caririçaú.

Figura 2 – Resultado do cálculo do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2016)

Tabela 3 – Resultado do cálculo do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável

| CIDADE | MISSÃO VELHA | JARDIM | CARIRIÇAU |
|--------------------|--------------|--------|-----------|
| SUPERIOR | 0,627 | 0,634 | 0,559 |
| INFERIOR | 0,249 | 0,256 | 0,181 |
| CALCULADO | 0,382 | 0,392 | 0,280 |
| INDICADORES | 53 | 53 | 53 |
| TEMAS | 30 | 30 | 30 |
| % IND CALC | 61% | 61% | 61% |

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2016)

A partir da análise completa do cálculo do IMUS foi possível observar que 53, dos 87 indicadores, foram calculados para as três cidades em comum (Figura 3). Dos 37 temas, 07 não foram calculados: Acessibilidade aos sistemas de transportes; Inclusão Social; Vias para transporte coletivo; Áreas centrais e de interesse histórico; Disponibilidade e qualidade do transporte público; Integração do transporte público; e Política Tarifária. Dessa maneira, todos os domínios foram calculados.

Figura 3 – Escores dos 48 indicadores em comum

| Domínio | Tema | Indicadores | MISSAO VELHA | JARDIM | CARIRIAÇU |
|----------------------------------|----------|---|--------------|--------|-----------|
| 1. Acessibilidade | 1.2 | 1.2.1 Travessias adaptadas a pessoas com necessidades especiais | 0,25 | 0,25 | 0,00 |
| | | 1.2.2 Acessibilidade a espaços abertos | 0,83 | 0,61 | 0,81 |
| | | 1.2.3 Vagas de estacionamento para pessoas com necessidades especiais | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | 1.2.4 Acessibilidade a edifícios públicos | 0,50 | 0,25 | 0,25 |
| | | 1.2.5 Acessibilidade nos serviços essenciais | 0,77 | 0,68 | 0,93 |
| 2. Aspectos Ambientais | 1.3 | 1.3.1 Fragmentação urbana | 0,70 | 0,88 | 0,88 |
| | 1.4 | 1.4.1 Ações para acessibilidade universal | 0,25 | 0,00 | 0,00 |
| | 2.1 | 2.1.4 Estudos de Impacto Ambiental | 0,00 | 0,50 | 0,00 |
| 3. Aspectos Sociais | 2.2 | 2.2.2 Uso de energia limpa e combustíveis alternativos | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 3.1 | 3.1.1 Informação disponível ao cidadão | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 3.3 | 3.3.1 Educação para o desenvolvimento sustentável | 0,50 | 0,25 | 0,00 |
| | 3.4 | 3.4.1 Participação na tomada de decisão | 0,33 | 0,00 | 0,00 |
| 4. Aspectos Políticos | 3.5 | 3.5.1 Qualidade de Vida | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| | 4.1 | 4.1.1 Integração entre níveis de governo | 0,75 | 0,75 | 0,00 |
| | 4.2.1 | 4.2.1 Captação de recursos | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 4.2.2 | 4.2.2 Investimentos em sistemas de transportes | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| | 4.2.4 | 4.2.4 Distribuição dos recursos (motorizados x não-motorizados) | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 5. Infraestrutura de Transportes | 4.3 | 4.3.1 Política de mobilidade urbana | 0,00 | 0,75 | 0,00 |
| | 5.1 | 5.1.1 Densidade e conectividade da rede viária | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | 5.1.2 | 5.1.2 Vias pavimentadas | 0,62 | 0,61 | 0,80 |
| | 5.1.3 | 5.1.3 Despesas com manutenção da infra-estrutura de transportes | 0,50 | 0,25 | 0,50 |
| 6. Modos Não Motorizados | 5.1.4 | 5.1.4 Sinalização viária | 0,60 | 0,20 | 0,20 |
| | 6.1.1 | 6.1.1 Extensão e conectividade de ciclovias | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 6.1.3 | 6.1.3 Estacionamento para bicicletas | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 6.2.1 | 6.2.1 Vias para pedestres | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 6.2.2 | 6.2.2 Vias com calçadas | 0,25 | 0,75 | 0,50 |
| 7. Planejamento Integrado | 6.3 | 6.3.4 Ações para redução do tráfego motorizado | 0,25 | 0,25 | 0,00 |
| | 7.1.1 | 7.1.1 Nível de formação de técnicos e gestores | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 7.1.2 | 7.1.2 Capacitação de técnicos e gestores | 0,25 | 0,00 | 0,00 |
| | 7.3 | 7.3.1 Consórcios intermunicipais | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 7.4 | 7.4.1 Transparéncia e responsabilidade | 0,75 | 0,25 | 0,75 |
| | 7.5.1 | 7.5.1 Vazões urbanas | 0,50 | 0,33 | 0,79 |
| | 7.5.3 | 7.5.3 Densidade populacional urbana | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| | 7.5.4 | 7.5.4 Índice de uso misto | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | 7.5.5 | 7.5.5 Ocupações irregulares | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | 7.6.1 | 7.6.1 Planejamento urbano, ambiental e de transportes integrado | 0,50 | 0,00 | 0,50 |
| 8. Tráfego e Circulação Urbana | 7.6.2 | 7.6.2 Efectivação e continuidade das ações | 0,75 | 1,00 | 1,00 |
| | 7.7.1 | 7.7.1 Parques e áreas verdes | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| | 7.7.2 | 7.7.2 Equipamentos urbanos (escolas) | 0,43 | 1,00 | 0,46 |
| | 7.7.3 | 7.7.3 Equipamentos urbanos (postos de saúde) | 0,80 | 0,95 | 0,82 |
| | 7.8.1 | 7.8.1 Plano Diretor | 0,50 | 1,00 | 0,50 |
| 9. Sistemas de Transporte Urbano | 7.8.2 | 7.8.2 Legislação urbanística | 0,30 | 0,50 | 1,00 |
| | 7.8.3 | 7.8.3 Cumprimento da legislação urbanística | 1,00 | 0,50 | 0,25 |
| | 8.1.1 | 8.1.1 Acidentes de trânsito | 0,89 | 0,89 | 0,89 |
| | 8.1.2 | 8.1.2 Acidentes com pedestres e ciclistas | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | 8.1.3 | 8.1.3 Prevenção de acidentes | 0,75 | 1,00 | 0,25 |
| 9. Sistemas de Transporte Urbano | 8.2.1 | 8.2.1 Educação para o trânsito | 0,25 | 1,00 | 0,25 |
| | 8.3.2 | 8.3.2 Velocidade média de tráfego | 1,00 | 0,75 | 1,00 |
| | 8.4 | 8.4.1 Violiação das leis de trânsito | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 8.5.1 | 8.5.1 Índice de motorização | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | 8.5.2 | 8.5.2 Taxa de ocupação dos veículos | 0,33 | 1,00 | 0,33 |
| 9 DOMÍNIOS | 30 TEMAS | 53 INDICADORES | | | |

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2016)

Dos indicadores calculados, 10 obtiveram resultado ruim na maioria das cidades, o que revela problemas em comum entre elas ou indica necessidade de revisão do método de cálculo ou dos valores de referência. De forma análoga, foi visto que três indicadores que foram muito bem avaliados, além de revelar uma boa situação da cidade, sugerem uma modificação nos valores de referência.

Os indicadores com valores muito baixo, devido à deficiência nas cidades em comum, mas que não sugerem um problema nos valores de referência, são: Vagas de estacionamento para pessoas com necessidades especiais; Uso de energia limpa e combustíveis alternativos; Informação disponível ao cidadão; Captação de recursos; Extensão e conectividade de ciclovias; e Consórcios intermunicipais.

No indicador Estacionamentos para bicicletas, a baixa avaliação indica pouco investimento neste tipo de infraestrutura. Por outro lado, indica a possibilidade de adequação do indicador para medir também a existência de paraciclos ou bicicletários em vias, prédios e espaços públicos.

Consideraria apenas a intermodalidade, mas também a existência de ações voltadas à criação ou manutenção de polos geradores de viagens sustentáveis. Problema já observado em cidades de médio porte por Oliveira (2014).

Semelhante ao indicador citado acima, o Vias para pedestres revela a inexistência de redes como passarelas, calçadões, vias exclusivas, vias com prioridade para pedestre em determinados períodos do dia e calçadas com segregação física. Isto é grave tendo em vista a demanda em determinados locais como centro de travessia de rodovia que passa pela cidade e trechos críticos do centro comercial que caracterizam situação-problema.

Sugere-se a adequação dos valores de referência para faixas menores e observa-se que, no geral, as vias para pedestres são inferiores a 25% do sistema viário urbano, assim, seria interessante que essa faixa diminuisse para 10%.

Em Densidade populacional urbana, os indicadores mostraram que as cidades têm alta densidade demográfica, se comparadas a outras cidades até de portes maiores. Ainda assim, verifica-se a necessidade de revisão dos valores de referência desse indicador que tem como objetivo avaliar a concentração da população em áreas bem servidas de infraestrutura urbana, além do controle da expansão urbana. Isto já havia sido observado por Miranda (2010), em Curitiba, e por Oliveira (2014), em São Carlos (SP).

Foi observado que o indicador Parques e áreas verdes mostrou baixos valores de escores de todas as cidades, o que se observou igualmente no trabalho de Oliveira (2014). Tal fato indica a necessidade de revisão dos valores de referência que tem como objetivo inferir a área urbana com cobertura vegetal por habitante. As cidades, por não terem áreas de preservação ambiental ou unidades de conservação dentro do perímetro urbano, foram prejudicadas na avaliação desse indicador.

Nos indicador Acidente de trânsito, houve, em todas as cidades, uma avaliação muito boa, que revela um bom diagnóstico das condições atuais desses locais, porém, ao serem analisados os valores de referência no guia dos indicadores, é notória a necessidade de adequação, já que no mesmo a escala é muito grande com relação ao número de mortos em acidentes de trânsito ocorridos em vias urbanas do município no ano de referência por 100.000 habitantes.

Esta escala é apropriada para uma cidade de grande porte, onde ocorrem mais acidentes em virtude do tráfego elevado, o que não é constatado em cidades menores. Uma sugestão é substituir a escala de 0, 100, 200, 300, 400 ou mais mortos por 0, 50, 100, 150, 200 ou mais mortos por 100.000 habitantes.

De forma semelhante, o indicador Acidentes com pedestres e ciclistas, ainda que traduza uma boa avaliação das três cidades, sugere uma adequação nos seus valores de referência para diminuir a faixa da escala da porcentagem dos acidentes de trânsito ocorridos em vias urbanas do município no ano de referência envolvendo pedestres e ciclistas de até 5%, 10%, 15%, 20% e 25% ou mais.

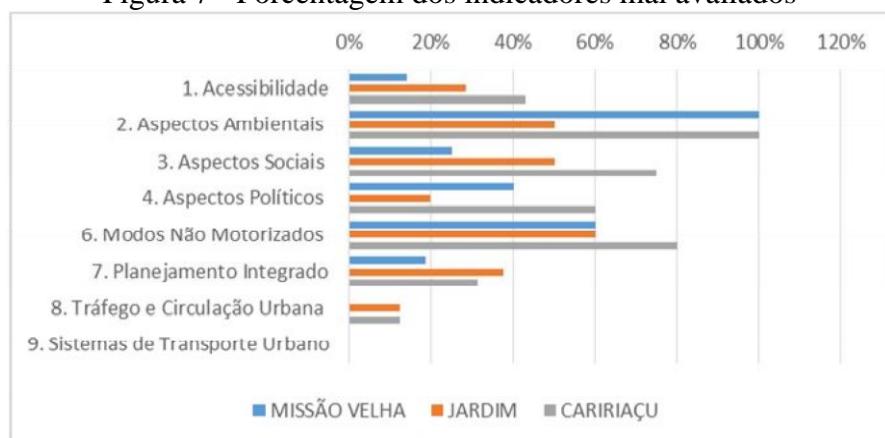
Na realidade, estas cidades não apresentam registro de acidente em número elevado, devido, também, ao baixo índice de usuário de bicicleta.

Outros indicadores destacaram-se por obter boa avaliação em comum nas maiorias das cidades avaliadas com determinados pontos críticos, a exemplo de Integração entre níveis de governo e Prevenção de acidentes onde, em ambos, Caririaçu protagonizou a pior situação, apresentando valores bem inferiores aos outros dois municípios.

Foi possível observar, ainda, que Caririaçu foi mal avaliada nos domínios relativos à acessibilidade em Travessias adaptadas a pessoas com necessidades.

Já no domínio aspecto político, Integração entre níveis de governo, Política de mobilidade urbana; no domínio de modos não motorizados em Ações para redução do tráfego motorizado; no domínio correspondente ao planejamento integrado, Nível de formação de técnicos e gestores e Capacitação de técnicos e gestores; e, por fim, o domínio tráfego e circulação urbana com o indicador Violação das leis de trânsito. Isso já era de se esperar pelo fato da cidade estar em fase de estruturação do órgão responsável de trânsito (DEMUTRAN).

Figura 7 - Porcentagem dos indicadores mal avaliados



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2016)

Todas as cidades obtiveram escores baixos nos domínios: 2. Aspectos Ambientais, 3. Aspectos Sociais e 6. Modos não motorizados, Figura 4, principalmente nos indicadores Estudos de Impacto Ambiental, Uso de energia limpa e combustíveis alternativos, Informação disponível ao cidadão, Participação na tomada de decisão, Extensão e conectividade de ciclovias, Estacionamento para bicicletas e Vias para pedestres.

Nos aspectos ambientais, notou-se que a maioria dos municípios não exige qualquer estudo ou medida mitigadora sobre impactos dos sistemas de transportes e mobilidade urbana, nem incentivo político para o uso de combustíveis renováveis e menos poluentes.

Em relação aos aspectos sociais, observou-se que em todos os municípios estudados não há disponibilidade de qualquer tipo de informação sobre transportes e mobilidade para os cidadãos, nem o incentivo da participação popular no desenvolvimento de quaisquer políticas,

ações e projetos de transportes, mobilidade e desenvolvimento urbano. Isso é muito ruim no processo democrático, sendo fator decisivo para o desenvolvimento sustentável.

No domínio referente aos modos não motorizados, todas as cidades obtiveram escores muito baixos, o que reflete a prioridade que os governos locais dão essencialmente aos modos motorizados. É algo grave, pois, são ações essenciais para a mobilidade sustentável. No entanto, a infraestrutura não basta apenas existir, deve também ser adequada.

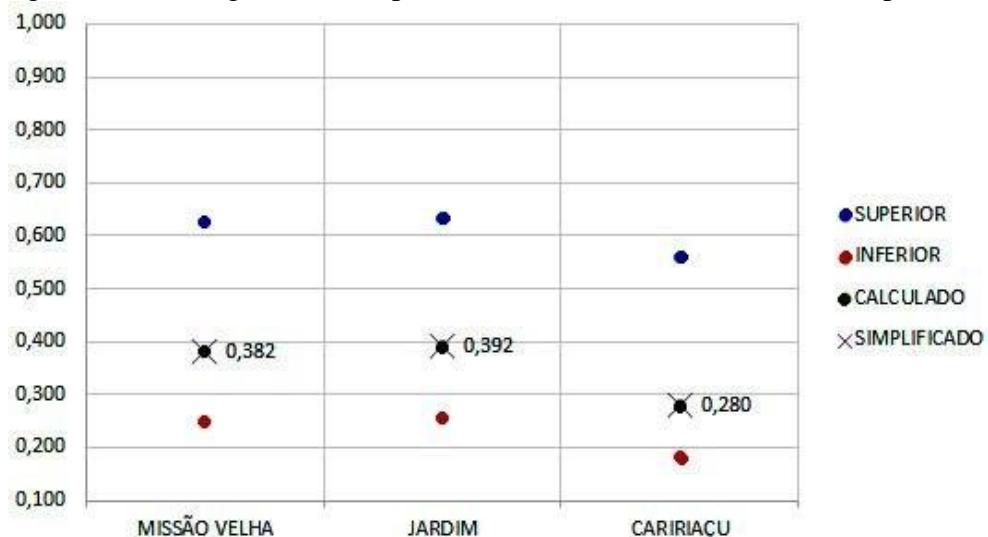
Foram constatados valores próximos a zero da porcentagem do sistema viário urbano que apresentaram ciclovias ou ciclofaixas e, nos casos existentes, a conectividade era muito baixa.

Em relação aos indicadores Estacionamento para bicicletas e Vias para pedestres, foi proposto uma nova metodologia de cálculo mais ampla e adequação dos valores de referência que podem elevar a pontuação dessas cidades. A provisão de áreas de estacionamento para bicicletas e sua adequação para integração modal são elementos decisivos para o incentivo aos modos não-motorizados de transporte e implica em maior eficiência dos deslocamentos, redução dos tempos de conexão e das despesas com transportes, ampliando a acessibilidade e mobilidade da população.

De forma similar, os caminhos para pedestres, entendidos como vias exclusivas ou preferenciais, contribui para o convívio, reduz o conflito entre pedestres e veículos e melhora a qualidade dos deslocamentos a pé.

A partir do novo cálculo do IMUS na forma simplificada, com apenas 53 indicadores em comum, nota-se que o ranking não sofreu alteração (Figura 5). A inércia da pontuação das três cidades justifica-se pelo fato de que, em todas as cidades, os indicadores retirados já eram, no seu cálculo inicial, dados indisponíveis que tiveram seus pesos redistribuídos. Por isso, na versão simplificada da ferramenta, não houve a necessidade de uma nova redistribuição que lhe conferisse um resultado diferente na pontuação final.

Figura 5 - Ranking dos municípios estudados utilizando a versão simplificada



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2016)

Entretanto, não se pode afirmar que, em aplicações em outras cidades de pequeno porte, o IMUS simplificado sempre será o mesmo que o IMUS inicial. Pois, em outras cidades, pode haver algum indicador a mais ou a menos, o que implica em redistribuição de peso ao ser calculado com a versão simplificada, levando à modificação na sua pontuação final.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseando-se nos resultados dos IMUS obtidos das três cidades estudadas, pode-se concluir que os municípios avaliados tiveram valores semelhantes por fazerem parte do mesmo contexto de região periférica da cidade do Juazeiro do Norte/CE. Estes cresceram em função desta proximidade, porém, ainda não chegaram ao nível ideal que levaria ao indicador de mobilidade urbana mais bem avaliado. Dadas as diferenças regionais do Brasil, pode-se limitar a análise desta pesquisa apenas a região nordeste, já que em outras regiões o volume de indicadores retirados ou adicionados bem como a revisão dos valores de referências pode ser um volume que interfira no resultado final do índice.

Analizando todos os resultados dos indicadores em todas as três cidades, inferiu-se que apenas 53, dos 87 indicadores que compõem o IMUS, foram aplicados, o que representa 61% do total. A impossibilidade de cálculo ou a necessidade de adaptação da metodologia para a realidade dos municípios de pequeno porte sugeriu uma revisão no método de cálculo do IMUS em relação à quantidade de indicadores, que pode ser exagerada, e/ou na metodologia de cálculo de cada indicador.

Quanto à metodologia, o problema detectado foi a indisponibilidade de alguns dados que barram o cálculo de muitos indicadores, ou, em alguns casos, os valores de referência estipulados por Costa (2008) para cidades de médio a grande porte, não sendo adequados para a aplicação em cidades de pequeno porte, como foi o caso de Vias para pedestres, Densidade populacional urbana, Parques e áreas verdes, Acidente de trânsito e Acidentes com pedestres e ciclistas, o que leva a avaliações não condizentes à realidade local.

A análise dos resultados dos IMUS calculados nas três cidades, utilizando apenas os indicadores em comum entre elas, leva à conclusão que é possível aplicar o IMUS de uma forma simplificada sem grandes prejuízos aos resultados.

A versão simplificada contou com a exclusão de 7 Temas: Acessibilidade aos sistemas de transportes, Inclusão Social, Vias para transporte coletivo, Áreas centrais e de interesse histórico, Disponibilidade e qualidade do transporte público, Integração do transporte público e Política Tarifária, assim todos os domínios foram calculados. Os indicadores foram reduzidos de 87 para 53, sendo estes, de maneira geral, os mais fáceis e viáveis de serem calculados.

A indicação é que, na impossibilidade do cálculo total do IMUS, seja aplicada a sua versão simplificada, atentando-se que está ausente a avaliação de temas que são importantes na mobilidade urbana sustentável. Posteriormente, ao ser possível a coleta dos dados inexistentes, seria feita uma revisão do IMUS calculado inicialmente adicionando agora os novos dados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A Nova Lei de Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=12792>. Acesso em: 26 de junho de 2016.

AZEVEDO FILHO, M. A. N. Análise do processo de planejamento dos transportes como contribuição para a mobilidade urbana sustentável. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

BRASIL. Lei no 12.587, de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e dá outras providências. Brasília, 2012.

COSTA, M. S. Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

CURTIS, C.; LOW, N. Institutional barriers to sustainable transport. Ashgate, Farnham, Surrey (2012).

FARLA, J.; ALKEMADE, F.; SUURS, R. A. A. Analysis of barriers in the transition toward sustainable mobility in the Netherlands. Technological Forecasting and Social Change, 2008. p. 1260-1269. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162510000661>>. Acesso em: 02 de junho de 2016.

Sustainable Transport and Performance Indicators. In: HESTER, R.E.; HARRISON, R.M. (eds), Transport and the Environment - Issues in Environmental Science and Technology, 20, Royal Society of Chemistry, CambridgeUK. pp. 35-63. 2004.

IBGE. Censo 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 02 de junho de 2016.

LITMAN, T. Sustainable Transportation Indicators: A Recommended Research Program for Developing Sustainable Transportation Indicators and Data. In: Transportation Research Board 88th Annual Meeting, 2009, Washington, D.C. TRB, p. 1- 14. 2009.

MARTINEZ, T. L.; LEIVA, F. M. Evaluación comparativa de indicadores urbanos. Oficina Técnica del Plan Estratégico de Granada Metrópoli 21. 2003. Disponível em: <[http://www.granada.org/obj.nsf/in/CIHNBPA/\\$file/INDICADORES_URBANOS.pdf](http://www.granada.org/obj.nsf/in/CIHNBPA/$file/INDICADORES_URBANOS.pdf)>. Acesso em: 02 de junho de 2016.

MCIDADES. Política Nacional de Mobilidade Urbana. Ministério das Cidades. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/cartilha_lei_12587.pdf>. Acesso em: 12 de junho de 2016.

MIRANDA, H. F. Mobilidade Urbana Sustentável e o Caso de Curitiba. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

OLIVEIRA, G. M. Mobilidade urbana e padrões sustentáveis de geração de viagem: um estudo comparativo de cidades brasileiras. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

RODRIGUES DA SILVA, A. N.; COSTA, M. S. e MACEDO, M. H. Multiple Views of Sustainable Urban Mobility: The Case of Brazil. Transport Policy, v. 15, n. 6, p. 350- 360, Oxford, 2008.

VASCONCELLOS, E. A. Políticas de Transportes no Brasil: a construção da mobilidade excludente. 1ª Edição, Editora Manole Ltda. Barueri, Brasil, 2013.

ANÁLISE DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS OBSERVADAS EM CALÇADAS

Judá Holanda Feitosa
Ary Ferreira da Silva
Izadora Alencar Nogueira
Maria Carolina da S. Oliveira
Paulo Francisco Saraiva Caselli
Universidade Federal do Cariri

RESUMO

No presente trabalho apresenta-se um estudo de caso das calçadas do município do Crato, buscando destacar a importância dessas vias na construção de uma cidade mais humana e segura. Utilizando-se de uma metodologia já experimentada em várias cidades do Brasil, o presente trabalho tem o objetivo de calcular uma nota que sirva como indicador de qualidade das calçadas analisadas. Essas notas são balizadas por meio de análises de critérios estabelecidos pela equipe Mobilize Brasil, melhor adaptadas para a situação da região estudada. A caminhada, como forma de deslocamento urbano, demanda vias específicas e exclusivas, e partindo desse preceito, no estudo realizado são apresentadas argumentações que buscam justificar essa demanda por calçadas de boa qualidade e apresentadas argumentações jurídicas e sociais sobre o assunto, com o objetivo de esclarecer as responsabilidades legais que são atribuídas atualmente aos cidadãos e ao estado, oferecendo uma sugestão de como elas deveriam ser para que seja alcançada uma boa gestão de qualidade desses pavimentos.

Palavras-chave: Calçadas. Indicador. Qualidade.

ABSTRACT

In this study we applied the Sustainable Urban Mobility Index (Imus) in cities located in the south of Ceará: Caririaçu, Jardim and Missão Velha. The purpose is to reveal the actual situation of mobility of each city, pointing out problems that require the intervention of managers. It also allows the comparison between cities and identifies the changes in the tool structure that more would allow its application in small towns. The results of the indexes indicated that Jardim and Missão Velha has a similar and better performance than Caririaçu according to the conditions of urban mobility. This comparison identifies the common features that promote or muddle sustainable mobility. Also reveals the importance of context in the evaluation of cities, for all cities, although different scores, are similar, given the size and development index between them. Due to unavailability of information and data, only 53 of the 87 indicators were calculated and suggest the need for change in the calculation method of some of them.

Keywords: Sidewalks. indicator. quality.

1. INTRODUÇÃO

As vias para pedestres são uma parcela vital da infraestrutura de qualquer cidade urbanizada no mundo, pois devem atender a população independentemente da classe monetária ou da faixa etária. Essas vias têm como função trazer conforto e segurança para todos os usuários, principalmente os com mais fragilidade e mobilidade reduzida, como idosos e deficientes físicos, “no entanto, na grande maioria das cidades brasileiras, as calçadas, quando existem, se encontram em situações precárias, trazendo desconforto e insegurança aos pedestres em geral.” (SILVA, 2008).

Para Malatesta (2007), “qualquer percurso a ser feito é gerado, a princípio, por três fatores básicos: o caminho mais curto e, por óbvio, o mais rápido e com menor dispêndio de energia”. A autora faz uma comparação do cérebro humano com um computador de bordo, que dita e corrige instantaneamente o rumo a ser tomado, a partir dos fatores citadas.

Devido a atual situação dessas vias na região do cariri é necessário haver uma forma de avaliação que sirva como termômetro e alerta para as autoridades locais e principalmente para a população, a qual é imputada a responsabilidade primária de construção e manutenção de tais calçadas.

O presente trabalho avaliou algumas calçadas de bairros residenciais no município do Crato/CE de acordo com critérios já utilizados pela organização Mobilize Brasil, primeiro portal brasileiro de conteúdo exclusivo sobre Mobilidade Urbana Sustentável, sendo uma organização sem fins lucrativos que tem como objetivo contribuir com a melhoria da mobilidade urbana e da qualidade de vida nas cidades brasileiras.

As patologias e defeitos de acessibilidade encontrados nas calçadas foram analisados e agrupados de maneira simplificada, para entendimento sobre a qualidade das viagens a pé na cidade do Crato/CE.

2. OBJETIVO

Mostrar os defeitos mais frequentes e as dificuldades que as calçadas apresentam para a mobilidade da população utilizando-se dos critérios estabelecidos e considerando os objetivos descritos.

Outro fator buscado como objetivo do estudo foi ratificar que a divisão dos defeitos proposta na metodologia contribua para o entendimento da situação atual das calçadas e atribuição de responsabilidades de construção, manutenção e fiscalização.

3. JUSTIFICATIVA

Há uma necessidade muito grande por calçadas de boa qualidade na área urbanizada, pois o crescimento econômico acelerado do cariri cearense nas últimas décadas trouxe para a região problemas relacionados à mobilidade urbana e às vias de pedestres não é dada a devida importância.

A maior parte dos problemas encontrados nas calçadas em estudo são empecilho não apenas para usuários com mobilidade reduzida, mas impossibilitam, em alguns casos, o traslado de qualquer usuário comum. Por conta disso, o padrão ideal a ser adotado para as calçadas deve ser o que concerne ao usuário com mobilidade reduzida um passeio com total fluidez, pois, logicamente, se uma calçada é boa para um usuário com mobilidade reduzida ela é perfeita para um usuário regular.

A escolha da área se deu por conta da sua localização, por seus nível e tipo de utilização e por ser uma região com uma infraestrutura antiga, acima de 60 anos. O local definido para a análise tem como principais vias a Rua André Cartaxo, via local de tráfego moderado, e um

trecho da Rua Teodoro Teles, via coletora com alto tráfego de pedestres e automóveis, ilustradas na figura 1.

Figura 1 - Área de Estudo e Trechos de calçadas analisados



Fonte: Google Earth (2016)

O local de estudo é próximo ao centro da cidade, o que faz com que os moradores se sintam confortáveis -em relação à distância- para se locomoverem a pé entre os bairros estudados (Palmeiral e São Miguel) e o bairro central, caso precisem ir diariamente ao trabalho e estudo ou em ocasiões menos frequentes como a necessidade da compra de artigos derivados na zona comercial da cidade.

A área analisada também possui alguns PGVs (Polos Geradores de Viagens), como por exemplo, uma unidade do SESC, duas clínicas médicas, um hospital, um colégio municipal, uma escola de ensino médio técnico estadual e o campus do curso de Direito da URCA (Universidade Regional do Cariri), que aumentam significativamente a quantidade veículos motorizados e pedestres em dias de atividade.

4. REVISÃO DA LITERATURA SOBRE A NATUREZA JURÍDICA E SOCIAL DAS CALÇADAS

“Andar utilizando somente os pés foi uma das principais conquistas da espécie humana e sem sombra de dúvida contribuiu para diferenciá-la das demais ao liberar braços e mãos para outras funções essenciais à sobrevivência, além de facilitar o direcionamento do olhar para as boas oportunidades e situações de perigo.” (MALATESTA, 2007). A caminhada, além de ser a forma mais antiga e natural de deslocamento humano, constitui-se no modo de transporte mais barato e acessível a todos (RUTZ et al., 2007).

Segundo Pesavento (1996), historicamente as ruas surgiram juntamente com as cidades e, em sua concepção inicial, abrigavam primordialmente o pedestre, mas em decorrência do surgimento e crescimento indiscriminado do número de veículos motorizados individuais, principalmente, os pedestres foram postos em segundo plano e marginalizados na infraestrutura do tráfego.

Duarte et al., (2007) apontam como um dos grandes desafios a serem atingidos na mobilidade urbana a inclusão de todas as parcelas da população na vida das cidades, promovendo a inclusão social e proporcionando acesso amplo e democrático ao espaço urbano.

5. ANÁLISE DA METODOLOGIA APLICADA

Os critérios de avaliação adotados nesta pesquisa foram elaborados pela equipe do Mobilize Brasil (2012) que teve apoio de arquitetos urbanistas, considerando informações de normas, como a NBR 9050:2015 da ABNT, as Leis Federais, além das diretrizes de guias e manuais de calçadas elaboradas por prefeituras e associações.

O Guia Prático Para a Construção de Calçadas (2015), formulado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABPC), apresenta atributos que auxiliam na análise do campo de estudo, funcionando como complemento dos critérios utilizados e ratificando os pontos mais importantes a serem considerados na construção do indicador de qualidade. A ABPC sugere que a calçada ideal deve oferecer os seguintes atributos:

- a) **Acessibilidade** – assegurar a completa mobilidade dos usuários.
- b) **Largura adequada** – deve atender as dimensões mínimas da faixa livre.
- c) **Fluidez** – os pedestres devem conseguir andar a velocidade constante.
- d) **Continuidade** – piso liso e antiderrapante, mesmo quando molhado, quase horizontal, com declividade transversal para escoamento de águas pluviais de não mais de 3%. Não devem existir obstáculos dentro do espaço livre ocupado pelos pedestres.
- e) **Segurança** – não oferece aos pedestres nenhum perigo de queda ou tropeço.
- f) **Espaço de socialização** – deve oferecer espaços de encontro entre as pessoas para a interação social na área pública.
- g) **Desenho da paisagem** – propiciar climas agradáveis que contribuam para o conforto visual do usuário.

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) estabelece definições que nos ajudam a compreender melhor alguns conceitos técnicos que são necessárias para as análises metodológicas. São eles:

- a) **Via** – superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, a ilha e o canteiro central.
- b) **Logradouro público** – espaço livre destinado pela municipalidade a circulação, parada ou estacionamento de veículos, ou à circulação de pessoas, tais como, calçadas, parques, áreas de lazer, calçadões.
- c) **Calçada** – parte do sistema viário, normalmente segregada em nível diferente, não destinada à circulação de veículos e reservada exclusivamente ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins.

- d) **Passeio** – parte da calçada destinada à circulação exclusiva das pessoas. Se esta área for na pista de rolamento, obrigatoriamente deverá estar separada por pintura ou elemento físico separador, livre de interferências.
- e) **Pedestre** – que anda ou está a pé.
- f) **Pessoa com mobilidade reduzida** – aquela que, temporária ou permanentemente, tem limitada capacidade de relacionar-se com o meio e de utilizá-lo. Entende-se por pessoa com mobilidade reduzida, a pessoa com deficiência, idosa, obesa, gestante, entre outros (ABNT NBR 9050:2015).

Foram contempladas nas análises praticamente todas as calçadas inseridas na área delimitada e uma pequena praça pública as quais foram experimentadas durante os turnos da manhã, da tarde e da noite, durante uma semana. Com o auxílio de instrumentos (câmera fotográfica, prancheta, formulário e trena), em cada calçada se procurou respeitar as metodologias de todos os critérios propostos, sendo cuidadosamente observados e registrados os aspectos que se enquadrariam como patologias ou possíveis causadores de desconforto e acidentes.

Por se tratar de um estudo onde o conforto do pedestre é um dos pilares centrais, procurou-se coletar dados observáveis por qualquer pessoa que caminhe e observe o ambiente urbano, se experimentando, em algumas vezes, apenas uma caminhada como forma ligação entre dois pontos, onde os problemas menos graves não tinham grande relevância na fluidez da viagem e poderiam facilmente passar despercebidos pelos pedestres usuais.

Entretanto, na execução do estudo prezou-se pelo ponto de vista técnico, sendo realizadas, na maior parte das vezes, através de reconhecimento a pé e de maneira atenciosa, as análises dos problemas *in loco*.

Cada critério de avaliação leva uma nota de 0 (zero) a 10 (dez), e a nota final das calçadas avaliadas é a média aritmética simples das pontuações individuais de todos os critérios. A média mínima adotada como indicador de qualidade foi 7, nota 1 (um) ponto menor que a estabelecida pela coordenação da Campanha Mobilize.

Para balizamento de média final das calçadas foi considerada a associação simples abaixo:

- a) **Nota 0** – Malha ruim e imprópria ao uso, onde a situação é grave e generalizada, submetendo os usuários a situações de risco, insegurança e desconforto constante;
- b) **Nota 5** – Malha regular, onde há trechos apropriados e trechos inapropriados ao uso. Situação a onde são encontradas calçadas com boa construção e manutenção, permitindo um fluxo agradável aos pedestres, e calçadas inapropriados ao uso pela falta de construção, manutenção ou elementos que garantem conforto e segurança.
- c) **Nota 10** – Malha ótima, onde todas as calçadas têm boa qualidade. Situação onde as calçadas e seus elementos são construídos dentro das normas vigentes,

privilegiando todo tipo de pedestre e contribuindo com a mobilidade urbana sustentável.

Depois de repetidas análises das vias, do material fotográfico e experimentadas as condições de conforto das vias para pedestres, todos critérios propostos foram analisados e classificados da seguinte forma:

5.1 Irregularidades (buracos, “montinhos” etc.).

No quesito irregularidades foi sugerida a divisão das patologias em duas categorias: patologias temporais e patologias programadas. As patologias temporais são aqueles defeitos que surgiram nas calçadas em decorrência dos intemperismos, do tempo natural de desgaste e em alguns casos do mau uso desses espaços. Já as patologias programadas são aquelas em que os defeitos e problemas de acessibilidades que foram projetados e construídos erroneamente pelos usuários responsáveis dos trechos em questão.

5.2 Degraus (ruas em acente/declive)

Geograficamente a pouca inclinação nas ruas não foi um fator favorável para que as calçadas fossem livres desse tipo de obstáculo, pois degraus e rampas no sentido transversal das calçadas estiveram presentes em todos os quarteirões, interferindo de maneira constante a experiência da caminhada.

Nas residências onde a cota do terreno era um pouco mais alta que a cota da calçada, as rampas/degraus foram construídas ocupando parcialmente o passeio, já quando a cota do terreno era superior à cota da calçada, as rampas/degraus tomavam toda a extensão transversal da calçada, dificultando uma travessia sem risco de acidente e obrigando algumas vezes, como já foi citado, os usuários a saírem do passeio, mesmo aqueles que não têm qualquer tipo de deficiência física.

Também puderam ser encontrados em muitas divisas de lotes degraus com alturas até 25 cm e ainda foi encontrado um ponto onde foi preciso se deslocar para o leito carroçável da rua, onde fosse possível se locomover adiante, pois a altura do “degrau” era de aproximadamente 60 cm.

5.3 Largura da calçada

De acordo com a NBR 9050, a calçada deve ter no mínimo 1,90 m de largura, sendo 1,20 m de faixa livre ou passeio, que é destinada exclusivamente à circulação de pedestres, e 0,70 m para a denominada faixa de serviço, onde é permitida instalação de mobiliário, sinalizações, postes.

Na maioria das calçadas foram verificadas as larguras médias de 0,90 m para a área do passeio e 0,30 m para a faixa de serviço. Essas medidas estão abaixo da recomendação da norma, mas foram consideradas moderadas, pois permitem uma caminhada confortável para usuários com limitações físicas que utilizem acessórios de apoio, desde que a passagem esteja totalmente livre para estes.

Os trechos com melhores larguras foram identificados nas principais vias da área de estudo, Rua André Cartaxo variando entre 0,90 m e 1,40 m de faixa livre e Rua Teodorico Teles variando entre 0,90 m e 1,60 m, mostrado na figura 2, suficiente para a locomoção de um bom número de usuários sem que haja a necessidade de desvio e espaço suficiente para a utilização por cadeirantes.

Figura 2 - Calçada com largura ideal (Crato)



Fonte: O autor (2016)

No geral, as larguras encontradas foram razoáveis, oferecendo conforto suficiente (nesse quesito) para passeios de usuários comuns e cadeirantes, tirando trechos onde as calçadas foram consideradas insuficientes ou totalmente tomadas.

5.4 Rampas para cadeirantes nas faixas de pedestres

A nomenclatura utilizada para esse tipo de rampa na NBR 9050 é rebaixamento de calçada. Esses rebaixamentos devem ser construídos na direção do fluxo da travessia de pedestres. A inclinação deve ser constante e não superior a 8,33% (1:12) no sentido longitudinal da rampa central e na rampa das abas laterais. A largura mínima do rebaixamento é de 1,50 m. O rebaixamento não pode diminuir a faixa livre de circulação, de no mínimo 1,20 m, da calçada.

Em calçada estreita, onde a largura do passeio não for suficiente para acomodar o rebaixamento e a faixa livre com largura de no mínimo 1,20 m, pode ser feito o rebaixamento total da largura da calçada, com largura mínima de 1,50 m e com rampas laterais com inclinação máxima de 5 % (1:20).

5.5 Presença de obstáculos na faixa livre

Os obstáculos ou barreiras físicas, são elementos físicos ou de configuração do espaço que prejudicam a acessibilidade dos mais diversos tipos de pessoas, causando-lhes restrições. Essas barreiras podem ser fixas – que não se modificam ao longo do tempo, como mobiliários ou edificações – ou dinâmicas – que podem estar presentes temporariamente nas calçadas, como placas comerciais ou vendedores ambulantes. (OLIVEIRA, 2006).

Nas ruas visitadas, os obstáculos fixos encontrados foram postes, árvores, cestos de lixo, orelhões e até alguns pequenos jardins particulares no canto da calçada. A maioria desses obstáculos fixos não se mostrou como um grande problema nos locais onde a largura média da calçada era de 1,20 m, o suficiente para que sejam colocados postes e árvores, por exemplo, ainda sobrando espaço suficiente para um passeio livre confortável.

5.6 Iluminação da calçada

Além de estar diretamente ligada à segurança pública no tráfego, a iluminação pública deve prevenir a criminalidade, embelezar as áreas urbanas, destacar e valorizar monumentos, prédios e paisagens, facilitar a hierarquia viária, orientar percursos e aproveitar melhor as áreas de lazer.

Entretanto, o maior desconforto ao pedestre nesse caso é a insegurança quanto a assaltos nas proximidades, o que torna esse quesito decisivo na escolha da via a ser utilizada nos trajetos dos pedestres, fazendo com que os moradores da localidade evitem a utilização das vias menos iluminadas durante a noite.

5.7 Paisagismo e arborização

Uma boa arborização é essencial à qualidade de vida em cidades mais desenvolvidas, pois devemos considerar a ação potencial de proporcionar conforto para as moradias, “sombreamento”, diversidade biológica, diminuição da poluição, condições de permeabilidade do solo e paisagem, contribuindo para a melhoria das condições urbanísticas.

5.8 Sinalização para pedestres

Em aproximadamente 2.550 metros de ruas e 17 cruzamentos analisados foram encontradas apenas oito faixas de pedestres, sendo sete destas localizadas na rua com mais fluxo de automóveis da área (Rua Teodorico Teles), e semáforos em apenas um cruzamento. Em nenhuma dessas faixas havia qualquer tipo de sinalização vertical alertando aos motoristas sobre a passagem de pedestres.

6. ANÁLISE DO RESULTADO ATRAVÉS DO BALIZAMENTO DOS QUESITOS

Os tópicos a seguir demonstram em suma a situação de cada quesito a partir das análises feitas anteriormente, destacando os maiores problemas encontrados e buscando uma nota coerente por balizamento descrito na metodologia.

6.1 Irregularidades

O balizador que mais se aproxima da situação encontrada é a nota “5: Calçada com alguns desniveis e pequenos buracos”. As calçadas se caracterizaram com poucos montinhos, quantidade média de desniveis, grande quantidade de buracos pequenos e alguns trechos sem pavimentação, sendo balizados nessa categoria para a nota **6 (seis)**, pela boa fluidez nesse aspecto para usuários comuns na grande maioria dos percursos, mas ruins para usuários com mobilidade reduzida. A nota sugerida foi maior que 5 porque apesar de terem sido registrados

muitos defeitos, o número de calçadas analisadas foi grande, e algumas destas calçadas se encontram em boas condições.

6.2 Degraus

Como nota média de balizamento a metodologia sugere “5: Poucos degraus, espaçados a mais de 5 metros”. No balizamento a nota sugerida foi **4 (quatro)**, pois se fazendo uma análise detalhada pôde-se observar que, em todos os quarteirões, a grande quantidade de pequenos e médios desniveis leva um desconforto imenso para os usuários, especialmente para os cadeirantes, além dos degraus encontrados entre diferente lotes, que se mostram em desacordo com o PDDU da cidade.

6.3 Largura da calçada

As larguras das calçadas, como apresentado nas análises, não se mostraram constantes, variando entre a total ausência (com menos de 30 cm, nota zero no balizamento) e larguras ideais (1,90 m ou mais, nota 10 no balizamento). Pela grande quantidade de calçadas analisadas, numa vista geral as larguras médias das calçadas (passeio mais faixa de serviço) ficaram entre 1,20 m e 1,90 m, portanto a nota sugerida foi **7 (sete)** no balizamento.

6.4 Rampas para cadeirantes nas faixas de pedestres

O balizamento sugere a menor nota (zero) por calçadas sem rampas e as demais notas por calçadas com rampas, variando as notas pelas qualidades das rampas encontradas. A situação encontrada foi muito pessimista para a classificação procurada, começando pelo fato de que foram encontradas poucas faixas de pedestres, já pela quantidade muito pequena e falta de qualidade e padronização dessas poucas rampas e rebaixamentos encontrados, a nota mais apropriada para a situação no balizamento foi **2 (dois)**.

6.5 Presença de obstáculos na faixa livre

Tirando os pontos isolados onde os obstáculos tomavam toda a calçada, a maior parte das calçadas experimentadas não traziam muito desconforto nesse quesito, sendo balizado para a nota **7 (sete)**, com quantidade de obstáculos moderada. Quando comparado à extensão das calçadas analisadas essa quantidade e as características dos obstáculos não influenciaram o passeio de uma forma crítica.

6.6 Iluminação da calçada

Na área analisada não se pode encontrar nenhum tipo de iluminação destinada exclusivamente ao pedestre, mas, feito com atenção, o passeio pôde ser realizado com fluidez na grande maioria dos trechos. Portanto, no balizamento a nota sugerida é **5 (cinco)**.

Vale ressaltar que o maior incômodo identificado nesse quesito não foi em relação aos riscos associados às patologias das calçadas propriamente ditas, mas aos riscos relacionados à segurança pública, que prejudicaram a experiência da caminhada.

6.7 Paisagismo e arborização

Foram encontradas calçadas áridas, sem nenhum tratamento paisagístico, calçadas com algumas árvores e alguns trechos muito bem arborizados, entretanto, nenhum banco para descanso ou equipamentos de lazer e socialização foram encontrados na área. O fator que mais influenciou para a queda da nota foi a insolação muito forte em todas as épocas do ano na região, fator esse que naturalmente demanda de muita arborização para que o pedestre se sinta confortável em sua caminhada durante o dia.

No balizamento a nota foi **6 (seis)**, pois apesar de não ter muitos trechos totalmente arborizados, a área tem muitos pontos com árvores, diferente de cidades mais urbanizadas.

6.8 Sinalização para pedestres

No balizamento a nota considerada foi **4 (quatro)**, pois se considerada somente a Rua Teodorico Teles, a quantidade de faixas de pedestres seria consideravelmente boa, mas no montante estudado é uma quantidade muito pequena, além de que simplesmente não foram encontradas sinalizações específicas para pedestres em nenhum local da área delimitada.

6.9 Análise da Média Final

Na área delimitada foram analisados 45 trechos de calçadas, totalizando aproximadamente 5 km de extensão dessas vias e apenas um logradouro público. Portanto, a média aritmética simples (fórmula 1 a seguir) calculada nos fornece a nota geral de todas as calçadas avaliadas. Média aritmética simples:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad (1)$$

Onde,

\bar{X} = *média*

$\sum_{i=1}^n X_i$ = *somatório dos termos*

n = *quantidade de termos*

Os quesitos que se mostraram mais apropriados foram as boas larguras das calçadas e a ausência de obstáculos em boa parte dos trechos. Os quesitos considerados como piores foram os degraus nos dois sentidos das vias, a quantidade muito pequena de rampas para cadeirantes e quase total falta de sinalização para pedestres. As notas para cada quesito em todas as calçadas avaliadas são listadas abaixo:

- Irregularidades: 6 (seis)
- Degraus: 4 (quatro)
- Largura: 7 (sete)

- Rampas para cadeirantes: 2 (dois)
- Obstáculos: 7 (sete)
- Iluminação: 5 (cinco)
- Arborização: 6 (seis)
- Sinalização para pedestres: 4 (quatro)

Nota média:

$$\text{Média} = \frac{6 + 4 + 7 + 2 + 7 + 5 + 6 + 4}{8} = 5,125$$

Como dito na Metodologia a média mínima considerada aceitável para uma malha de calçadas de qualidade foi 7, um ponto a menos que a média mínima estabelecida pela equipe Mobilize Brasil, pois esta organização avalia trechos isolados de calçadas e como o estudo considerou todas as calçadas analisadas como uma malha optou-se por uma nota mínima mais razoável.

No decorrer das análises já se podia constatar, pela grande quantidade de defeitos que eram apontados, que a média final das calçadas analisadas seria abaixo da média mínima estabelecida, pois apesar de critérios avaliados como bons (nota 7), os constantes trechos defeituosos e a falta de elementos essenciais a uma boa caminhada contribuíram para a queda da média, sendo confirmado com o indicador de 5,125.

A média final calculada ficou 1,875 pontos abaixo da média mínima estabelecida e se encaixa no balizamento final como uma malha regular, contendo alguns trechos muito bons e outros trechos totalmente inapropriados ao uso.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse indicador nos mostra que, apesar do município do Crato ter um IDHM considerado alto, isso não quer dizer que haja qualidade de vida em todos os setores da cidade, pois a mobilidade urbana, no que se refere ao modal a pé, está longe de ter uma boa qualidade na área estudada. E, como mostrado em todo o trabalho, essa via de locomoção deve ser prioritária no planejamento de uma cidade e é uma peça chave para se alcançar um diário confortável para os habitantes e trabalhadores de uma cidade.

Nas áreas predominantemente residenciais, a falta de construção ou, na maioria das vezes, falta de manutenção das calçadas estudadas, reflete de maneira clara a falta de instrução ou simplesmente descaso por parte dos habitantes da localidade, que mesmo sendo responsáveis pelos trechos e usuários dos mesmos, não se importam com a qualidade da caminhada. As vezes não só negligenciam a manutenção das calçadas como constroem obstáculos que são proibidos por lei, incômodo aos usuários e são causadores de acidentes em potencial.

Nas áreas com pontos comerciais a apropriação parcial ou total das calçadas é uma prática comum, como se o locatário tivesse o direito de colocar propagandas, mesas ou

equipamentos de trabalho no espaço público, comprometendo a segurança, a ordem, o conforto e a fluidez das viagens realizadas nessas vias.

Portanto, os diversos problemas encontrados nas calçadas podem ser facilmente detectados e classificados, mas não devem ser tratados como patologias isoladas de soluções simples e objetivas. Em alguns casos um simples reparo poderia melhorar o conforto nas proximidades, como uma melhora na qualidade da iluminação, ou evitar um acidente, como a regularização de um buraco, mas todos os quesitos analisados estão entrelaçados e influenciam harmonicamente a caminhada em qualquer hora do dia. Em grande parte, as caminhadas harmônicas não são possíveis por que a sociedade e os gestores municipais ainda não se conscientizaram da tamanha importância e do impacto que boas calçadas exercem no lazer, na saúde, na segurança, no conforto e na mobilidade dos cidadãos, deixando de projetar, preservar e fiscalizar corretamente essas vias.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- _____
Série Cadernos Técnicos Vol. 16: Cidades a pé. ANTP, São Paulo. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Guia prático para a construção de calçadas.** ABPC, São Paulo. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** ABNT, Rio de Janeiro, RJ. 2015.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Relatório Geral 2011 – Sistema de Informações da Mobilidade Urbana.** ANTP, São Paulo. 2012.
- CARVALHO FILHO, José dos Santos. Manual de direito administrativo.** 23^a ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, p. 1243. 2010.
- CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO. Lei nº 9.503.** Setembro de 1997.
- CRATO (Município). Secretaria de Infraestrutura. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município do Crato.** Seinfra. 2005.
- DORNELES, Vanessa Goulart; ZAMPIERI, Fábio Lúcio Lopes. Acessibilidade nas calçadas em Criciúma.** Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008. Disponível em <<http://www.usp.br/nutau/CD/trabalhos.html>>. Acesso em: 25 mai. 2016.
- DUARTE, F.; LIBADI, R.; SANCHEZ, K. Introdução da Mobilidade Urbana.** Curitiba: Juruá, 2010.
- DUARTE, Tadeu Leite. Série Cadernos Técnicos Vol. 16: Cidades a pé.** ANTP, São Paulo. 2015. p. 32-39.
- GHIDINI, R Jr. Ao sol ou à sombra? Estudos sobre o comportamento do pedestre segundo insolação.** 2012. Disponível em <<http://www.mobilize.org.br/estudos/231/ao-sol-ou-a-sombra-o-comportamento-do-pedestresegundo-a-insolacao.html>>. Acesso em 15 fev. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo demográfico – Resultados da amostra.** DF, Brasília. 2010.

MALATESTA, Maria Ermelina Brosch. **Andar a pé: um modo de transporte para a cidade de São Paulo.** 2007. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MOBILIZE BRASIL. **Campanha calçadas do Brasil: relatório final da campanha e estudo realizado pelo Mobilize Brasil.** 2^a ed. 2012.

OLIVEIRA., Aíla Seguin Dias Aguiar de. Acessibilidade espacial em centro cultural de casos. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis.

PESAVENTO, Sandra Jatahy. **O Espetáculo da Rua.** 2^a ed. Porto Alegre: Ed. Universidade – UFRGS. 1996. RUTZ, N.; MERINO E.; PRADO F. **Determinação do índice de caminhabilidade urbana.** Associação Nacional de Transportes Públicos, 16º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. Maceió, AL. 2007.

SÃO PAULO (Município). Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. **Manual técnico de arborização urbana.** 2^a ed. São Paulo. 2005.

SILVA, Newton Rogério Rutz da. **Avaliação do nível de serviço de calçadas em cidade de porte médio, considerando a percepção de usuários e técnicos.** 2008. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.



ANALISE DOS PADRÕES DE USO DE BICICLETA: UM ESTUDO DE CASO EM ESCOLAS EM NORTHRIDGE, CALIFORNIA

Nailton Silva Costa Mafra

Graduando em Engenharia Civil

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão

E-mail: nailton.mafra@hotmail.com

Beatriz Pereira Aguiar

Graduando em Engenharia Civil

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão

E-mail: beatriz.paguiar@yahoo.com.br

Mintesnot G. Woldeamanuel

Professor do Departamento de Planejamento Urbano

Califórnia Skate University, Northridge

E-mail: mintesnot.woldeamanuel@csun.edu

Maria da Anunciação Rodrigues Araújo

Professora do Departamento de Engenharia Civil

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão

E-mail: anunciattal@hotmail.com

RESUMO

Esse artigo foi criado por intermédio da analise de escolas nos Estados Unidos Localizadas em Northridge, Califórnia e possui o propósito de estimar os fatores físicos e sociais que determina os meios de transportes utilizados pelos pais e estudantes para viagens escolares e tentar entender por que há um declínio no uso de bicicletas ou caminhar até as escolas (avaliando o ambiente construído, fatores sociais e implicações na saúde). Esse artigo foi construído a partir de informações coletadas através de observação física do local (como por exemplo, calçadas para analisar a viabilidade de caminhar ou utilizar bicicleta além da qualidade num raio de 400 metros da escola) informações secundárias das escolas (demografia, programas que incentivam caminhar ou pedalar como meio de deslocamento, fatores de saúde, etc.) e informações primárias através de um questionário de pesquisa e/ou um grupo focado para os pais (questionários de pesquisas podem incluir: modos de escolha, opinião do ambiente construído, razões para o não uso de bicicletas ou caminhadas, distância da casa para a escola, etc.). Foram escolhidas cinco escolas da área de San Fernando Valley (a escolha localiza-se no Norte/Noroeste de Northridge) para coletar informações e tentar chegar a uma conclusão sobre preferencia de modos de transportes.

PALAVRAS-CHAVE: viagens, bicicleta, fatores

ABSTRACT

This article was created through the analysis of schools in the United States Located in Northridge, California and has the purpose of estimating the physical and social factors that determines the means of transport used by parents and students for school trips and try to understand why there is a decline in the use of bicycles or walk to schools (assessing the built environment, social factors and health implications). This article was constructed from information collected through local physical observation (such as sidewalks to analyze the feasibility to walk or cycle in addition to the quality within 400 meters from the school) secondary information from schools (demographics, programs encourage walking or cycling as a means of travel, health factors, etc.) and primary information through a survey questionnaire and / or focus group for parents (research questionnaires may include: modes of choice, environmental opinion built, reasons for not using bicycles or walking, away from home to school, etc.). They were chosen five schools in the area of San Fernando Valley (the choice is located in the North / Northwest Northridge) to gather information and try to reach a conclusion on preference of transport modes.

KEYWORDS: travel,bicycle,factors

1. INTRODUÇÃO

O sistema de transporte urbano permite que as pessoas se desloquem para lugares utilizando diversos tipos de modos de transporte. Estes diferentes modos incluem: transporte público, veículos privados, deslocação aérea e marinha. Todos estes modos se aprimoraram com o passar do tempo e devido a crescente evolução da tecnologia, da criação das carruagens com cavalos até que na virada do século XX deu-se início ao uso de veículos modernizados, facilitando a vida da população da época. Com o desenvolvimento das cidades, os automóveis tem sido um dos meios de transportes mais notórios e que ganhou notoriedade em várias cidades. Muitas delas ignoraram a ideia de um desenvolvimento baseado em ciclovias e calçadas ao redor de zonas residências e comerciais desencorajando pessoas a serem ativas e utilizarem bicicletas como meio de deslocamento.

Com o passar do tempo, os automóveis começaram a ficar de fácil acesso ao público e tornou-se o principal meio de transporte diário. Infelizmente, este crescimento se traduziu em vários problemas ambientais, sociais, de saúde, congestionamentos e o impacto excessivo dirigindo já é considerado inevitável e drástico. Para melhorar e preservar os aspectos sociais, econômicos e de saúde nas cidades, temos que planejar e desenvolver políticas que ajudariam a melhorar nosso sistema de transporte através do incentivo de modos não motorizados, por exemplo. Cidades existentes e em desenvolvimento precisam ter conhecimento de como administrar a demanda de transportes de um curto a longo termo.

Uma das grandes funções do transporte para nossa sociedade é facilitar a interação social. Porém, quando as cidades começam a se tornar mais auto dependente, a interação social entre a comunidade começa a decair excessivamente. Por exemplo, um carro tem a vantagem de permitir que uma pessoa visite um lugar em um bom período de tempo. Infelizmente, em cidades muito congestionadas, uma pessoa prefere estar atrás do volante por um grande período de tempo

enfrentando um longo engarrafamento mesmo quando este mesmo trajeto poderia ser feito mais rápido utilizando uma bicicleta. Hoje em dia muitas cidades são formadas ao redor de um estilo de vida central, onde muitas pessoas estão ignorando alternativas de transporte, além disso, muitas áreas residenciais estão sendo construídas sem nenhuma calçada reduzindo a possibilidade do uso das crianças aos pais.

Há muitos fatores por trás da preferência ao uso de carros privados (incluindo o fato de ser uma questão cultural), mas hoje em dia os que mais se destacam são: meio ambiente, distribuição espacial, geográfica, perspectiva econômica, saúde e qualidade de vida, com isso eles têm o poder de mudar a preferência de uma pessoa sobre o uso. Outro grande fator que pode beneficiar outros meios de transporte é a lógica do programa Milenia que encoraja o uso de vários modos de transporte.

Com isso, o propósito desta pesquisa foi de estimar os fatores físicos e sociais que determina os meios de transportes utilizados pelos pais e estudantes para viagens escolares e tentou entender por que há um declínio no uso de bicicletas ou caminhar até as escolas (avaliando o ambiente construído, fatores sociais e implicações na saúde). A informação foi coletada através de observação física do local (como por exemplo, calçadas para analisar a viabilidade de caminhar ou utilizar bicicleta além da qualidade num raio de 400 metros da escola) informações secundárias das escolas (demografia, programas que incentivam caminhar ou pedalar como meio de deslocamento, fatores de saúde, etc.) e informações primárias através de um questionário de pesquisa e/ou um grupo focado para os pais (questionários de pesquisas podem incluir: modos de escolha, opinião do ambiente construído, razões para o não uso de bicicletas ou caminhadas, distância da casa para a escola, etc.). Foram escolhidas cinco escolas da área de San Fernando Valley (a escolha localiza-se no Norte/Noroeste de Northridge) para coletar informações e tentar chegar a uma conclusão sobre preferência de modos de transportes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para análise dos fatores que estão relacionados a esse problema apresentado foram realizadas análises bibliográficas em jornais e revistas científicas como podem ser verificados adiante. O primeira análise literária foi baseada em “The Health Benefits of Walking and Cycling to School – Information for parents and schools” onde pode ser retirado uma citação interessante como mostrado abaixo. O artigo abaixo na Figura 1 foi traduzido de acordo com o seu original em inglês.

A situação atual

De acordo com o Governo Nacional de Pesquisas de Viagem, o número de crianças utilizando bicicletas e caminhando para as escolas reduziram drasticamente nas últimas duas décadas, quando os níveis de condições como obesidade e asma entre as pessoas jovens têm crescido significantemente entre o mesmo período descrito. Inatividade física é hoje em dia uma séria ameaça para nossa saúde coletiva:

“Informações preliminares sugerem que um tipo de vida sedentário é uma das dez principais causas globais de mortes e incapacidade.”

Organização Mundial da Saúde, Move to Health, 2002.

Figura 1 – Trecho de artigo base

A melhoria da saúde é uma parte crucial para verificar os benefícios do uso de um meio de transporte ativo. A teoria se confirma se criarmos um lugar projetado com elementos que ofereçam segurança para caminhar e utilizar bicicleta, pessoas vão mudar seus hábitos adotando um destes dois métodos alternativos de transporte para se deslocarem diariamente. O problema em questão é que estamos falando sobre crianças indo para as escolas, e uma parte considerável delas vão junto com seus pais nos carros. Pessoas jovens dificilmente sofrem diretamente de um derrame, diabetes ou doenças de coração. Porém, elas estão progressivamente demonstrando sinais mais cedo de todas essas possibilidades de doenças, colocando-os em sério risco quando forem adultos. Rotas seguras para as escolas quando as crianças podem caminhar ou pedalar é um meio altamente eficiente que possa abordar esta e outras condições (como obesidade, osteoporose, câncer e depressão) e benefícios em toda comunidade escolar indo de pessoas jovens aproveitando não somente uma infância mais feliz e saudável, mas também um futuro mais saudável.

Um segundo artigo cujo trecho abaixo na Figura 2 traduzido para o português também analisado demonstra uma interessante informação:

“O número de estudantes de escola elementar que estão dirigindo para as escolas mais que dobrou, novos estudos mostraram, adicionando a preocupação sobre o declínio dos níveis de atividade física entre crianças canadenses em idade escolar.

O estudo, lançado na terça (5 de Abril), encontrou que mais ou menos nos últimos 25 anos, poucos crianças nas áreas da Grande Toronto e Hamilton estavam caminhando ou pedalando para escola. Em 2011, quase 31 por cento das crianças de 11 a 13 anos estavam dirigindo para as escolas, mais de 12 por cento em 1986. “Há algo similar no padrão entre os estudantes de ensino médio.” “theglobeandmail.com”

Figura 2– Trecho de artigo base

O professor e pesquisador líder Ron Bolinha da Universidade de Toronto afirmou que pais geralmente levam seus filhos para a escola em seus carros no caminho para o trabalho por conta da conveniência, mas caminhar para a escola não há somente benefícios físicos, mas também tem sido associado com a melhoria do desempenho acadêmica e socialização também. Outro estudo lançado pela Agência de Transporte de Trânsito, Metrolinx, sugere que padrões são estabelecidos na infância, e crianças que caminham/pedalam para as escolas e são mais ativas fazem decisões mais sustentáveis em relação ao uso de transportes posteriormente em suas vidas. Outro ponto importante a ser acrescentado é a interação social que está sendo perdida quando os pais escolhem levar seus filhos nos carros. Mas não somente em relação à interação social com os vizinhos, mas com seus filhos também. Por exemplo, muitas famílias levam uma vida corrida e passam menos tempo juntos, então o modo de levar para a escola é uma boa oportunidade para conversar com as crianças e saber o que está acontecendo em suas vidas. Além disso, se os pais começarem a andar com seus filhos para as escolas então seus filhos irão aprender o caminho e com isso se tornarão mais confiantes no futuro quando ele/ela precisar ir sozinho (a).

Crianças que saem dos seus anos escolares se sentindo mais confiantes sobre suas habilidades físicas, corpos e que tiveram experiências positivas de atividade física são mais propensos a serem ativos durante a fase adulta desenvolvendo hábitos que vão afetar a sua saúde com o passar dos anos.

3. DADOS & METODOLOGIA

Para coletar informação para o desenvolvimento deste estudo foi utilizada pesquisa quantitativa e qualitativa. Pesquisa quantitativa foi conduzida através de pesquisas distribuídas em cada uma das seguintes escolas: Granada Community Charter School, Parthenia Street Elementary, George K Porter Middle Schools e Granada Hills High School) as questões das pesquisas foram preparadas de acordo com fatores relevantes relacionados ao estímulo do uso de bicicleta para ir à escola. No total foram conduzidas 40 pesquisas, 10 para cada uma das escolas. Pesquisa qualitativa foi conduzida com ferramentas de computador como, por exemplo, Google Mapas, ArcGIS, Street View, estes mecanismos são muito importantes na análise de qualidade do território ao redor das escolas. Foram categorizadas as ruas ao redor das escolas com cores para determinar a qualidade das calçadas e ciclovias. O verde foi utilizado para descrever uma boa calçada que qualquer pessoa possa utilizar até pessoas com incapacidades, o laranja classifica uma calçada com falhas e inclinações que não são seguras para andar, e o vermelho para áreas que não tinham calçadas ou qualquer outro tipo de estrutura para que as pessoas andassem por elas. Foi utilizado também um método similar para determinar quais ruas ao redor das escolas tinham ciclovias ou eram sinalizadas, o verde representa ciclovias adequadas e o vermelho significa a inexistência das mesmas.

4. ANALISE E RESULTADOS

Após a coleta dos dados através de pesquisa, foi concluído que os estudantes das escolas primárias a fundamentais usam os veículos particulares para chegarem às escolas mesmo aqueles que moravam muito perto da escola. Já nas escolas de ensino médio, apesar da maioria ainda dirigir para a escola, encontrou-se uma boa quantidade de estudantes que caminham e/ou usam bicicleta para irem à escola, muitos daqueles são principalmente estudantes que moram perto. Os pais parecem permitir os seus filhos a caminharem ou usar a bicicleta para a escola desde que eles estejam no ensino fundamental, mas ainda preferem leva-los nos seus carros. Nas quatro escolas que pesquisamos, não existia nenhum dia de caminhe/vá de bicicleta para a escola para os estudantes, muito poucas formas de consciência para encorajar os estudantes e parentes para caminharem/utilizarem bicicletas. As ruas ao redor das escolas têm poucas ou nenhuma ciclovia ou sinalizadores para incentivar crianças a utilizarem as bicicletas para as escolas. Com propósito de dar uma representação visual de todas as informações coletadas das pesquisas nestas escolas, foram criados gráficos demonstrando fatores interessantes de todas as escolas combinadas.

4.1. Informações das escolas

Com os dados coletados foi observado que nas regiões onde a maioria dos estudantes são latinos e representam cerca de 90% da situação das escolas. Isto também pode ser visto no gráfico 1 abaixo que representa a porcentagem das etnias dos estudantes na região.

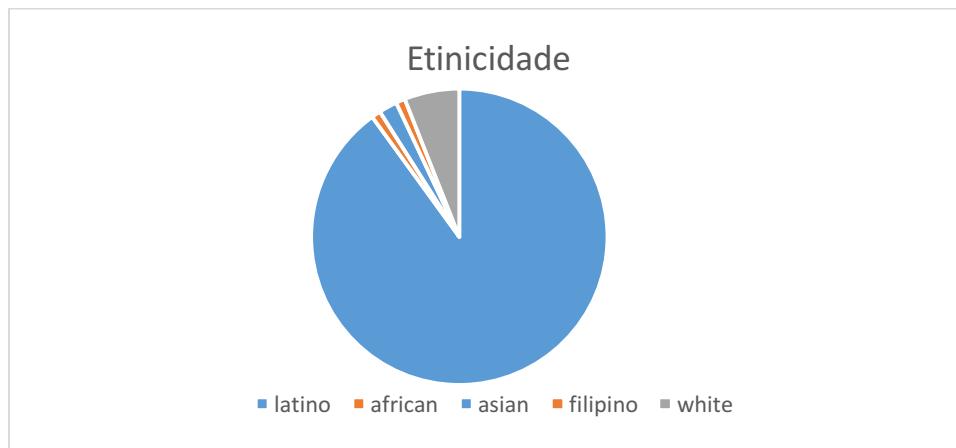


Gráfico 1 – Gráfico demonstrativo de etnicidade

Quando analisado o nível educacional dos pais, foi encontrado que a maioria deles completou o ensino médio representam cerca de 40% do número dos participantes. Estes dados podem ser vistos abaixo no gráfico 2.

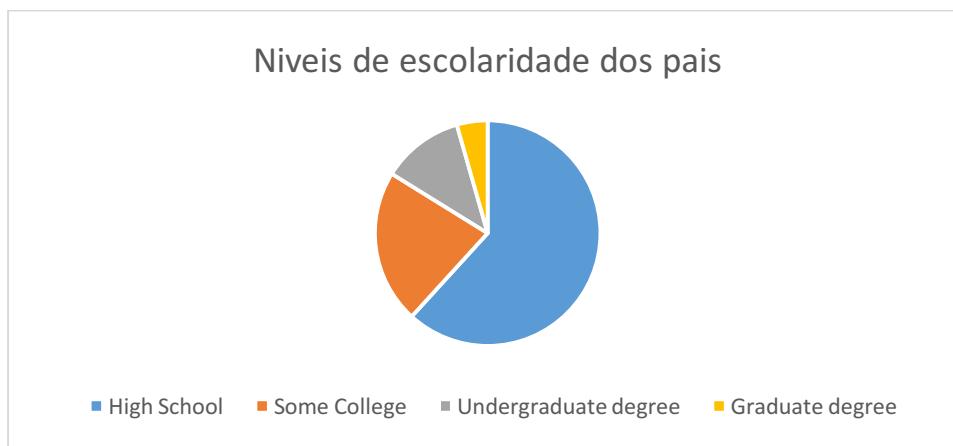


Gráfico 2 – Gráfico do nível de escolaridade dos pais

Em todas as escolas foi descoberto que aqueles que oferecem algum programa de atividade pós-escola que incentivam atividades físicas como serviços para jovens, YMCA, esportes internos, aulas de dança, e sessões de tutoriais para os estudantes. Muitos não oferecem ônibus escolares como transporte para os estudantes, exceto aqueles ônibus que são construídos especialmente para este propósito.

4.2. Informações das pesquisas



Gráfico 3 – Distancia a partir da escola

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Na pesquisa foi analisado as distâncias entre a localização de quão distante as escolas e as casas são uma das outras e os resultados mostrados no gráfico 3 indicam que muitos deles vivem menos que $\frac{1}{4}$ milha até 1 milha da escola, este fato torna mais acessível para os estudantes serem livres caminhando e/ou utilizando bicicleta. Não é necessário utilizar um veículo pessoal para se descolar de/para a escola. Se muitos dos estudantes andassem até ela, teria menos congestionamento nas avenidas tornando muito mais seguro para os estudantes utilizarem estes modos alternativos de transporte.

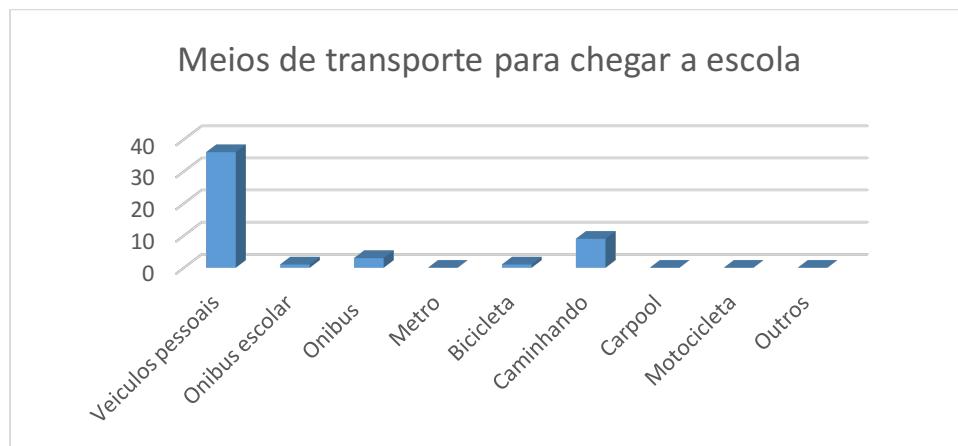


Gráfico 4 – meios de transporte para acesso a escola

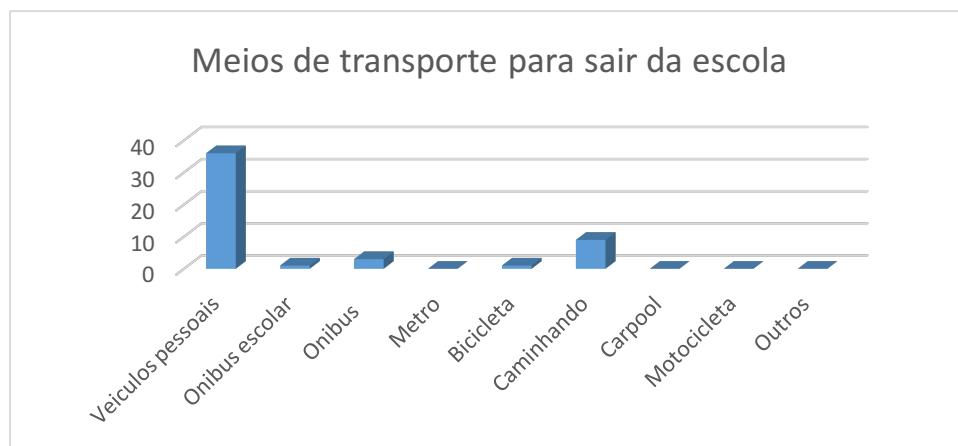


Gráfico 5 – meios de transporte para sair da escola

O uso de veículos particulares foi o modo de transporte que a maioria dos estudantes usaram para se descolar de suas casas às escolas e vice-versa, mas incrivelmente caminhar foi o segundo modo mais utilizado. A cultura do carro ainda é um problema significante a ser batido. Muitos dos estudantes vão e deixam as escolas de veículos particulares por se sentirem mais seguros e autoindulgentes. Isso pode ser observado acima nos gráficos 4 e 5.

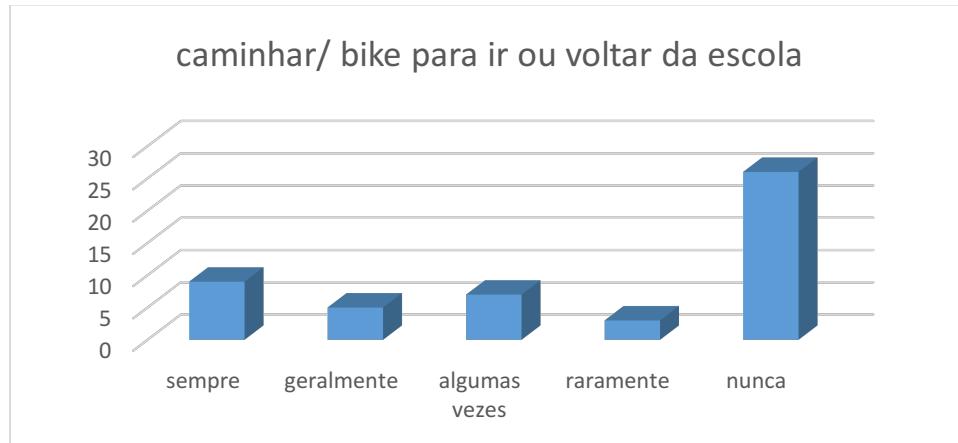


Gráfico 6 – Frequência do uso de bicicleta

Como mostrado no gráfico 6 anterior, a maioria dos estudantes vão e deixam as escolas por veículos pessoais, esta situação se reflete no fato de a maioria dos estudantes nunca andar ou usar a bicicleta para se deslocarem diariamente, a escolha na maior parte do tempo são os carros.



Gráfico 7 – Tempo de viagem

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

O gráfico 7 analisa o caminho que os estudantes realizam todos os dias de suas casas para a escola e o tempo que gastam neste trajeto, a maioria realiza o trajeto em 10 minutos. Apesar de que muitos vivem perto das escolas, parece que levam mais tempo utilizando o carro por conta do trânsito.

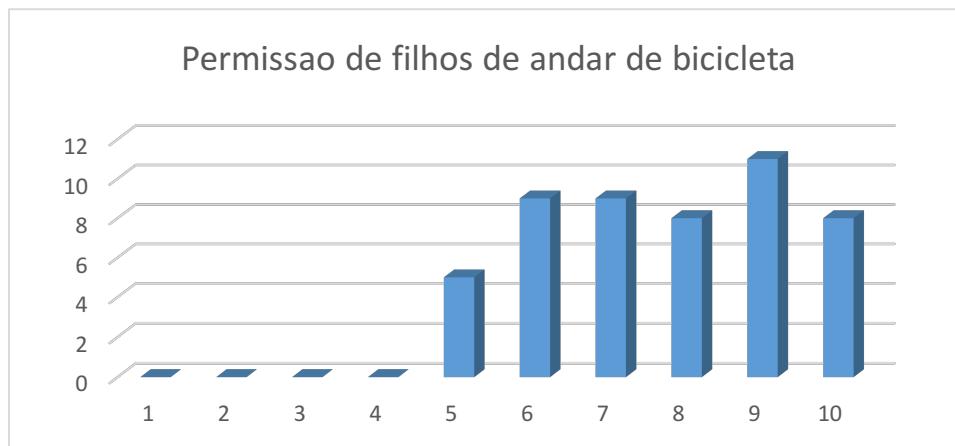


Gráfico 8 – Permissão para uso de bicicleta

A maioria dos pais permitem que seus filhos caminhem ou usem a bicicleta para se deslocarem para a escola quando estão na 5^a série, isso pode ser visto no gráfico 8. Da perspectiva dos pais é normal para seus filhos andarem/usarem bicicleta para a escola quando estão na 5^a série porque eles acreditam que os estudantes já conseguem diferenciar o certo do errado e aprender a desenvolver suas responsabilidades, como cuidar de si mesmo.

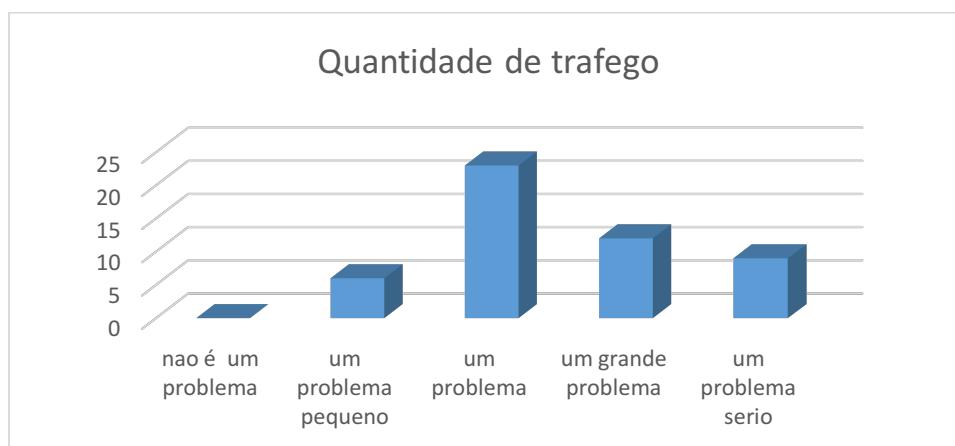


Gráfico 9 – Quantidade de tráfego



Gráfico 10 – Nível de importância do crime e violência

Quando os pais são questionados sobre tomarem decisões se seus filhos estão permitidos a caminhar ou usar a bicicleta para a escola muitos fatores são levados em conta. Por exemplo, o trânsito, e como pode ser visto no gráfico 9 e 10 “um pouco de problema” porque muitas das escolas têm ou ruas estreitas ou estão nas intersecções principais tornando difícil e inseguro para as crianças caminharem e/ou utilizarem a bicicleta. Em relação a violência ao redor destes bairros há o “um pouco de problema”. Se mais crianças andassem juntas a violência poderia diminuir porque eles poderiam andar em grupos.

Na seção respostas em aberto da pesquisa, muitos pais pareceram disposto a apoiar seus filhos a caminharem e/ou utilizarem a bicicleta para a escola. Como exemplo um pai falou “Eu acho que utilizar o ônibus ou bicicleta/caminham para a escola é uma boa prática porque estas ações afetam menos o meio ambiente”. Eles entendem que precisam ajudar a melhorar o meio ambiente e incentivar suas crianças a serem mais ativas. Outros pais relataram, “As calçadas e ciclovias não são as melhores aqui”.

Em relação ao índice de massa corporal na Granada Comunista Charter School e Parthenia Street Elementary encontrou-se que a maioria do IMC varia de 30.6 a 33.3 trazendo um perigo à saúde. Isto significa que muitos estudantes estão numa zona de risco de obesidade para crianças. A razão para muitas das crianças nestas escolas estarem acima do peso é porque eles não são ativos e utilizam veículos próprios para chegarem na escola. Provavelmente estas escolas sofrem com crianças com problemas com comida. As soluções para crianças acima do peso são realizar programas novos sobre educação alimentar incentivando os pais a ajudar seus filhos a serem mais ativos caminhando e/ou utilizando a bicicleta. Infelizmente, a Grana Hills High School não estava cooperando com a pesquisa fornecendo os IMC's dos alunos.

4.3. Analise da qualidade do território

Através dos softwares utilizados nesse estudo pode-se definir a qualidade do território em estudo através de parâmetros pré-estabelecidos por uma escala de cores detalhada anteriormente, a partir desse estudo elaborou-se mapas para melhor visualização e analise da área.

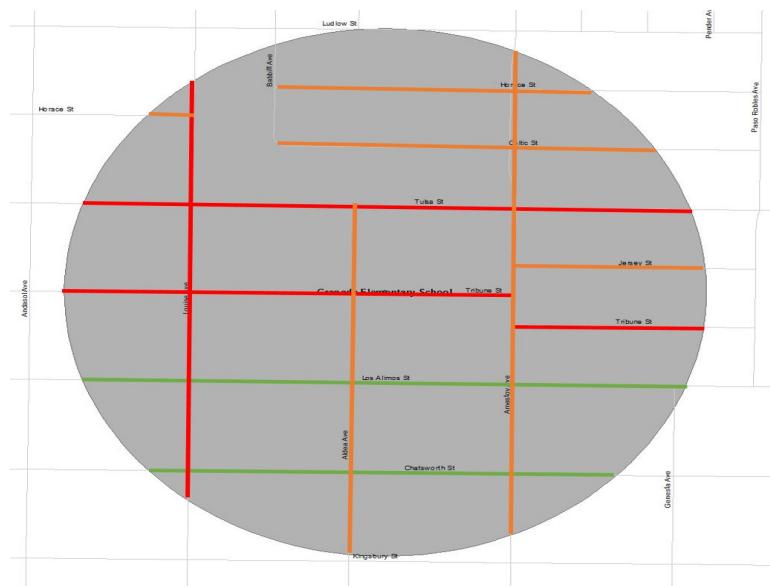


Figura 3— Granada Elementary School

Pode se perceber que algumas das regiões como apresentada na Figura 3 apresentam padrões de qualidade deficitária pois apresentam grandes índices de infraestrutura de calçadas e sinalização enquadradas nas categorias vermelho e laranja.

Quando comparamos as Figuras 4, 5 e 6 podemos verificar que nas demais regiões os níveis de qualidade apresentam-se satisfatórios pois apresentam grande quantidade de padrão de cor verde, como pode ser percebido abaixo.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

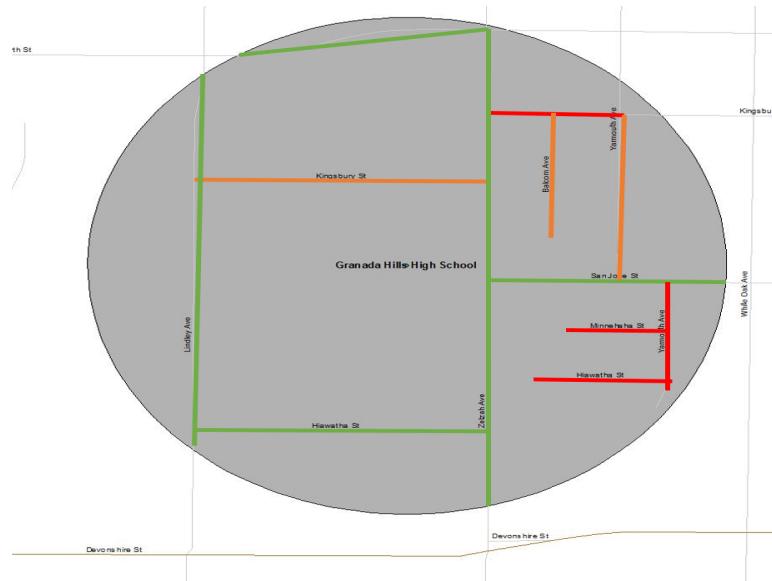


Figura 4– Granada Hills High School



Figura 5– Parthenia Elementary School

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

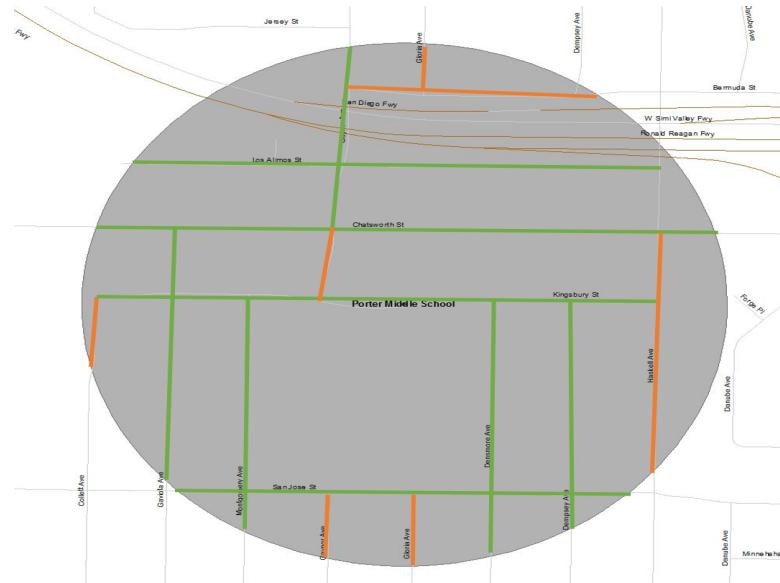


Figura 6– Porter School

5.RECOMENDACOES

Baseado nos resultados das pesquisas e coleta dos dados foi concluído que a maioria das escolas necessitam de boas calçadas e ciclovias para crianças caminharem ou utilizarem a bicicleta para irem à escola. Escolas deveriam providenciar trilhos de bicicleta pela entrada da escola e prédios permitindo que os estudantes trancassem suas bicicletas de um modo seguro. Para ensino primário foi notado que há menos calçadas e parecia mais uma escola dependente de veículos; se for adicionado mais calçadas, poderíamos incentivar os pais a andarem com seus filhos à escola. George K Portes Middle School, sendo uma escola com tráfego de ônibus deveria adicionar uma parte separada de chegada dos estudantes que poderia ser localizada a um bloco ou dois distante da escola para que as crianças pudessem caminhar para a escola a partir deste ponto diariamente criando uma pequena atividade física. Clubes de bicicleta deveriam ser feitos após a escola onde as crianças teriam a opção de pedala suas bicicletas ao redor da comunidade e supervisão das escolas.

O clube da bicicleta também poderia ser um ambiente de aprendizado onde os estudantes aprenderiam como manter a manutenção das suas bicicletas através de uma rotina de checkups e também arrumando pneus furados ou partes quebradas, isto iria incentivar as crianças ainda mais para usar suas bicicletas para a escola. Para escolas localizadas nas ruas principais, eles deveriam adicionar ciclovias e sinalização de bicicletas visíveis aos estudantes e principalmente aos motoristas, tornando o ambiente mais seguro para os ciclistas. Se necessário, reduzir o limite de



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

velocidade durante o período escolar para 25km/h, isto iria ajudar a evitar acidentes e deixar as crianças se sentirem mais seguras para cruzar as interseções principais. Também seria bom incentivar as escolas a fazem um mês de conscientização para o uso de bicicletas e caminhadas para as escolas do que apenas um dia. Isto iria ajudar os estudantes a terem conhecimento da necessidade de serem comunidades na comunidade e também serem capazes de interagir uns com os outros. Na Pontiac City Council eles realizam o programa “The Safe Routes to School, é um programa de reembolso onde a cidade iria reembolsar por gastos para uma determinada quantia. A ideia do programa é fazer reparos de infraestrutura das calçadas para incentivar as crianças não utilizarem o carro para a escola” (Sapochetti). Escolas deveriam promover programas para embelezar a comunidade onde os estudantes poderiam ajudar nas calçadas, adicionar plantas e árvores tornando mais atraente para as crianças utilizarem. “A resolução também diz que esperançosamente isto poderia ajudar a saúde na infancia, reduzindo a obesidade nesta idade, e aumentando as habilidades das crianças de interagir com a comunidade e um ambiente social promovendo um beneficio para toda a comunidade” (Sapochetti)

No geral, é recomendado que para que os pais incentivem as crianças a utilizarem as bicicletas ou caminhar para as escolas, deve-se melhorar a infraestrutura das ruas adicionando mais sinais que fiquem visíveis para que os motoristas olhem quando as crianças estão passando por essas interseções.

6. CONCLUSAO

Muitas das comunidades ao redor das escolas faltam ciclovias e calçadas adequadas tornando o ambiente inseguro para os estudantes andarem indo e voltando da escola. O jeito que as calçadas aparentam estar interferem em como as pessoas pensam sobre caminhar ou pedalar por aquele local, isto pode desencorajar os parentes e estudantes a não usarem estes meios de transporte. Novamente vemos que ser uma comunidade auto dependente afeta o jeito que queremos nos deslocar mesmo quando vivemos a $\frac{1}{4}$ de milha da escola. Muitos dos pais acreditam que é mais conveniente e seguro usar um veículo para levar seus filhos para a escola. Isso vai afetar a vida das crianças em longo termo porque eles não estão se exercitando o suficiente por dia o que pode causar diabetes e obesidade. Muitas das escolas não promovem nenhum programa que chamem a atenção para um modo mais seguro de chegar e voltar da escola. Se os parentes pressionassem as escolas para adicionar programas que encorajem os estudantes a serem pró-caminhadas e pró-pedalar então isto ajudaria a diminuir o congestionamento em várias ruas principais na comunidade. Incentivar os estudantes a caminharem com os amigos é um bom método de mantê-los ativos e seguros. Poderia haver uma redução dos problemas de saúde e isto ajudaria a melhorar o meio ambiente reduzindo a poluição. Em geral, as comunidades continuam a ser auto dependentes em termos de levar os filhos para a escolas deixando a caminhada e o uso da bicicleta como segunda opção.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALPHONSO, Caroline. "Fewer Canadian Students Walking or Cycling to School Raises Concerns." The Globe and Mail. 05 Apr. 2016. Web.
- SAPOCHETTI, Tony. "Project to Repair Sidewalks Around Pontiac Schools OK'd." McClatchy - Tribune Business NewsOct 07 2008. ProQuest. Web. 17 May 2016.
- SHEET, Sustrans. "The Health Benefits of Walking and Cycling to School." The Health Benefits of Walking and Cycling to School. Web.
- WOLDEAMANUEL, Mintesnot G. "Concepts in Urban Transportation Planning: The Quest for Mobility, Sustainability and Quality of Life." McFarland & Company. 27. 2016. Print.

UMA REVISÃO DOS MODELOS DE CÁLCULO DE CAPACIDADE FERROVIÁRIA PARA APLICAÇÃO EM FERROVIAS BRASILEIRAS

ANDRÉ RODRIGUES DE CARVALHO
HOSTÍLIO XAVIER RATTON NETO
Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/PET

RESUMO

No Brasil, com a revisão dos modelos de concessão ferroviária, as concessionárias já estabelecidas, precisam ofertar seu excedente de capacidade para a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, reguladora do setor, que o colocaria à disposição de operadores independentes de transporte de carga.

Esse novo marco regulatório pode ter repercussões financeiras e operacionais para as concessionárias, porque a determinação da capacidade envolve múltiplos aspectos que não se caracterizam pela uniformidade ou padronização. Além disso, o conhecimento da capacidade ferroviário é uma ciência necessária para definições de ações de manutenção e expansão da malha ferroviária de todos os países que utilizam do transporte Ferroviário.

O objetivo estabelecido neste trabalho é apresentar essa problemática e procurar abrir possibilidades efetivas para a discussão técnica do assunto. Para tanto, buscou-se identificar os principais métodos utilizados em ferrovias para cálculo de capacidade de vias singelas ferroviárias e sistemas, apresentar suas características e fazer um comparativo entre as mesmas. Conclui-se que não existe homogeneidade no método de calcular capacidade ferroviária, identificasse os principais parâmetros que fazem a capacidade ferroviária variar e identificam-se oportunidades de melhorias no estado da arte dos métodos de cálculo, para ser objeto de pesquisas futuras.

PALAVRAS CHAVE: capacidade, ferrovias, tráfego

ABSTRACT

In Brazil, with the revision of the railway concession models the established companies need to offer their surplus capacity to the Brazilian National Land Transportation Agency - ANTT, regulatory activities, which could make it available to independent operators.

This new regulatory framework may have financial and operational implications for utilities, because the determination of capacity involves many aspects that are not characterized by uniformity or standardization. Also the knowledge of rail capacity is a science necessary for maintenance actions settings and expansion of the railway network of all countries that use rail transport.

The goal of this paper is to present this problem and seeks to open up real possibilities for technical discussion of the subject. Therefore, it intended to identify the main methods used in railways to calculate capacity of railway sections and systems, to present their characteristics and make a comparison between them. This article ends presenting that there isn't homogeneity on methods to calculate railway capacity, identified the principal parameters, that make the railway capacity vary and identified opportunities for improvement in the state of the art capacity calculation methods for future research.

KEY WORDS: capacity, railway, traffic

1. INTRODUÇÃO

O entendimento da capacidade de uma malha ferroviária e seus diversos corredores é essencial para determinar a magnitude do tráfego que pode ser deslocado ao longo de um sistema ferroviário, bem como auxiliar no cálculo do nível de serviço e da confiabilidade esperada. Uma boa análise de capacidade pode contribuir para definição de estratégias de investimentos, diagnóstico sobre os problemas de operação e de tráfego.

O presente trabalho apresenta uma revisão dos modelos de cálculo de capacidade das vias que compõem sistemas metro ferroviários com o propósito de identificar o modelo que mais aplicável a ferrovias brasileiras. Entre as abordagens apresentadas, há de se notar simetrias entre a necessidade de observar à tabela horária, a regularidade/irregularidade dos trens, a tipologia dos trens, as interrupções no tráfego, às condições físicas da via e o material rodante; de certo que estes são fatores que influenciam na capacidade ferroviária instalada variando a eficiência do sistema do ponto de vista operacional.

Em um primeiro momento discutisse como é definido capacidade, classificasse a mesma, apresentasse o modelo da UIC, os analíticos e de pesquisa operacional, denotando as principais características de cada um. Faz-se então uma comparação entre os métodos, denotando as vantagens e desvantagens.

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE FERROVIAS BRASILEIRAS

A ferrovia de interesse deste trabalho é a de carga, tais ferrovias no Brasil são marcadas por grandes corredores ferroviários que transportam produtos com origem e destinos definidos, em geral sem transbordo porém com muitas paradas para cruzamento e manobras de vagões.

O transporte por ferrovia no Brasil não é feito em rede. Ou seja, não existem múltiplos caminhos para se chegar no mesmo local. Em geral, um cargo que chega do Porto de Santos e acessa a ferrovia MRS por exemplo, têm apenas um caminho para chegar aos terminais paulistanos. Isso acontece por falta de oferta de infraestrutura viária.

As ferrovias de carga brasileiras em geral são utilizadas para escoar a produção de matéria prima brasileira e para distribuição de mercado interno. Sendo assim um bom modelo ou método de cálculo poderia ser aquele que permita calcular a capacidade de tráfego, levando-se em consideração tais características.

3. DEFINIÇÃO DE CAPACIDADE FERROVIÁRIA

Sameni *et al* (2011) define a capacidade de uma linha ferroviária como o número máximo de trens que podem trafegar em uma seção de um trecho ferroviário em dado período de tempo. Por outro lado, para Landex (2006), a capacidade de transporte de uma linha ferroviária é definida como a tonelada máxima de mercadorias e de passageiros que se transporta em ambos os sentidos da linha, em um intervalo de tempo determinado para certas condições vinculadas à capacidade de tráfego.

Krueger (1999) define a capacidade de uma via ferroviária como o maior volume de tráfego (trens por dia) que podem deslocar-se sobre uma seção ferroviária seguindo uma programação de serviços específica, sem exceder os limites da programação. Para Burdett e Kozan (2006), “a capacidade é definida como o máximo número de trens que podem atravessar a ferrovia inteira ou certas seções críticas em um dado período de tempo”. A União Internacional das Ferrovias (UIC) estabelece através de seu manual (UIC 406) que a capacidade de uma infraestrutura ferroviária é uma escolha entre o número de trens, a

heterogeneidade dos tipos de trens, a velocidade média e o nível de serviço. Neste trabalho consideraremos a definição da UIC e pois esta sintetiza o entendimento que a capacidade é algo mutável e dependente de parâmetros de tráfego, operacionais e de infraestrutura viária.

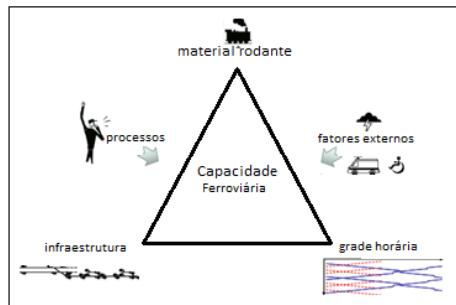


Figura1: Os parâmetros que afetam a capacidade ferroviária (fonte: Sameni *et al.*, 2011)

4. MODELOS ANALÍTICOS

Segundo Barros (2013), os modelos analíticos para cálculo de capacidade são os mais utilizados no mundo. A UIC, através do seu manual UIC 406, buscou padronizar a forma de calcular a capacidade ferroviária. Neste classifica-se a capacidade utilizada em dois níveis: Macro e Micro. O primeiro define a necessidade de se calcular a quantidade de trens por dia que trafegam em um sistema ferroviário e o segundo estabelece a necessidade de saber como o sistema está sendo utilizado. Para uma conhecida taxa de ocupação do trem, é possível saber quanto da capacidade do mesmo está sendo realmente utilizada. Tais necessidades se justificam, pois é comum observar trens em malhas do mundo inteiro trafegando com altos níveis de heterogeneidade nas taxas de ocupação. As fórmulas 1 e 2, resumem estas definições:

$$\text{Macro Utilização da Capacidade} = \frac{\text{Trens}}{\text{Tempo}} = \frac{\text{Trens}}{\text{Km}} \times \frac{\text{Km}}{\text{Tempo}} \quad (1)$$

Agregando o fator de carga (N), chegasse a Micro capacidade , definida como:

$$\text{Micro Utilização da Capacidade} = \frac{\text{Trens}}{\text{Tempo}} = \frac{\text{Trens}}{\text{Km}} \times \frac{\text{Km}}{\text{Tempo}} \times N \quad (2)$$

Onde:

$$N = \frac{\text{Carga Útil+Tara (ton)}}{\text{Peso bruto do Trem (ton)}} \quad (3)$$

Vários autores como Ahuja *et al* (2002), Landex *et al* (2006), Abril *et al* (2008), Krueger (1999), Mussone e Calvo e muitos outros, empregaram esforços no calculo da macro utilização da capacidade de vias e sistemas. Abaixo apresentasse uma síntese do que estudaram.

4.1 – Método de Compressão da Tabela Horária

A UIC 406 define um método de cálculo de capacidade ferroviária consumida, que consiste em realizar uma análise da tabela horária dos trens, na qual divide-se o sistema em seções e realiza-se a observação para um dado intervalo de tempo que um trem indo de uma origem a um destino deve percorrer segundo a grade horária. Realiza-se a soma dos tempos de ocupação de cada seção, tempo de carga/descargas e tempos de licenciamento dos trens, então é dividido pelo intervalo de tempo considerado no estudo.

O resultado desta divisão é a capacidade consumida, bem como a capacidade disponível. Este método também é conhecido como método de compressão da grade horária, pois até que cada seção crítica tenha 100% da sua capacidade de tráfego consumida é possível alocar trens comprimindo-os ao máximo dentro do tempo que ele precisa realizar uma viagem. Cada vez que agregasse trens ao sistema, recalcula-se a capacidade ferroviária consumida.

A UIC lista os passos de aplicação de sua metodologia :

- 1 -Definição da infraestrutura e as condições de contorno da tabela horária.
- 2 -Definição da rede ferroviária a ser analisada
- 3 -Definição dos corredores, linhas, pátios, nós e junções de linhas
- 4 - Excluir terminais intermodais, áreas adjacentes a ferrovia para carga e descargas de terminais e linhas particulares conectadas na linha principal do sistema
- 5 - Definição das seções pra cálculo e avaliação

Para o quinto passo, a UIC 406 classifica os trechos ferroviários em dois tipos: linhas adjacentes e linha principal. As primeiras são utilizadas para conduzir trens à linha principal e derivam da linha tronco até terminais. Tais trechos são desconsiderados no cálculo de capacidade consumida. A segunda é a linha que compõe os principais corredores que ligam as origens e destinos, estas que devem ser consideradas. Por último, define-se a capacidade consumida na seção do trecho ferroviário como :

$$\text{Capacidade Consumida [%]} = \frac{\text{Tempo de Ocupação} + \text{T adicionais}^*}{\text{Tempo observado no estudo}} \times 100 \quad (4)$$

(*) tempos necessários para licenciamento para ultrapassagem nos trechos, tempos de carga e descarga nas linhas, tempo de manobras ou qualquer outro tempo ocupando a linha que vise manter o nível serviço ótimo praticado pela ferrovia

Pode-se ver na figura 2 um trecho ferroviário e suas capacidades consumidas nas seções ferroviárias entre as estações de ferroviárias Southampton Central e Basingstoke no sul da Grã Bretanha.

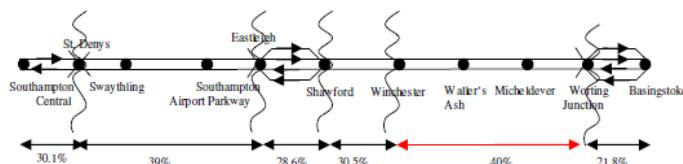


Figura 2: Capacidade Consumida em um trecho de uma ferrovia na Grã Bretanha (Fonte :Sameni *et al*)

Nota-se que cada seção apresentará um valor percentual de capacidade. Escolhe-se a seção com o maior consumo e esta dita o consumo atual da via. Para saber a capacidade máxima, deve-se recalcular os consumos adicionando mais trens ao sistema, até saturar a seção crítica em 100 %.

4.2 – O modelo Teórico de Colson

Rives *et al* (1977), Landex, a UIC *et al* defendem a existência de uma capacidade teórica de via. Pela UIC, é considerada como uma capacidade idealizada e inatingível. Esta é calculada levando-se em consideração que todos os trens possuem o mesmo *headway*, são do mesmo tipo, que os trens seguem a programação da grade horária e que não há interrupções de tráfego. Abril *et al* (2007) e Krueger(1999) citam uma equação que Barros (2013) afirma ser de um certo Colson, utilizada para o cálculo teórico da capacidade de uma via singela. A equação 5 representa este modelo:

$$N = \left(\frac{1440\text{min/dia}}{E_t + W_t + V_t} \right) \times 2 \quad (5)$$

Onde:

N – O número de trens/ dia que podem circular em uma seção de uma via singela

E_t – tempo para trafegar em um sentido da via entre duas estações críticas (em minutos)

W_t – tempo para trafegar no outro sentido da via entre duas estações críticas (em minutos)

V_t – tempo para licenciamento dos trens (em minutos)

Em caso de interrupção de tráfego de alguma seção é comum colocar um redutor no tempo disponível para tráfego diário e atribuirmos ainda um fator de eficiência no sistema. A equação 6 representa a fórmula de Colson corrigida.

$$N = \left(\frac{\frac{1440\text{min}}{\text{dia}} - t_m}{E_t + W_t + V_t} \right) \times 2 \times K \quad (6)$$

Onde :

t_m - tempo de interrupção do sistema (em min)

K – Fator de Eficiência do sistema

Nota-se que a fórmula de Colson leva em consideração condições ideais de tráfego e não deixa claro o valor de “K”, porém Krueger sugere adotar a faixa de 60 - 80%.

4.3 – Modelo Paramétrico

Krueger (1999) e Barros (2013) defendem que múltiplos fatores afetam a capacidade, tornando-a mutável para combinação dos diversos parâmetros que influenciam no desempenho da via. Entre eles interrupções de tráfego, reduções da velocidade máxima

autorizada da seção, a existência ou não de um controle de tráfego automático, controle de tráfego centralizado, entre outras formas. Para Mussone e Calvo (2013), a aderência e não aderência dos trens a grade horária programada pela ferrovia em questão é um fator dominante que afeta a capacidade utilizada da linha. Ou seja, se não há aderência, há atrasos no tráfego que depreciam a capacidade ferroviária.

O modelo paramétrico é uma ferramenta que subdivide o sistema ferroviário em seções de via e através das variações de parâmetros que afetam a capacidade ferroviária, encontram capacidades teóricas, práticas e utilizada para cada seção do sistema como uma função dos atrasos ou desvios em relação ao programado devido a condições de tráfego, infraestrutura e operacionais. A seguir apresentasse as capacidades consideradas no modelo paramétrico de Krueger (1999):

Capacidade teórica- é o maior valor que a capacidade de um sistema pode alcançar, e é calculada levando em consideração que todos os trens possuem a mesma tipologia. Em todos os sentidos de movimento a mesma prioridade, que suas viagens são distribuídas ao longo dos dias sem interrupções e ignora os efeitos da variação no tráfego, das demoras devido a atrasos da rotina operacional, como cruzamento e manobra de locomotivas. A capacidade é calculada em função da seção mais crítica para vias singelas ou para o sentido mais demandado da via duplicada. Assim a capacidade teórica é calculada segundo Krueger e Barros pela fórmula empírica de Colson multiplicado por um fator de eficiência estimado por Krueger, conforme equação 7;

$$N = \left(\frac{1440 \text{ min/dia}}{E_t + W_t + V_t} \right) \times 2xE_f \quad (7)$$

E_f - Eficiência do sistema, sendo 60 % para licenciamento por ordem escrita, 70 % para licenciamento por CTC (Controle centralizado de Tráfego) e 80% para o emprego de ATC (Controle Automático de Tráfego).

Capacidade prática - É o limite prático do volume de tráfego (trens/intervalo de tempo) representativo que trafega ao longo de uma seção, enquanto atinge um limite de performance. Tal representatividade reflete os vários tipos de trens, as prioridades e os trens de grade.

Capacidade Utilizada - é igual ao volume de tráfego em trens por intervalo de tempo, medido no trecho mais crítico, refletindo exatamente o volume de tráfego no período de medição;

Capacidade Disponível- é a diferença entre a capacidade prática e a utilizada. É a capacidade excedente, que é utilizada apenas em casos extraordinárias, sendo consumida caso haja ampliação da demanda pelo serviço ferroviário.

Krueger (1999) defende que estudos de capacidade ferroviária devem ter 3 abordagens: a influência na capacidade devido a parâmetros da infraestrutura de via, os parâmetros operacionais e os de tráfego. Por isso baseou seu modelo na relação entre os três. Assim como Mussone e Calvo, Burdet e Kozan, o trabalho de Krueger procura demonstrar que é possível medir a capacidade do sistema ferroviário, entendendo as capacidades práticas de cada seção e como esta é afetada pelos atrasos dos trens.

O modelo paramétrico parte da premissa que alguns parâmetros do sistema tornam impossível à capacidade prática encontrar a teórica. Então, uma ferrovia eficiente precisa operar com uma capacidade prática que lhe permite usufruir de um determinado nível de confiabilidade operacional. Para estimar esta capacidade, o modelo paramétrico utiliza-se de valores conhecidos de atrasos de viagens dos trens para estabelecer condições limite de tempo mínimo e máximo de trânsito para calcular o volume de tráfego em trens/dia (Figura 3).

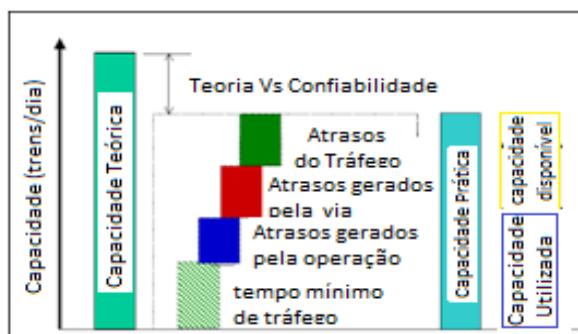


Figura 3: A capacidade prática dividida entre atrasos por conta dos parâmetros de via, operacionais e de tráfego.

Os Parâmetros definidos por Krueger (1999) são citados abaixo:

4.3.1- Parâmetros de Via

- *Tamanho das seções*
- *O comprimento médio dos pátios ferroviários para cruzamento de trens*
- *Consistência do espaçamento entre pátios ferroviários*
- *Taxa de espaçamento entre sinalizações intermediárias*
- *Taxa percentual de vias duplicadas ou múltiplas por seções*

4.3.2 Parâmetros de Tráfego

4.3.2.1 - Fator de Tráfego Pico (TPF)

Os efeitos de um volume de tráfego além do programado em uma seção ferroviária provocam uma redução na capacidade do sistema. O fator é calculado segundo a equação 8:

$$TPF = \frac{Nr^o \text{ Máximo de Trens em } 4 \text{ hrs}}{Nr^o \text{ médio de Trens em } 4 \text{ hrs}} \quad (8)$$

4.3.2.2 - Probabilidade de Prioridade

Trens prioritários, ditam a interrupção do fluxo de tráfego de trens com menos prioridade. Trens com menos prioridade precisam dar passagem para trens com mais

prioridade e reduzem sua velocidade para isso. Prioridade é quantificada através de uma grandeza estatística que quantifica as chances de um trem prioritário encontrar outro com prioridade maior (equação 9)

$$PP = \frac{1}{T} \sum_{i=2}^N \frac{C_i}{(T-1)} \sum_{j=1}^{i-1} C_j \quad (9)$$

Onde:

PP -Percentual de Probabilidade

T - Tempo de Observação

C_i -Número de trens de prioridade i e j

C_j -Número de trens de prioridade j

N - Número de Classes de prioridade de trens

4.3.2.3 Taxa de Velocidade

Este parâmetro reflete a velocidade do mix operacional de trens e é calculado como a divisão entre a velocidade do trem mais rápido dividido pela do trem mais lento, como pode ser visto na equação 10. Uma das interpretações deste parâmetro, é que para SR>1 alguns trens podem encontrar-se parados por muito tempo no pátio, para que alguns trens tenham prioridade.

$$SR = \frac{\text{Velocidade do Trem mais rápido}}{\text{Velocidade do Trem mais lento}} \quad (10)$$

4.3.2.4 Tempo Médio Mínimo de Viagens

É o tempo médio mínimo para cada trem se deslocar segundo uma direção.

4.3.3 Parâmetros Operacionais

A interrupção de uma operação reduz o tempo disponível para tráfego. Krueger , considera tais parâmetros importantíssimos para o seu modelo. Pois tais paradas não programadas advindas de eventos aleatórios, afetam todos os parâmetros vistos anteriormente. Interrupções de tráfego, a exemplo, podem ter vários motivos como manutenção, alagamento do leito ferroviário, ou acidentes ferroviários. A equação 11 calcula tal parâmetro:

$$TO's = \frac{\text{Duração Total da interrupção}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i n_T}} \quad (11)$$

Onde:

n_T – número total de interrupções de tráfego por dia

d_i – duração de cada evento i de interrupção de tráfego (horas)

TO- Parâmetro de interrupção de tráfego (horas)

Em contrapartida, toda a operação tem um limite máximo de tempo de viagem que é definido como o tempo máximo que o trem mais lento, pode levar em viagem. Krueger afirma que a combinação de cada um dos parâmetros citados anteriormente gera uma curva única de interrupção do tráfego, apresentada na figura 4. Tal interrupção pode ser descrita matematicamente como uma função do volume de tráfego.

Levando tudo isso em consideração, Krueger (1999) apresenta um modelo paramétrico que mede o atraso do trem em função da capacidade prática (V) para as seções de um sistema ferroviário (equação 12).

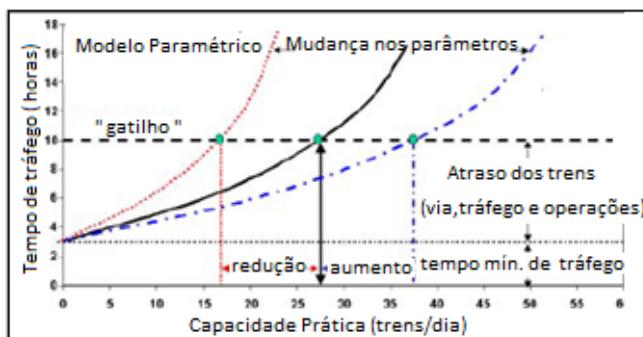


Figura 4: Relação entre capacidade e tempo de tráfego (fonte - Krueger 1999)

$$TD = e^{BV} A_0 \quad (12)$$

Onde:

TD – Atraso do trem (horas)

V- volume de tráfego ou capacidade prática (trem/ Horas)

A_0 - Coeficiente paramétrico, tráfego e Operacional e B – Constante.

Realizando simulações discretas por meio da variação dos parâmetros em seu programa (figura 5). Krueger (1999) conseguiu obter a capacidade prática, teórica e utilizada para as diversas seções ferroviárias de um sistema para um valor percentual de atraso.

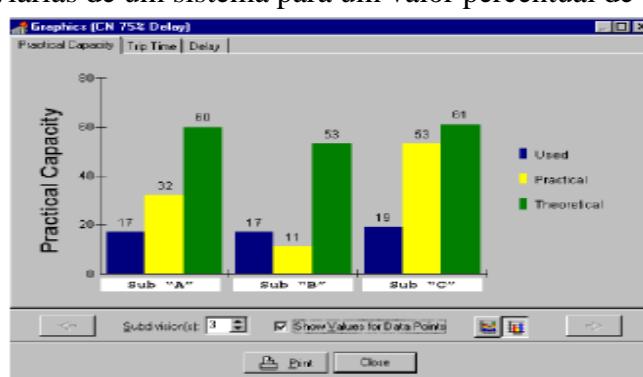


Figura 5: O programa baseado em Windows 95, escrito por Krueger em 1999.

5- CÁLCULO DE CAPACIDADE POR PESQUISA OPERACIONAL

Burdett e Kozan (2005) usam uma hipótese bastante simples para modelar o problema de cálculo de capacidade prática. Acredita-se que toda a capacidade de malha ferroviária está

limitada por uma seção crítica do sistema ferroviário que está sujeita a restrições de infraestrutura, tráfego e procedimentos operacionais.

Mussone e Calvo (2013) fazem uma revisão do modelo de Burdet e Kozan (2005), atribuindo restrições operacionais as diversas seções críticas do sistema ferroviário contribui de maneira extremamente relevante para o conhecimento da capacidade de um sistema como um todo. É importante ressaltar que o Método de Mussone e Calvo busca tratar a determinação da capacidade prática da ferrovia como um problema de otimização (pesquisa operacional), representada como uma função objetivo a ser maximizada para o número de trens regulares (programados) e irregulares (não programados) em relação à grade de trens, cumprindo ou não seus respectivos horários, trafegando no sistema sob-restrições que é função do tempo de travessia dos trens regulares e não programados através dos diversos nós, estações e pátios que compõem a malha ferroviária durante o período de observações, conforme equações de 12 a 18:

Função objetivo a ser maximizada:

$$\frac{\text{Números de Trens}}{\text{dia}} = \max \sum_{i \in R} \sum_{j \in J} (\hat{x}_{ij} + x_{ij}) \quad (13)$$

Sujeito a :

A equação 13, que se refere ao percentual de ocupação do nó n, de um trem do tipo j, trafegando pelo caminho K em um intervalo de tempo T.

$$p_k^n = \frac{\sum_{j \in J} (\hat{x}_{kj} \tau_{kj}^n + t_{kj}^n x_{kj})}{T} \quad \forall n \in N, \forall k \in R_n \quad (14)$$

A equação 14 indica para cada caminho k, que o número de trens por intervalo de tempo do tipo j, seguindo o caminho k, é um percentual do número total de trens. Tal percentual é função do percentual de ocupação do nó n de trens trafegando no caminho k. Bem como é função do percentual de ocupação atribuído a trens provenientes a outros trechos i; que são diferentes de k. Esta equação torna o problema não linear, visto que $\hat{x}_{kj}, x_{kj}, p_k^n$ são variáveis.

$$\hat{x}_{kj} = (\hat{x}_{kj} + x_{kj}) \frac{p_k^n}{1 - \sum_{i \in R_n} p_i^n} \quad \forall n \in N, \forall k \in R_n, \quad \forall j \in J \quad (15)$$

A equação 15 indica o tempo de trânsito de trens regulares e irregulares que trafegam em cada trecho de cada terminal ferroviário b deve ser menor ou igual ao tempo de observação do estudo, bem como o tempo que os trens levam para atravessar cada nó (equação 16).

$$\sum_{i \in R_b} \sum_{j \in J} (t_{ij}^b x_{ij} + \hat{x}_{ij} \tau_{ij}^b) \leq T \quad \forall b \in B \quad (16)$$

$$\sum_{i \in R_n} \sum_{j \in J} (t_{ij}^n x_{ij} + \hat{x}_{ij} \tau_{ij}^n) \leq T \quad \forall n \in N \quad (17)$$

Por último, a capacidade teórica da via é um limitante para a quantidade de trens regulares e não programados por intervalo de tempo que podem trafegar na seção (equação 18).

$$\sum_{j \in J} \sum_{i \in R_l} (\hat{x}_{ij} + x_{ij}) \leq C^l \quad \forall l \in L \quad (18)$$

$$\hat{x}_{ij}, x_{ij} \geq 0 \quad \forall i \in R, \forall j \in J \quad (19)$$

Porém outras restrições são necessárias para evitar que alguns trechos i , calculem trens nulos. Para alguns tipos de trens, então, é necessário impor um limite superior e inferior para a quantidade de trens que circulam em cada trecho, sendo assim apresentasse as equações 20 e 21:

$$\sum_{j \in J} x_{ij} + \hat{x}_{ij} \geq LI_i \quad \forall i \in R \quad (20)$$

$$\sum_{j \in J} x_{ij} + \hat{x}_{ij} \leq LS_i \quad \forall i \in R \quad (21)$$

Onde:

\hat{x}_{ij} – Número de trens não programados do tipo j passando através do nó i ;

x_{ij} – Número de trens regulares do tipo j passando através do nó i ;

i – índice da via compatível a ser seguida ; n – índice do nó; N – conjunto dos nós do sistema.

j – categoria do trem ; k – índice da via incompatível a ser seguida ;

J – conjunto das possíveis categorias de trens;

τ_{kj}^n – tempo de viagem dos trens irregulares do tipo j , trafegando sobre o caminho k através do nó n ;

t_{kj}^n – tempo de viagem dos trens regulares do tipo j , trafegando sobre o caminho k através do nó n ;

T – intervalo de tempo em consideração;

p_k^n – percentual de ocupação do nó n , por trens seguindo o caminho k ;

\hat{x}_{kj} – quantidade de trens irregulares por intervalo de tempo do tipo j , trafegando pelo caminho k ;

x_{kj} – quantidade de trens regulares do tipo j , por intervalo de tempo, trafegando pelo caminho k ;

R_n – conjunto dos diversos caminhos K , tal conjunto tem dimensão igual à quantidade de nós do sistema;

b – número índice do terminal; B – conjunto de terminais do sistema;

C^l – capacidade teórica da linha; L – conjunto das diversas linhas do sistema;

LI_i – capacidade mínima do trecho ferroviário i ; LS_i – capacidade máxima do trecho ferroviário i .

6. DISCUSSÃO DAS ABORDAGENS E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

No modelo teórico leva-se em consideração condições ideais de tráfego para calcular a capacidade teórica ferroviária. Não se leva em conta a iteração entre os trens, considera-se o *headway* homogêneo para todos os trens, o que configura-se um contraponto em relação a abordagem de Krueger que considera a diferenciação entre os *headways* um dos principais indícios de variação da capacidade em cada seção. Isso é evidente, pois tais variações no headway geram os atrasos no tráfego que como visto na figura 4 são responsáveis pelo valor da capacidade prática.

A vantagem maior é que a capacidade Teórica calculada pelo método de Colson será o limite superior intangível da capacidade de qualquer ferrovia. A desvantagem está no coeficiente de eficiência K . Tal coeficiente, não possui no meio científico um intervalo de

confiança ou um valor determinado. É correto inferir que cada trecho de uma malha ferroviária terá um K diferente.

O método de compressão da tabela horária UIC 406 possui a vantagem de permitir encontrar de maneira direta a capacidade consumida; para encontrar a capacidade prática é necessário ir alocando trens no sistema até que a capacidade consumida seja 100% no trecho em análise. Portanto este método é mais um método de alocação de fluxos do que um método de cálculo de capacidade de sistemas. As desvantagens do método é que é necessário conhecer um dia cujo tráfego, seja representativo dentro de um intervalo de validade estatístico, ou seja, tenha todos os tipos de trens trafegando nas seções de maior interesse operacional. Os terminais não fazem parte da análise como no método paramétrico e no modelo de Mussone e Calvo; é necessário assumir que a capacidade prática é atingida quando uma das seções de bloqueio teve 100 % da sua capacidade disponível atingida.

Pelas restrições impostas no modelo de otimização não linear de Mussone e Calvo, é possível verificar pela equação 15, que quanto mais terminais existem, mais caminhos de rolamento para cada trem existem mais possibilidade de formação de trens, maior a quantidade de trens por intervalo de tempo. Sendo assim o modelo computacional se aproxima da configuração básica da malha ferroviária para um intervalo de tempo. Porém é necessário conhecer, o tempo de trânsito de cada trem em cada trecho, é necessário definir um critério de parada realista para o método, definir limites inferiores e superiores para quantidade de trens circulantes por trecho. E como se não bastasse esta quantidade exaustiva de coleta de dados é necessário conhecer a capacidade teórica de cada seção ferroviária em análise. O método não possui solução exata e ótima. Conforme pode ser visto em Mussone e Calvo (2013) é necessário empregar relaxações no sistema de inequações para resolver o modelo.

Por último, o modelo paramétrico, consolidado no programa de Krueger. Este é eficaz em cobrir todos os parâmetros de via, tráfego e operacionais. Nota-se que o único entre todos os modelos que considera o efeito das sinalizações entre trechos. A única desvantagem notável do modelo é a necessidade de conhecer a capacidade teórica da via para definir um limite superior de capacidade e Krueger o faz utilizando coeficientes de eficiência empíricos entre 60% e 80% da capacidade teórica.

Em ferrovias brasileira que são definidas por longos corredores, o modelo de Colson e o paramétrico são os mais adequados. Usando Colson, calcula-se a capacidade do trecho e usa-se um valor de eficiência para cada seção de acordo com os parâmetros operacionais, de via e de tráfego conhecidos. Como no Brasil os corredores tendem a possuir condições homogêneas de via, operacionais e de tráfego, por vezes os parâmetros necessários para análise da capacidade prática tendem a ser iguais em todo o trecho ferroviário. Com o modelo paramétrico de Krueger(1999) simplifica-se a aplicação de Colson para cada seção de bloqueio, fazendo hipóteses sobre o tempo de interrupção, não sendo necessário calcular eficiências para cada seção de bloqueio.

7. CONCLUSÃO

A análise dos métodos e modelos demonstrou que existem consonâncias entre eles. O modelo de Mussone e Calvo suprem as deficiências do método de compressão da tabela horária. Porém assim como no modelo paramétrico, o modelo de Mussone e Calvo possui dependência do modelo teórico de Colson. E a análise superficial deste modelo, deixa evidente que é fundamental conhecer o coeficiente de eficiência de Colson, a fim de contribuir para definição de um limite superior da capacidade ferroviária.

O modelo de Colson é por conta da sua simplicidade de aplicação para cálculo de capacidade de tráfego de seções ferroviárias é muito relevante. No Brasil é o modelo mais utilizado segundo dados do site eletrônico da ANTT. Porém conforme citado anteriormente é necessário conhecer o coeficiente de eficiência (“K”) do trecho ferroviário em análise para o cálculo da capacidade prática.

A premissa base para encontrar o “K”, é que o fator suscetível a variações e mais perceptível é o headway. Se ele não variar, a capacidade prática é máxima e igual à teórica. No entanto tal situação não ocorre em termos reais, à qualidade do gerenciamento, a tecnologia de sinalização empregada e até fatores humanos variam o headway. Portanto com o conhecimento dos fatores que influenciam e que geram estas aleatoriedades em um trecho ferroviário, é possível estudar medidas que reduzam essa aleatoriedade do headway e aumentem a capacidade prática e consequentemente podemos estudar formas de estimar o fator de eficiência das seções de um sistema ferroviário (“K”). Portanto, para trabalhos futuros uma proposta que pretende-se estudar é a de um modelo matemático que consiga predizer a capacidade prática de tráfego em um trecho ferroviário para as condições operacionais, de tráfego e via baseado em estudos a serem realizados em uma das ferrovias de carga brasileiras ainda a definir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRIL, M.; BARBER, F. *An assessment of railway capacity*. *Transportation Research Part E*, Vol. 44, nº 5, 2008
- AHUJA, R. K.; LIU, J.; ORLON, J. B.; SHARMA, D.; SHUGHART, L. A. *Solving real-life locomotive scheduling problems*. *Transportation Science*, v. 32, p. 358-369, 2002.
- Barros ,J.M.F.M *Avaliação dos Principais Métodos Analíticos de Cálculo de Capacidade de Tráfego Utilizados em Ferrovia Nacional e Internacional*, Dissertação de Mestrado, UFMG ,2013.
- Krueger, H. (1999) *Parametric Modeling in Rail Capacity Planning*. *Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference* (P.A. Farrington, H.B Nembhard, D.T.Sturrock, and G.W. Evans, eds) pp 1194 -1200.
- Landex, Alex; Methods to estimate Railway capacity and passenger delay, 2006, Phd –Thesis . Austrália.
- Landex, Alex; Schittenhelm,B.; Kaas, A. H.; SCHNEIDER-TILLI, J. Capacity Measurement with the UIC 406 Capacity Method, Proceedings of 11th International conference on Computers in Railways, eds. J. Allan, E. Arias, C.A. Brebbia, C. Goodman, A.F. Rumsey, G. Sciutto & N. Tomii, 2008.
- Mussone, Lorenzo ; Wolfler Calvo, Roberto . *An analytical approach to calculate the capacity of railway system* - *European Journal of Operational Research*, 2013, Vol.228(1), pp.11-23 [Periódico revisado por pares].
- R. L Burdett, E. Kozan – Techniques for Absolute Capacity Determination in Railways, *Transportation Research Part B* 40 616-632 , 2005.



21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

Rives, F.O.; Pita, A. L; Puente,M.M.. *Tratado de Ferrocarriles*. Madrid: Ed. Rueda, 1977.

Salido, M.A; Ingolotti,L.; Barber, F.; Abril,M.;Tormos,P.,Lova,A; *An Assessment of Railway Capacity*. Transportation Research, [S.I.]; part E44, p 774-806.2008.

Sameni, Khadem Melody.; Landex, Alex.; Preston,John.. Developing the UIC 406 Method for Capacity Analysis 4th International Seminar on Railway Operations . Rome,2011

U.I.C (2004) – *La capacité*. Fiche 406R www.antt.gov.br – acessado em 01/07/2016 às 19:11 p.m

SISTEMA DE CARONA SOLIDÁRIA COMO ESTRATÉGIA DE GERENCIAMENTO DA MOBILIDADE EM CAMPI UNIVERSITÁRIOS

**Renata Corrêa Silva
Licinio da Silva Portugal
Ronaldo Balassiano**

Programa de Engenharia de Transportes
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia COPPE/UFRJ

RESUMO

Os campi universitários são importantes polos geradores de viagens dentro de uma cidade. Preocupadas com a sustentabilidade, muitas universidades buscam alternativas que minimizem os transtornos de mobilidade no que se refere ao deslocamento diário de sua população, causados pelo uso indiscriminado de veículos particulares. O conceito de *carpooling* ou carona solidária surgiu com o propósito de evitar o uso do carro por apenas um ocupante. O objetivo deste trabalho é analisar a utilização do sistema de *carpooling* como estratégia de Gerenciamento da Mobilidade em campi universitários. A análise mostrou que a utilização da carona solidária como estratégia de Gerenciamento da Mobilidade tem apresentado boa aceitabilidade por parte das comunidades de instituições de ensino. Entretanto, verificou-se a necessidade de se pesquisar mais sobre os sistemas de *carpooling*, levando em conta os resultados efetivos do seu funcionamento, de maneira a se obter informações para: o aprimoramento dos mesmos, disseminar as ideias do sistema e incentivar a implantação desta estratégia em novos lugares.

ABSTRACT

College campuses are important poles travel generators within a city. Concerned about sustainability, many universities seek alternatives that minimize mobility disorders in relation to the daily displacement of the population, caused by the indiscriminate use of private vehicles. The concept of carpooling or carpooling came up with the purpose of avoiding car use by a single occupant. The objective of this study is to analyze the use of carpooling system as Mobility Management strategy on college campuses. The analysis showed that the use of carpooling as Mobility Management strategy has shown good acceptability by the communities of educational institutions. However, there was a need to investigate more about carpooling systems, taking into account the actual results of its operations, in order to obtain information for: the improvement thereof, disseminating system ideas and encourage the implementation of this strategy in new places.

PALAVRAS CHAVE

Gerenciamento da Mobilidade, Universidades, Carona Solidária.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem havido um aumento considerável da frota de automóveis particulares nas cidades, visto as qualidades de conforto e segurança deste modo de transporte e considerando as aparentes políticas econômicas e urbanísticas de incentivo à compra e uso

do carro. Szwarc *et al.* (2010) salientam que um dos principais problemas relacionados ao contínuo e intenso crescimento da frota de veículos automotores é a ocupação do espaço viário, cada vez mais escasso.

Segundo Rezende e Souza (2009) *apud* Oliveira (2013), essa primazia pelo transporte individual aumenta de maneira considerável o volume de veículos nas vias com o mínimo de aproveitamento do espaço disponível, haja vista que a maioria deles é conduzido pelo motorista que vai só, repetindo diariamente o mesmo trajeto para o trabalho, para a universidade, entre outros. Somados à baixa taxa de ocupação de pessoas por veículo, observa-se ainda a saturação das vagas de estacionamentos.

Os problemas causados pelo congestionamento por excesso de veículos nas ruas dos centros urbanos causam diversos impactos em âmbito social, econômico e ambiental. Dentre eles pode-se destacar o aumento do tempo viagem, a perda de qualidade de vida dos usuários, a perda de produtividade, o custo adicional de combustível, a manutenção e depreciação dos veículos e a poluição sonora e atmosférica.

Segundo Oliveira (2013), um dos maiores problemas ambientais atualmente é a poluição do ar, que é um fenômeno decorrente, principalmente, da atividade humana em vários setores, agravada pelo crescimento populacional e econômico, pelas grandes inovações tecnológicas e a rápida industrialização. O setor de transportes é um dos principais contribuintes para a poluição sonora e ambiental nas cidades, onde os veículos automotores são a principal fonte de emissão de gases e ruídos nas regiões metropolitanas do país.

Com o intuito de solucionar os transtornos causados pela crescente demanda por transportes e proporcionar melhoria na qualidade de vida urbana, se começa a trabalhar com o conceito de Gerenciamento da Mobilidade (GM). O GM é um conjunto de práticas de planejamento de transportes que, dentre outras coisas, busca soluções e alternativas mais adequadas ao uso do automóvel, promovendo meios mais sustentáveis de deslocamento de forma a tornar o sistema de transporte mais eficiente. Dentre as estratégias de Gerenciamento da Mobilidade estão o compartilhamento de veículos, incentivo aos deslocamentos a pé ou por bicicleta, incentivo ao transporte público em detrimento do transporte individual, melhoria de áreas urbanas, restrição de acesso dos carros a determinadas áreas, restrição de estacionamento, mudança no hábito de viagens, dentre outras (Ferreira e Balassiano, 2012).

Neste contexto, uma das alternativas da Gerência de Mobilidade que pode minimizar os impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pelo elevado número de carros circulando nas vias, é a implantação de um Sistema de Carona Solidária ou *Carpooling*, a qual será objeto deste estudo.

Além disso, um dos lugares onde os princípios de GM são mais aplicáveis é em um Polo Gerador de Viagens (PGV), que, segundo Portugal e Goldner (2003) são locais ou instalações que desenvolvem atividades com capacidade de produzir uma quantidade significativa de viagens. Os autores salientam ainda que dentre os locais com maior potencial de geração de viagens destacam-se Shoppings Centers, conjuntos habitacionais, prédios de

escritórios e Universidades. Neste último PGV é onde esta pesquisa será desenvolvida.

Desta maneira o objetivo deste trabalho é analisar a utilização do sistema de *carpooling* ou carona solidária como estratégia de Gerenciamento da Mobilidade em campi universitários (considerados PGV), identificando e avaliando as práticas nacionais e internacionais existentes, de maneira a assinalar possibilidades de aprimoramento das mesmas. A seção seguinte apresenta considerações gerais sobre GM e suas aplicações em campi universitários. A seção 3 aborda o sistema de *carpooling* como estratégia do GM e algumas experiências nacionais e internacionais, bem como as vantagens desta prática. Já na seção 4 são descritas aplicações do sistema de carona solidária em algumas universidades do exterior e do Brasil e uma breve comparação destas experiências. E, por fim, a seção 5 expõe as conclusões.

2. GERENCIAMENTO DA MOBILIDADE E CAMPI UNIVERSITÁRIOS

Diante do contexto do uso indiscriminado de automóveis particulares, os planejadores, os responsáveis por tomada de decisão e usuários dos diferentes modos de transportes tem enfrentado um grande desafio no que se refere à mobilidade. Segundo Neiva (2003), a abordagem clássica do planejamento de transporte tem como base o atendimento da demanda através da ampliação da infraestrutura viária. Esse modelo, fundamentado na relação “prever e prover” (prever a demanda para prover a infraestrutura), é ineficiente no que se refere ao aprimoramento da mobilidade e à minimização dos impactos oriundos do uso indiscriminado do automóvel.

Analogamente, Balassiano (2004) afirma que enfrentar o problema dos transportes exclusivamente sob a ótica da oferta, se tornou uma tarefa difícil. Neste sentido, a organização da demanda e o gerenciamento de viagens e deslocamentos sem necessariamente expandir a oferta da infraestrutura existente pode ser uma alternativa mais adequada. Dessa forma, surge o conceito de Gerenciamento da Mobilidade (GM).

As ações com base no conceito de Gerenciamento da Mobilidade vêm sendo praticadas desde a década de 1970 nos Estados Unidos e em alguns países da Europa (Câmara, 1998 *apud* Parra, 2006). Esse conceito admite que a racionalização do uso do veículo individual associada ao aprimoramento da qualidade e da oferta do transporte coletivo e o estímulo ao transporte não motorizado são alternativas viáveis para que se alcance a mobilidade sustentável.

O Gerenciamento da Mobilidade agrupa um conjunto de instrumentos que tem por objetivo incentivar mudanças de comportamento em benefício dos modos sustentáveis de transporte. A conotação de gerenciamento da mobilidade argumenta que ações baseadas em informação podem inspirar a consciência do cidadão e modificar o seu padrão de conduta na escolha dos meios de transporte disponíveis (Oliveira *et al.*, 2013).

De acordo com Parra (2006), os princípios e as estratégias do Gerenciamento da

Mobilidade são aplicáveis em qualquer área geográfica, seja um lugar específico ou uma cidade e desta forma também é aplicável aos diversos Polos Geradores de Viagens (PGVs). Visto que produzem um contingente bastante significativo de viagens, os campis universitários são considerados PGVs e, deste modo, justificam-se pesquisas que tenham como objetivo reduzir os impactos gerados no tráfego em decorrência da geração de viagens oriundas dessas instituições. Outra concepção relevante, mencionada pela autora é que por serem as instituições de ensino locais importantes na formação e na educação de pessoas, estas se constituem como ambientes favoráveis à implantação de medidas de Gerenciamento da Mobilidade (GM) e de sua propagação para o resto da sociedade.

O transporte é uma das questões cruciais em relação aos impactos que a universidade produz no meio ambiente e na sociedade. Várias universidades estão começando a incluir a sustentabilidade como estratégia prioritária nos seus planos e projetos (Goldner *et al.*, 2014). O objetivo destes planos é o incremento do nível de acessibilidade racionalizando o uso de modos de transporte privados. A maioria destas ações adota “medidas de gerenciamento da demanda”, as quais buscam influenciar o comportamento dos deslocamentos das pessoas, oferecendo opções alternativas de transporte e reduzindo consequentemente os congestionamentos (Miralles-Guasch e Domene, 2010 *apud* Goldner *et al.*, 2014).

Para uma universidade colaborar com a sustentabilidade deve fundamentalmente estudar as questões de deslocamento de sua população, visitantes e da comunidade do entorno. Neste sentido é importante que haja um estudo da sua área de influência, dos tipos de usuários e da caracterização do padrão de viagem de cada um deles, de maneira a definir as estratégias de GM adequadas para seu tratamento. Desta maneira, baseados na literatura pesquisada, Parra e Portugal (2006) destacam as principais estratégias de GM utilizadas em campi universitários, divididas em cinco macro categorias relacionadas na Tabela 1.

Tabela 1: Estratégias mais usadas no Gerenciamento da Mobilidade nos Campi

| Tópico | Estratégia utilizada em Campi Universitários | |
|-----------------------------|--|---|
| Transporte de/para o campus | Alternativas ao uso do carro pessoal | Aumento na oferta de transporte público e melhorias no existente. |
| | | Parcerias com empresas de transporte público para reduzir tarifas das passagens e para obter descontos comerciais. |
| | | Uso ilimitado das linhas de metrô e ônibus que servem ao campus e aumento nos serviços de integração. |
| | | Cobrança ou aumento na tarifa de estacionamento para veículos. |
| | | Motivações para uso da bicicleta: ciclovias, oferecimento gratuito, vestiários com chuveiros, estacionamentos. |
| | | Melhoria e aumento das áreas de pedestres para incentivar os deslocamentos a pé quando possível pela localização do campus. |
| | | Programas de segurança para os deslocamentos de bicicleta e a pé e os usuários de transporte público |
| | Estímulo de viagens | Implementação do sistema de carona <i>carpool, carsharing e vanpool</i> . |
| | | Tarifas subsidiadas de estacionamento para veículos que fazem lotação. |
| Comunidade | Conscientização | Estacionamento gratuito para <i>carpool</i> . |
| | | Cronogramas alternativos nos horários de trabalho e <i>telework</i> para funcionários |
| | | Trajeto para casa garantido para funcionários |
| | | Campanhas de educação e motivação dirigidas aos usuários para incentivar mudanças comportamentais. |
| Transporte dentro do campus | Medidas de moderação de tráfego | Campanhas de marketing sobre Mobilidade. |
| | | Campanhas de educação ambiental |
| | | Integração e coordenação entre estudantes, docentes e empregados para garantir o sucesso das ações. |
| | | Controle de velocidade de veículos para garantir segurança a pedestres e ciclistas. |

Fonte: Parra e Portugal (2006)

No entanto, em muitos casos, feita a análise da demanda de viagens no campus, observa-se uma elevada escolha pelo automóvel particular, em que os usuários não estão dispostos a abrir mão do conforto do carro nem a migrarem para o transporte público ou não motorizado. Assim, quando o padrão de viagens é caracterizado por este comportamento, tem-se como estratégia-chave o estímulo de viagens compartilhadas: incentivando o sistema de *carpooling* ou carona solidária, objetivando o aumento da taxa ocupação dos automóveis particulares e a redução do número destes nas vias e estacionamentos.

3. SISTEMA DE CARPOOLING COMO ESTRATÉGIA DE GM

Alternativas que buscam restabelecer o tráfego e diminuir os índices de poluição nos

grandes centros urbanos têm sido adotadas ao redor do mundo. Práticas como rodízio de veículos e cobrança de pedágios urbanos são as mais adotadas. Porém é um consenso entre os especialistas que as soluções dos problemas, relacionados à poluição causada pelos veículos e os congestionamentos no trânsito, passem, necessariamente, pela mudança de comportamento dos cidadãos. Com essa filosofia o sistema de carona solidária ou *carpooling* vem ganhando força nos países mais desenvolvidos.

O *carpooling* é um termo utilizado para o uso compartilhado de um automóvel, para aumentar a eficiência, de um modo geral, de uma rede de transportes (Fu *et al.*, 2008). A Carona Solidária é um incentivo ao uso compartilhado em alternância de um automóvel particular por duas ou mais pessoas, para viajarem juntos durante o horário de pico para o trabalho, para escola, ou para universidades.

A corona solidária nasceu nos quadros de avisos das fábricas na Alemanha. Logo a difusão se aproveitou da massificação da internet e nasceram diversos portais, que hoje continuam a ser o principal meio de propagação, especialmente na Alemanha e na Califórnia. Mas a tecnologia móvel avançada permite, através da geolocalização, conectar em tempo real motoristas e pedestres (ou motoristas que optam por deixar o carro em casa), que têm um caminho comum (Baratto, 2013).

O princípio do *carpooling* é aproveitar o espaço não usado, mas disponível em meios de transporte privados, ocupando-o com pessoas ou itens que tem rotas em comum numa forma de socialização do transporte particular (Chen *et al.*, 2011; Megalingam *et al.*, 2011; Sghaier *et al.*, 2011).

Segundo Martins e Kozievitch (2015), o uso compartilhado de um único carro por duas ou mais pessoas pode diminuir o volume de carros nas vias, reduzindo o fluxo de tráfego e, consequentemente, o tempo que os indivíduos levam em seus carros. No quesito melhoria ambiental, permite a utilização de combustível de modo inteligente e reduz a poluição e os problemas de saúde. Além disso, o *carpooling* também tem o potencial de impactar aspectos sociais, já que permite a maior interação entre pessoas (Graziotin, 2013).

Geralmente, os praticantes da carona solidária são proprietários de um automóvel e alternam seu uso. Atualmente existem diversos sites que oferecem serviços de incentivo a carona. A proposta desses sistemas é o desenvolvimento de um portal, site ou aplicativo que busquem o desenvolvimento de um serviço de carona, com facilidades, visando principalmente o público das grandes cidades. Os principais objetivos desses portais são: a inclusão das rotas de viagem e a possibilidade de oferecer e procurar carona através de dispositivos móveis.

3.1. Exemplos de *carpooling* no exterior

Na Europa e nos Estados Unidos as pessoas têm impulsionado esta iniciativa, que tem mais de 40 anos de história em alguns países (Parra, 2006), em que uma comunidade

organizada, com base em vários meios de comunicação, permite a conexão entre usuários que compartilham o interesse em reduzir o número de veículos nas ruas. Neste item serão apresentadas sucintamente estas práticas nos Estados Unidos.

Nos Estados Unidos houve um movimento pioneiro no sentido das propostas para *carpooling* e elas já existem há algum tempo (Fu *et al.*, 2008). Os *carpoolers* têm uma faixa exclusiva nas *highways* americanas, onde só é permitido trafegar caso haja duas ou mais pessoas no veículo (Figura 1).

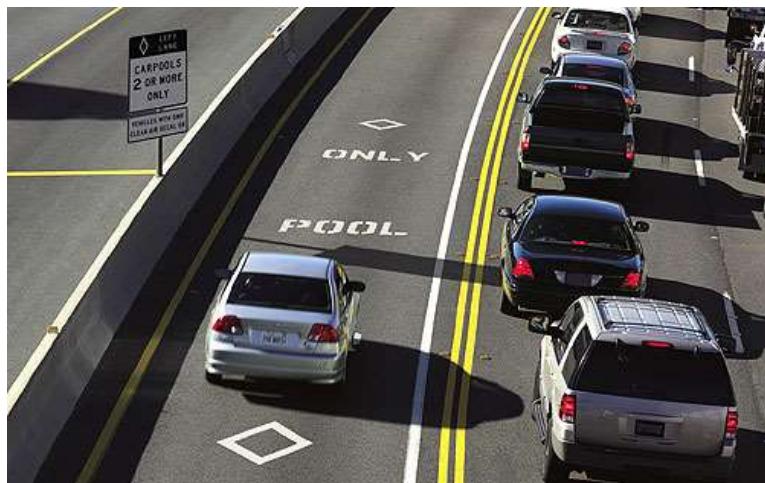


Figura 1: Interação entre os elementos que integram a mobilidade urbana
Fonte: Chan, 2016.

Na Califórnia, na cidade de São Francisco, uma parceira de empresas privadas e setor público desenvolvem o projeto do TRAVINFO desde 1992 (Markowitz, 1993). A arquitetura usada no sistema inclui 3 bancos de dados integrados: referências geográficas, informações de operações de tráfego e informações de trânsito públicas. Inicialmente foi desenvolvido para tráfego, trânsito, bicicletas e compartilhamento de caronas, mas posteriormente foi disponibilizado para utilização em inúmeros aplicativos. Além disso, as autoridades de transporte definiram faixas exclusivas para automóveis compartilhados e tarifas reduzidas em algumas pontes que ligam a baía com os subúrbios. Já nas áreas de Oakland e Berkeley foram implementados pontos de encontro onde os passageiros podem esperar os veículos que vão ao centro da cidade, que podem então usar as faixas exclusivas já mencionadas nas pontes que ligam a cidade a esses bairros, economizando tempo no deslocamento. Uma boa parte dos usuários do sistema são os condutores de automóveis de luxo, que não fazem o uso deste sistema por razões econômicas, mas pela redução do tempo de viagem (Baratto, 2013).

3.2. Exemplos de *carpooling* no Brasil

No que tange às referências brasileiras, foi identificado um estudo realizado por Oliveira (2013), na cidade de São Paulo, que teve como objetivo identificar os motivos que podem influenciar a decisão em participar de um programa de carona solidária. No

desenvolvimento da pesquisa foram aplicados 256 questionários a funcionários de uma instituição hospitalar e a entrevista revelou que, apesar da insegurança e do medo estarem o tempo todo presentes nas grandes metrópoles, e na cabeça das pessoas, a maioria dos entrevistados não considerou estes fatores como determinantes para a não adesão a um programa de carona solidária.

Em contraposição, o estudo revelou, ainda, que dar e receber carona de pessoas conhecidas, também é um fator que influencia a adesão ao programa, para que os usuários sintam segurança ao participar. Na opinião dos entrevistados a implementação da carona solidária é mais efetiva quando realizada em escolas, empresas, universidades ou outras instituições onde as pessoas já se conhecem. Assim, o estudo da autora concluiu que a carona solidária é uma iniciativa muito interessante para ser usada localmente (empresas, faculdades, entre outros), desde que tenham um número expressivo de funcionários circulando e permite uma interação entre as pessoas que fazem o mesmo trajeto, todos os dias, podendo assim selar laços afetivos e de amizades.

Foram identificadas, também, algumas aplicações brasileiras que já abordam o problema das caronas: o Carona Solidária que trabalha em conjunto com a API do *Google Maps* para agendar caronas para o Brasil inteiro. Já o software “Caronetas” é voltado para empresas, necessitando que a empresa entre em contato com o site para realizar um cadastro e permitir cadastros dos seus colaboradores por meio de e-mails corporativos confirmados. Há ainda comunidades na rede social *Facebook* para agendamento de caronas.

Além desses, existe o Sistema de Carona Legal, que é uma Associação Socioambiental, com sede na Vila Planalto em Brasília/DF, de atuação nacional, fundada por um grupo de jovens empreendedores com a finalidade de agrupar voluntários em uma comunidade de serviços na internet. A associação “Carona Legal” tem como proposta básica a divulgação e expectativa de implantar nos órgãos públicos, grandes empresas, condomínios, quartéis, shopping-center, clubes, escolas e universidades, o SISCARLEG (Sistema de Carona Legal – Transporte Solidário). O sistema tem o intuito de socializar o trânsito, contribuindo na prevenção de acidentes automobilísticos, mortes nas estradas, doenças e sequelas, estresses diários, poluição sonora e do ar, falta de estacionamentos, e efeito estufa na natureza, com a redução dos carros transitando nas metrópoles urbanas. (Associação Socioambiental Carona Legal, 2014).

3.3 Vantagens dos Sistemas de Carona Solidária

No que se refere à prática da carona solidária, alguns benefícios individuais e exclusivos aos usuários do sistema, como vagas de estacionamento e faixas de circulação exclusivas para veículos com mais de um ocupante, preços promocionais em postos de combustíveis e até descontos em eventos culturais, podem atuar como incentivo à adesão do comportamento sustentável (Silveira, 2013).

Outro benefício individual é a redução dos custos individuais de transporte. Ao passo que o motorista passa a dividir igualmente os custos do combustível com um grupo de pessoas

para o qual fornece carona, ou se essas pessoas revezarem igualmente suas funções de motorista e carona, os custos com transporte para cada um deles diminuiriam razoavelmente. E quanto mais pessoas participarem do mesmo grupo de caronas maior seria a diminuição dos custos para cada indivíduo. Utilizando o preço aproximado de R\$ 3,70 por litro de gasolina para o primeiro semestre de 2016, pode-se construir, de forma simples, o cálculo de economia mostrado na Tabela 2 para exemplificar as vantagens.

Tabela 2: Estratégias mais usadas no Gerenciamento da Mobilidade nos Campi

| Ocupantes no carro | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| Redução percentual | 0% | 50% | 67% | 75% | 80% |
| Redução do custo de combustível per capita | R\$ 3,70 | R\$1,85 | R\$1,23 | R\$0,93 | R\$0,74 |

Fonte: Elaboração própria

A demonstração das vantagens econômicas é importante porque este é um aspecto muito incentivador em relação à adesão das pessoas ao sistema de carona, após despertar interesse no público torna-se mais fácil a apresentação e o entendimento dos benefícios da carona nas outras áreas da sociedade além da econômica.

Um benefício coletivo da mobilidade sustentável através do *carpooling* é a redução do espaço demandado pelos veículos quando estes têm a taxa de ocupação interna melhor aproveitada, como é mostrado na Figura 2. Essa situação pode ser bem visualizada tanto para o espaço demandado para estacionamentos quanto no caso de congestionamentos de trânsito.



Figura 2: Benefício do aumento da taxa de ocupação dos automóveis

Fonte: Silveira (2013)

É muito razoável prever uma melhora significativa na ocupação dos estacionamentos e no trânsito de veículos em horários de pico com o aumento da taxa de ocupação interna dos automóveis devido à adesão ao sistema de carona solidária. Outro benefício importante é a contribuição para a preservação do meio ambiente, onde há a minimização da emissão de gases poluentes e ruídos pela redução do volume de automóveis nas ruas.

4. SISTEMAS DE CARONA SOLIDÁRIA EM CAMPI UNIVERSITÁRIOS

No que se refere a universidades, questões que envolvem o transporte devem ser vistas no contexto de um conjunto mais amplo de mudanças que ocorrem em dois setores: o ensino superior e o planejamento de transportes. Como o número de matrículas aumenta, os campi necessitam cada vez mais de expansão da estrutura institucional e, muitas vezes, em configurações onde o espaço é restrito. Além disso, professores e funcionários em universidades são uma fonte significativa de demanda por transporte para o campus, e alguns destes tendem a utilizar o carro como modo de deslocamento, competindo as poucas vagas disponíveis nos estacionamentos. (Krueger e Murray, 2008).

O papel do Planejamento de Transportes no fornecimento de acesso aos campi vem sendo destacado atualmente, trazendo às instituições, governos locais e prestadores de serviço de transportes novos desafios e novas oportunidades no aumento da mobilidade e acesso. Várias estratégias surgem no intuito de promover acessibilidade e mobilidade adequadas aos campi universitários. Entre elas estão o financiamento de tarifas e parcerias com a comunidade; estacionamento e preços de estacionamento, muitas vezes como um subconjunto de medidas de gerenciamento da demanda de transporte nos campi para reduzir a dependência do automóvel através da promoção de alternativas como caminhada, ciclismo, *carpooling* e *carsharing* (partilha de carro).

4.1 Aplicações do *carpooling* em universidades internacionais

Silveira (2013) apresenta alguns dos sistemas de carona solidária existentes, dentre os exemplos em universidades internacionais o autor destaca os sistemas das Universidades de Ottawa e do Texas.

O *UottawaCarpool* é um programa de carona solidária da Universidade de Ottawa, no Canadá, onde os carros participantes do programa são registrados e possuem um selo identificador, vagas reservadas com localização privilegiada nos estacionamentos indicadas com placas de vagas exclusivas. Para participar do programa a pessoa deve apresentar a identidade estudantil da universidade, minimizando problemas de segurança. O programa possui o recurso *Emergency Ride Home Program*, que garante, ao participante, veículos de transporte imediato no caso de uma eventual necessidade de voltar para casa antes do horário previsto por algum motivo excepcionalmente emergencial. O site disponibiliza uma calculadora de custos financeiros economizados e da quantidade de gases agravantes do efeito estufa que deixaram de ser emitidos, baseados em dados inseridos pelo usuário sobre as viagens que pretende compartilhar com seus parceiros de carona.

A Universidade do Texas, nos EUA, também possui um programa de caronas, que apoia firmemente os esforços para reduzir o congestionamento do tráfego e reduzir a poluição de veículos na área de Austin. São fornecidos inúmeros incentivos para os membros do programa compartilharem o trajeto com um colega de trabalho ou de estudo. Além disso, existem vagas reservadas com localização privilegiada, recurso de volta emergencial

(Guaranteed Ride Home – GRH), e vários recursos de divulgação, incentivo e informação das vantagens de se praticar a carona solidária.

4.2 Aplicações do *carpooling* em universidades brasileiras

O Brasil conta com várias universidades de alto prestígio mundial, mas infelizmente na literatura não se encontram muitos estudos sobre os sistemas de carona solidária nos campi universitários. Embora o pouco que aparece na internet ou nos livros sobre o tema seja bastante interessante, não se conta com dados quantitativos sobre resultados das implementações quando existentes. Por esse motivo, este item discorre-se sobre a origem e a atual situação de projetos de carona solidária que existem em algumas universidades do Brasil com o apoio da consulta a websites dos programas de carona. Foram citados os casos da UFSC, UnB e UFRJ, mas há outros casos no país. Estas universidades foram selecionadas pela maior quantidade de informações disponíveis em estudos publicados e nos websites consultados e o sistema de carona da UFRJ foi mais detalhado pois posteriormente pretende-se realizar um estudo de caso sobre a implantação e o funcionamento do mesmo.

Em seu estudo, Goldner *et al.* (2014) apontam que no campus da UFSC-Trindade uma característica das viagens por automóvel realizadas pelos usuários é a baixa taxa de ocupação (número de ocupantes por automóvel), mostrando que o sistema de carona é ainda pouco praticado. A taxa de ocupação média levantada foi de 1,27 ocupantes/automóvel e foi registrado que 77 % dos automóveis estão ocupados apenas pelo motorista. No entanto, os autores destacam que o Centro Tecnológico (CTC), maior centro de ensino da UFSC, gera diariamente 20,77 % das viagens por automóvel, representando 3.306 viagens/dia. Em função destes resultados encontrados surgiu uma “Central de Carona”, a exemplo das que existem em outras universidades no Brasil e no mundo, na forma de um projeto inserido no Portal da Mobilidade da UFSC, que está em fase de estudo.

Em 2013 um grupo da UnB apresentou um documento de proposta do projeto “UnB Carona Solidária”. Durante algum tempo o sistema funcionou através de grupos na rede social *Facebook* e houve um projeto para criação de um website. No entanto em 2016, foi inaugurado o aplicativo Carona Phone, criado por graduandos e graduados de Ciências da Computação, com o objetivo de facilitar a dinâmica de caronas na universidade. A ideia se expandiu e passou a ser uma esperança de melhorar o trânsito da cidade (UnB, 2016). A versão inicial do Carona Phone oferece, em tempo real, os serviços de busca por condutores disponíveis, de acordo com a localização e a rota realizada. O aplicativo aponta a posição dos interessados e permite que eles se comuniquem por meio de mensagens e permite ainda a avaliação da conduta de motoristas e passageiros. A utilização da tecnologia não demanda cadastros específicos, as contas são atreladas ao perfil dos usuários do *Facebook* (Costa, 2015; Carvalho, 2016).

Uma pesquisa feita no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ em 2015, revelou que cerca de 7 mil alunos usavam algum sistema para conseguir carona, seja usando as redes sociais ou grupos no aplicativo *WhatsApp*. O Fundo Verde de

Desenvolvimento e Energia da UFRJ, iniciativa que objetiva fomentar projetos sustentáveis na universidade, entrevistou 701 estudantes, identificando que 53% pegavam ou ofereciam carona e 81% confiariam em um aplicativo destinado a caronistas. Além disso, foi constatado que um número significativo de pessoas se utilizam do automóvel para chegar à universidade e que a taxa de ocupação é menor que dois. (Fundo Verde, 2015).

Foi pensando em melhorar qualidade de vida das pessoas que convivem em ruas, bairros próximos ou no campus universitário, e aliados à tecnologia, que alguns estudantes de engenharia da UFRJ desenvolveram o projeto Caronaê, para integrar e organizar o sistema de caronas dentro da Cidade Universitária, no Rio de Janeiro. O projeto venceu o concurso Soluções Sustentáveis Fundo Verde, no ano de 2014, recebendo um investimento de R\$ 200 mil para custear a execução da plataforma. Depois de passar por licitação, a responsável por tirar a ideia do papel foi a Fluxo Consultoria, empresa júnior da Coppe/UFRJ.

Exclusivo à comunidade UFRJ, o aplicativo Caronaê facilita o encontro entre motoristas e caroneiros com segurança, com pontos de carona que facilitam o encontro dos envolvidos. O sistema possui dez pontos de carona sinalizados com placas coloridas, instaladas nas áreas de convivência dos principais prédios do campus, indicando os destinos: Norte, Oeste, Sul, Baixada, Centro e Niterói. E, para garantir a segurança, apenas estudantes, professores e funcionários poderão acessar o aplicativo, por meio do *login* e da senha utilizados no sistema interno da universidade.

O aplicativo tem como objetivo facilitar o acesso dos alunos à Cidade Universitária, catalisando os motoristas e demais tripulantes em um serviço digital simples e eficiente. O sistema é de fácil uso e pode ser baixado sem custo em smartphones com sistema *Android* e *iOS*. A ferramenta permite a oferta de caronas (com informações de destino, datas e horário de saída) e troca de mensagens entre motoristas e caronistas.

O Caronaê foi elaborado com base em três elementos: o aplicativo; pontos de carona e mudança cultural por meio de uma campanha de marketing. O objetivo é aumentar a taxa média de ocupação dos veículos que circulam no campus. Quanto maior essa taxa, menos trânsito e menor emissão de gases poluentes. Além disso, o aplicativo pode ser considerado um potencial promotor da socialização, permitindo a integração de alunos de cursos distintos, ajudando a vencer a fragmentação da universidade.

O aplicativo Caronaê foi inaugurado em 11 de abril de 2016 e durante a primeira semana de funcionamento foi veiculado um questionário e foram recebidas mais de 3000 respostas. A partir daí foram obtidos os seguintes dados: 70% das pessoas não usam carro para acessar a Cidade Universitária; 1 em cada 2 busca carona para chegar à Cidade Universitária; somente 1 em 3 consegue encontrar uma carona para o trajeto; 65% das pessoas que usam carro oferecem carona; 3 vagas ociosas por carro. Além disso, para a pergunta “Por que você não oferece carona?” foram registradas as seguintes respostas, de acordo com o Gráfico mostrado na Figura 3.

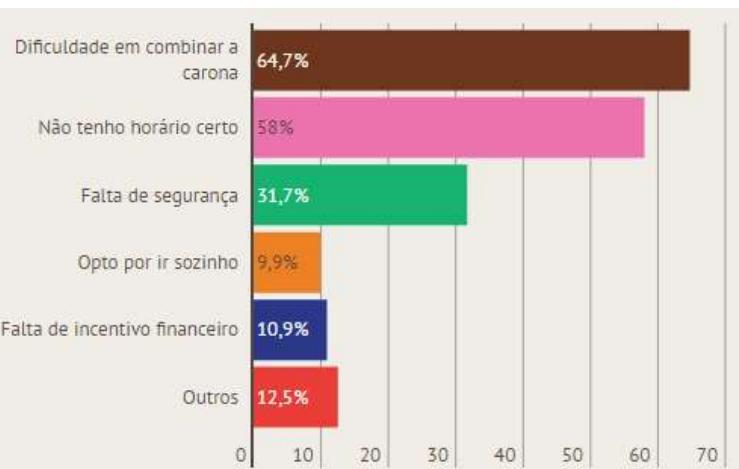


Figura 3: Porcentagem das respostas para a pergunta “Por que você não oferece Carona?”

Fonte: Página do Facebook do Caronaê

No dia 13 de maio de 2016 o aplicativo registrava os seguintes números:

- 8013 Usuários registrados
- 428 Motoristas
- 1649 Viagens compartilhadas
- 2,7 pessoas por carro
- 1149 caronistas individuais beneficiados

Analizando estes números, pode-se constatar que em pouco tempo de funcionamento houve um aumento da taxa de ocupação dos veículos no campus, passando de menos de 2 (em 2015) para 2,7. É importante ressaltar também que os usuários ainda apresentam uma dificuldade de combinar a carona, visto isso, é necessária uma investigação dos motivos desta dificuldade com intuito de identificar maneiras de eliminá-la.

Após a análise destas experiências, pode-se constatar que a carona solidária é bem aceita nas universidades brasileiras e norte americanas. Nos Estados Unidos a prática dos sistemas de *carpooling* em campi universitários é mais antiga e os estudos evidenciam que os sistemas são mais consolidados do que na realidade brasileira. Já nas Universidades nacionais, os sistemas citados estão em fase de desenvolvimento e/ou início de funcionamento, relevando uma necessidade de explorar mais os resultados do seu desempenho com o intuito de identificar possíveis falhas e potencial aprimoramento, bem como a disseminação desta estratégia nas demais universidades e instituições.

5. CONCLUSÕES

Os sistemas de carona solidária ou *carpooling* atuam como uma forma não só de aprimorar o transporte em si, mas também para melhorar o ambiente no campus, promovendo integração entre alunos e funcionários e possibilitando a inclusão de pessoas que não podem ou não desejam dirigir. Além das óbvias vantagens ambientais e de trânsito, o ato de dar

carona oferece vantagens como divisão de custos com combustível e estacionamento, maior rapidez no percurso e, é claro uma companhia.

A experiência adquirida após explorar algumas práticas de carona solidária no exterior e no Brasil, remete que esta iniciativa pode ser de grande validade. Ademais, as plataformas online, e os aplicativos para smartphone são, também, notórios neste panorama. Entretanto, o mais relevante é uma comunidade organizada que percebe os benefícios trazidos por estas ferramentas, e que saiba aproveitá-los adequadamente e de forma correta.

Após a análise dos sistemas de *carpooling* aqui referenciados, pode-se inferir que a utilização da carona solidária como estratégia de Gerenciamento da Mobilidade tem apresentado boa aceitabilidade por parte das comunidades de instituições de ensino. Essa aceitação por parte da população que frequenta os campi é de extrema importância, visto que, o planejamento de transporte influencia diretamente a vida dos indivíduos, sendo, portanto, a aceitabilidade e compreensão dos objetivos das estratégias adotadas fundamentais para o sucesso de qualquer iniciativa nesse sentido.

Por fim, é importante ressaltar a limitação deste artigo reside no número de dados publicados que mostrem os resultados dos sistemas de carona existentes, principalmente para a realidade brasileira. Neste sentido, este artigo revela a necessidade de se pesquisar mais sobre os sistemas de *carpooling*, analisando os resultados efetivos do seu funcionamento, de maneira a obter informações para o aprimoramento dos mesmos, disseminar as ideias do sistema e incentivar a implantação desta estratégia em novos lugares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Socioambiental Carona Legal (2014) *Carona é Legal – Transporte Solidário*. Artigo publicado no site Jusbrasil. Disponível em <<http://braz2005.jusbrasil.com.br/artigos/112228078/carona-e-legal-transporte-solidario>> Acesso em 09 de junho de 2016.
- Balassiano, R. (2004) *Um Procedimento Metodológico para Priorização de Intervenções de Gerenciamento da Mobilidade*. Cetrama (UFBA), Salvador, v. 01, n.01, p. 27-34.
- Baratto, R. (2013) “*Carpooling*”, uma alternativa ao congestionamento. Artigo publicado no site Archdaily. Disponível em <<http://www.archdaily.com.br/01-136725/carpooling-uma-alternativa-ao-congestionamento>> Acesso em 04 de junho de 2016.
- Carvalho, A. (2016) *Alunos da UnB lançam aplicativo de carona solidária*. Notícia publicada no Correio Braziliense. Disponível em <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2016/03/28/interna_cidadesdf,524447/alunos-da-unb-lancam-aplicativo-de-carona-solidaria.shtml> Acesso em 10 de junho de 2016.
- Chan, K. (2016) *Calgary Considering More Carpool Lanes*. Disponível em: <<http://www.beyond.ca/tag/carpool-lane>> Acesso em 04 de junho de 2016.
- Chen, C.-M., Shallcross, D., Shih, Y.-C., Wu, Y.-C., Kuo, S.-P., Hsi, Y.-Y., Holderby, Y., and Chou, W. (2011) *Smart ride share with flexible route matching*. In 13th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), pages 1506–1510.
- Costa, H. (2015) *Carona para sustentabilidade - Aplicativo promete facilitar transporte solidário no campus*. Notícia no site da UnB. Disponível em <<http://www.unb.br/noticias/unbagencia/unbagencia.php?id=9317>> Acesso em 3 de junho de 2016.

- Ferreira, A. F.; Balassiano, R. (2012) *Gerenciamento da Mobilidade em Polos Geradores de Trafego: o Caso das Instituições de Ensino*. In: XXVI Congresso Nacional da ANPET, 2012, Joinville. XXVI Congresso Nacional da ANPET. Rio de Janeiro: ANPET.
- Fu, Y., Fang, Y., Jiang, C., and Cheng, J. (2008). *Dynamic ride sharing community service on traffic information grid*. In ICICTA '08, volume 2, pages 348–352.
- Fundo Verde (2015) *Aplicativo organiza e integra caronas no Fundão*. Disponível em <<http://www.fundoverde.ufrj.br/index.php/pt/noticias/134-aplicativo-organiza-e-integra-caronas-no-fundao>> Acesso em 27 de maio de 2016.
- Goldner, L. G.; Marcon, A. F.; Izzi, A.; Giaretta, R. (2014) *Diagnóstico da mobilidade em um campus universitário: o caso da UFSC-Trindade*. In: XVIII Congreso panamericano de Ingeniería del transito, transporte e logística. Santander - Espanha. Transporte inteligente para un futuro sostenible. Santander: unican.es, v. 1. p. 1-14.
- Graziotin, D. (2013). An analysis of issues against the adoption of dynamic carpooling, arxiv preprint arxiv:1306.0361.
- Krueger, T.; Murray, G. (2008) *TCRP Synthesis 78: Transit Systems in College and University Communities*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- Markowitz, J. (1993). TravInfo. *The San Francisco Bay Area intermodal traveler information system*. In WESCON '93, pages 339–344.
- Martins, T. S.; Kozievitch, N. P. (2015) *Os desafios de uma aplicação de Carpooling no contexto de uma comunidade universitária brasileira*. Sessão técnica - XI ERBD - Escola Regional de Banco de Dados – Universidade de Caxias do Sul (UCS).
- Megalingam, R. K., Nair, R., and Radhakrishnan, V. (2011) *Automated wireless carpooling system for an eco-friendly travel*. In ICECT '11, volume 4, pages 325–329.
- Neiva, I. M. C. (2003) *Estudo do gerenciamento da mobilidade urbana na cidade de Salvador – área do Comércio / Ires Marta Caruso Neiva*. – Salvador.
- Oliveira, A. et al. (2013) *Panorama da mobilidade urbana: diagnóstico e propostas para o transporte público por ônibus*. NTU Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos - Núcleo de Transportes, Brasília.
- Oliveira, C. S. (2013) *Educação Ambiental para promoção da Saúde com Trânsito Solidário* (Dissertação de mestrado). São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP.
- Parra, M. C.; Portugal, L. S. (2006) *Gerenciamento da mobilidade dentro de um campus universitário: problemas e possíveis soluções no caso UFRJ*. In: 2º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, Braga. PLURIS, Universidade do Minho. v. 1.
- Parra, M.C. (2006) *Gerenciamento da Mobilidade em Campi Universitários: Problemas, Dificuldades e Possíveis soluções no Caso Ilha do Fundão - UFRJ*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Licinio da Silva Portugal.
- Portugal, L.S. e Goldner, L. G. (2003) *Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes*. Editora Edgard Blucher.
- Sghaier, M., Zgaya, H., Hammadi, S., and Tahon, C. (2011) *A novel approach based on a distributed dynamic graph modeling set up over a subdivision process to deal with distributed optimized real time carpooling requests*. In IEEE ITSC '11, pages 1311–1316.
- Silveira, A. F. (2013) *Rumo à Mobilidade Sustentável no Campus da UnB: Carona Solidária*. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Szwarc, A. et al. (2010) *Mobilidade Sustentável: Realidade e Desafios*. In Saldiva PHN et al. *Meio Ambiente e Saúde: O Desafio das Metrópoles*. São Paulo: Exlibris.
- UnB (2016) *Aplicativo para caronas seguras será lançado na FT*. Disponível em <<http://www.unb.br/noticias/unbagencia/unbagencia.php?id=9959>> Acesso em 3 de junho de 2016.

Renata Corrêa Silva (renata@pet.coppe.ufrj.br)

Licinio da Silva Portugal (licinio@pet.coppe.ufrj.br)

Ronaldo Balassiano (ronaldo@pet.coppe.ufrj.br)

Programa de Engenharia de Transportes, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro Centro de Tecnologia Bloco H - Cidade Universitária - RJ – Brasil - CEP 21949-900

SISTEMA DE BRT COMO SOLUÇÃO DE MOBILIDADE: O CASO DA REGIÃO

LESTE METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

Nanny Caroline Cunha Ribeiro
Eunice Horácio de Souza de Barros Teixeira

Departamento de Engenharia Civil
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ

Renata Corrêa Silva

Programa de Engenharia de Transportes
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia COPPE/UFRJ

RESUMO

Devido ao significativo crescimento nos últimos anos, a Região Leste Metropolitana do Rio de Janeiro enfrenta expressivos transtornos de mobilidade urbana. O sistema viário retrata problemas críticos, como a saturação do transporte público oferecido e a ausência de infraestrutura adequada, gerando dificuldades de locomoção, elevado tempo gasto com deslocamentos e consequente perda de qualidade de vida para a população. A partir do diagnóstico das áreas de influência de um dos principais eixos da Região Leste Metropolitana (rodovia RJ-104), observou-se a necessidade de desenvolver soluções para atender às demandas dos municípios atendidos por esse eixo em relação à mobilidade urbana. Este artigo analisa a implantação de um corredor BRT ao longo desta rodovia. Por meio da análise do sistema proposto para a região, foi possível avaliar os problemas existentes e elaborar, a partir daí uma proposta de racionalização das atuais linhas de ônibus que trafegam neste eixo a fim de minimizar a saturação da via e atender de forma mais adequada a população local.

ABSTRACT

Due to the significant growth in recent years, the Metropolitan Eastern Region of Rio de Janeiro faces significant urban mobility disorders. The road system portrays critical issues, such as the saturation of public transport offered and the lack of adequate infrastructure, creating walking difficulties, high spending time with displacement and loss of quality of life for the population. From the diagnosis of the areas of influence of one of the main axes of the Metropolitan Eastern Region (RJ-104 highway), there was the need to develop solutions to meet the demands of the municipalities served by this axis in relation to urban mobility. This article analyzes the implementation of a BRT corridor along this highway. Through the analysis of the proposed system for the region, it was possible to evaluate existing problems and develop from there a proposal for rationalization of the current bus lines that travel this axis in order to minimize the saturation of the road and meet more adequately the local population.

PALAVRAS CHAVE

Planejamento de Transportes, Mobilidade Urbana, BRT (*Bus Rapid Transit*).

1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico, o progresso econômico e a globalização têm sido aspectos determinantes para o aumento no número de megacidades, que segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), são aglomerados urbanos com população igual ou superior a 10 milhões de habitantes, como é o caso da cidade do Rio de Janeiro. Os investimentos de infraestrutura necessários à área de transportes não acompanharam o crescimento acelerado e desordenado das megacidades verificado nas últimas décadas, o que acarretou em constante saturação das vias e deterioração das condições dos serviços de transporte público (VIANNA, 2013).

Diante deste cenário de expansão urbana, entre outros fatores, o crescimento acelerado da frota de veículos coletivos, consequente do aumento da demanda, gerou alguns inconvenientes como saturação nos serviços de transporte público, congestionamentos, tráfego sobrecarregado e lento, aumento da poluição atmosférica, e problemas de saúde pública.

Nesta realidade inclui-se a Região Leste Fluminense do Rio de Janeiro, na qual a população convive com dificuldades diárias no deslocamento sobretudo intermunicipal devido a intensos congestionamentos. Desta maneira torna-se necessário um estudo que venha propor progressos no que se refere à mobilidade urbana desta área. Este artigo apresenta um diagnóstico do atual panorama da região em estudo, no que se refere ao deslocamento em uma das principais vias de acesso aos grandes centros metropolitanos do Rio de Janeiro (RJ-104), de maneira a sugerir propostas de transporte alternativas às já existentes e melhorias para garantir o bom desempenho das mesmas.

Conhecer as causas do problema e desenvolver estudos e pesquisas sobre o transporte desta região permite a elaboração de um diagnóstico e a busca de possíveis soluções e progressos para a mobilidade local. Bem como possibilita melhoria ambiental e de qualidade de vida dos indivíduos que residem nas cidades compreendidas no estudo.

A partir do diagnóstico foi proposto um modal com capacidade mais adequada à demanda desta via e então estudou-se uma possível implantação do sistema BRT e suas implicações na rede de transporte público ofertada atualmente. Para atingir este objetivo, primeiramente serão apresentados os conceitos relacionados ao tema de Transporte e Planejamento.

Para compor a metodologia do presente estudo foram realizadas coletas de dados das empresas, concessionárias e organizações envolvidas, bem como visitas aos locais de influência a fim de tomar conhecimento da área de estudo.

2. MOBILIDADE URBANA

A mobilidade é um assunto cada vez mais recorrente na discussão acerca dos contratemplos urbanos que afligem os municípios brasileiros, além de ser o grande desafio das cidades contemporâneas em todas as partes do mundo. A necessidade de se deslocar é essencial para a plena prática da cidadania. Para que a população realize suas atividades básicas, tanto econômicas, como de educação, saúde ou lazer, é fundamental que seja oferecida uma acessibilidade adequada e as pessoas consigam ir e vir com conforto e segurança e em tempo razoável. Nesse contexto, a mobilidade revela as relações dos indivíduos com o espaço em que vivem e a dinâmica de locomoção destes, bem como os modos e meios utilizados para tal (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006 *apud* COSTA, 2008).

A concepção de mobilidade urbana está associada a um complexo de ideias e propostas que tem o propósito de tornar o transporte público uma rede integrada, de maneira que a população em geral esteja devidamente conectada e beneficiada por esse circuito, com a oferta de alternativas rápidas e baratas de transportes bem como a devida integração dos diferentes modais existentes. Nesse contexto, devem ser favorecidos não somente o deslocamento casa-trabalho-casa, mas também os deslocamentos que tem como finalidade o lazer ou qualquer interesse particular.

2.1 Mobilidade Urbana Sustentável

Alves *et al.* (2014) acreditam que a sustentabilidade urbana e ambiental é um fator importante que deve ser avaliado como condicionante para a mobilidade. Assim, torna-se essencial o estímulo à restrição de modos de transportes que provocam altos níveis de poluição (sonora e do ar) e que afetam a qualidade de vida da população, acarretando em impactos ao meio ambiente.

A sustentabilidade, no que se refere à mobilidade urbana, é uma extensão do conceito empregado na área ambiental, entendida como a “capacidade de fazer as viagens necessárias para a realização de seus direitos básicos de cidadão, com o menor gasto de energia possível e menor impacto no meio ambiente, tornando-a ecologicamente sustentável” (BOARETO, 2003 *apud* MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

Nessa conjuntura é que surge um novo conceito que vem sendo bastante debatido no meio acadêmico, o da mobilidade urbana sustentável, no qual os fundamentos da sustentabilidade estão intensamente relacionados com o sistema de transportes e uso do solo, como pode ser observado nas palavras de Alves *et al.* (2014):

“A mobilidade sustentável no contexto socioeconômico da área urbana pode ser vista através de ações sobre o uso e ocupação do solo e sobre a gestão dos transportes, visando proporcionar acesso aos bens e serviços de uma forma eficiente para todos os habitantes, e assim, mantendo ou melhorando a qualidade de vida da população atual sem prejudicar a geração futura”.

3. SOLUÇÕES DE MOBILIDADE URBANA

3.1 Faixas Exclusivas de Ônibus

Ao longo dos anos, as faixas exclusivas têm demonstrado o potencial para melhorar a qualidade e a eficiência do transporte coletivo urbano por ônibus. No Brasil, observaram-se várias iniciativas voltadas à implantação de faixas exclusivas nas décadas de 70 e 80. Essas iniciativas estavam principalmente associadas aos esforços de troncalização, que incluíam a criação de faixas exclusivas para ônibus nos principais corredores e linhas alimentadoras dos sistemas de transporte público (NTU, 2013).

Os tratamentos de exclusividade para ônibus têm sido uma opção para amenizar alguns dos problemas de congestionamentos, promovendo a segregação - ou priorização - do transporte coletivo em relação ao tráfego misto. Essa alternativa limita os conflitos entre automóveis e ônibus e reduz o tempo de viagem do transporte coletivo, aumentando o conforto dos passageiros e, consequentemente, incentivando a população a utilizar esse meio de transporte ou pelo menos minimizando a migração para o transporte individual (GONTIJO *et al.*, 2011).

Segundo a BHTRANS (2014), as faixas exclusivas privilegiam a circulação do transporte coletivo, criando condições de estímulo ao uso desse meio de transporte. É importante lembrar que o ônibus transporta em torno de 60 pessoas, enquanto o carro transporta uma média de 1,5 pessoa (Figura 1). Além disso, as faixas proporcionam progressos na operação do embarque e desembarque dos passageiros, diminuição do tempo de viagem e da poluição.



Figura 1: Espaço que 60 indivíduos ocupam nas vias públicas.
Fonte: Meus Gastos, 2014.

3.2 BRT (*Bus Rapid Transit*)

De acordo com Cunha Filho (2011), o BRT se trata de um sistema em que os ônibus circulam em uma rede de canaletas exclusivas com características especiais, com múltiplas posições de paradas nas estações, possibilidade de ultrapassagem, embarque em nível, acessibilidade universal, veículo articulado, pagamento e controle fora do ônibus, estações espaçadas, bom sistema de informações aos usuários e racionalização das linhas de ônibus na área de alcance. Seus principais benefícios são fluidez e agilidade do deslocamento, e consequentemente, a qualidade de vida do usuário, que poderá contar com um modal mais confortável, eficiente e seguro também do ponto de vista ambiental.

É uma solução muito interessante, por coligar baixo custo e mais rapidez na implantação, além de menor custo operacional quando comparado aos sistemas sobre trilhos. Ou seja, é capaz de atingir o desempenho e eficácia de um sistema de metrô, com a simplicidade, flexibilidade e custo de um sistema de ônibus (CABRAL *et al.*, 2013).

É importante ressaltar que o sistema BRT não sugere apenas uma alteração da frota ou da infraestrutura do transporte público coletivo, mas também preconiza um conjunto de mudanças que fazem parte de um contemporâneo conceito de mobilidade urbana, como a implementação de sistemas de trânsito de alto desempenho, eficientes e ecologicamente sustentáveis. Esse sistema deve incentivar o transporte coletivo em detrimento do trânsito individual; promover a segurança viária, a redução de emissão de gás carbônico - CO₂, bem como a diminuição dos congestionamentos. Desta forma, um sistema de BRT traz conceitos que se integram homogeneamente às estruturas urbanas, em tempo hábil como solução plena ou também por etapas a curto, médio e longo prazo.

4. ESTUDO DE CASO

Atualmente, a extinta Grande Niterói foi agrupada na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), compondo a região leste. Esta área também é chamada de Leste Metropolitano do Rio de Janeiro, agrupando os atuais municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Rio Bonito, Maricá e Tanguá.

A rodovia RJ-104 é situada na região supracitada, e corta os municípios de Itaboraí, São Gonçalo e Niterói, os quais serão diretamente estudados. No entanto, o deslocamento de toda a região é afetado, pois esta via é uma das principais rotas de transporte dos municípios englobados no Leste Metropolitano rumo aos centros de Niterói e do Rio de Janeiro. O trecho escolhido para análise comprehende a RJ 104 entre os quilômetros 0,0 e 22,5.

4.1 Diagnóstico da região

A rodovia RJ-104 é uma das principais rotas de percurso em direção à zona norte de Niterói, para os bairros do centro-leste de São Gonçalo, e também para a Região dos Lagos,

pois ao passar por Tribobó, intercepta com o início da RJ-106, como mostra a Figura 2.

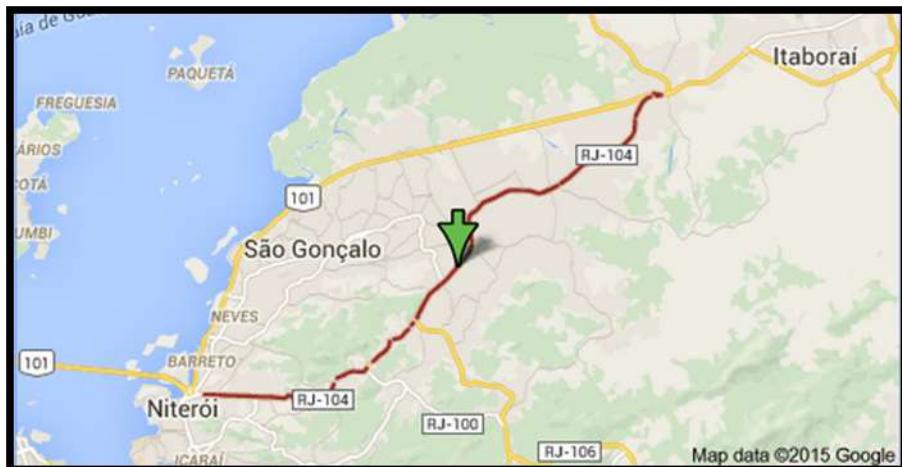


Figura 2: Região da RJ 104 em estudo
Fonte: Google Maps, 2015.

O quilômetro inicial da RJ-104 compreende a Alameda São Boaventura, a qual já possui um corredor metropolitano exclusivo para ônibus e nos quilômetros seguintes, a rodovia é composta apenas por duas faixas de rolamento para tráfego misto de veículos e acostamento por sentido.

Apesar dessa iniciativa do corredor exclusivo na Alameda São Boaventura, em uma visão geral do diagnóstico, nota-se que a problemática da mobilidade urbana da região em estudo é resultante do significativo número de pessoas residentes nas cidades compreendidas no Leste Metropolitano, que se deslocam diariamente com destino aos centros dos municípios de Niterói e Rio de Janeiro.

A maioria destes fluxos migratórios são decorrentes de um alto percentual da população que faz uso destas cidades apenas para dormirem, mas o seu trabalho e suas atividades econômicas estão sendo desenvolvidas nos grandes centros, que oferecem melhores condições de trabalho e são mais promissores economicamente.

De acordo com o Censo/IBGE de 2010, 74% dos fluminenses (quase 12 milhões de pessoas) residem na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e desses, 55% trabalham no município do Rio, com forte fluxo de pessoas entre as outras cidades e a capital, tornando a questão da mobilidade urbana essencial para o desenvolvimento das cidades. Nesse contexto, é possível constatar um elevado volume de veículos coletivos circulando na via, acarretando em significativos congestionamentos todos os dias, especialmente nos horários de pico. Isto ocorre devido à justaposição das rotas.

De posse de dados do Boletim de Operações Mensais do Detran-RJ foram destacadas todas as linhas que tem a Rodovia RJ-104 como parte integrante do seu itinerário.

Atualmente, existem 119 linhas intermunicipais que circulam em alguma parte desta via. Destas, 84 são linhas urbanas e 35 são linhas rodoviárias. Além disso, 52 linhas municipais tem a rodovia em estudo como parte do trajeto, divididas em 19 linhas do município de Niterói e 33 do município de São Gonçalo. Resultando em um total de 171 linhas de ônibus que trafegam em algum trecho desta via. A frota média, a partir dos dados disponíveis, para as linhas urbanas é de aproximadamente 1135 ônibus. Este expressivo índice de veículos que se deslocam ao longo da rodovia, principalmente nos horários de pico, cuja frota é máxima, ocasiona a saturação da mesma.

Em vista de todo o cenário exposto no diagnóstico, onde os congestionamentos além de acometerem a mobilidade provocam significativas perdas financeiras para as cidades abrangidas na região examinada, torna-se necessária a implementação de ações que estimulem os investimentos no setor de transporte público e priorizem a circulação de transporte coletivo de forma eficiente no sistema viário local.

De posse desse conceito, entende-se que o sistema de BRT seria uma solução adequada para o diagnóstico apresentado, e para efeitos deste projeto será analisado apenas a possibilidade de implantação do corredor de BRT RJ-104. A criação deste corredor permitiria a integração rápida e eficiente das cidades de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí e Maricá, além de minimizar os grandes congestionamentos da região e suas consequências negativas.

A proposta é que o corredor seja exclusivo e segregado na faixa da esquerda e as ultrapassagens sejam apenas nas estações, excluindo a interferência com o tráfego local e propiciando o aumento da velocidade do serviço. As estações ficariam em plataformas elevadas permitindo o embarque e desembarque em nível, acarretando em redução do tempo de entrada e saída dos usuários nos veículos. Além disso, haveria considerável ganho de tempo, visto que a operação de pagamento de tarifa e validação de bilhete seria unicamente nas estações, antecipadamente, e não no interior dos veículos.

Partindo do princípio de rede tronco-alimentadora, onde o BRT opera como via principal e os demais veículos como alimentadores para regiões do entorno, foi realizada uma análise de cada uma das 171 linhas de ônibus que transitam ao longo do eixo da RJ-104 e concluiu-se que, nesse contexto, as linhas municipais e intermunicipais que atualmente operam na área de influência do corredor a ser implantado sofreriam alterações.

4.2 Análise e classificação das linhas de ônibus

Considerando que o transporte, além de ser um indutor para o desenvolvimento das cidades, é um componente de um complexo sistema urbano multidisciplinar, para a análise e classificação das linhas de ônibus não foram considerados apenas critérios quantitativos. Desta maneira procurou-se conhecer fatores condicionantes do sistema viário local.

Com o auxílio de dados de demanda, frota e itinerários das linhas de ônibus intermunicipais referentes ao Boletim de Operações Mensais do Detran-RJ, bem como a

consulta aos itinerários das linhas municipais, realizou-se um estudo crítico de cada uma das linhas que circulam no trecho estudado através do programa Google Earth, com o qual foi possível traçar o caminho das mesmas e mensurar a porcentagem de concorrência de seus itinerários com o corredor BRT RJ-104. A partir disto, determinaram-se quais linhas seriam excluídas, mantidas ou seccionadas, hipoteticamente, apenas para fins deste estudo acadêmico.

Na sequência, são apresentados exemplos da metodologia utilizada, demonstrando os traçados de alguns itinerários por meio da ferramenta Google Earth.

- Linha 484 (Alcântara – Niterói): Excluída (Figura 3)

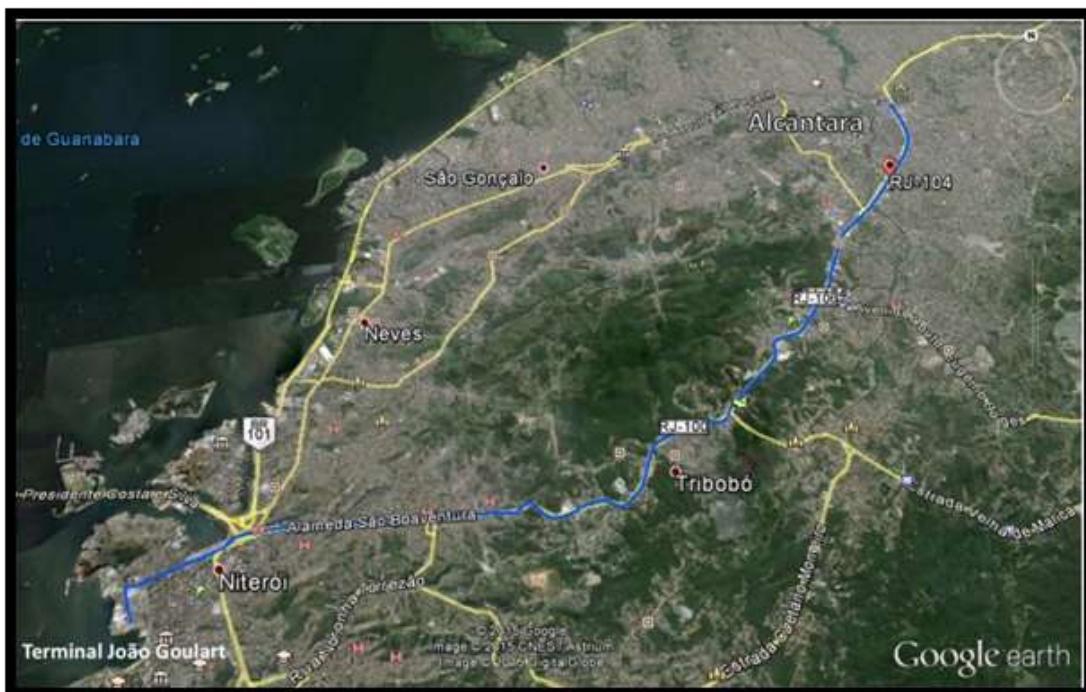


Figura 2: Linha 484 (Ancântara - Niterói) - Excluída por ter 100% do itinerário no trecho.

Fonte: Google Earth

- Linha 13 (Jardim Catarina – Neves): Mantida (Figura 4)

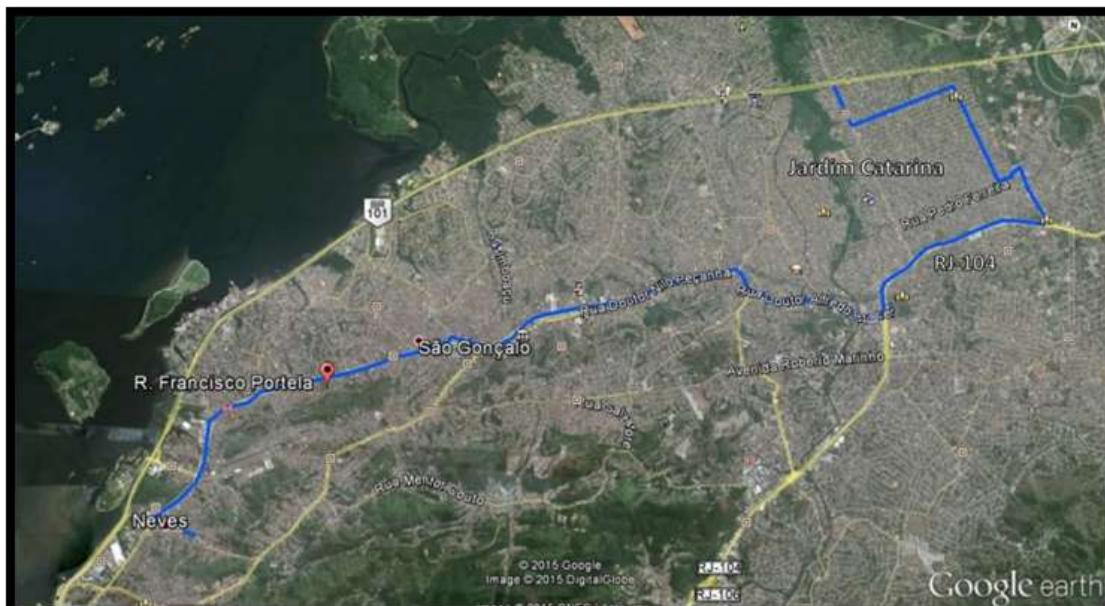


Figura 3: Linha 13 (Jardim Catarina - Neves) – Mantida, aproximadamente 8% do itinerário no trecho.
Fonte: Google Earth

- Linha 23 (Teixeira de Freitas – Centro): Seccionada (figuras 5 e 6)

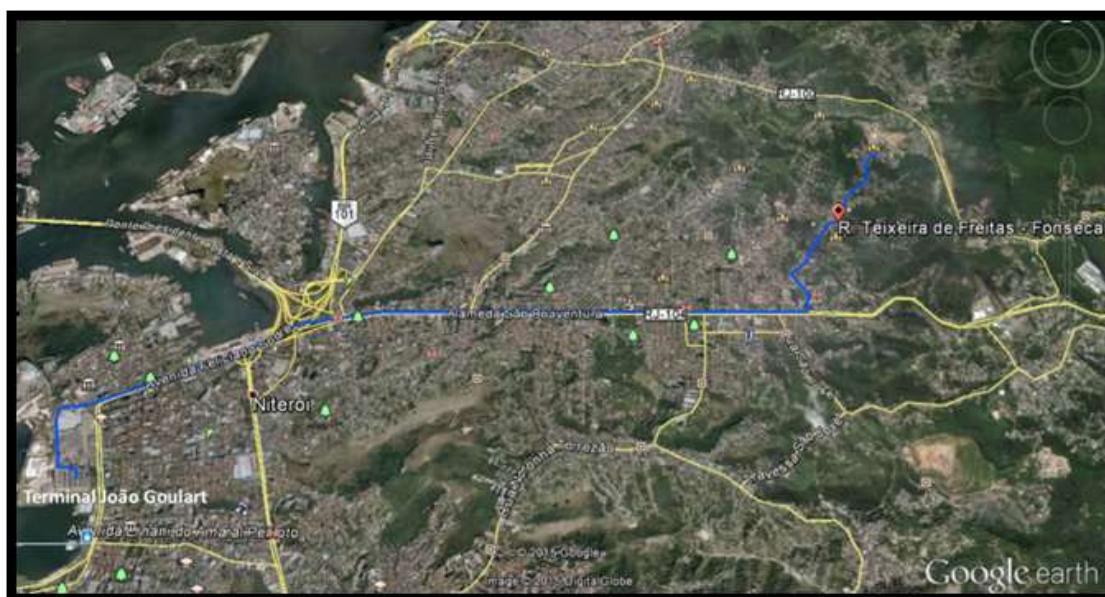


Figura 4: Linha 23 (Teixeira de Freitas - Centro) – Seccionada, aproximadamente 85% do itinerário no trecho.
Fonte: Google Earth

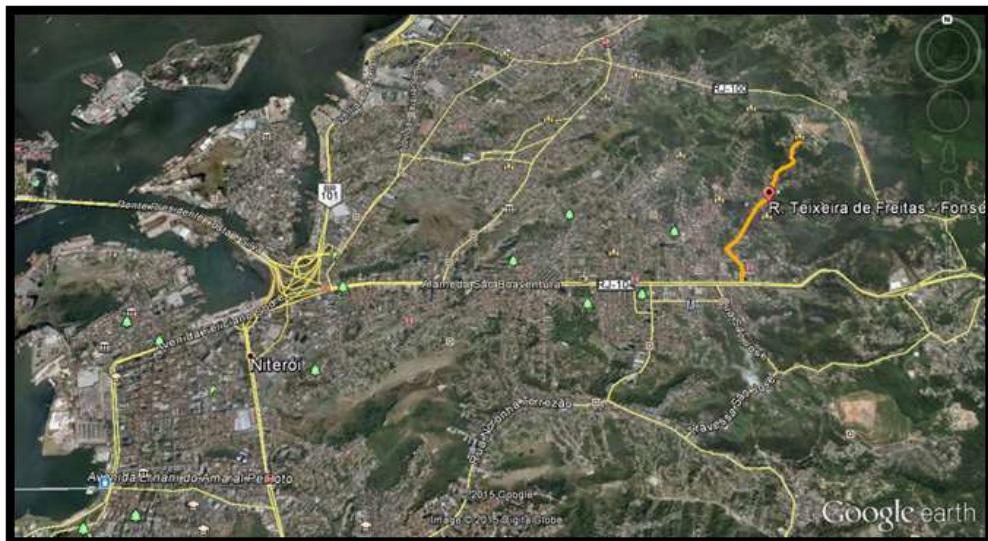


Figura 5: Novo itinerário da linha 23 (Teixeira de Freitas - Centro) - Linha seccionada (Alimentadora).
Fonte: Google Earth

A classificação das linhas foi feita com base nos seguintes critérios básicos: aquelas que expressam pouca concorrência com os corredores seriam mantidas, as linhas que concorrem integralmente com o corredor seriam eliminadas, e, finalmente, as que possuem considerável parcela de seu itinerário concorrendo com o corredor seriam seccionadas. Além disso, as linhas que seriam seccionadas em dois trechos distintos, foram consideradas mantidas. Outros critérios utilizados serão explanados a seguir.

De acordo com fatores como posição geográfica favorável, uso do solo já existente e elevada demanda de usuários e linhas alimentadoras, foram considerados alguns pontos chaves ao longo do trecho onde ficariam posicionadas amplas estações de integração, permitindo a eficiente integração intermodal entre os demais corredores previstos para a região. Estas estações ficariam situadas nos bairros de Manilha em Itaboraí, Alcântara e Tribobó em São Gonçalo.

A localização destas supostas estações também foi um critério para a classificação das linhas, principalmente as excluídas e seccionadas. As linhas seccionadas foram assim consideradas, pois apresentam uma porcentagem entre 50% e 70% de concorrência com o corredor e, qualitativamente, possuem considerável parte do seu itinerário no interior dos bairros adjacentes. Estas linhas seriam consideradas alimentadoras e teriam como ponto final umas das estações de integração supracitadas, garantindo o atendimento à população residente dos locais onde o sistema de BRT não alcança.

Com relação às linhas excluídas, foram assim classificadas as que possuem 100% do seu itinerário no trecho do BRT RJ-104, bem como as linhas intermunicipais que tem como destino algum local atendido pelo corredor, levando em conta que as linhas seccionadas consideradas alimentadoras já atenderiam este trajeto até umas das estações e a partir deste

ponto o usuário seguiria viagem ao seu destino final através do BRT.

Por fim, foram mantidas as linhas que apresentam até 40% de seu trajeto no trecho do corredor e linhas intermunicipais com destino ao centro do Rio de Janeiro, já que este estudo não considera a ligação do corredor RJ-104 com a Ponte Rio-Niterói.

É importante ressaltar que as linhas mantidas e seccionadas que se tornariam alimentadoras possivelmente necessitariam de um reajuste em seu plano operacional a fim de absorver a demanda de algumas linhas excluídas. E, caso houvesse uma implantação de corredores BRT em outros eixos críticos da região, como Niterói-Alcântara e Ponte Rio-Niterói, a classificação de determinadas linhas seria alterada.

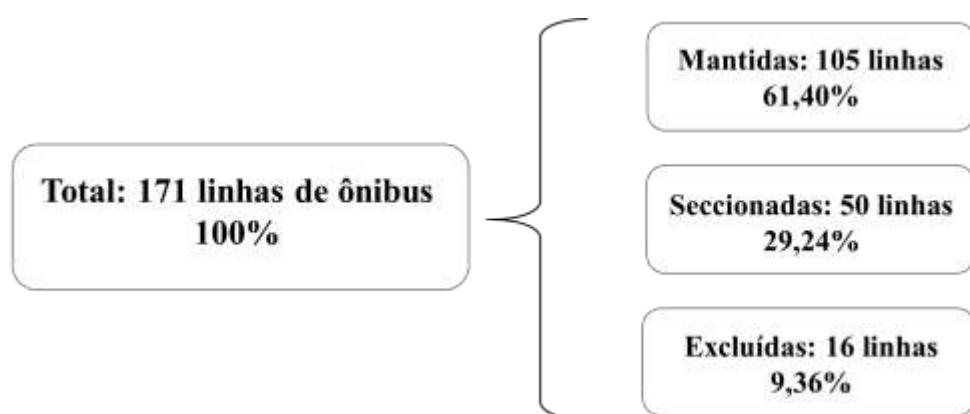
Em resumo, os critérios utilizados para classificar cada uma das linhas foram em quantitativos (Tabela 1) e qualitativos, visto que a margem percentual é extensa e que as linhas com percentuais fora dos intervalos estipulados necessitam da avaliação de particularidades qualitativas. Estes percentuais foram estipulados pelas autoras após análise de dados, apenas para fins acadêmicos sem que houvesse uma formulação matemática para tal.

Tabela 1: Critérios quantitativos para a classificação das linhas.

| Classificação | % de concorrência com o trecho |
|---------------|--------------------------------|
| Excluídas | 90% a 100% |
| Seccionadas | 50% a 70% |
| Mantidas | até 40% |

Fonte: Elaboração própria

A partir dos dados obtidos e critérios considerados, as linhas de ônibus englobadas no estudo foram classificadas de acordo com esquema a seguir.



Nesse cenário apresentado de implantação do BRT RJ-104, também foi possível concluir que as linhas consideradas alimentadoras devem ter suas frotas ajustadas de maneira a absorver a demanda diária das linhas excluídas e evitar a superlotação das mesmas aumentando a confiabilidade do sistema.

Depois de realizada a análise e classificação de todas as 171 linhas, pode-se observar que mais de 60% destas seriam consideradas mantidas. Isto ocorre pelo fato de que um número expressivo de linhas tem como destino a cidade do Rio de Janeiro e como o estudo não considera o trecho da Ponte Rio-Niterói como parte integrante do corredor de BRT, estes ônibus não poderiam seguir viagem ao seu destino. Neste contexto, estas linhas poderiam ser excluídas ou seccionadas caso o corredor se estendesse ao longo da Ponte Rio-Niterói. No entanto outra alternativa para reduzir o percentual de linhas mantidas, mesmo sem a implantação do corredor na ponte, é que os ônibus articulados oriundos do corredor BRT RJ-104 pudessem seguir seu trajeto até o Rio de Janeiro em tráfego misto, ainda que apresente baixa produtividade nestas condições. Estas alternativas proporcionariam uma racionalização mais adequada das linhas de ônibus e tornariam o sistema de BRT proposto viável e eficaz.

5. CONCLUSÕES

Diante desse trabalho, pode-se perceber que as cidades contemporâneas, representadas neste estudo pelas cidades do Leste Metropolitano do Rio de Janeiro, padecem com a falta de planejamento urbano, notadamente no que tange ao deslocamento e infraestrutura de transporte. Neste sentido, observou-se uma grande defasagem entre o crescimento desenfreado destas cidades e investimentos em infraestrutura adequada, que, somados aos incentivos à indústria automotora e ao maior poder de consumo das famílias, ocasionaram um quadro de imobilidade urbana, onde não há oferta de condições para que as pessoas se desloquem com segurança e conforto. Estes fatores contribuíram para o surgimento de inúmeros transtornos, como congestionamentos, saturação das vias e dos veículos coletivos, perda de tempo no tráfego, consequente perda de qualidade de vida da população, degradação ambiental e problemas de saúde pública. Isso tudo provocou o que os conhecedores da área de transporte denominam crise de mobilidade urbana.

Neste cenário, o ponto crítico é a conjugação do ineficiente transporte público e o aumento da frota de automóveis particulares. Ou seja, em muitos casos, a deficiência do transporte público acaba interferindo diretamente na quantidade de veículos individuais nas ruas. Se o transporte coletivo não oferece confiança, rapidez e assiduidade, o usuário opta por outros meios particulares para chegar ao seu destino. A partir desse diagnóstico, concluiu-se que iniciativas para o progresso são fundamentais, já que o problema da mobilidade além de diminuir a qualidade de vida das pessoas, afeta o desempenho econômico. Deste modo, devem-se integrar à rede viária soluções como a oferta de transportes coletivos atrativos e sua articulação multimodal, priorização do transporte de alta capacidade em detrimento do veículo individual e conscientização da população para os modos sustentáveis de locomoção.

Partindo destas premissas, o presente artigo buscou uma solução para o eixo da rodovia RJ-104 propondo um BRT na mesma, com o intuito de minimizar os transtornos de mobilidade da Região Leste Metropolitana do Rio de Janeiro com menor custo e tempo de implantação (quando comparado a outros modais). Para isso, foi diagnosticada a região, simulando-se o estabelecimento do corredor de BRT na RJ-104.

Por meio da implantação deste corredor de BRT existe o potencial de organizar o espaço viário da região em estudo, proporcionando aumento da velocidade nas vias, maior confiabilidade dos serviços e redução do tempo de viagem, principalmente no trajeto casa-trabalho-casa, que serão provavelmente percebidos em curto prazo. No entanto, é importante ressaltar que o sistema do referido corredor somente terá pleno desempenho se houver uma integração bem estruturada com os outros modais (notadamente com as linhas de ônibus alimentadoras) e com os demais corredores que podem ser implantados na Região Leste Fluminense visto que ainda há eixos críticos, em especial o corredor Ponte Rio-Niterói.

Nesse cenário apresentado de implantação do BRT RJ-104, também foi possível concluir que as linhas consideradas alimentadoras devem ter suas frotas ajustadas de maneira a absorver a demanda diária das linhas excluídas e evitar a superlotação das mesmas aumentando a confiabilidade do sistema.

Desde que condicionado às considerações apresentadas, o Sistema de BRT proposto pode ser considerado viável e vantajoso, acarretando múltiplos benefícios para a região, como crescimento socioeconômico, maior segurança, acessibilidade e mobilidade, fluidez no tráfego, minimização da poluição e bem-estar dos habitantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, P. et al. (2014) **Mobilidade e Acessibilidade Urbanas Sustentáveis: A Gestão da Mobilidade no Brasil.** Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana - PPGEU / Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. Disponível em: <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A3-039.pdf>>
- BHTRANS (2014) **Melhor Mobilidade: Faixas exclusivas e preferências para o transporte coletivo.** BHTRANS – Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte. Disponível em <<http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portalpublico/Temas/Onibus/faixa-exclusiva-2014>>.
- CABRAL, R. et al. (2013) **BRT Transoeste: transformando o conceito de transporte público no Rio de Janeiro.** ANTP – Agência Nacional de Transporte Público. Disponível em <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/10/07/4E86EDED-57D6-48D2-867C-3AB09391E656.pdf>.
- COSTA, M. S. (2008) **Um índice de mobilidade urbana sustentável.** Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Área de Concentração Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde.../Tese_MCOSTA.pdf>.
- CUNHA FILHO, O. V. (2011) **Estudos de BRT no Brasil.** NTU - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Disponível em <http://www.energiaeambiente.org.br/arquivos/files/BRT_web.pdf>.

- GONTIJO, N. T. *et al.* (2011) **Os corredores de transporte e os acidentes de trânsito: o impacto da implantação de faixas/ pistas exclusivas na segurança do trânsito.** 18º Congresso Brasileiro de Trânsito e Transporte. Disponível em <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/21/45EA947C-BB58-46F4-80EF-4D17925243DA.pdf>.
- MEUS GASTOS (2014) **Quanto custa a mobilidade urbana?** Disponível em <<http://www.meusgastos.com.br/blog/noticia/quanto-custa-a-mobilidade-urbana/>>.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007) **PLanMoB - Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana,** Ministério das Cidades. Disponível em <www.cidados.gov.br/images/stories/.../LivroPlanoMobilidade.pdf>
- OLIVEIRA, A. *et al.* (2013) **Panorama da mobilidade urbana: diagnóstico e propostas para o transporte público por ônibus.** NTU Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos - Núcleo de Transportes, Brasília. Disponível em: <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/10/06/FC408A57-1378-4B7D-B948-42A6C4833224.pdf>.
- VIANNA, G. S. B. **Mobilidade Urbana no Brasil: uma estimativa do produto perdido em trânsito.** UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em <http://www.ie.ufrj.br/images/gema/Gema_Monografias/Monografia_Versao_Final_Guilherme_Vianna.pdf>.

Nanny Caroline Cunha Ribeiro¹ (nannyribeiro06@gmail.com)
 Eunice Horácio de Souza Barros Teixeira¹ (eunicehoraciomsc@gmail.com)
 Renata Corrêa Silva² (renata@pet.coppe.ufrj.br)
 1- Departamento de Engenharia Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
 Bloco D - Campus Maracanã – RJ – Brasil – CEP 20271-110
 2- Programa de Engenharia de Transportes, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro Centro de
 Tecnologia Bloco H - Cidade Universitária - RJ – Brasil - CEP 21949-900



IMPACTO DA VAZANTE DO RIO NEGRO NO ARRANJO DE CARGAS NAS EMBARCAÇÕES NO PORTO DE MANAUS

Demetrius Augusto Mortais

Aluno do Curso de Tecnologia em Logística
Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba

Kyvia Barros Moreira

Aluna do Curso de Tecnologia em Logística
Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba

Luciano da S. dos Santos

Aluno do Curso de Tecnologia em Logística
Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba

Heloize Aparecida Brasil da Silva Santana

Especialista em Engenharia da Produção e Graduada em Tecnologia em Logística e Transportes
Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba

Walter Aloisio Santana

Professor III-D (Pleno) do Curso de Tecnologia em Logística
Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba (FATEC Carapicuíba)

Professor III-D (Pleno) do Curso de Tecnologia em Transporte Terrestre
Faculdade de Tecnologia de Barueri (FATEC Barueri)
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza –SP

e-mail: walter.santana@fatec.sp.gov.br

RESUMO

Esta pesquisa trata dos problemas ocasionados pela vazante do rio Negro e como isto afeta o transporte de cargas a partir do Porto de Manaus no Estado do Amazonas. A movimentação de cargas no Porto de Manaus está sob influência de um fenômeno climático denominado vazante em que, durante determinado período do ano, o nível de profundidade do rio Negro diminui em função da queda no regime de chuvas da região. Este quadro obriga que as empresas que operam o transporte fluvial e o de cabotagem, no trecho, realizem uma readequação nos volumes transportados por meio de arranjo de carga, a fim de manterem o atendimento aos seus clientes. Neste sentido, a pesquisa apresenta importância tanto para as empresas de transporte aquaviário quanto para os usuários de serviços logísticos, uma vez que se buscou identificar possíveis alternativas para contornar o evento sem prejudicar sensivelmente às operações. Para isto, a pesquisa, além do embasamento teórico, realizou Estudo de Caso junto a uma empresa especialista no transporte por cabotagem para melhor observar o fenômeno e descrever possíveis alternativas e soluções. Como resultado, é apresentado um exemplo de arranjo de carga, que obedece a critérios estabelecidos pela empresa transportadora.

ABSTRACT

This research deals with the problems caused by the low water of the Rio Negro and how this affects the transport of cargo from the port of Manaus in Amazonas state. The cargo handling at the port of Manaus is under the influence of a weather phenomenon called ebb that during certain period of the year, the level of depth of the Rio Negro decreases due to the decrease in rainfall in the region. This framework requires that companies operating inland waterways and coastal shipping in the stretch, perform an overhaul in volumes transported by cargo arrangement in order to maintain service to its customers. In this sense, the research has importance for



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

both water transport companies and for users of logistics services, as it sought to identify possible alternatives to work around the event without significantly harming the operations. For this research, in addition to the theoretical foundation, conducted case study at a company specialized in cabotage transport to better observe the phenomenon and describe possible alternatives and solutions. As a result, a sample loading arrangement is shown, that meets criteria established by the carrier.

PALAVRAS CHAVE: Transporte Aquaviário, Vazante, Arranjo de cargas.

1. INTRODUÇÃO

Na região norte do Brasil, especificamente na área de influência dos rios amazônicos, ocorrem fenômenos hídricos tais como vazantes, enchentes, pororocas, etc., que, de certa forma afetam o desempenho da navegação comercial.

A região em questão é cortada pela linha do Equador, ou seja, o local é divisor hemisférico e possui estações de verão e inverno, ao mesmo tempo, influenciando no regime hidráulico da calha dos rios amazônicos. Na prática, há períodos específicos denominados de “verão” ou “inverno”.

Fenômeno como a vazante, que diminui a profundidade (espaço entre a linha d’água e o fundo do estuário) dos rios e, consequentemente a capacidade de carga dos navios, deve ser estudado para que haja planejamento, gestão e programação operacional dos navios nos portos, nestes períodos específicos.

Com base nessas informações, o problema tratado nesta pesquisa consiste em analisar como o regime de chuvas na bacia amazônica influencia no atendimento da demanda de transporte de carga no Rio Negro, especificamente na região portuária de Manaus.

Desta forma, as perguntas centrais do texto são: Quais os impactos e consequências que a vazante do rio Negro desencadeia ao Porto de Manaus no transporte de cargas por cabotagem? Quais as alternativas para lidar com essa variável?

Assim, o objetivo geral deste artigo é analisar como é o planejamento e a gestão das operações bem como o arranjo de cargas em navios porta-contêineres no Porto de Manaus, em função da vazante que ocorre no rio Negro. Especificamente, os objetivos são a apresentação de dados estatísticos e a exposição de registros históricos que demonstram a ocorrência e os impactos do evento estudado.

Quanto ao método de abordagem, utilizado no estudo dos eventos ou na forma de se apontar a realidade, a pesquisa é Dedutiva. Andrade (2009) aponta que a dedução parte de uma análise geral para atingir resultados específicos.

Com relação aos métodos de procedimento, a pesquisa baseia-se em Estudo de Caso. Severino (2007) relata que o Estudo de Caso analisa um caso particular, suficiente para o estudo do fato.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

No que tange ao tipo de pesquisa quanto aos objetivos, a pesquisa é Exploratória que, segundo Lakatos e Marconi (2009), é o início de todo trabalho científico além de servir como prefácio em outras investigações.

Quanto ao objeto, a pesquisa é Bibliográfica. De acordo com Andrade (2009), todo estudo científico é pautado por levantamento prévio do acervo existente ou das pesquisas pregressas.

A pesquisa, segundo a análise dos dados, tem caráter Quantitativo por utilizar procedimentos estatísticos, e é também Qualitativo por compreender e interpretar fenômenos (Lakatos e Marconi, 2009).

O trabalho apresenta o embasamento teórico, caracterizando a região amazônica com relação às estações do ano, clima, origem e regime das águas, com isso, as definições que interessam para a pesquisa, que são as situações de cheia e de vazante, sendo esta o objeto da pesquisa. Depois, realiza um estudo de caso em uma empresa de logística especializada em cabotagem, que administra, planejando, gerindo e operando a situação problema – a vazante.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) estabelece uma diferenciação entre os conceitos de tempo e clima. O tempo determina a condição da atmosfera em um definido instante e lugar, e sua atuação na vida e nas tarefas humanas. O clima é a análise que ocorre em um período determinado ou em um mês em certo local. Possui maior variedade de informações para a construção de um quadro que demonstre determinados fenômenos em função das condições do tempo.

Segundo Nimer(1979) *apud* Loureiro, Carlo e Lamberts (2002) Manaus possui clima equatorial úmido, o que representa médias de temperatura acima dos 22°C e alto índice de chuvas. Acrescenta-se a este quadro uma alta umidade do ar e ventos pouco velozes.

De acordo com o Porto de Manaus (2015) existem três diferentes origens para as águas que compõem um rio. Elas podem ser pluviais, quando oriundas das chuvas, nival ou térmica, que são geradas pelo derretimento de geleiras, e as mistas. O rio Amazonas, por exemplo, formado pela junção dos rios Solimões e Negro apresenta característica mista, uma vez que é formado pelas águas derretidas durante a primavera nos Alpes Andinos e pela precipitação elevada em sua bacia, o que promove a sua cheia.

Alves (2013) define que o território amazônico apresenta duas épocas climáticas distintas, sendo que a denominada como inverno é chuvosa e tem duração de outubro a maio, enquanto que o verão apresenta menos chuva e dura aproximadamente de junho a setembro.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Santos (2015) ressalta que a vazante nos rios da bacia amazônica também ocorre por ação do fenômeno climático El Niño, responsável pelo aquecimento anormal nas águas do Oceano Pacífico Equatorial. Isto provoca elevação nas temperaturas e redução no regime de chuvas da região.

Na Bacia Amazônica, segundo o Porto de Manaus (2015) existem duas estações de águas distintas, cheia e vazante, que caracterizam os rios da região. No caso do rio Negro, as cheias ocorrem até meados de junho, iniciando em seguida o período de vazante que pode se prolongar até novembro. O nível do rio Negro sofre influência direta do nível do rio Solimões por este ser o seu represador. Com isso, o volume do rio no Porto de Manaus resulta da pluviosidade na bacia e da atuação do rio Solimões que nasce no Peru e acessa o Brasil distante mais de mil quilômetros da capital Manaus.

Para melhor visualização deste fenômeno o Porto de Manaus realiza medições diárias do nível do rio Negro e disponibiliza essas informações através de seu portal na Internet. Também é apresentada uma tabela com os níveis máximo e mínimo anuais com medição a partir do ano de 1902. A Tabela 1 mostra as cotas máximas de enchente e mínimas de vazante, em metros, desde 2010. Nota-se que no período selecionado consta a maior cheia já registrada, ocorrida no ano de 2012, assim como o menor nível, verificado em 2010.

Tabela 1: Níveis Máximo e Mínimo (2010 – 2015)

| Ano | Cota Máxima Enchente (m) | Data | Cota Mínima Vazante (m) | Data |
|------|-----------------------------|-------|----------------------------|-------|
| 2010 | 27,96 | 11/06 | 13,63 | 24/10 |
| 2011 | 28,62 | 28/06 | 16,76 | 10/10 |
| 2012 | 29,97 | 29/05 | 15,96 | 27/11 |
| 2013 | 29,33 | 14/06 | 18,83 | 01/01 |
| 2014 | 29,50 | 03/07 | 19,90 | 28/10 |
| 2015 | 29,66 | 29/06 | 15,92 | 28/10 |

Fonte: Adaptado de Porto de Manaus (2016)

Em 11 de outubro de 2015, o rio Negro apresentou uma queda histórica de volume ao vazar 40 cm em um único dia. Fato parecido só havia sido registrado há 100 anos. A Tabela 2 apresenta a vazão do rio Negro durante a primeira quinzena do mês de outubro em 2015.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Tabela 2: Vazão do rio Negro nos primeiros 15 dias do mês de outubro de 2015

| Dias | Outubro/2015 | |
|------|--------------|-------------------|
| | Cota (m) | Encheu/Vazou (cm) |
| 1 | 23,33 | -18,00 |
| 2 | 23,00 | -33,00 |
| 3 | 22,70 | -30,00 |
| 4 | 22,39 | -31,00 |
| 5 | 22,06 | -33,00 |
| 6 | 21,73 | -33,00 |
| 7 | 21,41 | -32,00 |
| 8 | 21,06 | -35,00 |
| 9 | 20,70 | -36,00 |
| 10 | 20,32 | -38,00 |
| 11 | 19,92 | -40,00 |
| 12 | 19,58 | -34,00 |
| 13 | 19,26 | -32,00 |
| 14 | 18,91 | -35,00 |
| 15 | 18,54 | -37,00 |

Fonte: Adaptado de Porto de Manaus (2016)

A Figura 1 mostra a ocorrência da vazante durante o ano de 2015 (Santos, 2015).



Figura 1: Vazante 2015: Rio Negro

Fonte: Portal Amazônia (2015)



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Este comportamento observado no rio Negro afeta diretamente as operações de cabotagem no Porto de Manaus, impactando nos volumes movimentados através de contêineres e no planejamento logístico dos transportadores.

Depois de grande utilização na década de 1930 a cabotagem, que é o deslocamento marítimo entre portos costeiros ou de um localizado na costa com outro situado em águas fluviais, renasceu nos últimos 20 anos como opção eficaz e barata para o transporte de cargas. Entre 1997 e 2009 foi registrado um crescimento de aproximadamente 60% no volume movimentado por esta modalidade, o que melhora a perspectiva de investimentos no setor (Dias, 2012).

Durante o período de vazante, toda a operação de cabotagem é reformulada em consequência da limitação de peso, e isso impacta diretamente no arranjo das cargas. Bogossian (2011) relata que o processo de carregamento e descarregamento de navios tem fundamental relevância operacional, e todas as outras atividades são organizadas para seguir a performance obtida nesta etapa. Os custos com maquinário e acomodações para transferência de carga entre embarcação e plataforma denota o valor do sistema. Além disso, existe a elaboração do Plano de Cargas que garante a eficiência operacional, uma vez que este documento, preparado e definido por representante da empresa de navegação, tem a finalidade de agilizar a operação e garantir a segurança e o equilíbrio da embarcação. Com menor quantidade transportada, em função da baixa profundidade, o plano serve para definir a melhor distribuição de peso através dos navios.

Para garantir a cobertura dos custos fixos de operação, em função da diminuição no volume transportado, as empresas utilizam uma prática comum no mercado que é a cobrança de uma taxa adicional, durante o período de vazante, conhecida como “taxa da seca”.

Conforme informações da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) o Porto de Manaus está localizado na margem esquerda do rio Negro, estando distante 13 km da junção com o rio Solimões. Com origem que data de 1899, dispõe de acesso rodoviário, marítimo e fluvial e berços de atracação para navios de longo curso e embarcações de menor porte, além de equipamentos de movimentação de contêineres e armazéns para carga geral.

Segundo Dias (2012) o Porto de Manaus tem região de abrangência que atinge a maior parte do Estado do Amazonas. Administrado pela Sociedade de Navegação, Portos e Hidrovias do Estado do Amazonas (SNPH) possui área com mais de 90 mil m² e armazéns que ultrapassam os 17 mil m².

Gomes (2013) aponta que o Porto de Manaus, em percentual, é um dos principais movimentadores de carga por contêineres no país devido, principalmente, a presença da Zona Franca. Essa movimentação é realizada em dois terminais privados, administrados pela Porto Chibatão e Super Terminais que acabam por causar grande disparidade em uma mesma área portuária. Enquanto os espaços privados possuem tecnologia e equipamentos para

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

movimentação de cargas, o espaço destinado ao público em geral sofre com a falta de estrutura e com o uso do trabalho braçal nas atividades de carregamento e descarregamento das embarcações.

3. ESTUDO DE CASO

A DKL (nome fictício) se apresenta no mercado como empresa de soluções logísticas com base na cabotagem e navegação no Mercosul, focada na movimentação e armazenagem de cargas.

Possui uma rede integrada que facilita a movimentação portuária e o transporte porta a porta, graças a uma extensa malha intermodal, caracterizada pela utilização do transporte aquaviário (fluvial e marítimo) em conjunto com o transporte rodoviário, que permite abrangência geográfica com todo o Brasil e o Mercosul. Para que seja viável a intermodalidade, a empresa realiza todas as operações em contêineres conforme apresentado a seguir:

- Contêiner de 20 e 40 pés usado para cargas secas, que não requerem controle de meio ambiente quando em trânsito. Muito usado para transportar alimentos, roupas, móveis, etc;
- Contêiner de 40 pés, refrigerado, utilizado para o transporte de cargas perecíveis que precisam estar acondicionadas sob temperaturas controladas e constantes;
- Contêiner de 40 pés mais alto, utilizado para transportar cargas de alto volume e baixo peso;
- Contêiner de 40 pés modelo Flat Rack, utilizado para transporte de cargas que ultrapassam as medidas padronizadas.

Os contêineres utilizados respeitam dimensões de padrão internacional, e a medida para indicar a capacidade é conhecida pela sigla em inglês TEU que significa Twenty feet Equivalent Unit ou, em português, unidade equivalente a um contêiner de 20 pés. Desta forma, cada contêiner de 20 pés equivale a 1 TEU e os de 40 pés equivalem a 2 TEU's. A Tabela 3 apresenta as medidas padronizadas dos contêineres utilizados pela DKL.

Tabela 3: Modelos de contêineres utilizados pela DKL

| Contêineres | | Medidas Internas | | | Porta | | | Capacidade Máxima |
|-------------|-----------|------------------|---------|--------|-------------|---------|--------|-------------------|
| Pés | Tipo | Comprimento | Largura | Altura | Comprimento | Largura | Altura | |
| 20 | Dry Box | 5,9 m | 2,34 m | 2,4 m | - | 2,34 m | 2,29 m | 30,4 t |
| 40 | Dry Box | 12,03 m | 2,35 m | 2,4 m | - | 2,34 m | 2,29 m | 30,4 t |
| 40 | Reefer RH | 11,58 m | 2,26 m | 2,20 m | - | 2,34 m | 2,29 m | 34 t |
| 40 | Flat Rack | 11,65 m | 2,38 m | 1,96 m | 11,65 m | 2,02 m | - | 50 t |
| 40 | High-Cube | 12,03 m | 2,35 m | 2,59 m | - | 2,34 m | 2,29 m | 32,5 t |

Fonte: Elaborada pelos autores

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Considerada jovem, com nove anos de mercado, a empresa apresenta crescimento constante de 20% em volume movimentado desde o seu segundo ano de operação.

Toda a operação de transporte de carga, desde a coleta do produto na origem até a entrega no destino, é realizada pela mesma, o que garante aos clientes maior facilidade no controle de todo o processo de gestão da cadeia logística. O portfólio é constituído por uma diversificada oferta de serviços, o que permite a captação de oportunidades de negócio nos mais diversos segmentos de mercado. Atualmente, possui três serviços de atendimento que permitem uma maior abrangência no atendimento:

- Serviço Atlântico Sul, que inicia viagem em Buenos Aires (ARG), passando pelos portos de Rio Grande (RS), Navegantes (SC), Santos (SP), Salvador (BA), Suape (PE) e Fortaleza (CE), denominadas como viagens NB, e Salvador (BA), Santos (SP), Navegantes (SC) e Zárate (ARG), denominadas viagens SB;
- Serviço Amazonas, que inicia viagem em Santos (SP), passando pelos portos de Itajaí (SC), Paranaguá (PR), Itaguaí (RJ), Suape (PE) e Pecém (CE), denominadas viagens NB, e Manaus (AM), Vila do Conde (PA) e Suape (PE), denominadas viagens SB;
- Serviço Shuttle Rio, que realiza viagens ida e volta entre Santos (SP) e Rio de Janeiro (RJ).

A empresa possui aproximadamente 1.500 clientes dos mais variados segmentos entre os quais: alimentos e bebidas, eletroeletrônicos, metalurgia, automotivo e duas rodas, químicos e petroquímicos, papel, madeira e celulose, higiene e limpeza, entre outros.

Para o Estudo de Caso proposto, foi utilizado apenas o Serviço Amazonas, uma vez que a pesquisa trata os problemas ocasionados pela vazante do rio Negro, mais precisamente no embarque e desembarque de cargas, onde o segmento de serviços possui grande variação.

Atualmente a empresa utiliza um modelo estatístico desenvolvido internamente, a partir do Microsoft Excel®, para acompanhamento das medições diárias realizadas no Porto de Manaus. Neste modelo são inseridas informações de profundidade diária, média semanal da amostra de profundidade, capacidade dos navios que operam na rota e calado (parte submersa do navio) para navegação. A partir das informações inseridas, o modelo gera um gráfico com comparativo entre calado mínimo e capacidade a ser considerada por embarcação/viagem. Com esta análise, é possível determinar se haverá ou não necessidade de diminuição no volume transportado. Constatada a redução, a empresa aplica a “taxa da seca” que no caso da DKL corresponde, no mínimo, 30% sobre o valor do frete acordado. A Figura 2 mostra um exemplo de volume atendido, em função do calado no rio Negro, no período de setembro a dezembro de 2012.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

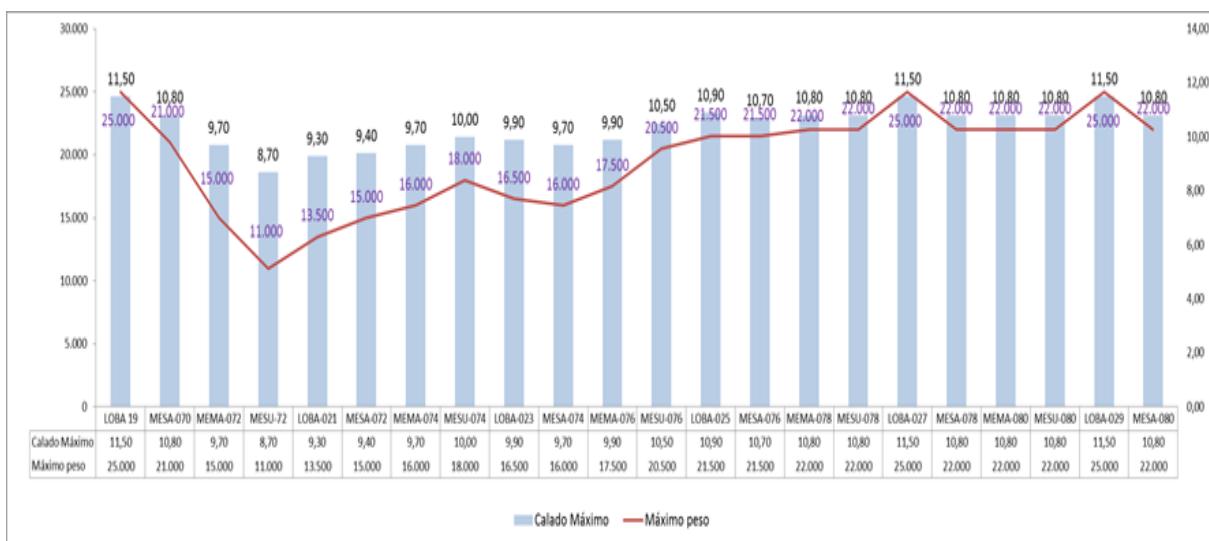


Figura 2: Volume por navio em relação ao calado no rio Negro

Fonte: DKL (2016)

Existem exceções, como cláusulas de contrato pré-definidas, em que não são permitidas cobranças não acordadas previamente, ou então nos casos de contratos “take-or-pay”, que determina que o cliente pague pelo espaço solicitado, mesmo que não haja a utilização.

Para o arranjo das cargas, nas situações de redução no volume transportado, a DKL utiliza o software PLANMASTER que determina qual será a posição dos contêineres nos navios. Para isto, são levados em consideração alguns critérios pré-estabelecidos pela empresa:

- “Primeira unidade que entra, última que sai”. Para este caso, unidades depositadas no porão geralmente são destinadas aos últimos portos;
- Planejamento equilibrado entre bombordo (lado esquerdo) e boreste (lado direito), considerando os ternos (equipamentos utilizados para embarque e desembarque) em todos os portos, para que não haja desbalanceamento durante a operação.

O software também considera as características de cada contêiner, como tomadas para cargas que necessitam de refrigeração, contêineres mais pesados como base para contêineres mais leves, para que não ocorram avarias em função do sobre peso, cargas com classificação da Organização das Nações Unidas (ONU), que possuem restrição ao sol, por exemplo, e cargas que extrapolam a área do contêiner, no caso do modelo Flat Rack.

A Figura 3 mostra exemplo de arranjo de carga a partir do software PLANMASTER.

Figura 3: Tela do software PLANMASTER

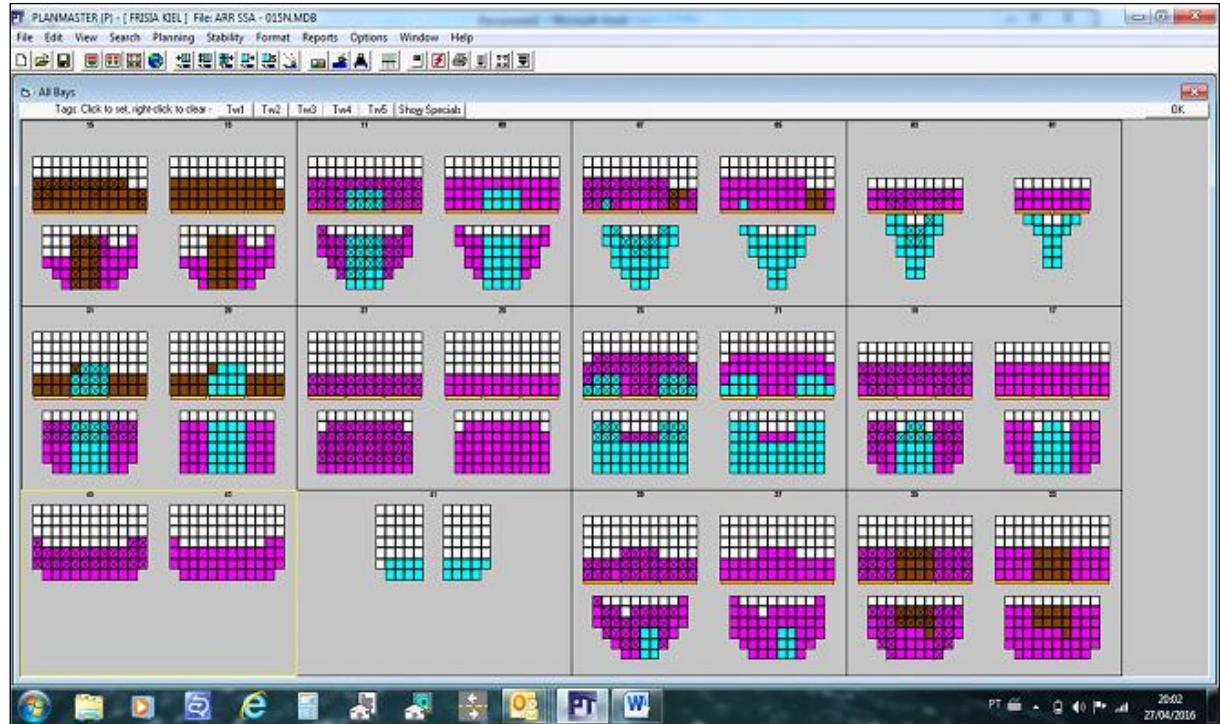


Figura 3: Tela do software PLANMASTER

Fonte: DKL (2016)

A Figura 4 apresenta um arranjo específico em que cada quadro corresponde a um contêiner, alocado por ordem de desembarque. As marcações em X correspondem aos contêineres de 40 pés e as demais aos contêineres de 20 pés.

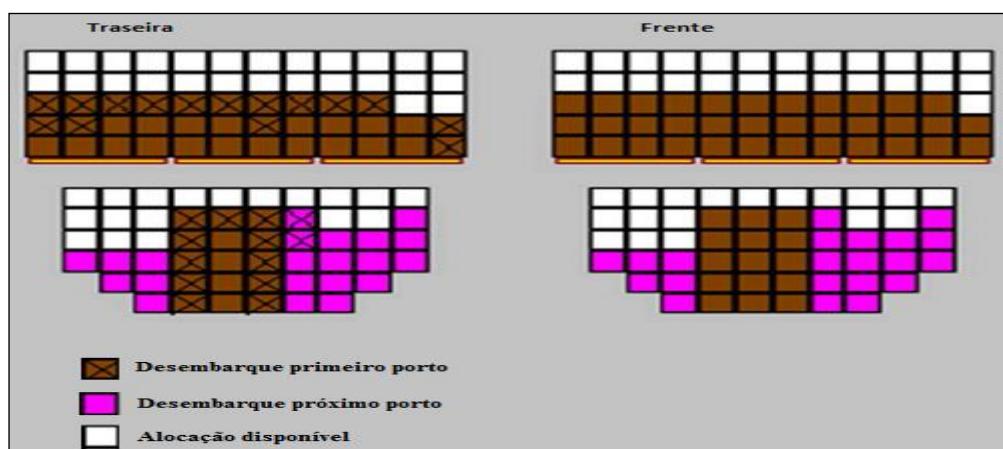


Figura 4: Exemplo de arranjo com ordem de desembarque

Fonte: DKL (2016)



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

São vários os tipos de arranjos, que se dá por tipo de navio e capacidade (1.700, 2.400, 2.500 e 2.800 TEU's). O acompanhamento específico por navio é realizado arranjando-se os contêineres, conforme resultado do planilhamento, levando-se em consideração a informação central de profundidade do canal. Em termos financeiros, a prioridade de embarque obedece aos seguintes requisitos: clientes com maior participação na receita geral da empresa, clientes take-or-pay e por fim arranjos meramente físicos de peso e volume.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cabotagem se constitui em uma alternativa economicamente viável ao transporte de cargas na região norte do Brasil pela configuração fluvial local. O fenômeno natural chamado de vazante, provocado pela estação climática, quando então há uma diminuição na profundidade dos rios, a operação nessa modalidade necessita ser reformulada pela necessária limitação de peso o que impacta diretamente no arranjo das cargas.

Uma vez constatada a previsão e a existência da vazante, é preciso adequar as operações a esta variável incontrolável do macro ambiente. Com isso, adota-se um Plano de Cargas, onde por meio do *software* PlanMaster, os armadores (transportadores), para garantir-se a eficiência operacional, aplicam um arranjo alternativo, que é “enxuto” e, concomitante aplica uma sobretaxa ou taxa adicional, conhecida como “taxa da seca”, que no caso da empresa estudada, esta alíquota é de, no mínimo, 30% sobre o valor do frete acordado. Há exceções, mas é evidente que há impactos econômicos que ocorrem nestas operações, no referido período específico, para os donos das cargas e, seguramente ao consumidor final.

Do ponto de vista do transportador, ao analisarem-se as medidas adotadas pela empresa para lidar com o objeto de estudo, observou-se que são válidos o controle e o monitoramento do nível d’água. Assim, a empresa pesquisada, por meio de uma modelagem estatística, possui dados e informações que garantem certa previsibilidade, o que favorece a montagem dos possíveis arranjos de cargas, que permitirão obter a máxima capacidade de carga, com rentabilidade garantida, observadas, é claro, às normas de segurança viária de navegação fluvial.

A pesquisa permitiu que suas questões fossem respondidas bem como alcançados seus objetivos, em analisar-se como os embarcadores se adequam ao período de vazante no transporte por cabotagem.

REFERÊNCIAS

- Alves, N. S. (2013) *Mapeamento hidromorfodinâmico do complexo fluvial de Anavilhas: contribuição aos estudos de Geomorfologia Fluvial de rios Amazônicos*. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

- Andrade, M. M. (2009) *Introdução à Metodologia do Trabalho Científico*. 9ª ed. Atlas, São Paulo.
- ANTAQ – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. *Porto de Manaus*. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/pdf/Portos/2012/Manaus.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2016.
- Bogossian, M. P. (2011) *Entraves portuários na movimentação de contêineres: plataforma de análise comparativa*. Tese (Doutorado em Transporte) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília/DF, Brasília. 2011. Disponível em: <<http://www.transportes.unb.br/downloads/teses/001A-2011.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2016. 19h53.
- Dias, M. A.\(2012) *Logística, Transporte e Infraestrutura: armazenagem, operador logístico, gestão via TI, multimodal*. Atlas, São Paulo.
- Gomes, M. A. (2013) *O uso do território brasileiro pela navegação de cabotagem por contêiner no contexto da circulação global de mercadorias (1993-2013)*. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Tempo e Clima*. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/curiosidade/tempo_clima.html>. Acesso em: 22 abr. 2016.
- Lakatos, E. M.; Marconi, M. A. (2009) *Fundamentos da Metodologia Científica*. 6ª ed. Atlas, São Paulo.
- Loureiro, K.; Carlo, J.; Lamberts, R (2002). Estudos de estratégias bioclimáticas para a cidade de Manaus. Anais IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído da UFSC, ENTAC, Florianópolis. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2002/Artigos/ENTAC2002_0153_162.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2016.
- PORTO DE MANAUS. As oscilações do rio. Disponível em: <http://portodemanaus.com.br/?pagina=publicacao&cd_publicacao=126&cd_tipo=1>. Acesso em: 21 abr. 2016. 14h37.
- _____ Nível do Rio Negro: Níveis Máximo e Mínimo. Disponível em: <<http://portodemanaus.com.br/?pagina=niveis-maximo-minimo-do-rio-negro>>. Acesso em: 25 abr. 2016. 17h43.
- _____ Nível do Rio Negro: Nível Hoje. Disponível em: <<http://portodemanaus.com.br/?pagina=nivel-do-rio-negro-hoje>>. Acesso em: 25 abr. 2016. 23h49.
- SANTOS, Izabel. *Sob influência do El Niño, rios Negro e Solimões podem ter vazantes intensas*. Disponível em: <<http://portalamazonia.com/noticias-detalhe/meio-ambiente/rios-negro-e-solimoes-podem-ter-vazantes-intensas/?cHash=6a6ff2bb22ca2a169e0117494694261e>>. Acesso em: 28 abr. 2016.
- _____ Acompanhe a vazante do Rio Negro em 2015. Disponível em: <<http://portalamazonia.com/noticias-detalhe/cidades/acompanhe-a-vazante-do-rio-negro-em-2015/?cHash=0766887e16ae973c47543bafb6b38093>>. Acesso em: 24 abr. 14h17.
- Severino, A. J.(2007) *Metodologia do Trabalho Científico*. Cortes Editora, São Paulo

BRT E BHLS: UMA REVISÃO DA CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS

José Brandão de Paiva Neto

Rômulo Dante Orrico Filho

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Programa de Engenharia de Transportes – PET/COPPE

RESUMO

Os corredores de ônibus têm desempenhado um importante papel no contexto de uma mobilidade urbana sustentável, e esses corredores costumam ser enquadrados em duas categorias principais: *Bus Rapid System* (BRT) e *Bus with High Level of Service* (BHLS). Nota-se uma dificuldade na conceituação e classificação dos sistemas: os conceitos apresentados são bastante gerais e, por vezes, variados, dada a alta flexibilidade apresentada na implementação dos sistemas, cada um adaptado aos mais diversos contextos urbanos locais. Este artigo realiza uma breve revisão dos principais conceitos e definições a respeito dos sistemas BRT e BHLS e os analisa criticamente, visando contribuir para um consenso na nomenclatura dos sistemas.

PALAVRAS CHAVE

Bus Rapid Transit, Bus with High Level of Service, transporte público

ABSTRACT

Bus corridors have played an important role in the context of a sustainable urban mobility, and these corridors are usually framed into two main categories: *Bus Rapid System* (BRT) e *Bus with High Level of Service* (BHLS). It has been noted a great difficulty concerning the creation concepts and classifications for these systems: the definitions are usually presented in a quite broad and diverse manner. This is attributed to the inherent high flexibility of such systems, for they must be adapted to a myriad of local urban contexts. This paper presents a brief review of the main concepts and definitions of BRT and BHLS systems and performs a critical analysis of what was found. It aims to contribute towards a consensus when it comes to name these systems.

KEYWORDS

Bus Rapid Transit, Bus with High Level of Service, transit

1 INTRODUÇÃO

No último século, em maior ou menor intensidade, as cidades adotaram um processo de desenvolvimento notadamente centrada no automóvel. Seja por erros de projeto, omissões, pressões políticas ou *lobby* da indústria automobilística, o fato é que o alvo observado era suprir as necessidades dos carros: a mobilidade era vista em termos da eficiência do escoamento de veículos, em vez da quantidade de pessoas transportadas. Os resultados são evidentes e ressaltam a ineficiência do modelo rodoviário como meio de transporte de massa em grandes centros urbanos.

Nesse contexto, disseminou-se cada vez mais o conceito de que a mobilidade urbana eficiente e sustentável deve ser baseada na prioridade aos modos de transporte coletivos e aos não

motorizados. Um papel relevante dentro dessa nova visão é desempenhado pelos sistemas baseados em ônibus, o que levou à popularização e utilização dos sistemas *Bus Rapid Transit* (BRT) e *Bus with High Level of Service* (BHLS).

A definição do que é um sistema BRT é ampla e percebe-se uma dificuldade na elaboração de uma conceito claro e conciso. Parte da dificuldade acontece porque que cada cidade tem traços urbanos, padrões de demanda, política e economia diferentes, de forma que dois sistemas dificilmente apresentarão características similares, já que eles devem ter suficiente flexibilidade para se adaptar a cada contexto particular (Muñoz e Paget-Seekins, 2016).

O sistema BHLS, implementado principalmente na Europa, também não dispõe de um conceito conciso. Com efeito, o primeiro grupo de trabalho europeu a tratar do tema procurou não elaborar critérios muito rígidos, mantendo a definição ampla para incentivar o desenvolvimento de sistemas adaptáveis aos mais diversos contextos e configurações urbanas (Rabuel, 2010).

Este artigo se propõe a realizar uma breve revisão narrativa dos principais conceitos e definições a respeito dos sistemas BRT e BHLS. Com base nos documentos levantados, será possível analisar criticamente os conceitos encontrados, discutindo seus pontos fortes e fracos, com o objetivo de contribuir para um consenso na nomenclatura dos sistemas. As comparações traçadas entre BHLS e BRT, procuram levantar o debate a respeito da necessidade de tratar ou não os sistemas de forma separada.

Além da introdução, este artigo é composto de três partes. A próxima trata da conceituação dos sistemas, como eles evoluíram e como são abordados pelos diferentes pesquisadores e grupos de estudo. A terceira procura fazer uma análise crítica das definições, ressaltando pontos comuns e diferentes, numa tentativa de examinar o espectro de e entre os sistemas e de uma possível forma unificada de conceitos. Por fim, há as considerações finais, na qual é discutida a contribuição do artigo, suas limitações e são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

2 CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS

Este item, subdividido em duas partes, trata da construção de uma definição para cada um dos sistemas e suas variantes. A primeira trata de BRT, a partir de conceitos obtidos em diversos documentos (e.g. Breithaupt *et al.*, 2014; Hidalgo e Muñoz, 2014; Hook e Wright, 2007; Muñoz e Paget-Seekins, 2016) encontrados na literatura. Quando conveniente, os dados foram resumidos em tabelas. A segunda parte trata dos conceitos de BHLS. Não há grandes variedade quanto à classificação europeia sobretudo pelo fato de haver um claro esforço conjunto de grupos de trabalho de pesquisadores. O principal documento de referência identificado foi Kerkhof e Soulás (2011), baseado em Finn *et al.* (2010). Além disso, as

tentativas de estudo e de desenvolvimento do conceito são relativamente recentes, com o primeiro grupo de trabalho datando de 2005.

2.1 Bus Rapid Transit

Uma definição recorrente de sistemas BRT é a seguinte: um modo de transporte público rápido, flexível, e sob pneus, que combina estações, veículos, vias dedicadas e tecnologias de informação em um sistema integrado com forte identidade própria (Levinson, Zimmerman, Clinger, Rutherford, *et al.*, 2003). Muitos autores utilizam essa definição de forma recorrente, de forma literal ou após certa reestruturação (e.g. Hensher e Li, 2012; Hidalgo e Muñoz, 2014; Moyer, 2009)

Um sistema *Full BRT* representa o que há de mais avançado em sistemas baseados em ônibus. O Quadro 2.1 apresenta uma compilação dos atributos básicos de um sistema para que ele possa ser considerado como *Full BRT* (Barker *et al.*, 2003; Hidalgo e Muñoz, 2014; Hook e Wright, 2007; Moyer, 2009; Vuchic, 2007). É importante ressaltar que a decisão de implementar ou não esse tipo de solução irá depender das condições locais de demanda do sistema, bem como das restrições de espaço e de orçamento observadas (Hidalgo e Muñoz, 2014). Limitações orçamentárias são importantes, de forma que um sistema de baixo custo apresenta apenas alguns dos elementos do Quadro 2.1. Todavia, é necessária cautela essa flexibilização do sistema, pois há elementos que devem estar presentes para que haja qualidade suficiente de serviço (Larwin *et al.*, 2007).

Conforme cresceu o número de projetos implementados, cada um moldado à realidade de seu local de instalação, foram adicionadas várias nuances ao conceito (Finn *et al.*, 2010). De fato, há uma falta de consenso internacional quanto à classificação de sistemas BRT (Lindau *et al.*, 2013). A falta de critérios claros quanto ao que deve ser enquadrado como BRT não é apenas confusa como pode gerar danos à imagem desse modo de transporte, ao se rotular qualquer modesta melhora num sistema de ônibus como BRT (Breithaupt *et al.*, 2014; Vuchic, 2007). Nesse contexto, há esforços constantes para a categorização e conceituação dessas nuances.

Dentre os autores pesquisados, Vuchic (2007) é o mais restritivo, ao apresentar uma classificação dos modos de transporte baseados em ônibus em apenas três categorias:

- i. Ônibus regular ou convencional (OR): sistema com horários fixos de partida e chegada, operando em tráfego misto, com pontos de parada sinalizados ao longo do meio fio, podendo ou não conter infraestrutura de proteção ou informação;
- ii. *Bus Transit System* (BTS): sistema com melhorias significativas em relação ao anterior, em especial no tocante à confiabilidade, velocidade de operação e eficiência. Componentes aprimorados podem incluir faixas exclusivas, pontos com maior espaçamento, sistema eletrônico de coleta de tarifa, pisos rebaixados;
- iii. *Bus Rapid Transit* (BRT): sistema com as características do Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Atributos típicos de um sistema Full BRT

| Atributo | Descrição |
|------------------------|---|
| Vias | Vias dedicadas ou exclusivas: categoria deve ser predominantemente A ou B. Trechos com categoria C devem ser mantidos ao mínimo ou, de preferência, não devem existir. Pavimento com tratamento diferenciado, como uma forma de destacar o serviço dentre os outros. |
| Estações | Plataforma em nível com o piso do veículo. Amenidades atrativas e de alta qualidade: proteção contra intempéries, informações sobre o sistema, equipamentos de coleta de tarifa (ênfase no pré-pagamento). Distância recomendada entre estações: de 300 a 600 metros em áreas urbanas e distâncias maiores no subúrbio. |
| Veículos | Design distinto e com amenidades atrativas: ar condicionado, janelas panorâmicas, wifi etc; alta capacidade, com portas mais largas que favoreçam a circulação; sistemas de propulsão ambientalmente corretos, minimizando ruídos e poluição do ar. |
| Serviço | Frequente, confiável e regular (10 minutos ou menos) durante as horas de funcionamento; tratamento preferencial nas principais interseções. |
| Rotas / linhas | <i>Layout</i> simples. Transferências (inter e/ou intramodais) são totalmente aceitáveis, desde que convenientes, propiciando viagens mais rápidas e confiáveis. Compatibilidade com os padrões de uso do solo e parte de um planejamento estratégico. |
| ITS¹ | Incluem: monitoramento de veículos, movimentação de passageiros, prioridade semafórica, vias guiadas <i>etc.</i> |

¹ Sigla, em inglês, para sistemas inteligentes de transporte (Intelligent Transportation Systems)

Fonte: adaptado de Barker *et al.*, 2003; Hidalgo e Muñoz, 2014; Hook e Wright, 2007; Moyer, 2009; Vuchic, 2007

Para Vuchic (2007), apenas modos *Full BRT* são, de fato, *Bus Rapid Transit*, de forma que uma implementação apenas parcial do que está listado no Quadro 2.1 se enquadraria como *BTS*. Os demais autores consultados são menos restritivos em relação ao conceito de *BRT*.

Larwin *et al.* (2007) apresenta estágios de implementação do sistema, ao criar dois estágios anteriores ao *Full BRT*, um intermediário e um inicial Quadro 2.1. Esses estágios podem representar a implementação gradual do sistema, em direção a um sistema *Full BRT*. Mas, também, tipicamente, o planejador precisará criar soluções que são uma mistura de elementos dos três estágios. O Quadro 2.2 apresenta os atributos-chave das etapas inicial e intermediária de implementação, a terceira etapa, final, já está sumarizada no Quadro 2.1.

Outra proposta de nomenclatura se deu através da elaboração de três diferentes categorias de BRT: *BRT Lite*, *BRT Heavy* e *Full BRT* (Finn *et al.*, 2010; Hidalgo e Muñoz, 2014). Embora duas das nomenclaturas – *Lite* e *Heavy* – sejam distintas, pode ser inferido facilmente que elas são análogas, respectivamente, aos estágio inicial e intermediário do Quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Etapas de implementação gradual de um sistema *Full BRT* (Parte I)

| Atributo | Estágio | |
|--|---|---|
| | Inicial (BRT Lite) | Intermediário (BRT Heavy) |
| Aumento da efetividade e do custo de investimento → | | |
| Vias | Categoria C, com algum tratamento preferencial. Exclusividade nas horas de pico, ou provisão de faixas para veículos com alta ocupação. | Faixas exclusivas ou dedicadas a veículos de alta ocupação pela maior parte do corredor. Mecanismos de ultrapassagem em áreas congestionadas. |
| Estações | Centros de transferência. Sinalização diferenciada. Abrigos aprimorados. | Sistemas de informação adicional. Máquinas de venda de bilhetes. |
| Veículos | Estética interna e externa diferenciada, piso rebaixado, sistemas de propulsão com baixas emissões. | Informações em tempo real, alta capacidade, portas múltiplas para entrada e saída de passageiros. |
| Serviço | Frequências aprimoradas, coordenação regional integrada, aumento do espaçamento entre as estações. | Alta frequência ao longo de todas as horas de operação; medidas para aumento de velocidade média. |
| Rotas / linhas | Várias configurações possíveis. | Rotas com estrutura simplificada; linhas com marca diferenciada. |
| ITS | Localização remota, prioridade semafórica, informações em tempo real, incentivo ao pré-pagamento. | Prioridade semafórica adaptada, para minimizar impactos no tráfego e gerenciar <i>headways</i> ; sistema de <i>smart cards</i> ; múltiplas máquinas de venda. |

Fonte: adaptado de Larwin *et al.* (2007)

Muñoz e Hidalgo (2013) mostram uma proposta de classificação, em formato de tabela, que está traduzida, adaptada e apresentada no Quadro 2.3. É interessante notar que as categorias BRT Médio (e BHLS) e BRT de Alta Capacidade são similares às classificações BTS e BRT propostas por Vuchic (2007).

Finalmente, uma maneira de hierarquizar o sistema, com base nas melhores práticas internacionais, é o padrão de qualidade do ITDP (Breithaupt *et al.*, 2014). Ele certifica os corredores de BRT em quatro categorias: BRT básico, bronze, prata e ouro. Por sua vez, um corredor de BRT pode ser definido como: “[...] uma seção de uma via ou vias contíguas servidas por uma ou múltiplas linhas de ônibus, que tenha faixas segregadas de ônibus numa

extensão mínima de 3 km” (Breithaupt *et al.*, 2014). Essa classificação tem um foco maior em atributos físicos do que em critérios de desempenho (Lindau *et al.*, 2013).

Quadro 2.3 – Tipo de sistemas de ônibus de acordo com necessidades de demanda e ambiente urbano

| Tipo | Atributos principais | Capacidade / performance | Aplicação |
|--|---|------------------------------------|---|
| Corredores básicos | Corredores ao longo do canteiro central ou meio-fio; pagamento no veículo; ônibus convencionais | 500 – 5000 pphps / 12 – 15 km/h | Corredores de baixa densidade; subúrbios |
| BHLS | Infraestrutura, tecnologia e veículos avançados, para provisão aperfeiçoada dos serviços | 500 – 2500 pphps / 15 – 35 km/h | Pequenas áreas urbanas; centros históricos; subúrbios |
| BRT médio (heavy) | Vias segregadas de mão única ao longo do canteiro central, pagamento fora do veículo, tecnologias de informação | 5000 – 15000 pphps / 18 – 23 km/h | Corredores de média densidade; subúrbios/conexões com o centro |
| BRT de alta capacidade (full BRT) | Vias segregadas duplas fisicamente separadas; grandes estações com pré-pagamento, ônibus maiores, tecnologias de informação e serviços combinados | 15000 – 45000 pphps / 20 – 40 km/h | Alta demanda; áreas densas; corredores com uso misto; centros urbanos |

Fonte: adaptado de Muñoz e Hidalgo (2013)

2.2 Bus with High Level of Service

O sistema BHLS pode ser entendido como uma adaptação do sistema de BRTs ao contexto das cidades europeias, que tem uma organização e uma história diferentes das cidades americanas. A abordagem europeia tem um enfoque em prover um sistema que preze pela eficiência, em vez da provisão de infraestrutura de transporte de massa. Afinal, nos países europeus, tipicamente, os modos ferroviários já são responsáveis pelo transporte de massa (Finn *et al.*, 2010). Ademais, a Europa tem uma longa tradição em inovação e em desenvolvimento dos sistemas de ônibus (Finn *et al.*, 2010), portanto, a criação desse conceito pode ser interpretada como uma consolidação dessas práticas e uma tentativa de incentivar diretrizes e políticas públicas a seguirem essa direção.

Finn *et al.* (2010) também apontam para o fato de que esse modo supre o vazio existente entre os sistemas comuns, regulares, de ônibus e de *tramways*, no que se refere a custos, capacidade e flexibilidade. Esse vazio já foi apontado por Vuchic (2007), que o caracteriza como um equívoco de planejamento observado em muitos países. O autor diz que a ascenção dos modos de média capacidade na história recente deixa claro que a solução para o transporte urbano reside na utilização de uma família de modos, em vez de trabalhar apenas com dois extremos.

De todo modo, há a necessidade da elaboração de um conceito e um deles pode ser encontrado em Kerkhof e Soulas (2011), mostrado em tradução livre abaixo. Percebe-se na definição, que houve cuidado em manter seu aspecto genérico, mantendo-se assim, uma significativa flexibilidade do sistema.

Bus with High Level of Service é um sistema cuja base são ônibus claramente identificados, e fazem parte da rede primária de transporte público. Ele oferece níveis de conforto e performance muito altos ao passageiro, assim como um modo ferroviário, de terminal a terminal, desde a estação, no veículo, e durante a viagem. Possui uma abordagem sistêmica, que envolve infraestrutura, veículos e ferramentas de operação. Essa abordagem, por sua vez, deve ter objetivos coerentes e permanentes, em sintonia com a rede de mobilidade e o contexto urbano (Kerkhof e Soulas, 2011).

Os três atributos chave do sistema são: pontualidade/regularidade, frequência e velocidade. Mas ainda podem, e devem ser incluídos conceitos como: segurança, informação, conforto, acessibilidade, integração *etc* (Kerkhof e Soulas, 2011).

Finn *et al.*, (2010) apresenta os atributos-chave necessários do sistema de uma forma mais próxima daquilo que foi apresentado para os sistemas BRT. Os atributos apresentados pelos autores são aqueles apresentados no Quadro 2.1, embora seja permitida aqui uma maior margem para flexibilização. O foco, percebido ao longo da bibliografia encontrada foi sempre em aspectos de desempenho e nível de serviço do sistema, em vez da provisão de infraestrutura. De fato, mesmo um aspecto como capacidade não é tratado como um indicador de eficiência em si mesmo, mas em vez disso, como uma ferramenta necessária para avaliar a viabilidade do sistema, já que o custo de investimento deve ser justificado pela demanda.

Há seis sistemas europeus que Kerkhof e Soulas (2011) reconhecem ter seguido à risca os princípios discutidos até aqui e se enquadram no que os autores chamam de “*Full*” BHLS (Quadro 2.4). Os demais sistemas apresentam melhorias significativas em relação a um sistema de ônibus regulares, mas não possuem todas as características de capacidade e performance de um sistema “*Full*” BHLS, de forma que os autores os chamam de BHLS *Lite*.

Quadro 2.4 - Algumas características dos sistemas Full BHLS

| | Paris | Nantes | Amsterdam | Almere | Kent | Jonkoping |
|--|------------------|----------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| Vias segregadas | 95% | 87% | 66% | 99% | 56% | 7.7% |
| Posição da via | Central | Central | Exclusiva | Exclusiva | Protegida | Protegida |
| Espaçamento médio entre Estações | 700 | 500 | 1.900 | >600 | 450 | 425 |
| Integração Intermodal¹ | RER ² | P+R | P+R / P+B | P+R / P+B | Sim | P+B |
| Prioridade em Interseções | Sim | Todas | Sim | Todas | Sim | Todas |
| Viagens por dia | 66.000 | 27.500 | 32.000 (Linha 1) | 16.000 (Linha 1) | 6.000 (Linha B) | 18.000 (3 linhas) |
| Regularidade (min) | 3,5 - 15 | 3,5 - 20 | 6 – 10 | 7 – 30 | 10 - 15 | 10 - 30 |

¹ Os termos P+R e P+B se referem a *Park and Ride* e *Park and Board*, respectivamente. O primeiro, se refere a sistemas com estacionamentos próximos, onde pode-se deixar o modo anterior pouco antes de se embarcar no sistema coletivo. O segundo, envolve a possibilidade de se embarcar com o modo anterior, em especial, a bicicleta.

² Rede ferroviária expressa regional, na França. Atende a região metropolitana de Paris.

Fonte: adaptado de Kerkhof e Soulard (2011)

3 SEMELHANÇAS E DESSEMELHANÇAS

Este item fará uma análise comparativa dos dois sistemas apresentados. Inicialmente, serão feitos comentários gerais, para então ser feita uma análise de atributos dos sistemas: vias dedicadas, prioridade em interseções, oportunidades de ultrapassagem, pré-pagamento de tarifa, embarque em nível e espaçamento das estações, já que essas características possuem maior impacto que outros no desempenho dos corredores (Muñoz e Paget-Seekins, 2016). Os três primeiros atributos são agrupados no subitem 3.1 – *Rights-of-way*; os três últimos, em 3.2 – Estações de embarque e desembarque.

A comparação das referências apresentadas no item 2 leva a crer que há pouca utilidade em tentar tratar um sistema de BRT e um de BHLS como sendo coisas diferentes. Os autores europeus escrevem o texto de forma a sugerir que o BHLS é apenas aplicável ao contexto europeu, e acrescentam a isso a ideia de que esse sistema, diferentemente do BRT, tem uma maior ênfase em confiabilidade, qualidade e integração com o ambiente urbano. Esse tipo de pensamento é discutível, já que esses princípios parecem ser universais, fazendo parte da boa prática de planejamento não importa qual seja o modo de transporte sendo projetado. Hook e Wright (2007) já reconhecem, anos antes das publicações dos principais grupos de estudos europeus, que o verdadeiro impacto do sistema de BRT vai além de aspectos físicos de infraestrutura, mas inclui itens como avaliações de tráfego, desenvolvimento econômico, qualidade ambiental, interações sociais e forma urbana.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Um exemplo de como princípios de urbanismo são levados em conta na implementação de um BRT é o caso de Curitiba, que viu nesse tipo de investimento uma forma de direcionar o desenvolvimento urbano para o transporte público, criando um sistema coerente de regulação que inclui planejamento de longo prazo e estratégias de uso do solo. A recém inaugurada linha verde tem como parte de seu objetivo o redesenvolvimento de propriedades industriais de baixa densidade (Hidalgo e Muñoz, 2014; Lindau *et al.*, 2010). Um sistema Full BRT está condicionado ao atendimento de grandes demandas com baixo custo e caracteriza-se por ser uma intervenção urbana de grande impacto (Lindau *et al.*, 2013).

Finn *et al.* (2010), admite que há poucas diferenças entre o Full BHLS e os conceitos de BRT Heavy. Kerkhof e Soulas (2011) introduzem o conceito de BHLS Lite, e há de se discutir o quanto eles se aproximam do conceito de corredores básicos do quadro 2.3. Ademais, Finn *et al.* (2010) sugere estudar o potencial do BHLS, na França, em áreas urbanas mais periféricas, a partir da experiência americana, o que entende-se como um indicativo da existência de conceitos e princípios mútuos. Portanto, não é surpresa que haja tantos e importantes pontos comuns entre os dois sistemas. Uma classificação mais simplificada tende a se aproximar daquela proposta por Vuchic (2007). Além disso, são de difícil distinção as definições dadas para BTS e BHLS nos itens 2.1 e 2.2.

3.1 *Rights-of-way*

Vuchic (2007) diz que um sistema BRT deve ter vias dedicadas e aponta que, embora os ônibus possuam a vantagem de poder operar em qualquer situação de tráfego, a troca de uma categoria A ou B por uma categoria C irá necessariamente degradar o nível de serviço do sistema, independentemente da tecnologia do veículo. Kerkhof e Soulas (2011) chegam a se referir a esse elemento de infraestrutura como a “espinha dorsal” de qualquer projeto permanente de BHLS, a via deve ser de categoria B e, quando necessário, categoria A. Essa filosofia de pensamento é observada nos outros autores consultados (e.g. Barker *et al.*, 2003; Larwin *et al.*, 2007; Levinson, Zimmerman, Clinger, e Gast, 2003; Levinson, Zimmerman, Clinger, Rutherford, *et al.*, 2003; Rabuel, 2010). Finalmente, a classificação segundo o ITDP analisa corredores BRT e afirma que necessariamente deve haver vias segregadas (Breithaupt *et al.*, 2014). Essa característica é marcante tanto em sistemas *Full BRT* (e.g. Curitiba, Bogotá, Santiago) quanto em sistemas *Full BHLS* (e.g. Paris, Nantes, Almere).

Hook e Wright (2007) acrescentam que os sistemas de BRT devem estar localizados preferencialmente nas áreas mais congestionadas, para poder maximizar os benefícios aos usuários de transporte público, além de encorajar a troca modal dos usuários do transporte individual. Essa preocupação com troca modal é encarada com destaque pelos autores europeus.

Há oportunidades de ultrapassagem em corredores com necessidade de escoamento de alta demanda. Dessa forma, corredores Full BRT como os de Curitiba, Bogotá e Santiago, por exemplo, apresentam essa infraestrutura de forma total ou parcial. Já os sistemas BHLS, até o momento, não a apresentam (BRT Centre of Excellence *et al.*, 2016). Prioridade em interseções é um destaque dos *Full BHLS* (Quadro 2.4), já nos sistemas *Full BRT* isso não é uma regra: Bogotá e Santiago, por exemplo, não o fazem. Curitiba apresenta prioridade semafórica em dois de sete corredores (BRT Centre of Excellence *et al.*, 2016).

3.2 Estações de embarque e desembarque

O espaçamento entre as estações ou pontos de parada sempre será um compromisso entre eficiência operacional e economia do serviço e conveniência de acesso por parte dos usuários (Vuchic, 2007). Como regra geral, as estações devem estar espaçadas o máximo possível, especialmente em linhas troncais, em função de como se dá o acesso ao ponto de ônibus, se a pé, por outro ônibus ou a partir de um automóvel (Barker *et al.*, 2003).

Há uma forte correlação encontrada entre espaçamento e velocidade operacional: procura-se aumentar a distância entre paradas, pois assim se incrementa essa velocidade. Há, ainda, a influência do tempo que o ônibus passa na estação sobre a velocidade, que cresce com a eficiência das operações de embarque e desembarque (Kerkhof e Soulás, 2011; Rabuel, 2010). Isso é um indicador da importância de não haver desniveis entre ônibus e plataforma, o que ocorre em cerca de 50% dos corredores BRT (Muñoz e Paget-Seekins, 2016).

Hook e Wright (2007) mostra qual seria o espaçamento ótimo dos pontos de ônibus: o tempo de caminhada cresce conforme aumenta o espaçamento, mas o tempo dentro do veículo diminui, já que ele pode desenvolver maiores velocidades. A soma desses dois tempos evidencia o ponto ótimo, aquele que gera o menor tempo total de viagem, que é em torno do intervalo de 500 a 600 metros, aproximadamente.

Contudo, a velocidade operacional é apenas um fator a ser considerado. A demanda do sistema e a qualidade do ambiente de caminhada na região em torno da estação devem ser consideradas. Em áreas com grande densidade de usuários, as estações deveriam mais próximas, pois mais pessoas serão afetadas por longas caminhadas (Hook e Wright, 2007). Corredores em contextos urbanos costumam ter um espaçamento médio que se aproxima do intervalo entre 600 e 700 metros (Muñoz e Paget-Seekins, 2016), isso é verdade tanto para BRT quanto BHLS.

Moyer (2009) ressalta que o fato de BRT servir corredores de alta demanda e ter número limitado de paradas faz com que a utilização do ponto seja alta, o que por sua vez deveria implicar necessariamente numa melhor infraestrutura, com conforto e amenidades. Mas mesmo no caso dos corredores BHLS, que servem à menores demandas, esse tipo de sistema se destaca por possuir Centros de Controle Operacional, que aumentam a confiabilidade da

operação e oferecem informações em tempo real ao usuário. Também possuem estações atrativas, que prezam pela acessibilidade universal e por proteger os usários de intempéries (Lindau *et al.*, 2013).

Quanto ao pré-pagamento, nos corredores europeus predomina a validação dos bilhetes dentro do ônibus, e em alguns casos, mesmo com a venda de bilhetes sazonais, os passageiros sempre podem comprar a passagem diretamente com o motorista (Lindau *et al.*, 2013). Pré-pagamento é mais associado a sistemas que precisam transportar grandes demandas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a literatura que trata dos BRTs sugira um enfoque maior nos aspectos de infraestrutura, e a visão europeia construa seus conceitos com uma ênfase maior em aspectos de desempenho, parece inegável que os dois sistemas, no fim, convergem para os mesmos objetivos. Ora, quando um BRT provê aspectos de infraestrutura, isso é simplesmente um meio para obter um fim, que é um sistema de maior desempenho e com níveis de serviço que se traduzam em qualidade para o usuário. O desempenho, tanto enfatizado pelos europeus, não pode ser obtido sem a provisão de uma infraestrutura adequada, completa e integrada.

A principal diferença entre BHLS e BRT parece ser, na verdade, quanto à capacidade dos sistemas, em relação ao número de passageiros transportados, especialmente quando se compara a Europa com os grandes sistemas sul-americanos, e.g. Bogotá, Curitiba, Santiago. Todavia, parece sensato atribuir a menor quantidade de passageiros transportada pelos sistemas europeus não a uma limitação do sistema, mas ao fato deles não terem a pretensão de serem redes de alta capacidade e, portanto, não serem projetados para tal. Um sistema Full BRT que procura atender a altas demandas tende a possuir alguns atributos que não se encontram em sistemas BHLS, como faixas de ultrapassagem nas estações e pré-pagamento antes do embarque. Contudo, os sistemas BRT têm muito a se beneficiar da experiência europeia para aprimorar o fluxo de passageiros, com melhores níveis de serviço, sobretudo no tocante a centros de controle e operação e prioridade em interseções.

Os dois sistemas apresentam grande variabilidade, e uma classificação excessivamente criteriosa seria muito problemática, já que as possibilidades de nomenclatura são tantas quanto a quantidade de corredores implementados. Acredita-se que o mais adequado seria uma busca por definições mais generalistas e unificadas, à semelhança do exposto no quadro 2.3. Essa união pode ser benéfica não só por facilitar o entendimento, mas por estimular o trabalho conjunto de diferentes grupos de estudo e a troca de experiências, afinal, notam-se visões similares e complementares.

Uma das possíveis limitações deste artigo é que a discussão foi bastante pautada na discussão de sistemas sul-americanos e europeus. O tema pode ser aprimorado ao se incluir os indicadores dos outros continentes. Além disso, as questões aqui levantadas focam em



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

aspectos operacionais dos sistemas, acredita-se que uma maneira de se enriquecer o debate seja o levantamento de dados de como são os impactos dos sistemas em termos sócioeconômicos e de uso do solo.

O nível de segregação da via se mostrou um atributo essencial tanto para os sistemas BRT quanto para os BHLS e esse nível é frequentemente medido em três categorias: A, B e C. O que se questiona é que parece haver uma lacuna muito grande entre as categorias B e C, de forma que uma sugestão para estudos futuros pode ser a viabilidade de desmembramento da categoria C. Por fim, outra sugestão seria analisar como os corredores BRS – Bus Rapid System – implementados na cidade do Rio de Janeiro se enquadraram nessas nomenclaturas.

REFERÊNCIAS

- Barker, J. B., Alvarez, D., Barnes, R. L., Garber, C., Greene, S., Irwin, R. H., Lee, D. a, e Rosenberg, J. M. (2003) *BRT Implementation Guidelines (TCRP Report 90)*. (Vol. 2).
- Breithaupt, M., Martins, W. C., Custodio, P., Hook, W., McCaul, C., Menckhoff, G., Pardo, C. F., Rutherford, S., Szasz, P., e Wright, L. (2014) *The Brt Standard. Itdp*.
- BRT Centre of Excellence; EMBARQ; IEA e SIBRT (2013) Global BRTdata: version 3.14, last modified on June 7, 2016. Disponível em: <<http://www.brtdata.org>>. Acesso em: 08 jun. 2016.
- Finn, B., Heddebaut, O., e Rabuel, S. (2010) Bus with a high level of service (BHLS): the European BRT concept., 33(0), 307–316.
- Hensher, D. A., e Li, Z. (2012) Ridership drivers of bus rapid transit systems. *Transportation*, 39(6), 1209–1221. doi:10.1007/s11116-012-9392-y
- Hidalgo, D., e Muñoz, J. C. (2014) A review of technological improvements in bus rapid transit (BRT) and buses with high level of service (BHLS). *Public Transport*, 6(3), 185–213. doi:10.1007/s12469-014-0089-9
- Hook, W., e Wright, L. (2007) *Bus Rapid Transit Planning Guide.*, (June).
- Kerkhof, A., e Soulas, C. (2011) *Buses with High Level of Service.*, 0603(October 2007).
- Larwin, T., Gray, G., e Kelley, N. (2007) *Bus Rapid Transit: A Handbook for Partners*. Obtido de <http://trid.trb.org/view.aspx?id=863306>
- Levinson, H. S., Zimmerman, S., Clinger, J., e Gast, J. (2003) Bus rapid transit: Synthesis of case studies. *Transportation Research Record*, (1841), 1–11. Obtido de <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-1542285957&partnerID=tZOTx3y1>
- Levinson, H. S., Zimmerman, S., Clinger, J., Rutherford, S., Smith, R. L., Cracknell, J., e Soberman, R. (2003) *Bus Rapid Transit, Volume 1: Case Studies in Bus Rapid Transit*. (Vol. 1). doi:ISSN 1073-4872
- Lindau, L. A., Hidalgo, D., e Facchini, D. (2010) Bus Rapid Transit in China. *Built Environment*, 2193(-1), 363–374. doi:10.3141/2193-03
- Lindau, L. A., Silva, C. A. M. da, Silva, D. M. da, Nitzke, L. de M., Souza, L. W. de, Silva, P. C. da, e Tapia, R. J. (2013) Oportunidades para qualificar e inovar o transporte por ônibus nas cidades brasileiras. *XXVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes ANPET*, 1. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Moyer, M. (2009) Bus Rapid Transit. *Scientific American*, 301(6), 53–53. doi:10.1038/scientificamerican1209-53
- Muñoz, J. C., e Hidalgo, D. (2013) Workshop 2: Bus rapid transit as part of enhanced service provision. *Research in Transportation Economics*, 39(1), 104–107. doi:10.1016/j.retrec.2012.06.001
- Muñoz, J. C., e Paget-Seekins, L. (Eds). (2016) *Restructuring Public Transport Through Bus Rapid Transit: An International and Interdisciplinary Perspective*. Policy Press.
- Rabuel, S. (2010) Buses With a High Level of Service (Bhls), the French Bus Rapid Transit (Brt) Concept. *Centre for the Study of Urban Planning*, (May). Obtido de http://www.nbtti.org/docs/pdf/buseshighlevelofservice_bhns_2009_english.pdf



Tyler, N. (2002) Accessibility and the bus system: From concepts to practice.

Vuchic, V. R. (2007) *Urban Transit Systems and Technology*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
doi:10.1002/9780470168066

O USO DA TELEFONIA MÓVEL PARA OBTENÇÃO DE DADOS LOCACIONAIS VOLTADOS AO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE

Frank L. M. J. de O. Queiroz

Paulo Cezar M. Ribeiro

Programa de Engenharia de Transportes
COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

O alto custo de execução, dificuldade de atualização e excessiva dependência do respondente, tornam menos atrativos os métodos tradicionais de coleta de dados para planejamento de transporte. O resultado deste cenário é o grande número de cidades que não possuem dados para a elaboração dos seus planos de mobilidade urbana. Com isso, surgem novos métodos de obtenção de dados a fim de tornar esta atividade mais barata, rápida e automatizada. No estudo que se segue é realizada uma revisão de trabalhos referentes ao uso da telefonia celular para coleta de dados para transporte. Conclui-se que os estudos referentes a dados de telefonia aplicado aos transportes se limitam às etapas de geração e distribuição de viagens, as etapas de divisão modal e alocação do tráfego do método sequencial necessitam de maiores estudos a fim de propor um procedimento de obtenção automática destes dados.

Palavras-chave: planejamento de transporte, coleta de dados, telefonia móvel.

ABSTRACT

The high cost of running, update difficulty and excessive dependence of the respondent, make less attractive the traditional methods of data collection for transportation planning. The result of this scenario is the large number of cities that do not have data for the preparation of urban mobility plans. With it come new methods of data collection in order to make this cheaper, faster and automated activity. In the study that follows, a review of studies on the use of mobile phones for data collection for transport. It is concluded that the studies on the telephone data applied to transport limited to generating steps and distribution of travel, the steps modal division and allocation of the sequential method traffic require further study in order to propose to obtain automatic procedure these data.

Keywords: transportation planning, data collection, mobile.

1. Introdução

Com o crescente número de adeptos à telefonia móvel, muitos setores da sociedade procuram maneiras de fazer com que os dados obtidos pelas operadoras sejam armazenados e utilizados de maneira plena. Ao setor de transporte esta preocupação é relativamente nova, visto que os principais estudos relacionados ao uso dos dados de telefonia para a área tem pouco mais de 15 anos. Entretanto, nos últimos anos este tema vem sendo bastante recorrente nos principais periódicos internacionais, sendo visto como de grande potencial ao aumento da eficiência na coleta de dados para o transporte.

Neste cenário, este trabalho visa fornecer uma visão ampla do uso de dados para o planejamento de transporte baseado em telefonia celular por meio de uma revisão dos principais trabalhos desenvolvidos nesta área nos últimos anos. Para atingir tal objetivo, algumas metas devem ser alcançadas com êxito, tais metas são congruentes à estrutura do trabalho que se resume à: a explanação do sistema de telefonia celular, o uso do telefone celular no Brasil, novos métodos de coleta de dados para o planejamento de transporte, a revisão dos principais trabalhos referentes ao campo de pesquisa e as considerações finais. Tal trabalho se configura em uma iniciação ao tema que tem como objetivo maior a contribuição a um sistema de coleta de dados baseado em telefonia celular para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

Os métodos convencionais de pesquisa O-D tem um grande número de problemas difíceis de serem contornados. Por exemplo, o alto de tempo de execução da pesquisa configura-se como um dos principais problemas, pois quanto maior o tempo, mais vultoso é o custo da pesquisa. Em consequência disso, tais estudos são realizados com uma frequência muito baixa (dez em dez anos na RMRJ) além de estarem sujeitas a erros que podem invalidar completamente a pesquisa. Spurr et al. (2015) citam ainda que as pesquisas tradicionais ainda dependem muito da confiança dos dados fornecidos pelos entrevistados sobre as viagens que eles fizeram durante o período da pesquisa. Segundo os mesmos autores, comparações entre a pesquisa O-D e os dados coletados automaticamente mostram que as viagens são quase sempre minoradas pelos respondentes, fato que acarreta na falta de confiabilidade dos dados relacionados à origem e destino.

Além da forte dependência da memória e interesse do entrevistado em reportar dados confiáveis à pesquisa, outro problema é a segurança, fator que eleva o número de não respondentes. Outra crítica feita a tal método é que ele fornece apenas um comportamento instantâneo, isto é, desconsidera a dinamicidade intrínseca de uma cidade, fazendo com que o planejamento de transporte seja por muitas vezes incompleto.

Afim de amenizar ou eliminar os problemas referentes ao método tradicional de pesquisa origem-destino surgem técnicas automáticas de detecção de viagens. Tais técnicas além de não serem métodos intrusivos, isto é, não exigirem a presença ativa do indivíduo estudado, ainda têm a vantagem de poder ser estudada em qualquer hora do dia, o que é fundamental ao entendimento do comportamento do tráfego nas cidades. Dentre as técnicas existentes, a visada neste trabalho é a telefonia celular. Tal método consiste na utilização do telefone celular como um rastreador que informa a localidade próxima da qual o indivíduo proprietário do aparelho está. Isto é possível devido ao fato de que para se realizar uma ligação ou mandar um SMS (*Short Messenger Service*) a operadora do telefonia móvel gera um CDR (*Call Detail Record*), registro que contém diversas informações, tais como: horário da ligação, identificação da torre utilizada, e dados quantitativos sobre a chamada, ou seja, duração da chamada e volume de dados gerados.

A capacidade que o aparelho celular tem de ser rastreado gera ao planejamento de transporte uma ferramenta de estudo muito poderosa, possibilitando o estudo de uma amostra muito maior, em menor tempo e com custos inferiores.

2. Telefonia móvel

Um sistema de telefonia móvel é aquele no qual há a possibilidade de efetuar e receber ligações em qualquer área na qual há rede de telefonia. Também conhecido como Sistema Móvel Particular (SMP), tal setor tem crescimento vigoroso no mercado nacional. Segundo à ANATEL (2016), o Brasil registrou em março de 2016, 257,81 milhões de linhas ativas na telefonia móvel, isto representa uma teledensidade de 125,42 acessos por 100 habitantes. A figura 1 mostra a evolução de acessos do SMP.

Percebe-se que o número de acessos quase quintuplicou em dez anos. A queda ocorrida em 2015 pode ser justificada pela grave crise econômica na qual passa o país, entretanto, pode-se

inferir, com base nestes dados históricos, que o números de acessos tende a crescer ainda mais, chegando às mais diversas classes sociais e faixas etárias.

Um dos motivos de tal crescimento é sobretudo a utilidade do SMP. Nas cidades, local no qual seu uso é massivo, o ato de fazer ou receber ligações por telefones celulares é feito com grande qualidade e eficiência. Entretanto, nem sempre isso ocorreu. Nos primeiros projetos de telefonia móvel era dada prioridade à potência do transmissor de sinal proporcionando a maior cobertura possível. Todavia, a demanda rapidamente se tornou maior que a oferta e passou-se a adotar uma nova metodologia. Descobriu-se que se reduzissem a potência dos transmissores afim de que os mesmos cobrissem uma pequena área, havia a possibilidade de se atender mais pessoas. Então, o novo cenário consistiu na instalação de um transmissor para atender uma determinada área denominada célula, tais transmissores foram distribuídos por uma área total criando assim o sistema celular.

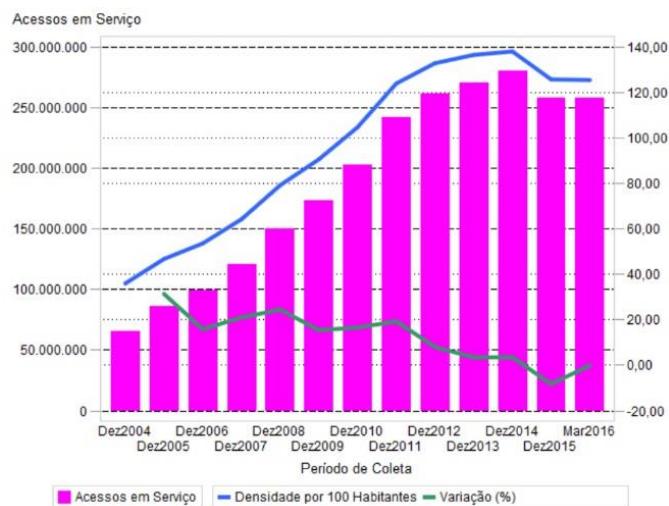


Figura 1 – Número de acessos em serviço 2004-2016
Fonte: ANATEL (2016)

2.1. Estrutura do sistema de telefonia móvel

A estrutura do sistema de telefonia móvel consiste em três elementos: Estação móvel, estações rádio base (ERB) e central de comutação e controle (CCC). A estação móvel consiste no aparelho transmissor/receptor do usuário do sistema, trata-se de um dispositivo capaz de trocar dados com as estações rádio base. Segundo Caruso (2005), as estações móveis estão sistematicamente se ajustando às células pelas quais atravessam, sejam em relação ao nível de potência para garantir um nível de conversação adequado, seja em relação aos canais de frequência alocados para aquela célula. Tal propriedade é imprescindível ao propósito deste estudo.

A ERB consiste em uma alta torre na qual é acoplada uma antena. Este componente do sistema tem a função de fazer a comunicação entre a estação móvel e a CCC. Existe alta densidade de ERBs nas áreas urbanas, pois a quantidade dessas estações é proporcional à densidade populacional, em consequência disso, há um número bem menor em áreas rurais.

Entretanto, independentemente do tipo da região, a disposição das antenas é feita de maneira a cobrir o maior número de usuários possível.

A CCC é o centro de controle do sistema de telefonia móvel. É o elemento no qual as ligações são realizadas e onde registra-se os usuários (registro anônimo), também interliga sistemas de telefonia fixa e controle das estações base, entre outras funções.

A estação móvel, a ERB e a CCC compõem a estrutura do sistema de telefonia móvel. Tendo em vista que para receber dados uma estação móvel deve ser localizada em alguma das inúmeras células geradas pela ERB e geridas pela CCC, é razoável pensar que o movimento de indivíduos portadores de telefones celulares possa ser estudado. Neste caso o dispositivo particular funcionaria como um rastreador que tornaria possível a dedução de sua origem e destino. No tópico posterior é tratada especificamente sobre a coleta de dados automatizada para transporte e como esta área tem um imenso potencial para a execução de estudos referentes ao planejamento das cidades.

3. Métodos alternativos de coleta de dados

Os métodos tradicionais de coleta de dados para planejamento de transporte são amplamente utilizados, entretanto, em qualquer pesquisa o alto tempo de execução somado ao alto custo sempre será uma constante. Diante disso, novas técnicas foram criadas e vem sendo aprimoradas com o intuito de aumentar a velocidade da coleta, reduzir não apenas os custos como também a participação ativa do indivíduo, além de ser um banco de dados de fácil atualização. Tais técnicas são brevemente explanadas nos tópicos abaixo.

3.1. *Radio Frequency Identification (RFID)*

RFID é um termo que representa um sistema de identificação baseado em rádio frequência, pode ser utilizado para o reconhecimento de veículos ou mercadorias. O esquema RFID para identificação de veículos consiste em leitores instalados ao lado das vias, admitindo-se que cada veículo tem um dispositivo identificador, ao passar por dois leitores o tempo de viagem ou velocidade da via em um determinado trecho pode ser obtida facilmente. Para Herrera et al. (2010), a limitação fundamental deste sistema é o custo de instalação da infraestrutura (leitores), sua limitada cobertura e o fato de que apenas tempos de viagens entre dois locais podem ser obtidos.

3.2. *License Plate Recognition (LPR)*

São sistemas de reconhecimento de placas de veículos. Por meio da tecnologia OCR (*Optical Character Recognition*) o sistema LPR realiza procedimentos de captura e processamento de imagens (figura 2). Tem a vantagem de não necessitar a instalação de qualquer componente eletrônico visando a identificação automática de veículos.



Figura 2 – Sistema de reconhecimento de placas de veículos

Fonte: www.platerecognition.info/1103.htm

Possui a mesma limitação que o RFID no que tange à coleta de dados, haja vista que é restrita à contagem volumétrica e tempos de viagens. Soma-se a estas limitações o fluxo de veículos, uma vez que se o *gap* for pequeno pode tornar o sistema ineficiente. Ainda pode-se citar a iluminação e condições climáticas, pois estes fatores podem interferir na nitidez da imagem capturada comprometendo o processamento e correta identificação.

3.3. GPS (*Global Position System*)

O GPS possibilita conhecer, em função das coordenadas geográficas, a posição no planeta. Sua utilização no setor de transporte abrange desde empresas de ônibus, que visam monitorar sua frota, até transportadoras no propósito de acompanhar o transporte de carga. Esta tecnologia possibilitou o surgimento de uma nova maneira de gerenciar o tráfego nas cidades e também fomentou a criação de novas ferramentas como, por exemplo, o Tom-Tom, que fornece a situação do trânsito em qualquer instante;

O GPS ainda permite a precisão no posicionamento e também é eficiente no cálculo da velocidade instantânea de um veículo. É um instrumento essencial no planejamento dos tópicos os quais é requerida alta precisão no espaço.

3.4. Smart Card

SmartCard é um cartão que substitui o antigo vale transporte de papel, isto é, possibilitam o pagamento da tarifa de transporte público. Quanto à coleta de dados, o smart card tem as vantagens de não necessitar de mudança de atitude do usuário, ou seja, o portador do cartão não precisa adquirir nenhum dispositivo para colaborar com o estudo, a coleta é feita de maneira passiva. Ademais, tem-se acesso contínuo aos dados de viagens e por maiores períodos de tempo. (Bagchi e White, 2005)

Dentre os muitos trabalhos realizados nesta área dar-se-á destaque à Spurr et al. (2015) que avaliaram a acurácia dos dados do *Montreal Household Travel Survey* com base em uma comparação com as informações obtidas pelo smart card. Guerra et al. (2014) propuseram uma metodologia para a estimativa de matriz O-D usando informações de smart card e dados de Sistemas de Informação Geográfica. Os dados obtidos pelos trabalhos demonstraram grande potencial das metodologias baseadas em smart card para a coleta de informações de transporte público.

3.5. Aplicativos de smartphone

Os Smartphones vem se tornando cada vez mais comuns na vida dos habitantes das cidades, devido à sua utilidade em tarefas cotidianas. Junto ao crescimento no mercado, a tecnologia destes aparelhos se desenvolve de maneira veloz, atualmente, todos possuem GPS, Wi-Fi e Bluetooth. Tais componentes, sobretudo o GPS, permitem o aprimoramento de aplicativos voltados ao transporte, como exemplos citam-se dois: Waze e Moovit.

O Waze é um aplicativo destinado ao transporte individual. Congestionamentos, interdições, obras ou acidentes são informados, influenciando na decisão de qual caminho seguir. O Moovit é voltado ao transporte público, trata-se de um planejador de viagens que integra os mais diversos modos, como ônibus, metrô, trem e BRT (*Bus Rapid Transit*). Ambos os aplicativos permitem a colaboração dos usuários, o que resulta em informações em tempo real de tempos de viagens.

Muitos trabalhos estão sendo desenvolvidos quanto à utilização do smartphone para obtenção dos dados em transporte. Mello et al. (2015) propuseram uma arquitetura na qual os embarques e desembarques de passageiros portadores de smartphones são registrados por dispositivos que funcionam com tecnologia Bluetooth. Geurs et al. (2015) optaram por descrever a performance de um aplicativo que detecta automaticamente os horários de partida e chegada, as origens e destinos, os modos de transporte e o propósito da viagem. Ambas as metodologias se mostraram de grande potencial no que concerne à novas tecnologias para obtenção de dados.

3.6. Telefonia celular

Objeto de estudo deste trabalho, a telefonia celular é uma das principais tecnologias para se estudar o comportamento do deslocamento dentro de uma determinada região. Devido a sua estrutura singular, o estudo da origem e destino do proprietário do telefone celular é possível. Soma-se a isso o vasto e crescente número de telefones celulares, fato que acarreta numa amostra cada vez maior e mais representativa da população. Tal conjuntura estimula a pesquisa da telefonia celular na área de transportes, no tópico seguinte é feita uma revisão de importantes trabalhos referentes ao tema.

4. Uso de dados de telefonia para transporte

Nas mais diversas partes do globo, a preocupação com o desenvolvimento de um novo método de obtenção de dados para transporte é grande. Os principais periódicos relativos à *Intelligent Transportation System* (ITS) demonstram esta tendência, visto que por ano são inúmeras as publicações relacionadas ao tema. Neste trabalho foi escolhido um total de cinco papers, dispostos de forma a abranger aspectos fundamentais de transporte, que é a velocidade de tráfego e matriz origem-destino.

Cabe salientar que assim como a maioria dos métodos alternativos de coleta de dados, os estudos abaixo caracterizam-se pela obtenção não intrusiva de informações, isto é, são coletados sem que o indivíduo necessite realizar alguma ação. Ademais, qualquer dado

relativo a localização proveniente da telefonia é codificado, o que assegura a privacidade dos detentores dos aparelhos celulares.

4.1. Velocidade do tráfego – Tempo de viagem

Bar-Gera (2007) buscou examinar o desempenho de um sistema criado para medir velocidade de tráfego e tempos de viagens baseado em informações provenientes das operadoras de telefonia móvel. A metodologia consistiu em captar os eventos de transferência no qual o controle de um celular é transferido de uma célula para outra. O sistema, criado para este estudo, estima o tempo de viagem com base na análise quantitativa de diferentes telefones em uma dada seção de rede rodoviária. Posteriormente, os dados obtidos pelo sistema foram comparados com dados de detectores de loop.

Os resultados são notavelmente interessantes no que tange à semelhança dos dados obtidos por telefonia comparado a um método de análise de tráfego já consolidado. As figuras abaixo retratam a qualidade dos dados da telefonia comparados ao detectores de loop que fornecem o cenário real.

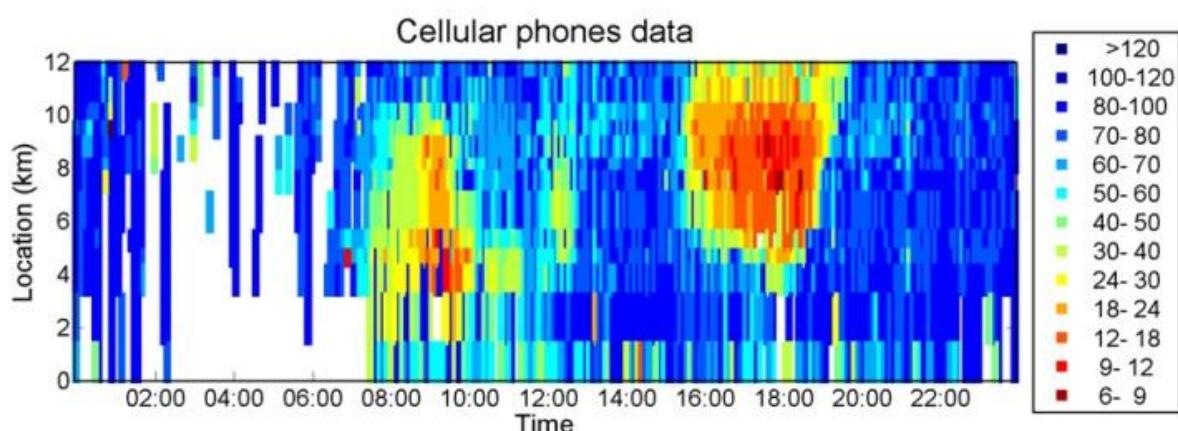


Figura 3 – Dados de velocidade do tráfego obtidos por celulares
Fonte: Bar-Gera (2007)

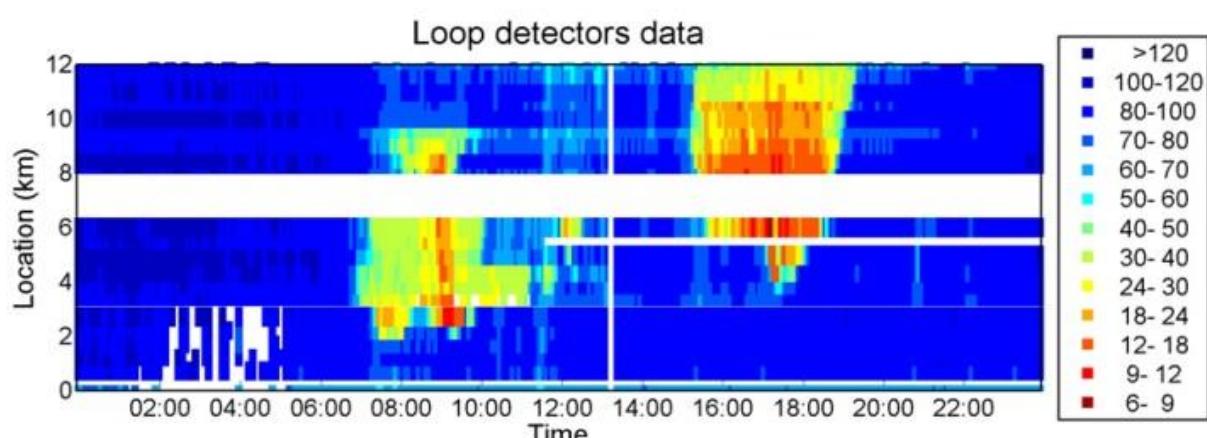


Figura 4 – Dados de velocidade do tráfego obtidos por detectores de loop

Fonte: Bar-Gera (2007)

Nas figuras 3 e 4 é representada a velocidade de tráfego ao longo de uma movimentada via da capital de Israel em um dia (24h) representativo. No retângulo à esquerda de cada imagem é listada a velocidade observada e sua respectiva cor, a cor branca significa dados não detectados. Apesar do alto número de não detecções do método baseado em telefonia, é inegável a semelhança entre o produto dos dados de ambos os métodos, haja vista que o sistema por celulares captou as retenções ocorridas no pico noturno, assim como ocorreu, em menor escala, no pico da manhã.

A pesquisa de Bar-Gera (2007) mostrou que é possível obter informações referentes à velocidade de tráfego e tempos de viagens por meio da rede de telefonia, no entanto, o sistema foi ineficaz na captação de dados em determinados locais o que pode comprometer a análise dos resultados.

4.2. Matriz Origem-Destino

O estudo de White e Wells (2001) foi realizado no condado de Kent na Inglaterra. Teve como objetivo precípuo a atualização da matriz O-D utilizando dados de CDR da telefonia celular. A matriz existente para Kent foi obtida pelo método tradicional, a metodologia para o upgrade baseou-se no software MOLA. Tal software mapeou cada registro de telefonia móvel que, após processamento por um software desenvolvido pelos autores, gerou a matriz para o momento no qual o dado foi coletado.

Os resultados alcançados por White e Wells (2001) demonstraram a possibilidade de obtenção da matriz O-D por meio da rede de telefonia móvel. A importância de tal estudo vem do fato de representar a gênese da coleta e processamento de dados da telefonia para transportes.

Um dos problemas deste estudo é o uso do *Billing Data*. Este dado é gerado pela operadora de telefonia a fim de que seja registrado (CDR) o uso da rede para posterior cobrança. O uso se refere às seguintes ações, conforme Barlachi, et al. (2015):

- Receber e enviar SMS
- Iniciar uma ligação
- Uso da internet

Devido ao fato de tais ações serem descontínuas, o rastreamento também é descontínuo, o que acarreta em imprecisões nas previsões dos dados para transporte. Esta deficiência da fonte de dados vêm sendo pesquisada até os dias de hoje, levando ao surgimento de inúmeros procedimentos para amenizar o erro que é intrínseco a característica de recolhimento dos dados.

Bekhor et al. (2013) abrangearam todo o território de Israel. Embora seja um país de território bem menor que a maioria dos países do mundo, vale ressaltar que este trabalho é um dos pioneiros na tentativa de desenvolver uma metodologia de coleta de dados de telefonia em nível nacional. O estudo tem o objetivo de utilizar os dados de telefonia móvel para estudar os

padrões de viagens de longa distância. A metodologia foi elaborada para capturar, por meio de Billing Data, viagens longas (maiores que 10 km) medida pela distância entre células. Obtida a matriz inicial, foi feito o dimensionamento através de fatores de expansão. Estes fatores foram calculados após um questionário aplicado por telefone a uma amostra da população nacional. Os dados obtidos foram comparados com a *National Travel Habits Survey* (NTHS) de 2003 a fim de verificar sua acurácia.

Os resultados apresentaram problemas no que concerne à taxa de viagens. Uma vez que o método restringiu a coleta de viagens era de se esperar que a taxa de viagens fosse maior na pesquisa (NTHS), mas ocorreu o contrário. O fato de a NTHS ter dez anos na época da comparação dos dados pode justificar o resultado inesperado. O método possibilitou o cálculo da distância média de viagens por dia da semana, assim como foi capaz de estimar tabelas O-D para dez diferentes períodos do dia e quatro dias representativos, além de tabelas nos feriados. O alto número de hipóteses elaboradas por Bekhor et al. (2013), a fim de tornar possível a análise das informações, prejudica a confiabilidade dos dados obtidos.

Iqbal et al. (2014) propuseram um método para obter a matriz O-D para Daca, Bangladesh. Os autores exploraram o fato de que o CDR, em grande parte das ocasiões, gera dados de viagens entre os pontos de destino ou origem. Com isso, consideraram os dados obtidos pela telefonia como uma matriz parcial a ser dimensionada por meio de contagens de tráfego.

Os dados de telefonia foram utilizados para elaboração de uma simulação de tráfego no software denominado MITSIMLab. Este programa tem como inputs: dados da rede de transporte, parâmetros relativos a comportamento do condutor e matriz O-D, que neste caso foi utilizada a matriz parcial. O output é o fluxo em determinados pontos da rede de transporte. De posse desta informação foi realizada a comparação entre os fluxos simulado e observado a fim de calcular o fator de expansão.

Foi feita uma nova contagem de tráfego com o intuito de validar a metodologia utilizada, a comparação resultou em um erro quadrático médio de 13,59%. O método é particularmente efetivo na geração de matrizes O-D complexas, onde o padrão de uso de solo é heterogêneo e a assimetria no padrão de viagens prevalece durante o dia todo e existem limitações às tradicionais fontes de dados.

Assim como Iqbal et al. (2014), Bonnel et al. (2015) objetivaram a extração da matriz O-D por meio da telefonia celular, neste caso para a cidade de Paris. O autor deduziu as trajetórias dos veículos através de rastreamento dos dispositivos, também foi feita a hipótese de inércia em um local a fim de definir atividades. A análise é feita de maneira comparativa usando dados tradicionais como os dados de *Commuting Data* (dados fornecidos pela pesquisa de viagens pendulares, isto é, casa-trabalho ou casa-estudo) e a *Enquête Globale Transport* (principal fonte de informação sobre viagens feita em Paris).

Bonnel et al. (2015), ao contrário dos outros trabalhos destacados, utilizaram o *Signalling Data* ao invés do *Billing Data*, justificando que o segundo está muito atrelado à frequência de uso do celular. O *Signalling Data* também é denominado *Continuous Data*.

Entretanto, se o tipo de dado utilizado pelo autor forneceu-lhe o rastreamento contínuo dos dispositivos, há profunda perca de resolução nos dados obtidos, visto que a área considerada no *Signalling Data* é bem maior que no outro tipo de dado. As figuras 5 e 6 retratam o que foi dito.

Percebe-se nas figuras seguintes a diferença de precisão entre os dois tipos de dados. Enquanto o *Billing Data* fornece a localização das antenas (figura 5), o *Signalling Data* resulta em dados de localização relativos a uma área que contém várias antenas (figura 6).

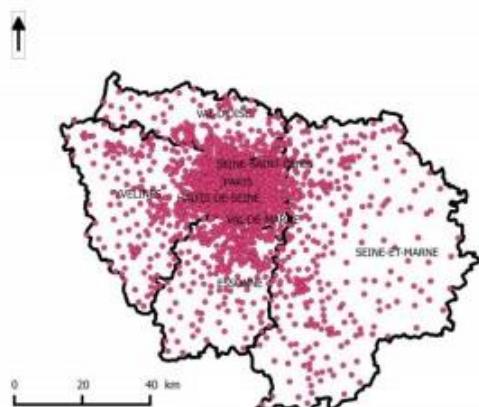


Figura 5 – Distribuição das antenas de telefonia (Paris)
Fonte: Bonnel et al. (2015)



Figura 6 – Distribuição das zonas de localizadas pelo Signalling Data
Fonte: Bonnel et al. (2015)

A comparação entre matrizes O-D da pesquisa de viagens pendulares e telefonia móvel resultou numa correlação muito ruim. O fato de o Commuting Data considerar apenas viagens pendulares é uma das razões de diferença obtida. A comparação entre o EGT são bem mais promissoras, o banco de dados EGT tem a capacidade de cobrir todos os propósitos de viagens, não apenas trabalho e estudo. A regressão entre os dados de pesquisas tradicionais com os dados obtidos por telefonia estão demonstrados nas figuras 7 e 8.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

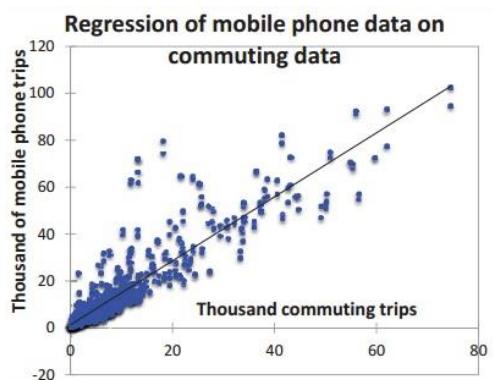


Figura 7 – Regressão de Commuting Data e dados de telefonia móvel

Fonte: Bonnel et al. (2015)

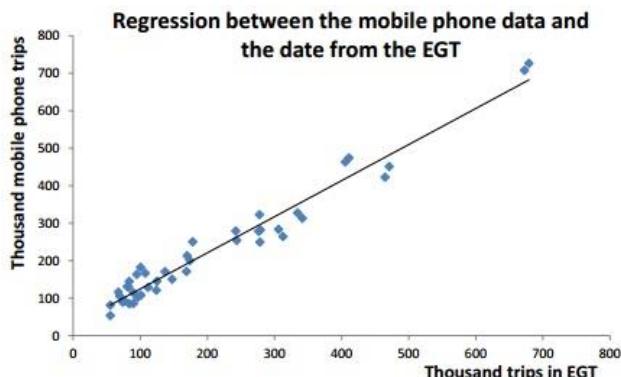


Figura 8 – Regressão entre dados do EGT e telefonia móvel

Fonte: Bonnel et al. (2015)

A regressão da figura 7 resultou em um $R^2=0,82$. A regressão da figura 8 resultou em um $R^2=0,96$. A importância do trabalho de Bonnel et al. (2015) aos estudos nessa área é a utilização dos dados que permitem rastreamento contínuo do dispositivo de telefonia móvel.

5. Considerações finais

Os métodos tradicionais de obtenção de informações para planejamento de transporte demandam alto custo para serem desenvolvidos. Tal custo restringe a possibilidade de atualização dos dados, tanto que os maiores estudos são realizados geralmente a cada dez anos. Soma-se a estes problemas o fato de as entrevistas para estudo de transporte estarem dependentes da memória, paciência e vontade do respondente. Diante deste cenário, a pesquisa na área de transporte relacionada a novas formas de obtenção de dados vem sendo muito incentivada. Tais formas utilizam tecnologias ITS para tornar automatizado o processamento de dados e fornecimento de informações. Surgem então pesquisas relacionadas a extração da matriz embarque-desembarque das informações de smart card, pesquisas utilizando aplicativos de smartphone, assim como métodos que utilizam RFID ou LPR. Dentre as tecnologias utilizadas, destaca-se a telefonia celular, uma vez que devido a sua



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

estrutura, possibilita a obtenção da localização de um determinado dispositivo com precisão satisfatória. As pesquisas desenvolvidas neste tema abrangem a obtenção dos tempos de viagens e velocidade de tráfego, extração da matriz O-D por meio da Billing Data ou Signalling Data e comparação dos dados obtidos pela telefonia com dados obtidos por pesquisas feitas em nível nacional. Os resultados fornecidos por tais pesquisas são muito promissores. Entretanto, para a utilização da tecnologia, faz-se necessário a pesquisa de novas metodologias, com o intuito de unir os métodos tradicionais aos dados de telefonia móvel como meio de, gradativamente, modificar a forma de coleta. Ademais, verifica-se a necessidade de pesquisas voltadas as etapas de divisão modal e alocação de tráfego, com o intuito de automatizar o método sequencial.

6. Referências bibliográficas

- ANATEL (2016) Telefonia móvel – Acessos. Agência Nacional de Telecomunicações. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/dados/index.php/component/content/article?id=283>>
- Bar-Gera, H. (2007) Evaluation of a Cellular Phone-based System for Measurements of Traffic Speeds and Travel Times: A Case Study from Israel. *Transportation Research Part C* 15, p. 380-391.
- Bagchi. M.; White, P. R. (2005) The Potential of Public Transport Smart Card Data. *Transport Policy* 12, p. 464-474.
- Barlacchi, G.; De Nadai M.; Larcher, R.; Casella, A.; Chitic, C.; Torrisi, G.; Antonelli, F.; Vespiagnani, A.; Pentland, A.; Lepri, B. (2015) A multi-source dataset of urban life in the city of Milan and the Province of Trentino. *Scientific Data, Nature*.
- Bekhor, S.; Cohen, Y.; Solomon, C. (2013) Evaluating long-distance Travel Patterns in Israel by Tracking Cellular Phone Position. *Journal of Advanced Transportation*, p. 435-446.
- Bonnel, P.; Hombourger, E.; Olteanu-Raimond, A.; Smoreda, Z. (2015) Passive Mobile Phone Dataset to Construct Origin-Destination Matrix: Potentials and Limitations. *Transportation Research Procedia* 11, p. 381-398.
- Caruso, A. F. (2005) O Uso de Sistemas de Identificação Automática de veículos como Instrumento de Implantação de Políticas de Transporte e Forma de Agregar Funções à Utilização Veicular. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.
- Geurs, K. T.; Thomas, T.; Bijlsma, M.; Douhou, S. (2015) Automatic Trip and Mode Detection with MoveSmarter: First Results From the Dutch Mobile Mobility Panel. *Transportation Research Procedia* 11, p. 247-262.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Guerra, A. L.; Barbosa, H. M.; Oliveira, L. K. (2014) Estimativa de Matriz Origem/Destino Utilizando Dados do Sistema de Bilhetagem Eletrônica: Proposta Metodológica. *Transportes* v. 22, n.3, p. 26-38.

Herrera, J. C.; Work, D. B.; Herring, R.; Ban, X.; B.; Jacobson, Q.; Bayen, A. M. (2010) Evaluation of Traffic Data Obtained via GPS-enabled Mobile Phones: The Mobile Century Field Experiment. *Transportation Research Part C*, p. 568-583.

Iqbal, Md. S.; Choudhury, C. F.; Wang, P.; González, M. C. (2014) Development od Origin-destination Matrices Using Mobile Phone Call Data. *Transportation Research Part C* 40, p. 63-74.

Melo, A. S.; Kraus, Jr.; W.; Farines, J.; Pieri, G. (2015) Abordagem de Baixo Custo Para Coleta de Dados de Transporte Público Usando Smartphones. *XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET*. Ouro Preto, Minas Gerais.

Spurr, T.; Chu, A.; Chapleau, R.; Piché, D. (2015) A Smart Card Transaction “travel diary” to Assess the Accuracy of the Montréal Household Travel Survey. *Transportation Research Procedia* 11, p. 350-364.

White, J. e Wells, I. (2001) Extracting Origin Destination Information from Mobile Phone Data. *IEEE RTIC*, L. Londres, Reino Unido.

INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA NO RIO DE JANEIRO: COMPARAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS

Luise Wanderley Torres Ramos
Ronaldo Balassiano
Programa de Engenharia de Transportes – PET/COPPE/UFRJ

RESUMO

A redução tarifária para os usuários do sistema de transporte que necessitam realizar algum tipo de baldeação é uma etapa fundamental para a implantação da integração dos diferentes modos de transportes. O objetivo do presente trabalho é apresentar e avaliar diferentes sistemas tarifários existentes, as vantagens e desvantagens de cada um deles destacando o sistema da cidade do Rio de Janeiro. Os sistemas e tecnologias de pagamento também são brevemente abordados no artigo assim como sua participação na implementação dos modelos de integração tarifária. São destacados exemplos de sistemas tarifários e suas políticas de subsídio adotados em cidades desenvolvidas com características similares às da cidade do Rio de Janeiro. Verifica-se que o sistema de tarifação do Rio apresenta características de diversos dos sistemas classificados na literatura. Dessa forma, devido a não homogeneidade de cobrança nos diferentes modos de transporte, não é possível relacionar o sistema carioca à apenas uma categoria de classificação.

ABSTRACT

The fare reduction for transport system users who need to perform some kind of transshipment is a key step in the implementation of transport modes integration. The objective of this study is to present and evaluate different fare systems, the advantages and disadvantages of each of them pointing out the system of the city of Rio de Janeiro. The payment systems and technologies are also briefly discussed in the paper as well as its participation in the implementation of fare systems integration. Fare systems examples and their subsidy policies adopted in developed cities with similar characteristics to the city of Rio de Janeiro are highlighted. It is found that the fare system of Rio presents features of various systems classified in the literature. Thus, due to fare system inhomogeneity in different transport modes, it is not possible to relate the Rio system to only one category.

PALAVRAS CHAVE

integração tarifária, integração modal, sistemas de tarifa

1 Introdução

Para CIRIANNI (2009), a integração dos sistemas de transportes públicos é composta basicamente de três tipos de integração: a da infraestrutura, que consiste no aspecto físico da estrutura de integração; a modal, isto é, a possibilidade de realizar um deslocamento composto por viagens realizadas em diferentes modos de transporte e a tarifária, que consiste em realizar esse deslocamento pagando uma única tarifa. Dessa forma, a integração tarifária juntamente com os outros dois tipos de integrações constitui-se em uma etapa fundamental para uma boa estruturação do sistema de transportes.

O sistema de bilhetagem eletrônico permite que uma pessoa possa fazer uma viagem que envolve transferências dentro ou entre diferentes modos de transporte com um único bilhete que é válido para a viagem completa, sendo os modos ônibus, trens, metrôs, etc. O objetivo da

integração tarifária é encorajar as pessoas a utilizarem os transportes públicos, simplificando a mudança entre os modos de transporte e aumentando a eficiência dos serviços.

O presente trabalho apresenta diferentes sistemas tarifários existentes, as vantagens e desvantagens de cada um deles destacando o sistema da cidade do Rio de Janeiro. Como processo de desenvolvimento metodológico foi utilizado a revisão bibliográfica de artigos, dissertações e teses sobre o tema de Integração Tarifária, além de pesquisa e análise de documentos técnicos de sistemas tarifários em vigor no Brasil e no mundo. No capítulo 2, são apresentados os principais sistemas tarifários para transporte coletivo. No capítulo 3, esses modelos são analisados e comparados. No capítulo 4, o sistema tarifário e a forma de pagamento de transportes do município do Rio de Janeiro são brevemente explicados, com destaque para o benefício do Bilhete Único e os diversos cartões inteligentes em circulação. No capítulo 5, a questão do subsídio para os transportes públicos é explorada levando em conta os exemplos da Alemanha e da França. Finalmente, no capítulo 6, são expostas algumas conclusões sobre a análise dos assuntos tratados nos outros tópicos.

2 Formas de Pagamento da Passagem

Existem diversas formas de pagar pela utilização do serviço de transporte público. Essas formas de pagamento são escolhidas de maneira a facilitar o embarque de passageiros, assim como, dificultar as fraudes que ocasionam a perda de receita na venda de passagens. As principais formas de pagamento da passagem no transporte público são as seguintes:

- Pagamento direto, normalmente efetuado em dinheiro, realizado imediatamente antes de passar pelo acesso ao meio de transporte, ou já dentro do mesmo.
- Compra de um bilhete em papel impresso com o valor da passagem.
- Compra de um bilhete com targeta magnética.
- Compra de um cartão inteligente correspondente a uma viagem.
- Compra de um cartão inteligente, do tipo moedeiro, no qual é possível inserir uma quantia em dinheiro a ser utilizada para a realização de viagens em um ou mais modos de transportes.
- Compra de um cartão inteligente, que funciona como bilhete integrado semanal, mensal ou anual, que permitem aos passageiros pagar uma tarifa fixa, independentemente de quantas viagens sejam realizadas e quantos modos diferentes de transporte sejam utilizados.

3 Sistemas Tarifários

A pesquisa elaborada por CARVALHO DA COSTA (2008) apresenta uma divisão dos tipos de sistemas de acordo como a “American Transportation Research Board” (TRB) e a ANTP, essa classificação é composta de cinco categorias:

- Tarifa única: consiste na cobrança de uma mesma tarifa para qualquer deslocamento em uma rede de transportes.
- Distância ou zona: consiste na cobrança de tarifas diferenciadas de acordo com a distância percorrida ou as zonas utilizadas.
- Mercado: consiste na utilização de passes ilimitados, semanais, mensais ou anuais estabelecendo uma frequência dos usuários na utilização do sistema de transporte.
- Tempo: consiste na variação da tarifa de acordo com o horário de utilização dos meios de transporte, durante ou fora do horário de pico, durante a semana, assim como durante a madrugada, finais de semana e feriados.
- Serviço: consiste na variação da tarifa de acordo com o modo de transporte utilizado (por exemplo, ônibus ou trem) ou dependendo da "velocidade" do serviço (por exemplo, ônibus normal, ônibus expresso, trem normal, trem rápido).

Em LIANG (2010), é apresentada outra classificação:

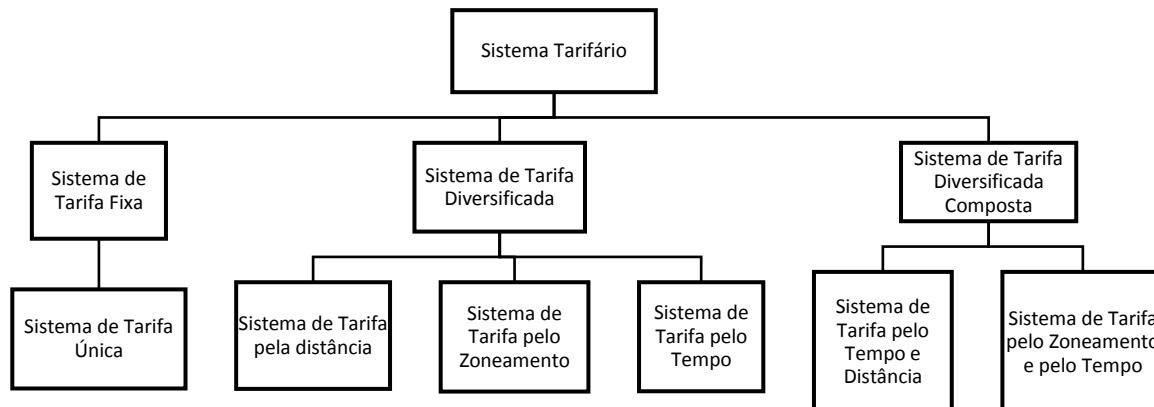


Figura 1 - Diagrama de Sistemas Tarifários - LIANG(2010).

Na qual,

- Sistema de Tarifa Única: Neste tipo de sistema de tarifa, o preço do bilhete é o mesmo em toda malha ferroviária não importa quanto longe você viajou.
- Sistema de Tarifa pela distância: o preço do bilhete é calculado de acordo com a extensão da sua viagem. O cálculo é baseado no número de quilômetros ou milhas. Às vezes, pode haver um limite para o preço máximo do bilhete.
- Sistema de Tarifa pelo Zoneamento: No sistema de tarifa de zoneamento, a malha ferroviária é dividida em várias zonas. Este tipo de sistema de tarifa é muito popular em muitos países europeus. A área central da cidade é dividida em muitas zonas, como círculos concêntricos. Estas zonas divididas são baseadas na distância, no propósito da viagem e assim por diante.
- Sistema de Tarifa pelo Tempo: o preço do bilhete é calculado de acordo com o horário em que o transporte é utilizado. Em certos casos, os preços dos bilhetes podem variar

entre o horário de pico e o horário fora do pico. Normalmente, o sistema da Tarifa pelo Tempo, não é usado sozinho.

- Sistema de Tarifa Diversificada Composta: No sistema de tarifa diversificada composta, o preço do bilhete é calculado acumulando outros sistemas de tarifas. Ele consiste principalmente em sistema de tarifas de tempo e distância e sistema de tarifa de tempo e zoneamento.

Observa-se que nas definições, é citado deslocamento na malha ferroviária, essa definição faz sentido no artigo de LIANG(2010), pois o texto consiste em uma análise do sistema para transportes urbanos sobre trilhos. Contudo, pode-se estender essa definição para outros modos de transporte.

A principal diferença entre as classificações é que o documento de LIANG (2010) não apresenta as tarifas diversificadas de serviço e de mercado. Entretanto a hierarquização do sistema tarifário é uma boa forma de diagramar os diferentes tipos de sistemas tarifários.

3.1 Sistema de Tarifa Única

As definições para o Sistema de Tarifa Única de LIANG (2010) e de CARVALHO DA COSTA (2008) são equivalentes e serão adotas nesse texto para o estudo dos tipos de tarifas. As principais vantagens são a conveniência de implementação, o baixo custo de gerenciamento e o baixo custo com equipamentos de coleta de pagamento. Entretanto, as desvantagens são inúmeras, conforme enumera LIANG (2010): não reflete a relação direta entre o custo de operação da viagem e valor pago pelo bilhete; se o preço for muito baixo a renda gerada não paga os custos de operação, por outro lado, se o preço for muito elevado, passageiros de viagens de curta distância não são atraídos; o custo de mudar o sistema tarifário partindo do sistema de tarifa única é significantemente alto.

O sistema de tarifa única não é atraente para os passageiros durante muito tempo, justamente por causa da sua incapacidade de relacionar o verdadeiro custo de deslocamento e o preço do bilhete, pois conforme seu tempo de operação decorre, os passageiros são afastados pelo alto preço do bilhete ou o serviço declina por falta de receita e, dessa forma, os passageiros são afastados pela falta de qualidade.

3.2 Sistema de Integração Tarifária Temporal

A implementação da integração tarifária temporal foi possibilitada pelo desenvolvimento das formas de pagamento. As novas tecnologias de cobrança automática das tarifas, que propiciam a bilhetagem eletrônica, por meio da utilização dos cartões inteligentes, permitem contar o tempo entre a entrada de um usuário no primeiro e no segundo ônibus de seu percurso, permitindo assim o desconto ou a isenção da segunda tarifa.

3.3 Sistema de Tarifa pela Distância

As principais vantagens desse sistema apontadas por LIANG (2010) é a possibilidade de estabelecer uma relação justa entre o serviço de transporte oferecido e o preço do bilhete, além do fato de que a manutenção do sistema depende menos de incentivos financeiros do Estado. Já as principais dificuldades estão relacionadas à sua implementação, uma vez que são necessários equipamentos de tecnologia avançada ou contratação de pessoas para realizar a fiscalização de bilhetes comprados a fim de evitar fraudes, além do fato de que em algumas situações ele não é capaz de cumprir o objetivo de diminuir a segregação espacial.

3.4 Sistema de Tarifa pelo Zoneamento

Assim como o sistema de Distância, o sistema de Zoneamento foi definido de maneira equivalente em LIANG (2010) e CARVALHO DA COSTA(2008). No sistema de tarifa de zoneamento, a rede é dividido em várias zonas, conforme explicado nas definições. Este tipo de sistema de tarifa é muito popular em diversos países europeus. Suas vantagens e desvantagens são bastante parecidas com as do Sistema pela Distância.

Nos sistemas de tarifa pela Distância e pelo Zoneamento, o objetivo de diminuir a segregação espacial e social pode não ser plenamente atingido, dependendo da configuração da região. Isto é, em uma cidade na qual os habitantes de renda mais baixa habitam na periferia, como é o caso do Rio de Janeiro e de Paris na França, são justamente eles os usuários que irão pagar a tarifa mais alta. Isso ocorre porque que no sistema de zonas quem necessita atravessar mais zonas em seu deslocamento, ou seja, quem reside mais longe do seu local de trabalho ou estudo paga mais pelo seu deslocamento. Esse sistema em conjunto com o sistema de mercado foi adotado durante muitos anos em Paris, entretanto, em setembro de 2015, foi criada a tarifa única para deslocamento entre todas as zonas.

3.5 Sistema de Tarifa – Tempo

Esse sistema baseado no horário da utilização do meio de transporte tem como principal vantagem ajudar a regular o fluxo de pessoas de acordo com a capacidade do modo. Isso é feito ao estimular por meio da tarifa diferenciada os usuários com maior flexibilidade a realocar viagens em períodos do dia fora do horário de pico. Como desvantagem está o fato de a tarifa diferenciada não necessariamente refletir o custo da operação, LIANG (2010).

É importante ressaltar a diferença entre os sistemas de Integração Tarifária Temporal e o Sistema de Tarifa de Tempo, um nome melhor para o sistema de tarifa de tempo seria tarifa de horário, pois a tarifa dessa classificação varia conforme o horário de pico de viagens. Já o sistema de integração Tarifária Temporal é baseado no intervalo de tempo de duração do deslocamento.

3.6 Sistema de Tarifa – Serviço

No Rio de Janeiro há a utilização desse sistema, as tarifas são diferenciadas por modo de transporte, e mesmo dentro do mesmo modo há a diferenciação de tarifas de acordo com a comodidade oferecida, como é o caso dos chamados Frescões, veículos que apresentam maior

conforto para o passageiro que os demais ônibus que circulam na cidade. Entre as vantagens desse sistema tarifário estão a facilidade para compreender a diferenciação de preço, alto potencial de receita e baixa evasão tarifária segundo o trabalho de DIAS, J. (2010) apud TRB (1996). A dificuldade de realizar transferências entre modos de qualidade diferenciada é uma desvantagem significante.

3.7 Sistema de Tarifa – Mercado

A tarifa de mercado, na qual é possível comprar um bilhete diário, semanal, mensal ou anual com o qual o usuário pode realizar quantas viagens desejar é bastante popular em alguns países como Alemanha e França. Apresenta as seguintes vantagens: pode minimizar a perda de passageiros no caso de um aumento da tarifa e maximiza o pré-pagamento. As desvantagens são a requisição de maior custo com comunicação social e distribuição, além de gerar uma arrecadação de menor receita em comparação a venda de bilhetes unitários. Essas vantagens e desvantagens são citadas em DIAS, J. (2010) apud TRB

Observa-se que as classificações propostas podem ser aplicadas a sistemas tarifários em que existe homogeneidade na cobrança das tarifas. Em algumas cidades existem sistemas que podem apresentar características que os impedem de serem associados a apenas uma categoria dessas classificações. É o caso do sistema tarifário da cidade do Rio de Janeiro, abordado no próximo capítulo.

4 O Sistema Tarifário da cidade do Rio de Janeiro

O sistema tarifário no Rio possui características de um sistema baseado em serviço, cada modo de transporte possui sua própria tarifa. Interações entre ônibus e metrô são realizadas apenas por algumas poucas linhas específicas criadas para essa finalidade e possuem outro valor que é um pouco mais elevado que a tarifa de ônibus e do que a tarifa de metrô, porém menor do que a soma de ambas. Existe também uma limitada integração entre ônibus municipais e o sistema estadual de trens (somente nas estações dentro do município do Rio) na qual o usuário paga uma tarifa inferior à soma das tarifas dos dois modos.

Há ainda a possibilidade de pagar apenas uma tarifa e utilizar duas linhas de ônibus distintas em um deslocamento, dentro de um determinado intervalo de tempo entre o embarque nos dois ônibus. A tarifa paga nesta situação é o valor da passagem de ônibus e é realizada por meio de um cartão inteligente que permite o acesso aos benefícios instituídos no âmbito estadual e municipal, respectivamente pelas leis: Bilhete Único RJ – Lei Estadual nº 5.628/2009 e Bilhete Único Carioca - Lei Municipal nº 5.211/2010.

Entretanto, esse sistema, apesar de ser chamado de Bilhete Único, não contempla baldeações entre modos de transporte distintos, isto é, se o deslocamento do usuário possuir dois trechos em que são utilizados modos diferentes, por exemplo, um trecho do deslocamento é realizado de metrô e o outro de ônibus, o usuário paga por cada trecho separadamente.

Além de ser baseado no serviço, o sistema tarifário praticado no Rio de Janeiro possui aspectos da integração tarifária temporal, uma vez que a integração por meio do Bilhete Único carioca nos sistemas de transporte público por ônibus está vinculada ao intervalo de tempo entre os embarques nas diferentes linhas do deslocamento, conforme explica DIAS (2010). Nesse sistema, há a possibilidade de realizar a integração entre diferentes linhas de ônibus em qualquer parada. Os cartões inteligentes utilizados para a realização da integração da tarifa são programados para conferir ao passageiro a isenção do pagamento da segunda passagem quando ele entra no segundo ônibus, se a troca for realizada dentro do limite temporal pré-estabelecido para a conexão. Dessa forma, o Bilhete Único Carioca não constitui um sistema de tarifa fixa segundo as definições de LIANG (2010) e CARVALHO DA COSTA (2008) apresentadas previamente. Sendo, portanto, necessária a inclusão de uma classificação para ele.

A fim de aprimorar o diagrama mostrado na figura 1, é necessário considerar alguns outros sistemas tarifários, como por exemplo, o sistema do Bilhete Único Carioca, no qual o usuário paga uma tarifa única e pode realizar um deslocamento que inclui baldeação entre linhas de ônibus, além de incluir as tarifas diversificadas de serviço e de mercado apresentadas em CARVALHO DA COSTA (2008). Na figura 2 é apresentado um diagrama baseado no diagrama de LIANG (2010) com a inclusão de alguns sistemas tarifários:

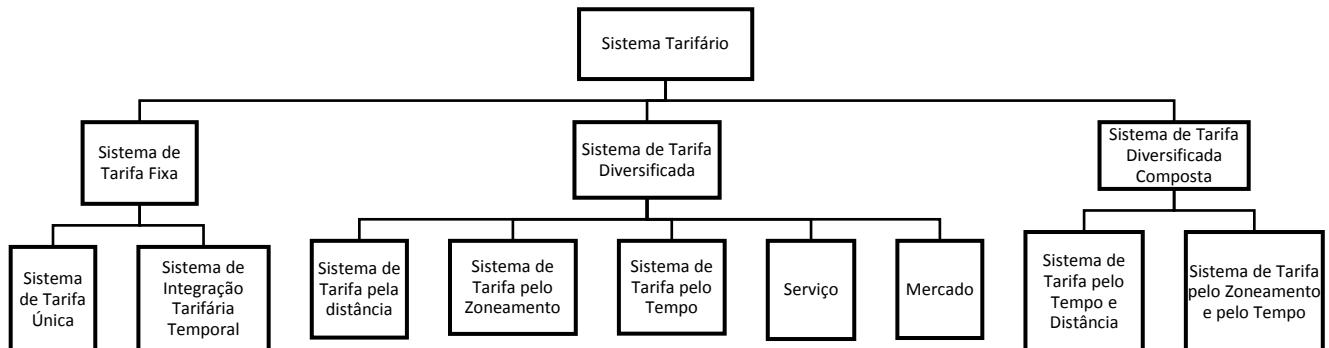


Figura 2 - Diagrama de Sistemas Tarifários proposto. Fonte: (autor baseado no documento de LIANG(2010)).

Os cartões inteligentes utilizados para o pagamento das passagens no Rio são conhecidos pelo nome de RioCard e são emitidos pela empresa homônima RioCard. A RioCard é uma unidade de negócios da Holding RioPar que atua na criação de soluções na área de gestão dos meios de pagamentos eletrônicos. Entre as principais vantagens dos cartões encontram-se a eliminação dos problemas com troco e a diminuição do tempo de embarque dos passageiros. O sistema de recarga do RioCard fornece um pagamento antecipado das passagens. O que constitui um grande benefício aos gestores dos cartões, uma vez que o dinheiro pode ser investido em diversas aplicações financeiras e gerar lucro, em contrapartida, não há benefícios extras para os usuários.

A empresa RioCard, em sua página na internet sobre seus produtos, descreve o Bilhete Único Carioca (BUC) como sendo *um benefício tarifário que possibilita a utilização de um segundo transporte, em um período de 2 horas e meia no município do Rio de Janeiro.* O BUC pode ser adquirido em uma loja RioCard.

São concedidos “passe livre”, isto é, gratuidade para a utilização do BUC aos *maiores de sessenta e cinco anos, aos alunos uniformizados da rede pública de ensino fundamental e médio, aos portadores de nanismo, de deficiência física, de deficiência auditiva, de deficiência visual, de deficiência mental, ostomizados, renais crônicos, transplantados, hansenianos, portadores do vírus HIV e de doenças crônicas, que necessitem de tratamento continuado, e respectivo acompanhante, quando for o caso, serão exercidas nos ônibus convencionais com 02 (duas) portas, por intermédio da apresentação de cartão eletrônico.*

Tanto a isenção da segunda tarifa de ônibus por meio do BUC como as gratuidades concedidas são medidas adotadas visando exclusivamente o benefício social para a sociedade. Para ser beneficiário da tarifa do Bilhete Único é necessário possuir um RioCard. Uma vantagem dos cartões inteligentes, ainda pouco explorada no Rio de Janeiro, é a possibilidade de oferecer ao usuário uma grande variedade de integrações tarifárias, pois essa tecnologia possui elevado grau de adaptabilidade aos diferentes tipos de deslocamentos realizados pelos usuários do transporte coletivo. Basta que haja um terminal de acesso ao sistema do cartão inteligente no ponto da rede em que se deseja realizar a transferência, isto é, esse sistema possibilita a integração entre as rotas de ônibus, metrô e trem em qualquer ponto da rede.

A empresa RioCard divide seus produtos em três categorias: “Para Você”, “Para Empresas” e “Gratuidade”. Os produtos da categoria “Para Você” permitem aos usuários usufruírem dos benefícios das reduções tarifárias acessíveis por meio dos cartões RioCard sem a necessidade de estarem vinculados a alguma empresa ou instituição. Os cartões da categoria “Para Empresas” são direcionados às pessoas jurídicas, e são regidos pela Lei do Vale Transporte. A Lei 7.418 que instituiu o benefício facultativo do Vale Transporte aos trabalhadores foi promulgada em 16 de dezembro de 1985 pelo presidente da República, ela foi posteriormente modificada pela Lei 7.619 do ano de 1987 que tornou obrigatória a concessão do benefício. Uma particularidade dos cartões da categoria Vale Transporte é que quando há uma majoração da tarifa modal municipal vigente, os créditos de Vale-Transporte adquiridos antes do reajuste podem ser utilizados com o valor da tarifa antes do ajuste, em até 30 dias a partir da data do acréscimo da tarifa, entretanto isso não é válido para o Bilhete Único Intermunicipal. Já os cartões da categoria Gratuidade são destinados exclusivamente a pessoas beneficiárias de algum tipo de lei que as isenta de pagamento para a utilização do sistema de transporte público, notadamente idosos, estudantes e pessoas com necessidades especiais.

Os cartões da RioCard utilizados para o transporte público são passíveis de diferentes tipos de personalização, segundo a página da empresa (ver tabela 1).

Tabela 1 - Tipos de Personalização dos Cartões RioCard

| Personalização | Descrição | Possibilidade de ser habilitado como Bilhete Único | Cancelamento |
|---------------------------------------|--|--|--|
| Ao Usuário | Cartão pessoal e intransferível - apresenta o nome do usuário em seu verso. Associado ao CPF do usuário. | Sim | O usuário pode solicitar cancelamento em caso de perda ou roubo. |
| A Empresa | Apresenta apenas a razão social do comprador em seu verso. | Não | O usuário não pode solicitar cancelamento do cartão em caso de perda ou roubo, somente a própria empresa ou comprador. |
| Não personalizado: Ao portador | Não apresenta o nome do usuário e razão social do comprador no verso. | Não | O usuário não pode solicitar cancelamento do cartão em caso de perda ou roubo, somente a própria empresa ou comprador. |

Fonte: RioCard

É o tipo de personalização que determina se o usuário poderá efetuar ou não cancelamento do produto em caso de perda, conforme mostrado na tabela 1. Para que os passageiros possam usufruir dos benefícios do Bilhete Único Intermunicipal, é necessária a aquisição de um cartão distribuído pela RioCard que possa ser habilitado para essa função. Além disso, devem ser observadas as seguintes regras: o intervalo entre os embarques não pode ultrapassar o prazo máximo 3h, o intervalo entre as viagens (integrações) de ida e volta deve ser no mínimo de 1 hora. O usuário pode realizar no máximo duas viagens por dia (ida e volta), nas quais, em cada uma, podem ser feitas até duas integrações, nos modos: trem, ônibus, metrô, barcas e vans legalizadas. Com a importante ressalva de que os ônibus executivos – popularmente chamados de “Tarifa” ou “Frescão” - não fazem são contemplados pelo benefício tarifário do Bilhete Único Intermunicipal, isto é, se o usuário optar por esse tipo de transporte mesmo utilizando o seu RioCard para pagá-lo, ele não se beneficiará da redução tarifária. A tarifa reduzida é válida apenas para algumas cidades, todas dentro da Região metropolitana do estado do Rio de Janeiro: Belford Roxo, Duque de Caxias, Guapimirim, Itaboraí, Itaguaí, Japeri, Magé, Mangaratiba, Maricá, Mesquita, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, Queimados, Rio de Janeiro, São Gonçalo, São João de Meriti, Seropédica, Tanguá.

São apresentados os diferentes cartões oferecidos pela empresa RioCard em uso no município do Rio de Janeiro na tabela 2.

Tabela 2 - Tipos de cartões em circulação no município do Rio de Janeiro

| Nome | Categoria | Tipo de Recarga | Local de Recarga | Tipos de personalização |
|--|-----------------|-------------------|------------------|------------------------------------|
| Bilhete Único Intermunicipal VT | Vale Transporte | Crédito monetário | internet | Ao usuário |
| Vale Transporte Convencional | Vale Transporte | Crédito monetário | internet | Ao portador; A Empresa; Ao Usuário |
| Bilhete Único Carioca | Vale | Crédito monetário | internet | Ao usuário |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

| VT | Transporte | | | |
|--|-----------------|-----------------------------------|---|---------------------------------------|
| Vale Transporte Rápido | Vale Transporte | Não Recarregável | – | Cartão provisório – não personalizado |
| Bilhete Único Intermunicipal | – | Crédito monetário | internet, lojas RioCard e máquinas de autoatendimento | Ao usuário; Não personalizado |
| Bilhete Único Carioca | – | Crédito monetário | internet, lojas RioCard e máquinas de autoatendimento | Ao usuário; Não personalizado |
| RioCard Expresso | – | Crédito monetário | internet, lojas RioCard e máquinas de autoatendimento | Ao usuário; Não personalizado |
| RioCard Escolar | Gratuidade | Número de viagens | Até 76 viagens por mês | Ao usuário |
| RioCard Sênior | Gratuidade | Passe livre | Ilimitado | Ao usuário |
| RioCard Especial | Gratuidade | Passe livre / Créditos de viagens | Ilimitados / Até 60 viagens por mês | Ao usuário |
| Vale Social | Gratuidade | Créditos de viagens | Até 60 viagens por mês | Ao usuário |
| Estudante SEEDUC | Gratuidade | Créditos de viagens | Até 60 viagens por mês | Ao usuário |
| Bilhete Único Carioca Universitário | Gratuidade | Créditos de viagens | 76 viagens por mês | Ao usuário |

Fonte: RioCard

Na tabela 2 estão expostas as principais características dos diferentes cartões das categorias “Para Você”, “Para Empresas” e “Gratuidade” vendidos pela empresa RioCard.

Analogamente ao benefício do Bilhete Único Intermunicipal, o acesso ao benefício do Bilhete Único Carioca é realizado por meio de um cartão distribuído pela RioCard que possa ser habilitado para essa finalidade. Os tipos de personalização também são os expostos na tabela 1. O benefício tarifário do Bilhete Único Carioca possibilita a isenção do pagamento da tarifa do segundo ônibus, observando-se um intervalo máximo de 2 horas e meia entre os embarques nas diferentes linhas no município do Rio de Janeiro. O intervalo entre as viagens (integrações) de ida e volta deve ser no mínimo de 1 hora.

5 Subsídio para o Transporte Público

No Rio de Janeiro, a implantação da integração tarifária temporal, por meio do Bilhete Único foi idealizada contemplando apenas o aspecto social da medida, isto é, o benefício econômico para o extrato da população de renda mais desfavorecida. Uma idealização extremamente simplória, pois deixa de analisar os outros benefícios que poderiam ser explorados, além de exigir vultosos subsídios por parte do município e do estado.

Em muitos países, o transporte público é subsidiado para garantir que o serviço funcione ainda que a receita gerada pela compra de passagens não seja suficiente para arcar com todos os custos da operação. Para justificar tais subsídios gestores e pesquisadores se embasam na

premissa de que os investimentos em transporte não devem ser feitos visando puramente o lucro com a operação, o investimento deve ser avaliado do ponto de vista social, seguindo os princípios da análise do custo benefício Welde (2012).

Um dos países que adota a política de subsídio de transportes é a França, onde existe o “Versement Transport”, um subsídio direto dos meios de transporte. O “Versement Transport”, é contribuição devida por empregadores privados ou públicos através do qual os empregadores financiam grande parte dos custos de transporte público. O VT foi estabelecido inicialmente pela Lei 71-559 de 12 de julho de 1971. No ano de 2014, na região denominada Île de France, as receitas arrecadadas com a venda de bilhetes foram de 3,8 milhões de euros, uma parte importante da receita total para os transportes públicos que cobre 41% dos custos. Os 59% restantes são financiados essencialmente pelo VT e por outras contribuições coletivas públicas através do orçamento do Sindicato de Transportes da Île de France (STIF).

O pagamento do VT por parte dos empregadores é embasado no princípio de que as empresas precisam que a mão de obra consiga se deslocar diariamente de sua residência até o seu local de trabalho, e tal deslocamento é propiciado pelos meios de transporte, isto é, o empregador está sendo beneficiado pelo sistema de transporte e por isso ele deve contribuir a fim de garantir a manutenção do sistema.

Outro país com o sistema de transporte bastante desenvolvido é a Alemanha, ela possui uma extensa rede de rodovias, a indústria automobilística é um setor bastante significativo da economia e o automóvel é um importante símbolo de liberdade e mobilidade. Apesar disso, o artigo de BUEHLER, R. e PUCHER, J. (2010) explica que o uso do transporte público per capita aumentou 22% entre 1992 e 2010 e que a parcela de despesas operacionais com o transporte público coberta pelas tarifas de passageiros aumentou de 59% em 1991 para 77% em 2007.

Os alemães conseguiram aumentar a adesão ao transporte público coletivo por meio de um bom planejamento urbano e rigoroso controle do uso da terra que favoreceu o desenvolvimento de uma característica importante de suas cidades, a descentralização de atividades. Além disso, foram adotadas políticas para aumentar a competitividade dos transportes públicos. Outra medida é oferecer tarifas no sistema de mercado, nas cidades alemãs é possível comprar passes mensais e anuais a preços muito mais vantajosos para os usuários que os bilhetes para uma única viagem. Tais medidas visam tornar o uso do transporte motorizado individual menos atrativo.

A integração tarifária é uma das medidas que serve para atrair mais passageiros para o sistema de transporte público e, dessa forma, gerar mais receita, diminuindo assim o percentual necessário de subsídio para manter o sistema em funcionamento.

6 Conclusões

O sistema tarifário deve ser escolhido de acordo com as características espaciais e sociais da região na qual o sistema de Transporte em questão opera. É necessário incluir na análise todos os benefícios que a integração das tarifas pode oferecer, levando em conta não apenas o retorno financeiro, mas não o excluindo, uma vez que um sistema de integração eficiente tende a atrair usuários do transporte motorizado particular para o transporte público, e consequentemente aumenta a receita gerada, além de proporcionar todos os benefícios que a redução de veículos particulares nas ruas aporta.

O subsídio para os transportes e sua integração também podem ser incorporados, não só as políticas sociais, como também as políticas ambientais e de saúde pública, visto que a adesão em massa do transporte público proporciona a diminuição do tráfego e da poluição, pois essas são consequências diretas da menor utilização de veículos motorizados particulares.

As vantagens da adoção dos sistemas de mercado são evidenciadas no exemplo das cidades alemãs. Nessas cidades, esse tipo de tarifa foi um importante instrumento juntamente com as políticas de desincentivo ao uso do transporte motorizado particular para aumentar o número de usuários dos sistemas de transporte público e dessa forma melhorar sua eficiência.

O sistema tarifário no Rio é um sistema que ainda carece de uma maior integração entre os modos. O exemplo da cidade de Paris é interessante para se realizar uma comparação com o Rio de Janeiro, pois as duas cidades possuem a característica de que a renda média da população residente na periferia é inferior à renda das pessoas residentes nas partes mais próximas do centro. Essa comparação é importante, pois permite avaliar as medidas tomadas que não deram certo a fim de não cometer os mesmos erros. A análise da evolução nas decisões em relação à integração tarifária em cidades com características semelhantes às do Rio de Janeiro, mas com um sistema de transporte mais eficiente é uma boa maneira de estabelecer parâmetros a serem seguidos na tomada de decisões em relação ao planejamento dos transportes.

Bibliografia

- BUEHLER, R. e PUCHER, J. (2010) - Making public transport financially sustainable. *Transport Policy* 18 (2011) 126–138.
- CARVALHO DA COSTA, F. C., (2008), Metodologia para Estabelecimento de Sistema Tarifário de Transporte Público Urbano. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CARVALHO DA COSTA, F. C.;
- CIRIANNI, F., CRISALLI, U., LANNÒ, D. (2009) – Intermodality and Fare Integration for Public Transport in a Metropolitan Area. Association for European Transport and Contributors - AETC.
- DECRETO N° 32.842 que regulamenta a Lei nº 5211, de 01 de julho de 2010, que institui o Bilhete Único no Município do Rio de Janeiro: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4800832/4138120/Decreto_32842_2010.pdf – Acessado em 17/07/2016
- DIAS, J. (2010), Financiamento Operacional para um Transporte Urbano Sustentável. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Lei estadual nº 5.628 de 29/12/2009: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=158467> – Acessado em 17/07/2016

NASSI, Carlos D.; CARVALHO COSTA, F. C.(2012) Use of the analytic hierarchy process to evaluate transit fare system. Research in Transportation Economics, v. 36, p. 50-62.

NASSI, Carlos D. (2009). Análise comparativa dos sistemas tarifários de algumas cidades do mundo. Revista dos Transportes Públicos - RTP - 122, Rio de Janeiro, p. 7 - 22, 01.

LIANG, H. et al. (2010), Analysis and Selection on Fare System of Urban Rail Transit. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), p. 98-101.

OLIVEIRA, G. (2013) Integração Tarifária Temporal nos Sistemas de Transporte Público por Ônibus. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Página quem somos da empresa RioCard: [https://www.cartoriocard.com.br/rcc/institucional/quemsomos](https://www.cartioriocard.com.br/rcc/institucional/quemsomos) - Acessada em 13/06/2016.

Página dos produtos da empresa RioCard:

<https://www.cartoriocard.com.br/rcc/bilheteUnico/produto/Bilhete+%C3%A9Anico+Carioca> – Acessada em 13/06/2016

Página com informações sobre o RioCard Vale Social: <https://www.cartoriocard.com.br/rcc/gratuidade/valesocial/> – Acessada em 17/07/2016

Página com informações sobre os produtos Gratuidade RioCard:

<https://www.cartoriocard.com.br/rcc/gratuidade/produtos> – Acessada em 13/06/2016

Página do Sindicato dos Transportes da França, <http://www.stif.org/transportes-aujourd-hui/tarification-francilienne/les-recettes-tarifaires-source-de/article/une-contribution-importante-au.html> - Acessada em 13/06/2013

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD – TRB, (1996). Fare Policies, Structures and Technologies.

FATORES INFLUENTES NA ESCOLHA MODAL DE USUÁRIOS A CAMINHO DA UNIVERSIDADE

Clara Maia Bevilaqua Contursi
Licínio da Silva Portugal
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes

RESUMO

No intuito de contribuir para a qualidade das discussões a respeito da percepção do usuário em relação aos modos e serviços de transportes disponíveis, esse artigo investiga os fatores intervenientes que afetam a escolha modal de passageiros, especificamente nos trajetos de ida e volta dos campi universitários. A decisão por analisar os padrões de viagem da comunidade acadêmica se deve aos impactos viários no entorno dos *campi* provocados pelo contingente de viagens geradas por eles, cuja magnitude depende das modalidades escolhidas pelos usuários. Além da diversidade modal tipicamente destinada a essas localidades, a qual as configuram como um relevante laboratório de pesquisa quanto a escolha modal. Os fatores foram identificados através da análise dos resultados obtidos por diversos artigos científicos, os quais foram selecionados no processo de revisão bibliográfica direcionada aos assuntos “escolha modal” e “mobilidade em universidades”. São eles: preocupação econômica, preocupação ambiental e distância percorrida.

PALAVRAS CHAVE

Escolha modal, Universidade, Viagens pendulares

ABSTRACT

In order to contribute to the quality of the discussions about the transport modes and service user's perception, this paper investigates the factors that affect their modal choices, specifically in the way to college campuses. The decision by analyzing the academic community travel patterns is due to the traffic impacts surrounding campuses caused by generated travel by them, whose magnitude depends on user's modal chose. These factors were identified by analyzing the results of several scientific articles, which were selected from the literature review process focused on terms "modal choice" and "mobility in universities." They are: economic concern, environmental concern and distance.

KEYWORDS

Modal choice, University, Commuting

1. INTRODUÇÃO

O intenso processo de urbanização no mundo durante as últimas décadas tem provocado problemas crônicos relacionados ao transporte urbano e à qualidade de vida dos cidadãos, principalmente nos grandes e médios centros urbanos. Políticas urbanas, de transporte e trânsito, pensadas para favorecer o uso eficiente do automóvel, resultaram em uma “cultura” do carro, onde a posse do mesmo se tornou símbolo de liberdade e *status* social. Em consequência disso, é cada vez mais nítida a queda na qualidade da mobilidade e acessibilidade dentro das cidades, o aumento da poluição atmosférica, a intensificação de congestionamentos e os altos índices de acidentes no trânsito.

O transporte público e os modos de transporte não motorizados são elementos urbanos essenciais para reduzir o tráfego de automóveis e melhorar a qualidade da mobilidade para os cidadãos (SHEN *et al.*, 2009). O Ministério das Cidades (2004) associa essa melhoria ao desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável quando a define em um conjunto de políticas de transporte e circulação que visam proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, por meio da priorização dos modos não motorizados e coletivos de transporte, de forma efetiva, que não gere segregações espaciais, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável, baseada nas pessoas e não nos veículos.

Como resume Tyrinopoulos (2012), a mobilidade sustentável em áreas urbanas é essencial para o bom funcionamento da economia local e nacional. Congestionamento, acidentes, atrasos, ruído e poluição do ar, bem como danos de infraestrutura são alguns dos principais impactos adversos associados à mobilidade urbana (GONÇALVES, 2012).

No contexto de uma cidade, um *campus* universitário é conhecido como um Polo Gerador de Viagens (PGV), isto é, um empreendimento de grande porte capaz de criar impactos no tráfego e no transporte em seu entorno por atraírem uma quantidade significativa de viagens (PARRA, 2006). Os reflexos negativos causados na circulação viária ao redor de um PGV pode prejudicar a acessibilidade e a segurança de veículos e pedestres na região.

Como ressalta Duarte e Libardi (2007), um *campus* universitário é caracterizado pela alta rotatividade de pessoas diariamente, vindas dos mais diversos pontos da cidade, em horários definidos e gerando influência direta na dinâmica dos sistemas modais no entorno.

Para Shannon *et al.* (2006), favorecer modos ativos de transporte (não motorizados) nas viagens para a universidade, aumenta a atividade física dos estudantes, produzindo impactos positivos na saúde dos mesmos, além de diminuir a demanda por estacionamento. Ainda para os autores, transportes públicos também estão inseridos no conceito de transportes ativos pois envolve caminhar e/ou pedalar no início e/ou no fim das viagens.

A literatura fornece hoje diversos trabalhos interessados em analisar o comportamento modal de estudantes do ensino superior, pois vem sendo notado que estes tendem a utilizar uma grande variedade de modos de transporte, incluindo os não motorizados, em suas viagens cotidianas com maior frequência que os demais segmentos populacionais (WHALEN, 2013). Grande parte desses estudos encontram, através de pesquisas com os usuários, evidências de que hajam sim aspectos - referentes ao viajante, aos modos de transporte disponíveis e à localização do *campus* – os quais sejam capazes de explicar o processo de escolha modal da comunidade acadêmica.

O próximo item do presente artigo revisa bibliografias que abordam dois temas centrais para a fundamentação da análise que o segue: escolha modal e mobilidade em universidades. Além disso, apresenta uma sistemática de seleção de artigos científicos que analisam estudos de casos em diferentes universidades e identificam fatores de escolha modal específico para a comunidade acadêmica de cada uma delas.

Com base nos resultados encontrados por tais artigos científicos, o objetivo do estudo é identificar fatores que sejam capazes de influenciar a escolha modal de estudantes e funcionários (professores e cargos administrativos) de instituições de ensino superior.

Ampliar o volume de informações que delimitem um perfil para o comportamento modal de quem vivencia diariamente a operação dessas viagens é interessante, pois eleva a qualidade e efetividade das discussões relativas ao gerenciamento dos serviços de mobilidade oferecidos em certa localidade. Além disso, entender a escolha modal de usuários por qualquer modo de transporte facilita a identificação do potencial de mudança dessas pessoas na promoção de modos mais sustentáveis de locomoção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No que diz respeito a engenharia de transportes, o setor de planejamento é primordial para a garantia do funcionamento adequado dos sistemas existentes. Como explica Azevedo Filho (2012), a análise da demanda é parte fundamental do processo de planejamento e um dos meios mais tradicionais de prevê-la é o chamado “Modelo de 4 etapas”, que consiste na determinação da Geração de Viagem, Distribuição de Viagens, Divisão Modal e Alocação de Tráfego da área alvo de estudo.

A análise da escolha modal dos usuários se faz presente na terceira etapa do modelo e acontece quando existir mais de um modo de transporte possível para o trajeto observado, com base em fatores que o usuário utiliza para tomar essa decisão. Para Campos (2007), são usualmente determinantes para tal as características socioeconômicas e as características dos serviços dos modos de transporte. De uma forma geral são considerados: atributos do deslocamento (motivo da viagem, período de realização e destino), atributos do usuário (propriedade de veículos, renda e estrutura familiar e, nível cultural) e atributos do sistema de transporte (custo e tempo de viagem, tempo de espera, de transbordo ou andando, frequência, conforto e acessibilidade).

Azevedo Filho (2012) avalia que a maior dificuldade do modelo é justamente a utilização de variáveis de escolhas pessoais, pois os usuários podem ter comportamentos diferentes um dos outros e possuem o livre arbítrio de mudar de ideia facilmente, o que pode dificultar o controle sobre as variações dos dados e, consequentemente, gerar perda na confiabilidade dos mesmos.

Zhou (2012) elenca o que para ele são os seis grupos de possíveis fatores de influência da escolha modal para a população em geral:

- fatores ambientais e do formato urbano: densidade populacional, uso do solo, topografia, disponibilidade de infraestrutura e conectividade de rede multimodal;
- fatores específicos dos modos de transporte: acessibilidade, comodidade, conforto, privacidade, liberdade, segurança, tempo de viagem e custo;
- fatores pessoais dos usuários: ocupação, estado civil, gênero, idade, renda, propriedade de carro e posse de carteira de motorista;

- fatores das viagens: tempo de percurso, finalidade da viagem, distância, origem e destino;
- fatores de gestão: existência do Gerenciamento da Demanda de Viagens (*Travel Demand Management*), através de medidas como tarifação de estacionamentos, subsídio para passes em transporte público e campanhas contrárias ao uso de automóveis;
- fatores psicológicos: hábitos, atitudes, preocupação com a saúde e com meio ambiente, familiaridade com modos de alternativos ao automóvel e apego inconsistente para o uso do automóvel.

Para Meireles (2014), a escolha do modo de transporte utilizado para os deslocamentos diários depende de vários fatores, mas geralmente é feita optando-se pelo mais economicamente viável e que leva a uma viagem mais cômoda e prática evitando, sempre que possível, a perda de tempo.

Já para Carvalho e Pereira (2011), a escolha por modos públicos de transporte é influenciada pelo valor da tarifa cobrada, pela classe social do usuário, pelas características da viagem (período do dia, distâncias, etc), pela qualidade do serviço oferecido, pelo custo de serviços semelhantes substitutos (outros modos de transporte) e pelas condições de tráfego e condições meteorológicas.

Especificamente se tratando da mobilidade em universidades, Bertazzo *et al.* (2012) identificam como características importantes para a definição das viagens, o acesso ao sistema de transporte, a disponibilidade de infraestrutura - como a oferta de vagas para estacionamento -, o nível de ensino oferecido, a categoria da instituição (pública ou privada), o posicionamento das áreas de embarque e desembarque e a localização da instituição (urbana, suburbana ou rural).

Além disso, Zhou (2012) justifica a importância de estudos voltados para entender tal comportamento quando defende que, do ponto de vista social, a experiência universitária promove em grande escala o fluxo e a reprodução de conhecimentos, ideias, habilidades, costumes e padrões de comportamento. Da perspectiva da promoção do desenvolvimento sustentável e, em particular, do transporte sustentável, a educação e a experiência universitária podem reforçar ou remodelar comportamentos e sensibilização de estudantes e produzir bons exemplos para a sociedade em geral. A nível individual, o que se fez enquanto estudante universitário tem efeitos profundos sobre o que se faz quando cresce.

2.1. Seleção de estudos de caso

Como citado anteriormente, esse artigo realiza um levantamento de produções científicas que examinam diferentes cenários da mobilidade em instituições de ensino superior. A busca pelos artigos de interesse realizou-se em julho de 2016 através da base *Web of Science*.

Inicialmente, definiram-se três combinações de palavras chaves a serem utilizadas nas buscas: “*modal choice*” e “*university*”; “*modal choice*” e “*students*”; “*commuting*” e “*university*”, das quais foram obtidos 290 artigos científicos como resposta. O período de publicação dos artigos varia de 1945 a 2016. Em seguida, foram importados os metadados em

forma de planilhas eletrônicas, contendo diversas informações sobre cada artigo como autor(es), título, periódico de origem, ano de publicação, total de citações, total de citações por ano, dentre outros.

A partir dos metadados dispostos, pôde-se então realizar uma análise sistêmica dos mesmos a partir de critérios utilizados para delimitar o material de interesse. Optou-se por iniciar o procedimento excluindo-se artigos com menos de uma citação por ano, o que resultou em um total de 121 artigos. Desses, verificou-se que 25 se repetiam e assim foram devidamente excluídos, restando 96.

A etapa seguinte foi a leitura de cada título individualmente e, quando necessário, dos resumos e corpo dos textos, onde verificou-se apenas 20 artigos de interesse para a análise. Parte significativa dos estudos encontrados e posteriormente descartados tinham como escopo instituições de nível médio escolar ou viagens não pendulares, como por exemplo, viagens em período de férias. Os títulos, bem como os autores, ano de publicação e média anual de citações estão escrutinados, em ordem decrescente de citações, no Quadro 1.

Quadro 1: Artigos selecionados para análise (continua).

Fonte: Elaboração própria

| Título | Autores | Citações por ano |
|--|---------------------------------------|------------------|
| Active commuting in a university setting: Assessing commuting habits and potential for modal change | Shannon <i>et al.</i> (2006) | 7,27 |
| Universities and the cycling culture | Bonham <i>et al.</i> (2010) | 2,86 |
| Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment | Delmelle <i>et al.</i> (2012) | 2,8 |
| Comparison of cyclists' and motorists' utilitarian physical activity at an urban university | Sisson <i>et al.</i> (2008) | 2,56 |
| Sustainable commute in a car-dominant city: Factors affecting alternative mode choices among university students | Zhou (2012) | 2,2 |
| Travel Choices and Links to Transportation Demand Management: Case Study at Ohio State University | Akar <i>et al.</i> (2012) | 2 |
| Psychosocial and environmental correlates of active commuting for university students | Molina-Garcia <i>et al.</i> (2010) | 1,86 |
| Active Commuting Patterns at a Large, Midwestern College Campus | Bopp <i>et al.</i> (2011) | 1,67 |
| Driving out of choices: An investigation of transport modality in a university sample | Lavery <i>et al.</i> (2013) | 1,5 |
| Managing a smart bicycle system when demand outstrips supply: the case of the university community in Seville | Castillo-Manzano <i>et al.</i> (2013) | 1,5 |

Quadro 1: Artigos selecionados para análise (conclusão).

Fonte: Elaboração própria

| Título | Autores | Citações por ano |
|--|------------------------------|------------------|
| Bicycling to university: evaluation of a bicycle-sharing program in Spain | Molina-Garcia et al. (2015) | 1,5 |
| The impact of transportation demand management policies on commuting to college facilities: A case study at the University of Trieste, Italy | Rotaris et al. (2014) | 1,33 |
| From better understandings to proactive actions: Housing location and commuting mode choices among university students | Zhou (2014) | 1,33 |
| Campus sustainability: climate change, transport and paper reduction | Atherton et al. (2011) | 1,17 |
| Measuring the potential for bicycling and walking at a metropolitan commuter university | Rybarczyk et al. (2014) | 1 |
| Fare-free public transit at universities - An evaluation | Brown et al. (2003) | 1 |
| Study of Employee Carsharing on the University Campus | Zhou (2013) | 1 |
| Travel Mode and Physical Activity at Sydney University | Rissel et al. (2013) | 1 |
| Ridesharing as a Green Commute Alternative: A Campus Case Study | Erdogan et al. (2015) | 1 |
| Do your neighbors affect your bicycling choice? A spatial probit model for bicycling to The Ohio State University | Wang, Chih-Hao et al. (2015) | 1 |

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No intuito de identificar os fatores de escolha modal mais citados na bibliografia, foi realizada uma análise do escopo de cada artigo através da leitura dos mesmos. O Quadro 2 expõe brevemente a descrição dos assuntos abordados pelos estudos, bem como os fatores citados por cada um deles. Os países de origem estão sintetizados no Gráfico 1. Tendo em vista que foram considerados apenas artigos de relevância científica, isto é, aqueles com média maior do que uma citação por ano, torna-se explícito o predomínio norte-americano nessa área de estudo.

Quadro 2: Descrição e fatores identificados em cada artigo científico selecionado

Fonte: Elaboração própria

| Título | Descrição | Fatores identificados |
|--|---|---|
| Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment | Estuda diferenças espaciais, temporais e de gênero na escolha modal de estudantes. Conclui que, para o caso estudado: Homens tem maior propensão à utilização de modos não motorizados enquanto mulheres tendem a preferir dirigir até o campus, assim como estudantes que já são pais; Períodos mais quentes do ano favorecem o transporte não motorizado. Propõe ainda aumento do valor do estacionamento no intuito de desmotivar o uso automóvel. | <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade de estacionamento; • Custo de estacionamento; • Condições climáticas; • Disponibilidade de TP na origem. |
| Travel Choices and Links to Transportation Demand Management: Case Study at Ohio State University | Investiga as escolhas modais individuais no <i>campus</i> da Universidade Estadual de Ohio (EUA) e o padrão de viagem da comunidade acadêmica. A partir disso, recomenda medidas de redução de viagens em modos privados motorizados. Os resultados mostram que a presença de estruturas ciclovárias e pontos de ônibus, aumentam a demanda por tais modos. Alunos tendem a utilizar mais os modos não motorizados do que funcionários. | <ul style="list-style-type: none"> • Tempo de percurso; • Segurança; • Flexibilidade de horário; • Liberdade para alterar rotas. |
| The impact of transportation demand management policies on commuting to college facilities: A case study at the University of Trieste, Italy | Analisa como são tomadas as escolhas modais entre os indivíduos que compõe a comunidade acadêmica da Universidade de Trieste (Itália) e quais impactos nessa escolha modal podem ser gerados por oito políticas de gestão da mobilidade. Conclui que, dentre as propostas, políticas que alteram o regulamento dos estacionamentos são capazes de afetar a escolha modal principalmente de professores e funcionários. Já a escolha dos estudantes pode ser afetada apenas pela introdução de tarifa por hora de estacionamento e pelo subsídio do serviço de ônibus, que reduzira a tarifa do mesmo. | <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade de estacionamento • Baixo custo de estacionamento; • Preocupação econômica. |
| Measuring the potential for bicycling and walking at a metropolitan commuter university | Verifica, através de padrões de viagem informados pela comunidade acadêmica da universidade (não informada), quais estratégias de gerenciamento da demanda de transporte (TDM) podem elevar a quantidade de viagens não motorizadas a caminho da universidade. Conclui que as principais barreiras para o transporte não motorizado são segurança, educação e a falta de "cultura da bicicleta" na cidade, enquanto que o alto custo de posse de um automóvel pode valorizar o uso de bicicletas. | <ul style="list-style-type: none"> • Segurança; • Nível de escolaridade; • Preocupação econômica; • Cultura ciclística. |

| Título | Descrição | Fatores identificados |
|--|---|---|
| Active commuting in a university setting: Assessing commuting habits and potential for modal change | Examina padrões de viagens da comunidade acadêmica da universidade (<i>University os Western Australia</i>), seu potencial de mudança modal, além de barreiras e aspectos motivadores de cada modo de transporte disponível para trajeto ao <i>campus</i> . Conclui que quanto mais próxima residência do campus, maior a propensão a mudança modal para transportes ativos e que os alunos mais jovens demostram maior interesse por automóveis. | <ul style="list-style-type: none"> • Tempo de percurso; • Idade; • Distância; • Preocupação econômica; • Disponibilidade de transporte público; • Condições climáticas; • Preocupação ambiental; • Preocupação com a saúde; • Disponibilidade de estacionamento. |
| Comparison of cyclists' and motorists' utilitarian physical activity at an urban university | Compara a distância percorrida e a atividade física praticada entre alunos ciclistas e motoristas da Universidade Estadual do Arizona (EUA). Conclui que os ciclistas moram, relativamente, mais perto do <i>campus</i> que motoristas, realizam quase o dobro do tempo de atividades físicas e permanecem aproximadamente dois terços do tempo a menos em transportes motorizados. | <ul style="list-style-type: none"> • Distância; • Tempo de percurso; • Condicionamento físico. |
| Universities and the cycling culture | Analisa a área do <i>campus</i> (<i>University os South Australia</i>) e as estruturas cicloviárias existentes, além do comportamento de diferentes grupos de ciclistas frequentadores do local. Conclui que o <i>campus</i> tem potencial locacional e estrutural para atrair viagens por modos não motorizados, mas falha nessa promoção. O transporte público tem elevada porcentagem na distribuição modal desses passageiros, mas pode aumentar ainda mais através do desenvolvimento intermodalidade. | <ul style="list-style-type: none"> • Intermodalidade; • Preocupação ambiental; • Preocupação com a saúde; • Segurança; • Acessibilidade para ciclistas. |
| Fare-free public transit at universities - An evaluation | Avalia o desempenho do programa de passe livre na <i>Universidade da California</i> , que consiste no subsídio das passagens de ônibus pela universidade garantindo a gratuidade dos estudantes no transporte público local. O número de viagens por modos públicos de transporte aumentou cerca de 56% no primeiro ano do programa, enquanto a utilização de automóveis caiu 20%. | <ul style="list-style-type: none"> • Preocupação econômica; • Subsídio para passagem dos alunos.. |

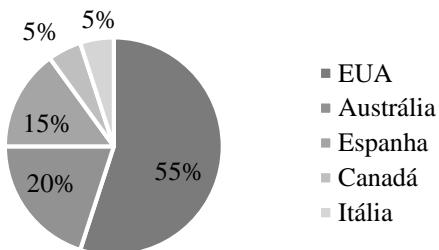
| Título | Descrição | Fatores identificados |
|--|--|---|
| Psychosocial and environmental correlates of active commuting for university students | Examina a correlação psicológica e ambiental das viagens por modos não motorizados para a universidade, através de análise de atributos pessoais de alunos de duas universidades espanholas (não informadas), como gastos semanais de energia com atividade física, <i>status socioeconômico</i> , barreiras para se transportar através de modos não motorizados, acesso a transportes privados individuais, dentre outros. Conclui que tanto variáveis psicológicas como ambientais estão correlatas ao uso de modos não motorizados no trajeto para universidade. | <ul style="list-style-type: none"> • Posse de automóveis; • Preocupação ambiental; • Condicionamento físico; • Estrutura ciclovária e de calçadas. |
| Sustainable commute in a car-dominant city: Factors affecting alternative mode choices among university students | Compara os padrões de viagem informados pelos estudantes da Universidade da Califórnia com características pessoais dos mesmos. Propõe estratégias, baseando-se na análise, como: Implementação de TDM (<i>travel demand management</i>), ampliação das informações sobre a operação de TP, dentre outras. | <ul style="list-style-type: none"> • Estruturas de transporte público; • Conforto; • Tempo de percurso; • Densidade das vias; • Densidade das calçadas; • Disponibilidade/ • Custo do estacionamento; • Arranjo domiciliar. |
| Active Commuting Patterns at a Large, Midwestern College Campus | Hierarquia variáveis demográficas, psicológicas e ambientais relacionadas à escolha por modos não motorizados para o trajeto à universidade (não informada). Conclui que, devido às atuais preocupações econômicas e ambientais, o estímulo a modos não motorizados deveria ser o alvo para a promoção da saúde no <i>campus</i> . | <ul style="list-style-type: none"> • Tempo de percurso; • Preocupação ambiental; • Flexibilidade para alterar rotas; • Preocupação econômica. |
| Campus sustainability: climate change, transport and paper reduction | Elabora estratégias relacionadas às mudanças climáticas, ao transporte e à redução da utilização de papel na Universidade de Tecnologia de Sydney. Para a elaboração de estratégias relacionadas aos transportes, o artigo realiza pesquisas de identificação dos padrões de viagem da população. | <ul style="list-style-type: none"> • Proximidade de estações de transporte público; • Tempo de percurso; • Preocupação com saúde; • Prazer. |

| Título | Descrição | Fatores identificados |
|--|---|--|
| Driving out of choices: An investigation of transport modality in a university sample | Investiga quais modos de transporte são utilizados pela comunidade acadêmica da Universidade de McMaster (Canada) e quais modos são considerados viáveis nos trajetos diários para o <i>campus</i> . Conclui que a modalidade é influenciada por uma combinação de variáveis demográficas, atitudinais e, em menor relevância, de uso do solo. Usuários regulares de modos não motorizados tendem a utilizar maior variedade modal para se deslocar, assim como fazem residentes de áreas densamente povoadas. Em geral, os entrevistados sentem segurança ao pedalar na cidade e estão dispostos a limitar as viagens de automóveis. | <ul style="list-style-type: none"> • Distância; • Densidade residencial local; • Densidade populacional local; • Preocupação econômica; • Companhia para pedalar. |
| Managing a smart bicycle system when demand outstrips supply: the case of the university community in Seville | Analisa a experiência da comunidade acadêmica da Universidade de Sevilha (Espanha) frente aos investimentos ciclovíários realizados na cidade, já que essas pessoas representam um terço da população de Sevilha, onde 6,6% das viagens motorizadas foram substituídas pelo uso da bicicleta. O sucesso do incentivo ao uso da bicicleta foi tão grande que o sistema saturou. Conclui que os usuários mais satisfeitos com o sistema ciclovário da cidade são aqueles que o utilizam para lazer, turistas, pessoas ambientalmente engajadas e aquelas que não tem outra opção de locomoção. | <ul style="list-style-type: none"> • Conforto; • Disponibilidade para alugar bicicletas; • Estruturas ciclovírias; • Preocupação ambiental; • Motivo da viagem. |
| From better understandings to proactive actions: Housing location and commuting mode choices among university students | Foca em alunos da Universidade da Califórnia para examinar o problema da dependência de automóveis nas grandes cidades, propondo a correlação entre o modo utilizado para se locomover até a universidade e características residenciais. Conclui que, diferentemente dos funcionários, os alunos preferem compartilhar a residência no intuito de morar em locais com maior disponibilidade de transportes públicos, mais próximos ao <i>campus</i> e dividindo o valor do aluguel. | <ul style="list-style-type: none"> • Preocupação econômica; • Distância; • Disponibilidade de transporte público; • Gênero; • Nível de escolaridade. |
| Study of Employee Carsharing on the University Campus | Analisa características pessoais dos membros da comunidade acadêmica de uma universidade (não informada) e características do compartilhamento de automóveis praticado por ela. Conclui que é possível elevar a taxa de compartilhamento de veículo entre funcionários que utilizam modos alternativos nesses trajetos, mais do que entre mulheres e funcionários que utilizam transporte motorizado. Além da conclusão de que estudantes compartilham mais veículos do que funcionários. | <ul style="list-style-type: none"> • Relação com a universidade; • Gênero; • Posse de automóvel. |

| Título | Descrição | Fatores identificados |
|---|--|---|
| Travel Mode and Physical Activity at Sydney University | Investiga os padrões de viagem da comunidade acadêmica da Universidade de Sydney (Australia) e o nível de atividade física praticada por ela. Aproximadamente 23% das viagens são realizadas por modos não motorizados. Funcionários tendem a utilizar automóveis duas vezes mais do que estudantes nesse trajeto, assim como tendem a utilizar mais modos não motorizados. Conclui que as pessoas tonam-se mais dispostas a realizar atividades físicas quando isso está atrelado à sua locomoção. | <ul style="list-style-type: none"> • Idade; • Relação com a universidade; • Gênero; • Nível de escolaridade. |
| Bicycling to university: evaluation of a bicycle-sharing program in Spain | Examina a mudança no comportamento modal dos franqueadores de uma universidade em Valência (Espanha) antes e depois da implementação de um programa de compartilhamento de bicicleta, além de determinar a correlação entre o programa e a promoção de uma vida mais saudável. Os resultados mostram que em 8 meses, a participação do programa cresceu 19%, aumentando a porcentagem de atividade física. Conclui que o programa foi bem sucedido na promoção do uso da bicicleta e no controle de peso dos estudantes. | <ul style="list-style-type: none"> • Distância; • Estruturas ciclovíárias; • Posse de automóvel • Segurança; • Preocupação ambiental. |
| Ridesharing as a Green Commute Alternative: A Campus Case Study | Estuda a demanda do compartilhamento de viagens no âmbito de uma certa universidade (não informada), investigando fatores que possam afetar o interesse da comunidade acadêmica por esse serviço. Conclui que tais fatores são significativos para auxiliar o planejamento de serviços de <i>carpooling/vanpooling</i> . | <ul style="list-style-type: none"> • Distância; • Custo de estacionamento; • Aplicativos de informação; • Flexibilidade de horário. |
| Do your neighbors affect your bicycling choice? A spatial probit model for bicycling to The Ohio State University | Investiga o interesse da comunidade acadêmica pelo uso da bicicleta a partir da afirmação de que a escolha modal não é afetada apenas por características individuais e pelas condições dos serviços de transporte, mas também pela escolha modal de seus vizinhos. Conclui que quanto mais próximo um não ciclista, afiliado a Universidade Estadual de Ohio (EUA), reside de alguém que utiliza sua bicicleta diariamente, mais facilmente esse modo torna-se atraente para ele. | <ul style="list-style-type: none"> • Gênero; • Distância; • Renda; • Segurança; • Custo do deslocamento; • Preocupação ambiental; • Estruturas ciclovíárias. |

Gráfico 1: Países de origem dos artigos selecionados.

Fonte: Elaboração própria



Já no Quadro 3, os fatores citados três ou mais vezes aparecem hierarquizados por total de citação entre os artigos selecionados. Em concordância com a classificação elaborada por Zhou (2012) e apresentada no item de revisão bibliográfica, os fatores mais recorrentes tem natureza em cinco dos seis grupos abordados pelo autor: psicológica (preocupação econômica, ambiental e com a saúde), de viagem (distância e tempo de percurso), relação com modos de transporte (segurança, custo e disponibilidade), pessoais do usuário (gênero, nível de escolaridade e posse de automóvel) e ambientais (disponibilidade de estacionamento, estruturas ciclovíárias).

Apesar de nenhum dos fatores mais citados se encaixarem no grupo de fatores de gestão, esses são citados, de maneira menos recorrente, como o fator “aplicativo de informação” e “subsídio para a passagem de alunos”. Além disso, é possível identificar a presença de outros fatores dessa natureza, mesmo que indiretamente, no escopo dos estudos, isto é, mesmo que não citada como um fator de escolha modal, a existência de campanhas e programas de incentivo ao uso de certo modo de transporte é tema central de alguns dos trabalhos listados.

Quadro 3: Recorrência dos fatores mais citados nos artigos revisados

Fonte: Elaboração própria

| Fatores identificados | Total de citações |
|-----------------------------------|-------------------|
| Preocupação econômica | 8 |
| Preocupação ambiental | 7 |
| Distância | 7 |
| Tempo de percurso | 6 |
| Segurança | 5 |
| Gênero | 4 |
| Disponibilidade de estacionamento | 4 |
| Custo de estacionamento | 4 |
| Estruturas ciclovíárias | 3 |
| Preocupação com a saúde | 3 |
| Disponibilidade de TP na origem | 3 |
| Nível de escolaridade | 3 |
| Posse de automóvel | 3 |

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na revisão bibliográfica apresentada, o artigo buscou identificar quais fatores são capazes de explicar o processo de escolha modal feita por membros da comunidade acadêmica de uma universidade. Uma análise de relevância dos fatores citados por cada artigo revelou que os mais recorrentes foram as preocupações econômica e ambiental e a distância, presente em cerca de 35% da bibliografia visitada.

Diante da notoriedade dada ao tema pelos vários e mais diversos estudos disponíveis na literatura e apresentados nos capítulos de introdução e revisão bibliográfica do presente artigo, torna-se clara a importância da análise dos padrões de viagens da comunidade acadêmica na busca pelo desenvolvimento e melhoria da qualidade da mobilidade em áreas urbanas.

Além disso, é incontestável a relevância do tema “mobilidade sustentável” nos artigos científicos analisados devido à elevada porcentagem de citação desse termo. Isto posto, a criação de medidas para a promoção de modos de transportes não motorizados e/ou públicos coletivos no universo acadêmico é essencial para o crescimento da qualidade da mobilidade e para a disseminação de práticas de locomoção mais sustentáveis.

Embora cada estudo de caso apresentado identifique diferentes combinações de fatores para explicar a escolha modal de sua comunidade acadêmica, pode-se verificar a recorrência de alguns desses fatores. A partir da reincidência constatada para cada um deles conclui-se o nível de relevância dos mesmos no processo de escolha modal dessa categoria de usuário.

Por fim, como sugestão para futuros trabalhos, indica-se limitar o escopo do estudo a cenários de uma única universidade, com elaboração de estratégias específicas para a mesma. Caso a instituição não tenha ainda desenvolvido estudos com objetivo de compreender a mobilidade praticada por sua comunidade acadêmica, a revisão bibliográfica realizada anteriormente deve auxiliar na busca pelo método mais adequado para fazê-lo. Nesse sentido, o presente artigo torna clara a eficácia da identificação de fatores que possam afetar a escolha modal, através de estudos específicos para cada universidade existente. Outra sugestão é investigação da relação entre características locacionais - tanto da origem da viagem, quanto do próprio *campus* - com os fatores aqui analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akar, G.; Flynn, C.; Namgung, M. (2012) **Travel Choices and Links to Transportation Demand Management: Case Study at Ohio State University.** *Transportation Research Record*
- Atherton, A.; Giurco, D. (2011) **Campus sustainability: climate change, transport and paper reduction** *International Journal of Sustainability in Higher Education* 12(3), 269-279
- Azevedo Filho, N. (2012). **Análise do Processo de Planejamento dos Transportes como Contribuição para a Mobilidade Urbana Sustentável.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos
- Bonham, J.; Koth, B. (2010) **Universities and the cycling culture** *Transportation Research Part D-Transport and Environment* 15(2), 94-102
- Bopp, M.; Kaczynski, A.; Wittman, P. (2011) **Active Commuting Patterns at a Large, Midwestern College Campus** *Journal of American College Health* 59(7), 605-611

- Brown, J; Hess, DB; Shoup, D. (2003) **Fare-free public transit at universities - An evaluation** *Journal of Planning Education and Research* 23(1), 69-82
- Campos, V. (2013) **Planejamento de transportes: conceitos e modelos de análise**. Ed. Interciênciac., Rio de Janeiro.
- Carvalho, D., Ribeiro, C. H., e Moraes, R. H. (2011) **Efeitos da variação da tarifa e da renda da população sobre a demanda de transporte público coletivo urbano no Brasil**. *Transportes*, 2237-1346
- Castillo-Manzano, Jose I.; Sanchez-Braza, A. (2013) **Managing a smart bicycle system when demand outstrips supply: the case of the university community in Seville** *Transportation* 40(2), 459-477
- Delmelle, E.; Delmelle, E. (2012) **Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment**. *Transport Policy*, 12, 1-9.
- Duarte, F.; Libardi, R. (2015) **Mobilidade Urbana e Universidades: o caso de Curitiba**. *Revista dos Transportes Públicos*, 29
- Erdogan, S.; Cirillo, C.; Tremblay, J. (2015) **Ridesharing as a Green Commute Alternative: A Campus Case Study** *International Journal of Sustainable Transportation* 9(5), 377-388
- Gonçalves, F. dos S. (2012) **Classificação dos PGVs e sua relação com as técnicas de análise de impactos viários**. *Dissertação de Mestrado PET/COPPE UFRJ*, Rio de Janeiro
- Lavery, T. A.; Paez, A.; Kanaroglou, P. S (2013) **Driving out of choices: An investigation of transport modality in a university sample** *Transportation Research Part A-Policy and Practice* 57, 37-46
- Libardi, R., e Duarte, F. (2007) **Mobilidade urbana e universidades: o caso de Curitiba**. *Revistas dos Transportes Públicos ANTP*.
- Meireles, A. (2014) **Mobilidade Sustentável no Acesso a Campi Universitários – Estudo de caso: Universidade do Minho**. *Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Braga*.
- Ministério das Cidades (2004) **Política nacional de mobilidade urbana sustentável**. Brasilia.
- Molina-Garcia, J.; Castillo, I.; Queralt, A.; Sallis, James F. (2015) **Bicycling to university: evaluation of a bicycle-sharing program in Spain** *Health Promotion International* 30(2) 350-358
- Molina-Garcia, J.; Castillo, I.; Sallis, James F. (2010) **Psychosocial and environmental correlates of active commuting for university students** *Preventive Medicine* 51(2), 136-138
- Parra, M. C. (2006) **Gerenciamento da mobilidade em campi universitários: problemas, dificuldades e possíveis soluções no caso da Ilha do Fundão**. *Dissertação de Mestrado PET/COPPE UFRJ*, Rio de Janeiro
- Rissel, C.; Mulley, C.; Ding, D. (2013) **Travel Mode and Physical Activity at Sydney University** *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10(8) 3563-3577
- Rotaris, L.; Danielis, R. (2014) **The impact of transportation demand management policies on commuting to college facilities: A case study at the University of Trieste, Italy** *Transportation Research Part A-Policy and Practice* 67, 127-140
- Rybarczyk, G.; Gallagher, L. (2014) **Measuring the potential for bicycling and walking at a metropolitan commuter university** *Journal of Transport Geography* 39, 1-10
- Shannon, T., Giles-corti, B., Pikora, T., Bulsara, M., Shilton, T., e Bull, F. (2006) **Active commuting in a university setting : Assessing commuting habits and potential for modal change**. *Transport Policy*, 13, 240–253.
- Shannon, T; Giles-Corti, B; Pikora, T; Bulsara, M; Shilton, T; Bull, F. (2006) **Active commuting in a university setting: Assessing commuting habits and potential for modal change** *Transport Policy* 13(3), 240-253
- Shen, J., Sakata, Y., e Hashimoto, Y. (2009) **The influence of environmental deterioration and network improvement on transport modal choice**. *Environment and science & policy*, 12, 338–346.
- Sisson, B.; Tudor-Locke, C. (2008) **Comparison of cyclists' and motorists' utilitarian physical activity at an urban university** *Preventive Medicine* 46(1), 77-79
- Tânia Filipa Araújo Meireles. (2014) **Mobilidade Sustentável no acesso a Campi Universitários - Estudo de caso: Universidade do Minho**. Universidade do Minho.
- Tyrinopoulos, Y., e Antoniou, C. (2013) **Factors affecting modal choice in urban mobility**. *European Transport Research Review*. 5(1), 27–39.
- Wang, C.; Akar, G.; Guldmann, J. (2015) **Do your neighbors affect your bicycling choice? A spatial probit model for bicycling to The Ohio State University** *Journal of Transport Geography* 42, 122-130
- Whalen, K. E., Páez, A., e Carrasco, J. A. (2013) **Mode choice of university students commuting to school and the role of active travel**. *Journal of Transport Geography*, 31, 132–142.

- Zhou, J. (2012) Sustainable commute in a car-dominant city : Factors affecting alternative mode choices among university students. *Transportation Research Part A*, 46(7), 1013–1029.
- Zhou, J. (2012) Sustainable commute in a car-dominant city: Factors affecting alternative mode choices among university students *Transportation Research Part A-Policy and Practice* 46(7), 1013-1029
- Zhou, J. (2013) Study of Employee Carsharing on the University Campus *Journal of Urban Planning and Development* 139(4), 301-310
- Zhou, J. (2014) From better understandings to proactive actions: Housing location and commuting mode choices among university students *Transport Policy* 33, 166-175

COMO AUMENTAR A DIGINIDADE DE PACIENTES DIALÍTICOS POR MEIO DA LOGÍSTICA

**Ana Cláudia Cassemiro Aguiar
Rodrigo de Alvarenga Rosa
Rafaella Ribeiro Caliman
Rafaela Pianca de Castro Alves
José Reynaldo Gama Vieira
Gustavo de Luna Pinto**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Transportes
Universidade Federal do Espírito Santo

RESUMO

O atual cenário do tratamento de hemodiálise no Estado do Espírito Santo não é digno para muitos dos pacientes, pois eles necessitam gastar muitas horas de viagem para poder chegar aos centros de hemodiálise. Alguns deles levam mais de seis horas viajando, incluindo a ida e o retorno, até esses centros e mais quatro horas para tratamento, ou seja, eles perdem um dia útil, sendo que este tratamento ocorre no mínimo três vezes por semana, o que não é uma condição digna para uma pessoa ter uma vida normal. Portanto, um planejamento estratégico da localização dos centros de hemodiálise visando à diminuição do tempo de deslocamento, seria de grande ganho para a qualidade de vida desses pacientes. Além disso, um bom planejamento também poderia minimizar os custos, pois, em sua grande maioria, este é um serviço público fornecido pelo Estado. Logo, o presente artigo propõe um modelo matemático com foco na escolha das melhores localizações para os centros de hemodiálise visando minimizar o tempo de deslocamento e o custo de implantação de novos centros. Foi avaliado o cenário atual do estado e a partir deste, vários outros cenários foram testados a fim de se chegar a um tempo máximo de 1 hora de viagem, sem custo adicional para o governo.

ABSTRACT

The current hemodialysis treatment scenario in the state of Espírito Santo is not worthy for many patients because they need to spend many hours of travel in order to reach the hemodialysis centers. Some of them take over six hours traveling, when considering the return, until those centers and four hours for treatment, ie they lose a working day, and this treatment takes place at least three times a week, which is not a decent condition for a person to have a normal life. Thus, a strategic planning of the location of hospitals aimed at reducing the travel time would be of great gain to the quality of life of the patients. In addition, a good planning could also minimize the costs because in most cases this is a public service provided by the state. Therefore, this article proposes a mathematical model focused on choosing the best locations for the hemodialysis centers in order to minimize the travel time and the implementation cost of new centers. It was evaluated the state current scenario and from that several other scenarios were tested in order to reach a maximum of 1 hour trip with no additional cost to the government.

Palavras chave: Qualidade de Vida do Paciente de Hemodiálise, Hemodiálise, Localização de Facilidades.

1. INTRODUÇÃO

Os rins são órgãos vitais do corpo humano. Sua função é eliminar toxinas, regular o volume de líquidos, como a água, e íons por meio da filtragem do sangue. Também exercem funções hormonais e metabólicas, inerentes ao organismo. Quando a eficiência renal cai abaixo de 10%,

a pessoa é indicada ao tratamento de hemodiálise, que substituirá sua função renal. São necessárias três sessões semanais de hemodiálise, de quatro horas cada, para cada paciente adulto (MELO et al, 2000).

A partir do diagnóstico, a Insuficiência Renal Crônica (IRC) traz consigo uma série de questões que marcam a vida do paciente e seus familiares, como desequilíbrio psicológico e interação social, pois o tratamento limita suas atividades diárias. O paciente com IRC convive diariamente com uma doença incurável, cujo tratamento baseia-se em sessões de hemodiálise, sendo de longa duração e doloroso. Compreender as limitações e proporcionar uma qualidade de vida a essas pessoas tem sido objeto de estudo para promover um melhor conforto a estes indivíduos (HIGA et al, 2007).

Atualmente, o cenário de tratamento de hemodiálise no estado do Espírito Santo não tem contribuído para a melhora da qualidade de vida dos pacientes com IRC, pois muitos deles precisam gastar várias horas de viagem a fim de alcançar os centros de hemodiálise. Alguns deles chegam a perder um dia útil de trabalho, pois levam mais de seis horas de viagem até os centros de hemodiálise, considerando a ida e o retorno, e mais quatro horas de tratamento. Considerando que este tratamento tem lugar, pelo menos, três vezes por semana, tem-se que essa condição não é digna para uma pessoa ter uma vida normal. Além disso, esses pacientes ainda enfrentam estradas e veículos de baixa qualidade, veículos que, na maioria das vezes, não são oferecidos pelo governo.

Visando o melhor conforto e dignidade destes pacientes, este artigo busca por meio de um modelo matemático, definir a quantidade de centros de tratamento de hemodiálise e em quais lugares os mesmos devem ser instalados, a fim de minimizar o tempo de transporte dos pacientes até esses centros para realizar as sessões de hemodiálise e de modo a também minimizar os custos de implantação de novos centros, tornando sua aplicação economicamente viável.

Este artigo está estruturado em seis capítulos, sendo o primeiro esta introdução. O Capítulo 2 traz uma visão geral sobre a hemodiálise. O Capítulo 3 descreve a metodologia utilizada. O Capítulo 4 refere-se ao modelo matemático utilizado. No Capítulo 5 são apresentados os resultados e as análises deste artigo. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões do artigo.

2. VISÃO GERAL SOBRE A HEMODIÁLISE

A hemodiálise é o procedimento de limpeza e filtragem do sangue que, por meio de uma máquina, substitui o papel do rim doente incapaz de fazer seu processo naturalmente. O processo visa liberar do corpo as toxinas prejudiciais à saúde, como o excesso de sal e de líquidos, onde controlará a pressão arterial e o equilíbrio de substâncias como sódio, potássio, ureia e creatinina (SBN, 2016).

Em fevereiro de 2016 registrou-se 22.739 procedimentos de hemodiálise para pacientes que realizam três sessões de hemodiálise por semana no estado do Espírito Santo (MINISTÉRIO DA SAÚDE - SIA/SUS, 2016). Dividindo o número de procedimentos por essas três sessões

que cada paciente crônico tem direito, chega-se ao número total de pacientes. Isso significa que existem 7.580 pacientes que realizam hemodiálise no estado.

Dependendo da situação clínica do paciente as sessões duram de três a cinco horas, com uma frequência de três a quatro vezes por semana. Para cada paciente há uma avaliação, e o médico nefrologista o encaminhará para o tratamento adequado as suas condições. É um tratamento delicado, que causa desconforto, pois, além da duração do procedimento e frequência de realização, o paciente ainda sente uma leve dor devido à agulha, há ocasionalmente uma queda de pressão arterial e ele também está sujeito a sentir dores de cabeça e cãibras.

Sorte e Modesto (2014) pesquisaram a respeito dos pacientes com IRC e concluíram que a qualidade de vida é diminuída em relação aos aspectos físicos, sem discriminação de faixa etária. Identificou que os níveis baixos de qualidade de vida em mulheres, são decorrentes de atividades impostas socialmente a elas, como cuidar da casa e dos filhos. Pessoas idosas também possuem uma qualidade de vida baixa, devido ao aspecto físico e ainda são os mais conformados com a doença.

Silva et al (2012) observaram que fatores como sexo feminino, envelhecimento, baixa escolaridade, ausência de vínculo empregatício e maior tempo de hemodiálise influenciam negativamente com a qualidade de vida dos pacientes.

Coutinho e Tavares (2011), além de obterem resultados semelhantes quanto ao fator idade, ao aspecto econômico e físico do paciente, apontaram uma necessidade quanto ao transporte para a unidade de terapia renal. Em entrevista com os pacientes em tratamento, os mesmos, apresentaram a dificuldade de locomoção à longa distância e a baixa qualidade dos veículos e rodovias como principais problemas. No estudo, os pacientes relataram que alguns veículos, tipo van, ambulâncias ou taxis estão mal conservados, e que, apesar do governo do estado de Minas Gerais entregar veículos modernos e confortáveis, isso não atingiu a grande maioria.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentadas as fontes de dados e informações do problema, Seção 3.1, e também os cenários propostos para análise, Seção 3.2.

3.1 Dados e informações do problema

Os dados a respeito da localização dos centros de hemodiálise disponíveis para a realização do tratamento, sua capacidade de atendimento e o número de procedimentos realizados foram fornecidos pelo Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016). As distâncias entre cidades foram retiradas do arquivo do DER-ES (DER, 2016).

Atualmente existem 19 centros que realizam o tratamento de hemodiálise no estado do Espírito Santo (MINISTÉRIO DA SAÚDE - SIA/SUS, 2016). Para a análise deste artigo, a capacidade

de atendimento a ser abordada será quantidade de centros de hemodiálise por município e não por local de atendimento, já que a maioria dos municípios possui mais de um centro. A Tabela 1 mostra todos os municípios que realizam atendimento, tendo o estado do Espírito Santo uma capacidade total de 1.266 atendimentos por dia.

Tabela 1 – Capacidade de atendimento por dia de cada centro de hemodiálise

| Município | Capacidade de atendimento |
|-------------------------|----------------------------------|
| Cachoeiro de Itapemirim | 69 |
| Cariacica | 93 |
| Colatina | 162 |
| Guaçuí | 30 |
| Guarapari | 60 |
| Linhares | 153 |
| São Mateus | 111 |
| Serra | 138 |
| Vila Velha | 141 |
| Vitória | 309 |
| Total | 1.266 |

Fonte: Ministério da Saúde – SIA/SUS (2016).

A Tabela 2 apresenta a divisão dos atendimentos por local de residência dos pacientes. Observa-se que, no mês de fevereiro, foram registrados 1.012 procedimentos de hemodiálise por dia em todo estado.

Tabela 2 – Relação de atendimentos por local de residência do paciente

| Município do paciente | Nº de atendimentos | Município do paciente | Nº de atendimentos |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Afonso Cláudio | 6 | Linhares | 49 |
| Água Doce do Norte | 3 | Mantenópolis | 6 |
| Águia Branca | 8 | Marataízes | 5 |
| Alegre | 8 | Marechal Floriano | 1 |
| Alfredo Chaves | 3 | Marilândia | 5 |
| Alto Rio Novo | 2 | Mimoso do Sul | 3 |
| Anchieta | 4 | Montanha | 5 |
| Aracruz | 25 | Mucurici | 2 |
| Atílio Vivacqua | 2 | Muniz Freire | 3 |
| Baixo Guandu | 9 | Muqui | 4 |
| Barra de São Francisco | 16 | Nova Venécia | 13 |
| Boa Esperança | 3 | Pancas | 8 |
| Brejetuba | 2 | Pedro Canário | 5 |
| Cachoeiro de Itapemirim | 58 | Pinheiros | 11 |
| Cariacica | 103 | Piúma | 8 |
| Castelo | 5 | Ponto Belo | 1 |
| Colatina | 51 | Presidente Kennedy | 3 |
| Conceição da Barra | 6 | Rio Bananal | 4 |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

| | | | |
|-----------------------|----|-------------------------|------|
| Conceição do Castelo | 2 | Rio Novo do Sul | 2 |
| Domingos Martins | 8 | Santa Leopoldina | 4 |
| Ecoporanga | 8 | Santa Maria de Jetibá | 5 |
| Fundão | 2 | Santa Teresa | 5 |
| Governador Lindenberg | 3 | São Domingos do Norte | 3 |
| Guaçuí | 5 | São Gabriel da Palha | 7 |
| Guarapari | 41 | São José do Calçado | 2 |
| Ibatiba | 5 | São Mateus | 46 |
| Ibiraçu | 2 | São Roque do Canaã | 2 |
| Ibitirama | 2 | Serra | 140 |
| Iconha | 3 | Sooretama | 6 |
| Irupi | 4 | Vargem Alta | 2 |
| Itaguaçu | 5 | Venda Nova do Imigrante | 3 |
| Itapemirim | 13 | Viana | 19 |
| Itarana | 2 | Vila Pavão | 5 |
| Iúna | 5 | Vila Valério | 7 |
| Jaguaré | 8 | Vila Velha | 89 |
| João Neiva | 8 | Vitória | 86 |
| Laranja da Terra | 3 | Total | 1012 |

Fonte: Ministério da Saúde – SIA/SUS (2016).

3.2 Cenários para avaliação e proposição da localização dos hospitais

Foram estudados quatro cenários para a avaliação e proposição da localização dos hospitais. O primeiro mostra a situação atual e, os outros três propõem ações para modificar este primeiro cenário a fim de que o paciente consiga ter acesso em um tempo digno frente a sua condição de saúde debilitada pela IRC. Para todos os cenários, foi considerada a velocidade média veicular do transporte de pacientes de 60 Km/h.

O Cenário I representa o cenário atual, onde todos os atendimentos são realizados pelos centros de hemodiálise nas localidades correspondentes, segundo as suas capacidades. Já o Cenário II é equivalente ao Cenário I, porém estabelece o tempo limite de viagem em 3 horas, visando realocar os pacientes com tempo de viagem acima de 3 horas. Para este cenário, não foram feitas propostas de novos centros de hemodiálise na expectativa que o modelo fosse capaz de realocar os pacientes de tal forma que respeitasse o limite de tempo estabelecido de 3 horas.

O Cenário III é análogo ao Cenário II, porém estabelece o tempo limite de viagem para 2 horas, visando realocar os pacientes com atendimentos acima de 2 horas. Para tal, são propostos novos centros de hemodiálise, localizados da melhor maneira a atender a demanda de pacientes, ficando abaixo do limite máximo de viagem estabelecido. Poderá ser utilizado as instalações de saúde existentes, para minimização dos custos. O custo de implantação será planejado com base no valor, feito por meio de pesquisa de mercado, de uma máquina de hemodiálise que custa R\$ 75.000,00. Cada máquina atende três pacientes por dia.

O Cenário IV é semelhante ao Cenário III, porém estabelece o tempo limite de viagem para 1 hora, visando realocar os pacientes com atendimentos acima de 1 hora. Para tal, são propostos novos centros, localizados da melhor maneira a atender a demanda de pacientes, ficando abaixo do limite máximo de viagem estabelecido. Também poderá ser utilizado as instalações de saúde existentes, para minimização dos custos.

4. MODELO MATEMÁTICO

O presente artigo utilizou um modelo matemático com foco na escolha das melhores localizações para os centros de hemodiálise, de modo a minimizar o custo total de implantação de novos centros, como também minimizar o tempo de viagem dos pacientes a esses centros, com capacidade limitada, bem como reduzir o número de pacientes não atendidos dentro do limite de tempo sugerido.

Considerou-se para o problema nm municípios e nh centros de hemodiálise. Os conjuntos utilizados foram: I - Conjunto de municípios que representam os pacientes, varia de 1 a nm ; J - Conjunto de locais dos hospitais candidatos, varia de 1 a nh .

Os parâmetros considerados foram: q_i - Quantidade de paciente por município i que deve realizar tratamento no centro de hemodiálise j ; d_{ij} - Distância do município onde residem os pacientes i aos centros de hemodiálise j ; f_j - Custo de instalação de um centro de hemodiálise j ; Q_j - Capacidade do centro de hemodiálise j ; V - Velocidade média; t - Tempo limite de viagem; M - Constante usada para a lógica do modelo que vale 99999.0; m - Constante usada para a lógica do modelo que vale 0.001.

As variáveis de decisão utilizadas foram: x_{ij} - Variável que indica o número de pacientes de um município i atendidos pelo centro de hemodiálise j ; y_j - Variável binária que assume o valor 1 se o centro de hemodiálise j for utilizado. A função objetivo e as restrições utilizadas no modelo são apresentadas a seguir.

- Função objetivo:

$$\text{minimizar} \sum_{j \in J} f_j y_j + M \sum_{i \in I} x_{i nh} + 0.1 \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (d_{ij} x_{ij}) / V \quad (1)$$

- Restrições:

$$\sum_{j \in J} x_{ij} = q_i \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} \leq Q_j \quad \forall j \in J \quad (3)$$

$$x_{ij} = 0 \quad \forall i \in I, j \in J, \frac{d_{ij}}{V} \geq t \quad (4)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall i \in I, j \in J \quad (5)$$

$$0 \leq y_j \leq 1 \quad \forall j \in J \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} \geq y_j m \quad \forall j \in J \quad (7)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} \leq y_j M \quad \forall j \in J \quad (8)$$

A função objetivo (1) representa o custo de instalação do centro de hemodiálise, o número de pacientes não atendidos e o tempo de deslocamento do paciente ao centro de hemodiálise. A função objetivo deve ser minimizada. As Restrições (2) garantem que todos os pacientes sejam atendidos. As Restrições (3) garantem que o total de pacientes que flui de todos os municípios para um hospital não exceda a capacidade do hospital. As Restrições (4) garantem que não exceda o tempo limite de viagem determinado. As Restrições (5) garantem que as variáveis sejam positivas. As Restrições (6) garantem que os valores das variáveis binárias sejam apenas 0 para não abrir um centro de hemodiálise ou retornará 1 para abrir. As Restrições (7) e (8) definem que se ocorrer fluxo para o hospital retornará 1, caso contrário retornará 0.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir da aplicação do modelo no problema definido, obteve-se os resultados para os cenários com configurações de 4, 3, 2 e 1 horas de tempo limite de deslocamento das residências até os centros de tratamento de hemodiálise.

5.1 Resultados do Cenário I

O Cenário I representa a situação atual, onde todos os municípios recebem atendimento no limite máximo de 4 horas. Os resultados obtidos evidenciam que o município de Laranja da Terra possui três pacientes atendidos acima do limite de 3 horas de viagem, sendo atendidos no centro de hemodiálise localizado em Vitória. A Tabela 3 mostra o número de atendimentos em faixas de tempo máximo de 4 horas.

Tabela 3 - Atendimentos em faixas de tempo máximo de 4 horas

| Horas | Nº de Atendimentos/dia |
|--------------|------------------------|
| 3 - 4 | 3 |
| 2 - 3 | 158 |
| 1 - 2 | 156 |
| 0 - 1 | 695 |
| Total | 1012 |

A partir desses resultados, serão analisados a distribuição dos atendimentos dos pacientes propondo novos cenários, de modo a reduzir o tempo limite de viagem para os pacientes até os centros de hemodiálise.

5.2 Resultados do Cenário II

No Cenário II foi proposto um limite de tempo de viagem de 3 horas. Os resultados apresentados mostraram que todos os pacientes foram atendidos, conforme a Tabela 4, sendo possível ainda realocar os três pacientes do município de Laranja da Terra. Os três pacientes que antes levavam 4 horas para chegarem ao centro de hemodiálise de Vitória, de acordo com o Cenário I, passaram a ser levados para o município de Cariacica, chegando ao centro de hemodiálise com tempo máximo de 3 horas de deslocamento. Para que isso ocorresse, o modelo realocou diversos pacientes para centros de hemodiálise diferentes, respeitando sempre o limite de tempo máximo de viagem de 3 horas e sem considerar a abertura de novos centros de hemodiálise.

Tabela 4 - Atendimentos em faixas de tempo máximo de 3 horas

| Horas | Nº de Atendimentos/dia |
|--------------|------------------------|
| 3 - 4 | 0 |
| 2 - 3 | 79 |
| 1 - 2 | 145 |
| 0 - 1 | 788 |
| Total | 1012 |

Neste cenário foi possível identificar os municípios com o tempo limite de viagem superior a 2 horas. A partir desses resultados, para compor o Cenário III, serão analisadas as melhores localizações para novos centros de hemodiálise para o atendimento dos pacientes dentro do limite de tempo máximo de viagem de 2 horas.

5.3 Resultados do Cenário III

Neste cenário foi proposto a implantação de cinco novos centros de hemodiálise, realocando os pacientes de maneira a atender a demanda com limite máximo de tempo de viagem de 2 horas. Obteve-se uma nova distribuição dos pacientes, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Atendimentos em faixas de tempo máximo de 2 horas

| Horas | Nº de Atendimentos/dia |
|--------------|------------------------|
| 3 - 4 | 0 |
| 2 - 3 | 0 |
| 1 - 2 | 196 |
| 0 - 1 | 816 |
| Total | 1012 |

Os resultados mostraram que a utilização dos cinco novos centros de hemodiálises propostos, permitiu que toda a demanda de pacientes do estado pudesse ser atendida dentro do limite máximo de viagem de 2 horas. Para este cenário, foram consideradas 20 novas máquinas, totalizando um custo de R\$ 1.500.000,00, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Custo de Implantação do Cenário III

| Centro de Hemodiálise (Localidade) | Quantidade de máquinas | Custo de implantação |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|
| Ecoporanga | 11 | R\$ 825.000,00 |
| Afonso Cláudio | 3 | R\$ 225.000,00 |
| Mucurici | 1 | R\$ 75.000,00 |
| Mantenópolis | 2 | R\$ 150.000,00 |
| Vila Valério | 3 | R\$ 225.000,00 |
| Total | 20 | R\$ 1.500.000,00 |

Também é possível observar que a realocação de pacientes para novos centros de hemodiálise, ocasionaria a ociosidade de algumas máquinas em centros já existentes, que deixariam de ser utilizadas por eles. No Cenário IV analisa-se a realocação do excedente de máquinas para esses novos centros, suprindo a necessidade de aquisição desse bem.

Partindo dos resultados do Cenário III, é possível identificar os municípios com o tempo limite de viagem superior a 1 hora até os centros de hemodiálise. A análise para o Cenário IV considerará estes municípios para a escolha da melhor posição dos centros em prol do atendimento dos pacientes dentro do limite de tempo máximo de deslocamento igual a 1 hora.

5.4 Resultados do Cenário IV:

Neste cenário foi proposto aumentar a capacidade de atendimento em Cachoeiro de Itapemirim e implantar dez novos centros de tratamento de hemodiálise para suprir o atendimento dos pacientes considerando o tempo máximo de viagem de 1 hora até essas unidades.

Tabela 7 - Atendimentos em faixas de tempo máximo de 1 hora

| Horas | Nº de Atendimentos/dia |
|--------------|-------------------------------|
| 3 - 4 | 0 |
| 2 - 3 | 0 |
| 1 - 2 | 0 |
| 0 - 1 | 1012 |
| Total | 1012 |

Os resultados mostraram que os dez centros de hemodiálises propostos foram utilizados, de maneira que toda a demanda de pacientes do estado pudesse ser atendida dentro do limite máximo de viagem de 1 hora, conforme a Tabela 7. Para este cenário foram implantadas 65 máquinas, totalizando um custo de R\$ 43.275.000,00, conforme descrito na Tabela 8. Com essas aquisições, o estado ficará com capacidade total de 1.461 atendimentos por dia, como mostra a Tabela 9, excedendo a atual demanda de 1.012 atendimentos por dia.

Tabela 8 - Custo de implantação do Cenário IV

| Centro de Hemodiálise (Localidade) | Quantidade de máquinas | Custo de implantação |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|
| Cacheiro de Itapemirim | 2 | R\$ 150.000,00 |
| Presidente Kennedy | 8 | R\$ 600.000,00 |
| Irupi | 5 | R\$ 375.000,00 |
| Afonso Cláudio | 4 | R\$ 300.000,00 |
| Brejetuba | 3 | R\$ 225.000,00 |
| Itarana | 4 | R\$ 1.650.000,00 |
| São Gabriel | 13 | R\$ 3.150.000,00 |
| Alto Rio Novo | 6 | R\$ 5.700.000,00 |
| Barra de São Francisco | 12 | R\$ 11.025.000,00 |
| Montanha | 3 | R\$ 21.750.000,00 |
| Pinheiros | 5 | R\$ 43.275.000,00 |
| Total | 65 | R\$ 43.275.000,00 |

Tabela 9 - Relação entre a capacidade de atendimento instalada e os atendimentos pela solução do modelo para o Cenário IV

| Centro de Hemodiálise (localidade) | Capacidade de Instalada | Atendimentos pela solução do modelo | Ociosidade |
|---|------------------------------------|--|-------------------|
| Cachoeiro de Itapemirim | 75 | 75 | 0 |
| Cariacica | 93 | 93 | 0 |
| Colatina | 162 | 67 | 95 |
| Guaçuí | 30 | 17 | 13 |
| Guarapari | 60 | 59 | 1 |
| Linhares | 153 | 67 | 86 |
| São Mateus | 111 | 65 | 46 |
| Serra | 138 | 138 | 0 |
| Vila Velha | 141 | 89 | 52 |
| Vitória | 309 | 164 | 145 |
| Presidente Kennedy | 24 | 22 | 0 |
| Irupi | 15 | 14 | 0 |
| Afonso Cláudio | 12 | 10 | 0 |
| Brejetuba | 9 | 9 | 0 |
| Itarana | 12 | 12 | 0 |
| São Gabriel Da Palha | 39 | 36 | 0 |
| Alto Rio Novo | 18 | 16 | 0 |
| Barra de São Francisco | 36 | 36 | 0 |
| Montanha | 9 | 8 | 0 |
| Pinheiros | 15 | 15 | 0 |
| Total | 1461 | 1012 | 438 |

A quantidade de máquinas atualmente ociosas, conforme mostra a Tabela 9, podem ser doadas para os centros de hemodiálise que precisariam de investimento. Desta forma, fazendo a realocação dessas máquinas para os novos centros, não seria necessário investimento referente à aquisição das mesmas. Na Tabela 10 é apresentada uma proposição de realocação das máquinas.

Tabela 10 - Proposta para realocação das máquinas para os novos centros

| Rebedor da Máquina | Doador da Máquina | Quantidade |
|---------------------------|--------------------------|-------------------|
| Cachoeiro de Itapemirim | Guaçuí | 2 |
| Presidente Kennedy | Vitória | 8 |
| Irupi | Vila Velha | 5 |
| Afonso Cláudio | Vitória | 4 |
| Brejetuba | Vitória | 3 |
| Itarana | Colatina | 4 |
| São Gabriel Da Palha | Linhares | 13 |
| Alto Rio Novo | São Mateus | 6 |
| Barra de São Francisco | Colatina | 12 |
| Montanha | Linhares | 3 |
| Pinheiros | Vitória | 5 |
| Total | | 65 |

Desta forma, o Cenário IV permite que os pacientes viagem menos de 1 hora para fazer o seu tratamento e, caso seja implantada a realocação de máquinas conforme a Tabela 10 , não haverá qualquer custo para o governo. Assim sendo, é possível por meio do Cenário IV aumentar a qualidade de vida e levar dignidade aos pacientes, já combalidos pela doença, a um custo zero.

6. CONCLUSÃO

Este artigo teve como objetivo principal fazer uma análise para melhorar a qualidade de vida dos pacientes dialíticos por meio da redução do tempo de viagem entre a residência do paciente e o centro de hemodiálise. Para tanto foi proposto um modelo matemático que analisasse cenários que diminuíssem esse tempo de viagem com um menor custo possível.

Mediante a análise dos resultados do modelo, observou-se que a capacidade de atendimento atual dos hospitais poderia ser distribuída, sem a necessidade de compra de novas máquinas para a instalação em outros locais.

Dentre os cenários analisados, o Cenário IV obteve os melhores resultados. Nele foi proposto novos centros de hemodiálise e a realocação de pacientes de modo a reduzir o tempo de viagem em menos de 1 hora. Além disso, propondo a realocação de máquinas, reduziu-se os custos de implantação desses novos centros de hemodiálise a zero.

Com isso, conclui-se que a utilização deste modelo beneficia a população que precisa de atendimento para o tratamento de hemodiálise, pois é capaz de reduzir, em muitos casos, o tempo de deslocamento dos pacientes até os centros de hemodiálise em até três horas de viagem,

contribuindo assim para uma melhor qualidade de vida e dignidade desses pacientes.

REFERÊNCIAS

- COUTINHO, N. P. S.; TAVARES, M. C. H. **Atenção ao paciente renal crônico, em hemodiálise, sob a ótica do usuário.** (2011) Disponível em: <http://iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011_2/artigos/csc_v19n2_232-239.pdf>. Acesso em: 04 maio 2016.
- DER-ES – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESPÍRITO SANTO. DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA. **Gerencia de Gestão Logística.** Disponível em: <<http://www.der.es.gov.br/download/TabelaDistancias.pdf>>. Acesso em: 24 abr 2016.
- HIGA, Karina et al. Qualidade de vida de pacientes portadores de insuficiência renal crônica em tratamento de hemodiálise. *Acta Paul Enferm*, v. 21, n. especial, 2008.
- MELO, P. R. S.; RIOS, E. C. S. D.; GUTIERREZ, R. M. V. **Equipamentos para hemodiálise: BNDS, Biblioteca Digital.** Rio de Janeiro, 2000. p. 105-134. Disponível em: <https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3068/1/BS%202012%20Equipamentos%20para%20Hemodi%C3%A1lise_P.pdf>. Acesso em: 04 maio 2016.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº1101/GM. **Parâmetros para cálculo da necessidade, da produtividade ou da cobertura de alguns equipamentos de diagnose e terapia.** 12 jun. 2002. Disponível em: <<http://www1.saude.ba.gov.br/regulasaude/2009/PN%20PORTARIAS%202009/nvos%20pdfs%202009/PT%20GM%201101%2012.06.2002.pdf>>. Acesso em 06 jul. 2016.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE – SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBULATORIAL DO SUS (SIA/SUS). **Indicadores – Serviços Especializados: atenção a doença renal crônica,** fev. 2016. Disponível em: <http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Especialidades_Listar.asp?VTipo=130&VListar=1&VEstado=32&VMun=&VComp=00&VTerc=00&VServico=130&VClassificacao=&VAmbu=&VAmbuSUS=&VHosp=&VHospSus=>. Acesso em: 23 maio 2016.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE – SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBULATORIAL DO SUS (SIA/SUS). **Produção Ambulatorial do SUS - Brasil - Por Local de Residência, Quantidade Aprovada Segundo Região,** fev. 2016. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe? sia/cnv/qbuf.def>>. Acesso em: 10 maio 2016.
- SBN - Sociedade Brasileira de Nefrologia. Hemodiálise. Disponível em: <<http://sbn.org.br/publico/tratamentos/hemodialise/>>. Acesso em: 10 maio 2016.
- SILVA, A. D. C; COELHO, D. M; DINIZ, G. D. C. L. M. **Qualidade de vida dos pacientes com insuficiência renal crônica submetidos à hemodiálise em um hospital público de Betim, Minas Gerais: Sinapse Múltipla, 2012.** p. 103-113.
- SORTE, E. T. B.; MODESTO, A. P. **Qualidade de Vida de pessoas com Doença Renal Crônica: uma revisão integrativa.** *Revista Saúde e Desenvolvimento*, vol.6 n.3, jul, dez 2014.

CONFIABILIDADE COMO CONCEITO DIRECIONADOR PARA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE DA REDE VIÁRIA

George Vasconcelos Goes¹

Márcio de Almeida D'Agosto¹

Bruno Vieira Bertoncini²

Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE¹

Programa de Engenharia de Transportes

Universidade Federal do Ceará²

Departamento de Engenharia de Transportes

RESUMO

O atributo de vulnerabilidade busca inferir o impacto no desempenho de uma rede viária, em termos monetários ou não monetários, após a obstrução total ou parcial de um arco ou nó. No âmbito do transporte, estimar a vulnerabilidade de um aglomerado urbano, analisando individualmente a obstrução de cada arco, pode se tornar uma atividade onerosa. Logo, lança-se mão de métodos que buscam direcionar a análise para os arcos mais vulneráveis da rede, sem a necessidade de obstruir individualmente. O objetivo desse artigo foi verificar a eficácia da confiabilidade como conceito direcionador para a análise da vulnerabilidade da rede, considerando aspectos econômicos e ambientais. Para isso, desenvolveu-se um método para análise da vulnerabilidade de uma rede viária a partir da confiabilidade. A validação do método foi realizada em um recorte da rede viária da cidade de Fortaleza/Brasil. Os resultados não evidenciaram indícios significativos que a confiabilidade possa ser um direcionador eficaz, não demonstrando efeitos significantes no custo generalizado e emissões de CO₂.

PALAVRAS-CHAVE: Rede viária; Confidabilidade; Vulnerabilidade; Emissões de CO₂.

ABSTRACT

Vulnerability is a performance attribute that assesses the impact of a link obstruction in a transport network. The concept allows analyzing the network resilience in different scenarios, measuring costs for distinct actors involved. However, estimating the vulnerability of each link in large networks may become an expensive research. Thus, recent publications have shown potential methods to reach the most vulnerable links without obstructing all individually. The aim of this paper was to verify the effectiveness of reliability concept as a mean to identify vulnerability of the network, considering economic and environmental aspects. Hence, an estimation method of network vulnerability considering the reliability was developed. The results infer that reliability had no significant effects on the generalized cost or CO₂ emissions.

KEYWORDS: Road Network; Reliability; Vulnerability; CO₂ emissions.

1. INTRODUÇÃO

Nos centros urbanos, o incremento dos Veículos Urbanos de Carga (VUC) pela rede viária contribui para o aumento da relação fluxo/capacidade, podendo ocasionar congestionamentos e potencializar a emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE). Isto posto, tem-se considerado o transporte de cargas como importante objeto de pesquisa no campo da modelagem com o propósito de compreender seus componentes, em especial os custos associados à distribuição de mercadorias e os impactos ambientais e socioeconômicos, tanto locais como globais.

Cascetta (2009) enumera alguns dos elementos constituintes dos custos logísticos que devem ser considerados no processo de modelagem como: (1) custos associados à gestão do pedido; (2) custos de transporte; (3) custos de perdas e danos, (4) custos de capital imobilizado durante

o transporte; (5) custos de atrasos e (6) custos de insegurança. Insere-se, nesse contexto, fatores de emissões de GEE para cada situação de tráfego e de veículo utilizado. Assim, as dificuldades para controlar ou medir as variáveis oriundas do TUC vêm sendo discutidas pela literatura especializada, composta por autores como: Taylor *et al.* (2006), Scott *et al.* (2006), Chen *et al.* (2012), Jenelius *et al.* (2012), Knoop *et al.* (2012) e Snelder *et al.* (2012), através de conceitos como confiabilidade e vulnerabilidade da rede viária.

Oliveira *et al.* (2013) conceituam a vulnerabilidade como o atributo de desempenho relacionado ao impacto de eventos aleatórios não recorrentes ou de baixa recorrência em uma rede viária, capazes de comprometer a capacidade de um segmento (arco) ou grupo de segmentos. Ao considerar que a medição da vulnerabilidade passa pela redução ou obstrução da capacidade dos arcos e pela análise do impacto em termos de aumento do tempo da viagem ou de custos monetários (JENELIUS *et al.*, 2012), existem na literatura métodos que podem ser utilizados e que são divididos em dois grupos (KNOOP *et al.*, 2012). O primeiro grupo contém os métodos de cálculos completos, ou seja, a capacidade é reduzida para cada arco individualmente. Desta forma, faz-se uma varredura na rede viária para descobrir quais arcos são mais vulneráveis na rede viária. O segundo grupo utiliza, de maneira prévia, alguns critérios para ter uma direção na busca de elos mais vulneráveis. Nessa abordagem, primeiro se selecionam arcos que são possivelmente vulneráveis, baseados em características específicas (exemplo: uso do solo, topologia, condições de acessibilidade, histórico de desastres etc.). Para esses arcos uma análise mais detalhada é realizada através da redução da capacidade e, com isso, avalia-se a vulnerabilidade de cada arco.

Desenvolver métodos que se enquadrem no segundo grupo é interessante do ponto de vista da modelagem de rede, no intuito de reduzir iterações no processo de simulação computacional do experimento. Pode-se, portanto, identificar os arcos mais vulneráveis da rede viária de forma indireta, ou seja, que não necessite reduzir a capacidade individualmente de todos os arcos de uma rede. Para redes de aglomerados urbanos, a utilização desses métodos pode acarretar em economia de recursos.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um procedimento que possibilite verificar a eficácia do atributo da confiabilidade como direcionador para a análise de vulnerabilidade da rede viária, em termos de aumento do tempo e emissões de CO₂, aplicado ao Transporte Urbano de Carga (TUC). Tal concepção contribui, metodologicamente, para a redução do tempo de processamento das simulações computacionais de restrições na capacidade dos arcos de uma rede viária, bem como para a verificação da vulnerabilidade em meios urbanos em termos de emissões de GEE, no caso CO₂.

O trabalho foi dividido em seis seções. A Seção 2 apresenta a relação entre confiabilidade e vulnerabilidade. A Seção 3 demonstra o procedimento desenvolvido nesta pesquisa para análise da vulnerabilidade da rede viária. Na Seção 4, tem-se a aplicação do procedimento e os

resultados encontrados. Na Seção 5 são apresentadas as análises. Por fim, a Seção 6 discute as conclusões, as limitações e as recomendações para trabalhos futuros.

2. SIMILITUDE DOS ATRIBUTOS

Apesar de tanto a vulnerabilidade como a confiabilidade terem como objetivo caracterizar um cenário de desempenho, considerando as alterações e incertezas da rede de transportes, existem diferenças evidentes entre elas. Vulnerabilidade da rede se refere às fraquezas da rede e às consequências econômicas, sociais ou ambientais dessas falhas, não necessariamente para a probabilidade de ocorrência. Contudo, Snelder *et al.* (2012) salientam que em uma visão holística, ou seja, do funcionamento de todo o sistema, a probabilidade é de grande relevância, haja vista que se a probabilidade de ocorrerem perturbações puder ser reduzida, haverá um grande efeito sobre o tempo de viagem médio e a confiabilidade desse tempo de viagem.

A confiabilidade remete a um intervalo significativo de medições do tempo de viagem, portanto, busca determinar a probabilidade em que o tempo de viagem experimentado pelo usuário esteja dentro de um determinado nível de serviço. Para isso, analisa-se quais distúrbios podem interferir no percurso de uma rota. Com a vulnerabilidade, a ênfase recai sobre o período em que o efeito de uma perturbação específica é perceptível. Centra-se no impacto das perturbações individuais e não tanto sobre as probabilidades de esses distúrbios ocorrerem.

3. PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DA VULNERABILIDADE

A Figura 1 ilustra as etapas metodológicas seguidas neste trabalho.

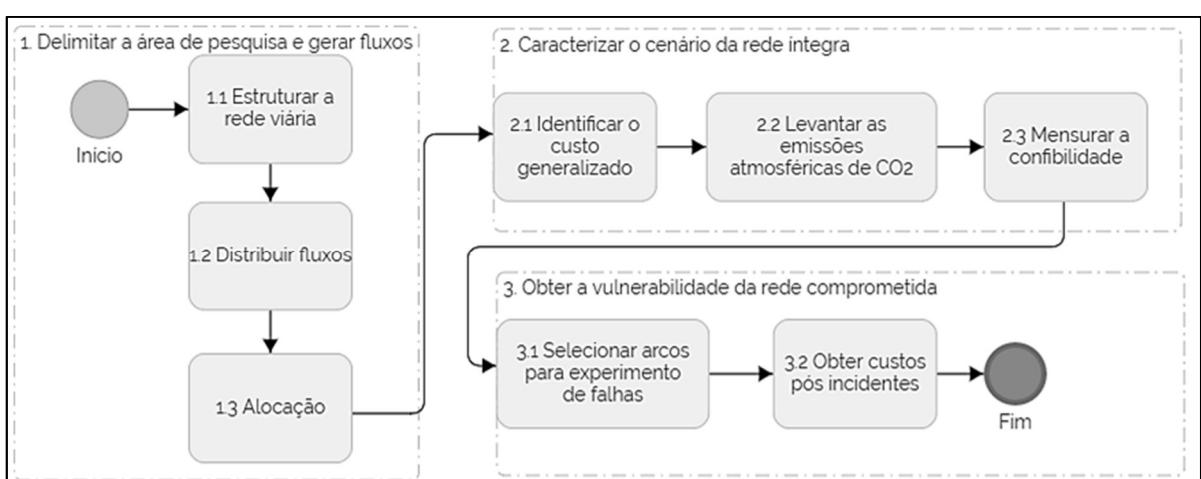


Figura 1: Análise da vulnerabilidade através do direcionador de confiabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O procedimento utilizado nesse trabalho, aplica-se em redes viárias urbanas com presença de congestionamentos. As atividades consistem de:

1. Delimitar a área de pesquisa e gerar fluxos – através das Etapas 1.1, 1.2 e 1.3;

2. Caracterizar o cenário da rede íntegra – Etapas 2.1, 2.2 e 2.3;
3. Obter a vulnerabilidade da rede comprometida – Etapas 3.1 e 3.2;
4. Análise dos resultados – Etapa 4.1.

4. APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO E RESULTADOS ENCONTRADOS

Nesta seção, demonstra-se a aplicação do procedimento desenvolvido e a apresentação dos resultados obtidos.

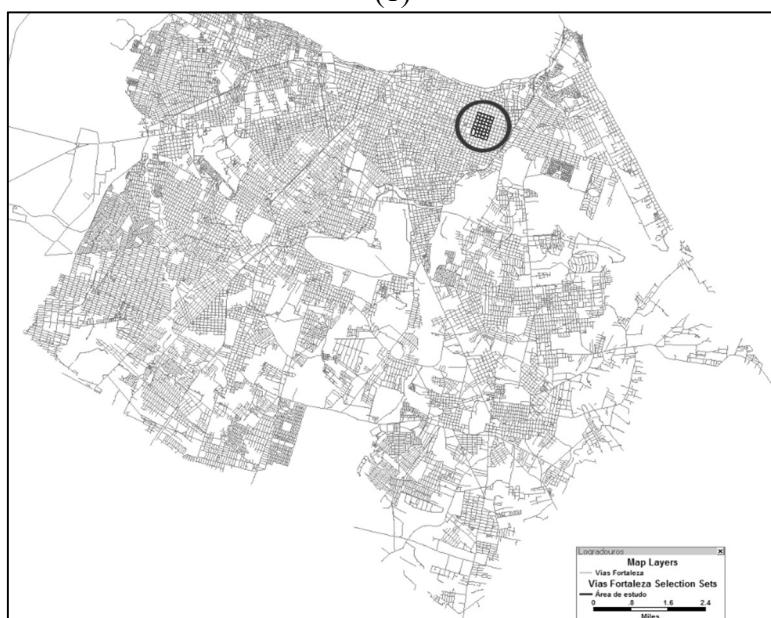
4.1 Atividade 1: Delimitar a área de pesquisa e gerar fluxos

A Atividade 1, consiste das etapas: 1.1 Estruturar a rede viária, 1.2 Estimar a Matriz OD de carga e 1.3 Alocar o fluxo dos Veículos Urbanos de Carga (VUC) na rede.

4.1.1 Etapa 1.1: Estruturar a rede viária

O procedimento foi aplicado em parte da rede viária cidade de Fortaleza (CE), especificamente na região que abrange o bairro da Aldeota (Figura 2), área adensada e que concentra grande quantidade de comércio e serviços, ou seja, há movimentação de carga urbana e presença constante de congestionamentos. Ademais, a área está inserida na Zona de Restrição de Circulação (ZRC) do município. O recorte da rede viária contém 47 nós, conectados entre si por 74 arcos orientados. Os nós de origem (6, 30 e 42), foram escolhidos por estarem próximos a zonas industrializadas. A escolha dos pontos de destino (1, 20 e 47) se justifica por serem pontos estratégicos de recebimento de cargas. Os pontos 1 e 20 representam três shopping centers situados na área de abrangência. O ponto 47 representa a saída do sistema de transporte em direção à outra região comercial da cidade.

(1)



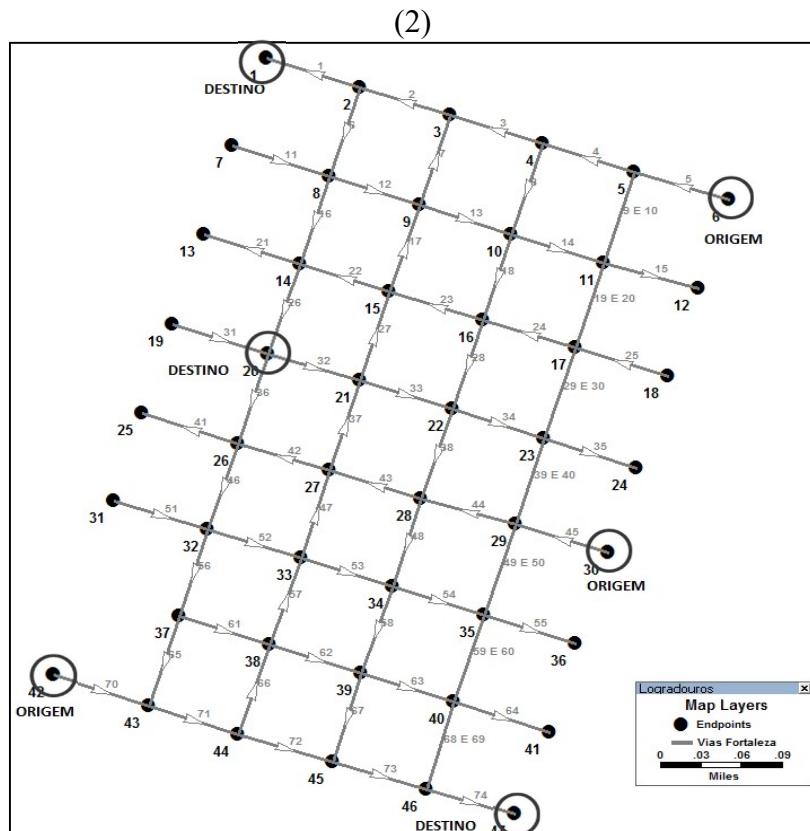


Figura 2: (1) Região do experimento e (2) pontos OD distribuídos na rede.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Adotou-se 1.250 veículos por hora (vph) como capacidade para cada faixa de tráfego, conforme estudo realizado em vias urbanas semaforizadas, apresentado por Colella *et al.* (2004). O comprimento por arco foi padronizado em 113 metros, uma vez que representa a média dos comprimentos do recorte da região. Cada trecho possui entre quatro e cinco arcos, com velocidades máximas regulamentadas de 40 km/h (coletoras) e 60 km/h (arteriais). Desse modo, o tempo de viagem para cada arco em fluxo livre (nenhum veículo alocado) é de 6,78 segundos para as arteriais e 10,17 segundos para as coletoras. É evidente que ao carregar a rede, o tempo das viagens, o custo generalizado e a emissão de CO₂ sofrerão variações, os quais podem influenciar na decisão da escolha da rota pelo usuário.

4.1.2 Etapa 1.2: Distribuir fluxos

A movimentação dos VUC entre os pares origem-destino foi representada por uma Matriz OD de carga (Tabela 1).

Tabela 1: Matriz OD de carga.

| Origem/destino (nós) | 1 | 20 | 47 | Σ |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 6 | 16 | 13 | 17 | 46 |
| 30 | 23 | 20 | 18 | 61 |
| 42 | 15 | 22 | 16 | 53 |
| Σ | 54 | 55 | 51 | 160 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nesse experimento, ela foi desenvolvida mediante a contagem de estabelecimentos comerciais e industrias nos trechos da rede viária e teve seu volume inferido baseado na quantidade de estabelecimentos comerciais e indústrias da região (2 *shopping centers*, 208 comércios e 2 indústrias). Desta forma, foi obtida por um método expedito, desenvolvido internamente para realização do trabalho e sem qualquer garantia ou pretensão, que a mesma represente o real carregamento de VUC na área em estudo. Tratou-se de contagem *in loco* dos veículos de carga que viajaram entre os pontos OD no intervalo de 1 hora. Embora reconheça-se que uma Matriz OD real traria maior contribuição ao método, entendeu-se que devido ao objetivo ser de verificar a aplicabilidade da proposta, os fluxos entre pares OD não seriam o elemento central de análise a ser considerado.

4.1.3 Etapa 1.3: Alocação

Nesta etapa, adotou-se o modelo de equilíbrio determinístico do usuário, cujos preceitos iniciais foram desenvolvidos por Wardrop (1952). A decisão se baseou na utilização do modelo por outros autores da literatura especializada como Jenelius *et al.* (2006), Scott *et al.* (2006), Tampère *et al.* (2007), Sullivan *et al.* (2010) e Huang *et al.* (2012). Desta forma, os autores citados partem do princípio que as realocações de usuários dispersos pela rede viária impactam no tempo de viagem dos arcos no sistema. No modelo de equilíbrio determinístico, os fluxos dos arcos f e os seus correspondentes custos c , são obtidos ao aplicar simultaneamente um modelo de oferta e um modelo de demanda (CASSETTA, 2009). Nesse tocante, a função objetivo busca minimizar o tempo total (t_a) da rede de transportes, conforme Equação 1.

$$F = \sum_{a \in A} \int_0^{xa} t_a(y) d_y \quad (1)$$

Sujeito à

$$\sum_{k=1}^{nij} x_{ij}^k = T_{ij}^k \quad \forall (i, j) \in OD \quad (2)$$

$$x_a = \sum_{k=1}^{nij} x_{ij}^k \sum_{(i,j) \in OD} (p_{ij}^k)_a (x_{ij}^k) \quad \forall i \in A \quad (3)$$

$$x_{ij}^k \geq 0 \quad \forall k = (1, \dots, n_{ij}) \quad (4)$$

Em que t_a : custo do arco a (tempo);
 x_a : fluxo no arco a ;
 y : constante calibrada;
 T_{ij} : quantidade de usuários que desejam se locomover do nó i para o nó j ;
 x_{ij}^k : quantidade de usuários que percorrem p_{ij}^k (k -ésimo caminho entre i e j);
 $p_{ij}^k = 1$, se o arco $a \in p_{ij}^k$ ou 0, caso não pertença.

O custo do arco t_a (medido em tempo) é estimado consoante Equação 5, desenvolvida no *Bureau of Public Roads* (BPR), tratada na NCHRP 365 (TRB, 1998).

$$t_a = t_{0,a} \left[1 + b \left(\frac{f_a}{cap_a} \right)^y \right] \quad (5)$$

Nos quais: t_a : tempo do arco a ;
 $t_{0,a}$: tempo inicial do arco a ;
 f_a : fluxo no arco a ;
 cap_a : capacidade do arco a ;
 y : constante de calibração;
 b : constante de calibração.

Após a realização da Etapa 1.3, carregando a rede viária, observou-se a redução da velocidade média (32%), bem como o aumento do tempo de viagem total dos usuários (64%) durante o período da análise. Conforme Tabela 2.

Tabela 2: Atributos consolidados da rede.

| Rede | Fluxo livre | Carregada | Variação (%) |
|-----------------------------|-------------|-----------|--------------|
| Velocidade média (km/h) | 44 | 30 | -32% |
| Tempo percurso total (seg.) | 702 | 1.153 | +64% |

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 Atividade 2: Caracterizar o cenário da rede íntegra

Após a delimitação da rede viária, é realizada a caracterização da área do experimento.

4.2.1 Etapa 2.1: Identificar o custo generalizado

A Tabela 3, evidencia as variáveis de custos monetários adotadas como fatores de análise da vulnerabilidade do arco da rede. Os componentes remetem a um VUC modelo Ford Cargo 815 (ano 2004) obtidos no trabalho de Goes (2015). As variáveis de combustível, pneus e óleos possuem representatividade na composição do custo total de transporte, sendo significativas no processo da tomada de decisão quanto escolha da rota.

Tabela 3: Dados de consumo do VUC.

| Custo | Valor (R\$/km) |
|----------------------|----------------|
| Combustível (Diesel) | R\$ 0,47 |
| Pneu | R\$ 0,06 |
| Lubrificante | R\$ 0,02 |
| Rendimento | 4,99 km/l |

Fonte: (GOES, 2015)

4.2.2 Etapa 2.2: Levantar emissões atmosféricas de CO₂

O fator de emissão de CO₂ (2,671 kg/l) para caminhões semileves a pesados foi obtido conforme relatório do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2013).

4.2.3 Etapa 2.3: Mensurar a confiabilidade

Como forma de mensurar a confiabilidade, optou-se por coletar a variância do tempo médio de viagem para trecho (conjunto de arcos que compõem um logradouro) da rede. Os dados extremos obtidos (primeiro e terceiro quartil das médias amostrais) foram considerados como confiabilidade alta e baixa respectivamente. Por conseguinte, realizou-se a coleta de amostras, utilizando o método das placas descrito no Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006). Tal método, consiste do registro na entrada e saída do trecho analisado da placa e hora de passagem dos veículos. As placas foram comparadas e os tempos/velocidades aferidos, desta forma, a variância do tempo pôde ser medida.

A coleta dos dados considerou o número de 30 amostras de \bar{x} (tempo médio de viagem por arco), suficientemente grande para que a média represente o fenômeno, como uma distribuição Normal, tal qual descrito no Teorema do Limite Central (DEVORE, 2006). Os meios de obtenção dos dados foram manuais (observação) e eletrônicos (radares e câmeras), dependendo da via analisada. Os arcos 1 ao 5 e 31 ao 35 são monitorados por radar eletrônico cujos dados para medição da variância do tempo de viagem foram obtidos pelo CTAFOR. Para os trechos que não dispõem de radares eletrônicos, utilizou-se o método do observador móvel (DECOPPE, 2014). Assim, a confiabilidade dos arcos é exposta na Tabela 4. Considerou-se alta a variância que fosse inferior à 0,15 min² (primeiro quartil) e baixa quando fosse superior à 0,50 min² (terceiro quartil).

Tabela 4: Confiabilidade dos arcos da rede.

| Arcos | Variância de cada trecho (min ²) |
|--|--|
| 6;16;26;36;46;56;65 | 0,02 |
| 7;17;27;37;47;57;66 | 0,25 |
| 8;18;28;38;48;58;67 | 0,21 |
| 9;10;19;20;29;30;39;40;49;50;59;60;68;69 | 0,49 |
| 11;12;13;14;15 | 0,12 |
| 21;22;23;24;25 | 0,81 |
| 41;42;43;44;45 | 0,42 |
| 51;52;53;54;55 | 0,04 |

Tabela 4: Continuação.

| Arcos | Variância de cada trecho (min ²) |
|----------------|--|
| 61;62;63;64 | 0,15 |
| 31;32;33;34;35 | 0,50 |
| 1;2;3;4;5 | 0,30 |
| 70;71;72;73;74 | 0,98 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.3 Atividade 3: Obter a vulnerabilidade da rede comprometida

Após a aferição da confiabilidade dos arcos da rede viária, tornou-se viável verificar se a confiabilidade de um arco pode direcionar para os elos mais vulneráveis de uma rede viária.

4.3.1 Etapa 3.1: Selecionar arcos para experimento de falhas

Foram tratados cinco cenários com o propósito de representar situações de falhas em arcos com medidas extremas de confiabilidade, identificando a variação no custo generalizado e na emissão de CO₂ em cada situação:

- Cenário 1: representa a situação de rede plena, ou seja, sem obstrução;
- Cenário 2: falha no arco 72 (confiabilidade baixa, 0,98 min²);
- Cenário 3: falha no arco 63 (confiabilidade baixa, 0,98 min²);
- Cenário 4: falha no arco 13 (confiabilidade alta, 0,12 min²);
- Cenário 5: falha no arco 36 (confiabilidade alta, 0,02 min²).

Para representar uma situação de interrupção, consequentemente a redução no fluxo do arco atingido, a capacidade foi reduzida a 1 vph para cada cenário de degradação simulado.

4.3.2 Etapa 3.2: Obter custos pós-incidentes

A análise dos custos foi baseada na variação da quilometragem percorrida, oriunda das mudanças de rotas em função das obstruções dos arcos. Isto posto, quanto maior o delta de custo e maior a emissão de CO₂, maior a vulnerabilidade do arco. Os resultados da variação no custo generalizado, para cada rota entre os pares OD, são expostos na Tabela 5. O valor se refere ao custo variável (combustível, pneu e lubrificante) dos 160 VUC alocados na rede, cujas alterações de rotas resultaram em variações na quilometragem percorrida. Portanto, comparou-se o custo da obstrução em relação ao Cenário 1.

Tabela 5: Aumento do custo generalizado da rede e das emissões de CO₂.

| Cenário | Descrição | Custo Gen. | Emissões CO ₂ | Variação - Custo e Emissão de CO ₂ (%) |
|-----------|--------------|-------------------|--------------------------|---|
| Cenário 1 | Rede intacta | R\$ 532,45 | 514,00 kg | - |
| Cenário 2 | Conf. Baixa | R\$ 539,47 | 520,78 kg | 1,32 |
| Cenário 3 | Conf. Baixa | R\$ 532,45 | 514,00 kg | 0,00 |
| Cenário 4 | Conf. Alta | R\$ 532,45 | 514,00 kg | 0,00 |
| Cenário 5 | Conf. Alta | R\$ 532,45 | 514,00 kg | 0,00 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS ENCONTRADOS

Através da aplicação do procedimento desenvolvido neste trabalho, foi possível identificar a confiabilidade dos arcos de uma rede viária e verificar se os valores extremos podem ser utilizados como direcionadores para análise da vulnerabilidade, considerando aspectos monetários e ambientais.

Os resultados não evidenciaram relação entre arcos mais ou menos confiáveis com o impacto que suas obstruções geram na rede viária em termos de custos. Conforme Tabela 5, o Cenário 2 (falha no arco 72, de baixa confiabilidade) foi o único que apresentou variação do custo generalizado, com aumento de 1,32% em relação ao cenário de rede íntegra. Nos cenários 3 a 5 a variação na quilometragem percorrida foi nula. Quanto ao componente ambiental, a emissão de CO₂ apresentou variação na mesma proporção do custo generalizado, haja vista que ambos atributos variam diretamente com a quilometragem percorrida pelo usuário da rede viária.

Logo, pelos resultados da aplicação, é possível inferir que o atributo de confiabilidade não está necessariamente relacionado a vias altamente vulneráveis para a rede viária, tanto para vias com valores altos como para vias com valores baixos, uma vez que poucos veículos alteraram suas rotas traçadas inicialmente, ou seja, a percepção do custo da rota se manteve inalterada, mesmo perante a obstrução dos arcos nos quatro cenários simulados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As conclusões são pertinentes para contribuir com o estudo de Knoop *et al.* (2012) no que se refere ao estabelecimento de critérios prévios para o teste da vulnerabilidade. Apesar de o tamanho da rede e a quantidade de cenários simulados serem restritos, o método demonstrou ser viável na verificação do conceito da confiabilidade como direcionador para análise de vulnerabilidade da rede viária.

No tocante à confiabilidade, os resultados não expressaram alterações no custo generalizado (independente do grau de variabilidade do tempo). Nos quatro cenários voltados à confiabilidade realizados, dentre os quais dois foram cortes de arcos com alta variabilidade do tempo e dois com arcos de baixa variabilidade, os deltas de custos generalizados não tiveram alterações expressivas (1,32%). Desta forma as informações de saída do modelo não indicaram que a confiabilidade possa ser um direcionador da vulnerabilidade. É importante salientar que o escopo da rede no experimento foi reduzido, em um recorte de apenas 74 arcos, sendo interessante aplicar o método em recortes maiores para verificar o comportamento do custo generalizado em larga escala.

O comportamento das emissões de CO₂ seguiu a mesma tendência da variação do custo generalizado no experimento simulado. Sob o ponto de vista ambiental de análise da vulnerabilidade, necessita-se de maior aprofundamento de simulação quanto a variabilidade das emissões feitas por um veículo, por exemplo, inserir uma gama de poluentes atmosféricos

associados a fatores de exposição da rede que contribuem para maior ou menor volume de emissão. Desta forma poder-se-ia realizar uma maior predição da vulnerabilidade ambiental da região.

Como limitações do trabalho, tem-se a localização geográfica dos arcos inseridos nos cenários de falhas, haja vista que estão localizados à margem do recorte da rede e, ao serem obstruídos, não apresentaram uma limitação de escolha de rota significativa para os motoristas. Outra característica do experimento que possa ter contribuído para a pouca variação nos custos, se refere à quantidade de veículos inseridos na simulação, visto que o impacto de 160 veículos em um intervalo de 1 hora, não foi expressivo perante à capacidade da rede viária. Isto posto, sugere-se ambas adaptações como recomendações para trabalhos futuros relacionados à temática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cascetta, E. (2009) *Transportation System Analysis: models and applications*. 2nd edition. Springer.
- Chen, L., Miller-Hooks, E (2012) Resilience: an indicator of recovery capability in intermodal freight transport, *Transportation Science*, v. 46, n. 1, p. 109-123.
- Colella, D. A. T.; Lima E. P., Demarchi S. H (2004) Calibração e validação do modelo fluxo-velocidade do Integration para vias urbanas semaforizadas. In: Anais do XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, Florianópolis, v. 1, p. 453-564.
- DECOPe (2014). Manual de Cálculo de Custos e Formação de Preços do Transporte Rodoviário de Cargas. Departamento de Custos Operacionais, Estudos Técnicos e Econômicos. São Paulo.
- Devore, Jay L. (2006) Probabilidade e estatística para engenharia e ciências. 5^a Ed. Pioneira Thomson Learning. São Paulo.
- DNIT (2006) Manual de estudos de tráfego. 384 p. (IPR. Publ., 723). Rio de Janeiro.
- Goes, G. V. (2015) Modelagem da vulnerabilidade, confiabilidade e risco para escolha de rota no transporte urbano de carga. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza.
- Huang, Zhongxiang; Kuang Aiwu; Fan, Wenting; Zhou, Qian (2012). Impact of Traveler Information on Road Network Travel Time Reliability. *J Transpn Sys Eng & IT*, 12(6), 93-99.
- Jenelius, E.; Mattson, L (2012) Road network vulnerability analysis of area-covering disruptions: A grid-based approach with case study, *Transportation Research Part A*, v. 46, n. 5, p. 746-760.
- Jenelius, E., Petersen T., Mattson, L. (2006) Importance and exposure in road network vulnerability analysis, *Transportation Research Part A*, v. 40, n. 7, p 537-560.
- Knoop, V. L., Snelder, M., Van Zuylen, H. J. Hoogendoom, S. P. (2012) Link-level vulnerability indicators for real world networks, *Transportation Research Part A*, v. 46, n. 5, p. 843-854.
- MMA. (2013) Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Rodoviários. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Brazil.
- Oliveira, E.; Portugal, L.; Porto, W. (2013) Determinando *links* críticos em uma rede viária: indicadores de Vulnerabilidade. Anpet.
- Scott, D. M., Novak, D.C., Aultman-Hall, L., Guo, F. (2006) Network Robustness Index: A new method for identifying critical *links* and evaluating the performance of transportation networks, *Journal of Transport Geography*, v. 14, n. 3, p. 215-227.
- Snelder, M., VanZuylen, H. J., Immers, L. H. (2012) A framework for robustness analysis of road network for short term variations in supply, *Transportation Research Part A*, v. 46, n. 5, p. 828-842.



- Sullivan, J.L., Novak, D.C., Aultman-Hall, L., Scott, D.M. (2010) Identifying critical road segments and measuring system-wide robustness in transportation networks with isolating *links*: a *link-based* capacity-reduction approach. *Transportation Research Part A* 44, 323–336.
- Tampère, C. M. J.; Stada, J.; Immers, B. (2007) Methodology for identifying vulnerable sections in a national road network, disponivel em: www.mech.kuleuven.be/cib/verkeer/dwn/pub/P2007C.pdf.
- Taylor, M. A. P., Sekhar, S. V. C. e D'Este, G. M. (2006) Application of accessibility based methods for vulnerability analysis of strategic road networks. *Network and Spatial Economics*, v. 6, n. 3-4, p. 267-291.
- TRB (1998). Travel Estimation Techniques for Urban Planning. Transportation Research Board, NCHR Report 365.
- Wardrop J.G. (1952) Some Theoretical Aspect of Road Traffic Research Proceedings. *Institution of Civil Engineering*, 1, part 2, 325 – 378.



DINÂMICA DE SISTEMAS APLICADA À ENGENHARIA DE TRANSPORTES

**Verônica Ghisolfi
Gládston Mattos Ribeiro**

Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Gisele de Lorena Diniz Chaves
Wagner Cezário Balista**
Departamento de Engenharias e Computação
Universidade Federal do Espírito Santo

RESUMO

A Dinâmica de Sistemas é uma abordagem de simulação que auxilia a compreensão do comportamento de um sistema ao longo do tempo, sendo empregada para resolver problemas dinâmicos. A Engenharia de Transportes, por sua vez, é um sistema complexo e multidimensional, relacionado com diversos outros setores econômicos. Dessa forma, diversos autores têm usado a Dinâmica de Sistemas como metodologia para modelar e simular problemas do setor de transportes. O objetivo deste artigo é mapear os trabalhos sobre o tema Dinâmica de Sistemas na Engenharia de Transportes, analisar e identificar comportamentos da literatura, por meio da análise bibliométrica e sistêmica. Como resultado, pôde-se observar o aumento das publicações acerca do tema nos últimos anos, principalmente nos Estados Unidos e China, além de algumas lacunas nos artigos selecionados, vistas como oportunidades para pesquisas futuras.

PALAVRAS CHAVE: Engenharia de Transportes, Dinâmica de Sistemas, Revisão Bibliométrica e Sistêmica.

ABSTRACT

System Dynamics is a simulation approach that assists understanding the behavior of a system over time, employed to tackle dynamic problems. The Transportation Engineering, in turn, is a complex and multidimensional system, related to many others sectors of the economy. Thus, several authors have used the System Dynamics as a methodology to model and simulate transport sector problems. The objective of this article is to map the work on the topic System Dynamics on Transport Engineering, analyze and identify behaviors of the literature, through bibliometric analysis and systemic review. As a result, it was observed an increase in publications on the subject in recent years, mainly in the United States and China, as well as some gaps in the selected articles, seen as future research opportunities.

KEY WORDS: Transport Engineering, System Dynamics, Bibliometric and Systemic Review.

1. INTRODUÇÃO

O setor de transportes é um sistema complexo e multidimensional que afeta e é afetado por diversos setores, como industrial, econômico, ambiental, energético, social, tecnológico e outros. Por isso, os modelos que representam os sistemas de transportes devem ser holísticos, integrando diversas formas de conhecimento. Nesse sentido, Abbas e Bell (1994) acreditam

que a modelagem utilizando a Dinâmica de Sistemas (DS) foi concebida para problemas com tais características, e listam algumas vantagens desta abordagem em relação à modelagem de transportes tradicional, dentre as quais, a capacidade de incorporar questões relativas a outros setores relacionados, fornecendo uma visão global do sistema. Além disso, o dinamismo refere-se ao processo de evolução do comportamento de um sistema ao longo do tempo (Sterman, 2000), útil para o processo de planejamento estratégico e tomada de decisão.

A DS aborda modelos qualitativos e quantitativos. Os modelos qualitativos são representados pelos diagramas de relação causal, relacionando as variáveis do modelo por meio de ciclos de *feedback*, cuja construção requer o conhecimento do real funcionamento do sistema. A abordagem quantitativa é baseada em equações diferenciais, representada por diagramas de estoque e fluxo, de forma a oferecer resultados quantitativos que embasam as decisões a serem tomadas (Sterman, 2000; Ghaffarzadegan *et al.*, 2011).

Abbas e Bell (1994) demonstraram a aplicabilidade da DS com uma revisão dos estudos que aplicaram a metodologia para lidar com uma ampla gama de questões relacionadas aos transportes. Shepherd (2014) define quais áreas do setor de transportes fazem uso da DS, destacando o uso da abordagem qualitativa e quantitativa do modelo. No entanto, identifica-se como lacuna, em ambos os artigos citados, a explicitação de um guia estruturado de busca e análise dos trabalhos mais relevantes para uma revisão da literatura.

A seleção de artigos que geram conhecimento e dão suporte à realização de pesquisas científicas se tornou muito complexa, dada a abundância de informações disponíveis nas literaturas internacional e nacional, dispersas em uma grande variedade de fontes de pesquisa (Lacerda *et al.*, 2012; Rosa *et al.*, 2012). Penteado Filho *et al.* (2002) ressaltam ainda que apenas a busca pelos dados nas pesquisas eletrônicas não é suficiente para uma análise bibliográfica, pois essas bases de dados foram desenvolvidas para identificação e localização de documentos e não para análises.

Diante desse contexto, identifica-se o seguinte problema de pesquisa: Como buscar e identificar informações necessárias, de modo que seja possível investigar artigos reconhecidos e relevantes, que contribuam cientificamente para o seguinte tema: Dinâmica de Sistemas na Engenharia de Transportes? Com o intuito de auxiliar neste problema, o objetivo deste artigo é mapear os trabalhos sobre Dinâmica de Sistemas na Engenharia de Transportes, analisar e identificar comportamentos da literatura, por meio da análise bibliométrica e sistêmica.

Como resultado, apresentam-se as aplicações da Dinâmica de Sistemas na Engenharia de Transportes, auxiliando tanto como referência para o que já foi estudado sobre o assunto, os principais autores, periódicos que publicaram sobre o tema, existência de parcerias entre países pesquisadores, além de identificar as abordagens mais comuns, os aplicativos computacionais mais empregados, a área de interesse dentro do setor de transportes, e principalmente, apontando as lacunas que podem orientar pesquisas futuras.

Além da seção introdutória, apresentam-se a metodologia proposta e aplicada na Seção 2. As Seções 3 e 4 contêm, respectivamente, uma revisão bibliométrica e uma revisão sistemática para a DS na Engenharia de Transportes. Por fim, as considerações finais são descritas na Seção 5.

2. METODOLOGIA

A metodologia proposta para analisar e avaliar as produções científicas integram duas abordagens distintas, a análise bibliométrica e a análise sistemática, conforme fluxograma apresentado na Figura 1.

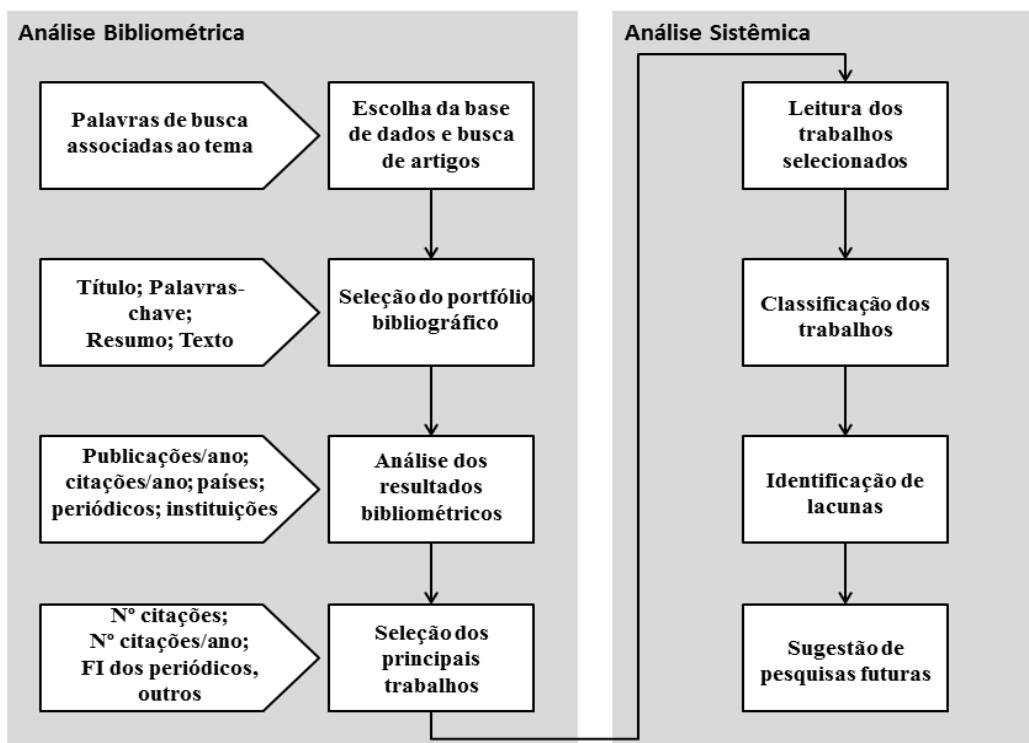


Figura 1- Definição das etapas da metodologia proposta.

Fonte: Adaptado de Ensslin *et al.* (2013)

Leite Filho (2007) enfatiza que uma das etapas na realização de uma pesquisa é escolher a base de dados que obtenha o máximo de exemplares eletrônicos disponibilizados, além de escolher as palavras de busca adequadamente relacionadas ao tema de estudo. Em seguida, os dados (título, autores, periódicos, ano de publicação) são coletados e organizados em planilhas eletrônicas. A etapa de seleção do portfólio bibliográfico consiste na aplicação de filtros por meio da leitura dos títulos dos artigos. Quando a leitura do título não é suficiente, realiza-se a leitura das palavras-chave, resumo ou, se necessário, do texto principal

dos trabalhos. Após a inclusão dos trabalhos que se relacionam ao tema de pesquisa, estes são submetidos à análise bibliométrica.

Penteado Filho *et al.* (2002) afirmam que a bibliometria é utilizada como um processo de tratamento da informação, transformando grande quantidade de dados de difícil análise, em indicadores de alto valor agregado, como os indicadores de densidade e centralidade. O indicador de densidade diz respeito ao fluxo de informação, que considera o número de relações existentes em função do número de relações possíveis entre os nós (país, autor, instituição) da rede; quanto mais densa for uma rede, mais fortes serão as ligações entre os nós, havendo, assim, um maior fluxo de informação (Tomaél e Marteleto, 2006). O indicador de centralidade verifica como um determinado nó se relaciona com os demais. Um nó com alta centralidade pode ser considerado como um grande canal de informações com outros nós, trazendo a ideia de poder (Marteleto, 2001).

A revisão sistêmica da literatura apresenta-se como um meio de identificar, avaliar e interpretar pesquisas relevantes já desenvolvidas para um dado problema, área ou fenômeno de interesse, visando evidenciar os destaques e as oportunidades de conhecimentos encontrados na amostra (Della Bruna Junior *et al.*, 2012b; Lacerda *et al.*, 2011; Kitchenham, 2007). Conforto *et al.* (2011) afirmam que para pesquisas em que se exige certo ineditismo e originalidade na contribuição, a revisão sistêmica desempenha um papel preponderante. Assim, a análise sistêmica consiste no estudo do conteúdo dos artigos do portfólio bibliográfico, de forma a permitir a identificação de tendências na literatura sobre determinadas linhas de pesquisa e apontar lacunas que possam direcionar novos estudos.

2.1 Metodologia Aplicada

Para a busca das referências utilizou-se os termos “*System Dynamics and Transportation*”, “*System Dynamics and Transport*” e “*System Dynamics and Traffic*”. A base de dados utilizada foi a *Web of Science (WoS) Institute for Scientific Information (ISI)*, amplamente utilizada para divulgação de pesquisas científicas em mais de 12 mil títulos (King, 2015), abrangendo as revistas de maior fator de impacto (Chadegani *et al.*, 2013). A busca do portfólio bibliográfico foi realizada em 30 de abril de 2016, referente ao período de 1945 a 2016 e refinada apenas para artigos revisados por pares, pois estes apresentam maior credibilidade ao trabalho, conforme afirmam Nord e Nord (1995), resultando em 447 artigos. Em seguida, foi realizada a importação dos metadados (título, autores, periódico, data de publicação e número de citações) de todos os artigos. Observou-se a repetição de 50 artigos nos metadados importados, que foram retirados da amostra.

Verificou-se, por meio da leitura dos títulos e, quando necessário, dos resumos e textos completos, quais documentos não estavam dentro do escopo pesquisado, sendo eliminados da amostra. Assim, com um total de 102 artigos, a etapa seguinte consistiu na organização dos dados coletados, com o auxílio de planilhas eletrônicas, para padronizar os metadados dos artigos da amostra, utilizados para a análise bibliométrica. Os aplicativos computacionais

utilizados para a análise bibliométrica foram o *Microsoft Excel*, que permitiu extrair informações sobre as publicações e citações dos artigos ao longo do tempo, os artigos mais citados e os periódicos de maior destaque; e o *CiteSpace III®*, que permite mapear e visualizar tendências na literatura científica (Chen, 2006), a partir do qual foram analisados os indicadores de densidade e de centralidade.

Devido ao tamanho da amostra coletada (102 artigos), realizou-se a análise sistêmica apenas dos artigos com a maior média de citações por ano, resultando em um total de 15 artigos. Assim, a análise sistêmica consistiu de leitura e classificação dos artigos em relação ao procedimento técnico de pesquisa; método de solução; tipo de abordagem e área de aplicação relacionada ao setor de transportes, como descrito no Quadro 1. Além disso, cada classificação é subdividida em categorias específicas, de acordo com o observado na amostra.

Quadro 1 - Classificação dos artigos analisados por categorias.

| Procedimento técnico | Métodos de solução | Software utilizado | Tipo de abordagem | Área relacionada ao setor de transportes |
|--|---|--|-----------------------------|--|
| Pesquisa Experimental Estudo de Caso <i>Survey</i> | Simulação Computacional Teoria de controle Métodos Estatísticos | <i>Vensim</i> <i>Powersim</i> <i>iThink</i> <i>Stella</i> | Qualitativa Quantitativa | Cadeia de Suprimentos Planejamento Sustentabilidade Saúde Pública |

3. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DAS PUBLICAÇÕES

O primeiro artigo com o escopo pesquisado data de 1992. Aproximadamente 30% dos artigos (31) não receberam nenhuma citação e 21 artigos possuem mais de 10 citações cada, concentrando 76% do total das citações recebidas. O Gráfico 1 apresenta as publicações e as citações realizadas a partir de 1992.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

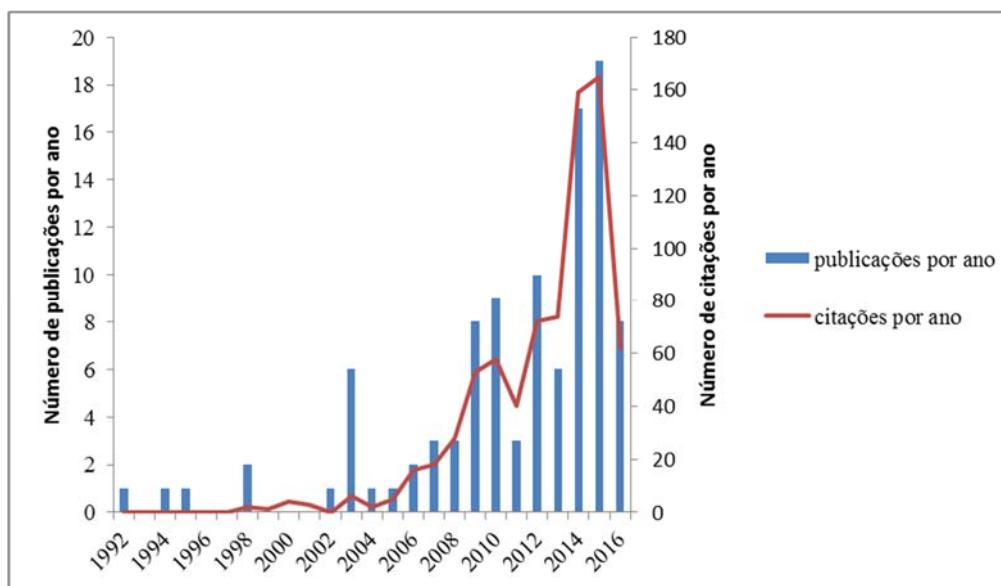


Gráfico 1: Número de publicações e citações por ano.

As publicações são relativamente recentes, e vem crescendo exponencialmente ao longo dos anos, assim como o número de citações, mostrando que são referências para trabalhos posteriores. Os artigos coletados são provenientes de 72 periódicos distintos, dos quais seis possuem entre três e cinco publicações, apresentados na Tabela 1, pois juntos acumulam cerca de 48% dos 102 artigos da amostra, destacando-se os periódicos *Transportation Research Part A-Policy and Practice*, *System Dynamics Review* e *Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review*.

Tabela 1 - Periódicos de destaque sobre DS e Transportes na base WoS entre 1992 e 2016.

| Periódico | Total de artigos publicados | Indicadores | |
|---|-----------------------------|-------------|-------|
| | | FI | SJR |
| <i>Transportation Research Part A - Policy and Practice</i> | 5 | 2,789 | 2,256 |
| <i>System Dynamics Review</i> | 5 | 1,026 | 0,49 |
| <i>Transportation Research Part E - Logistics and Transportation Review</i> | 4 | 2,676 | 2,293 |
| <i>Transportation Research Part D - Transport and Environment</i> | 3 | 1,937 | 1,405 |
| <i>Technological Forecasting and Social Change</i> | 3 | 2,058 | 1,274 |
| <i>Energy Policy</i> | 3 | 2,575 | 2,077 |

Analisou-se também a quantidade de publicações por país, por meio do software *CiteSpace III®*, conforme Figura 2. A rede de publicação é constituída por 36 países (nós) e o

valor da densidade da rede é de 0,0286, ou seja, apenas 2,86% de todas as conexões possíveis foram estabelecidas, indicando pouca interlocução ou parcerias entre os países da rede. Os tamanhos dos nós indicam o número de publicações, sendo um anel para cada segmento de tempo a partir da primeira publicação.

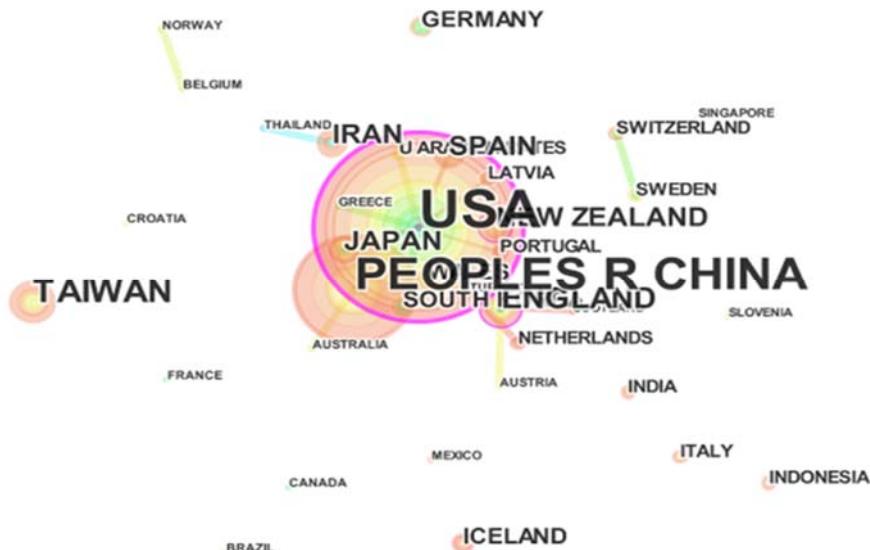


Figura 2 - Rede de autoria por país.

A rede indica que a maior parcela (24,5%) dos trabalhos é oriunda dos Estados Unidos, seguido da China com 14,7% dos artigos. Destacam-se também Taiwan com 5,9%, e Inglaterra com 4,9%. Além da rede principal, existem países onde as publicações aparecem isoladas, como o Brasil (situado abaixo no lado esquerdo da rede central), demonstrando pouca ou ausência de parcerias com pesquisadores estrangeiros.

O país de maior centralidade é os Estados Unidos com 0,27, seguido pela Nova Zelândia (0,13), Inglaterra (0,12) e China (0,04). Para Marteleteo (2001), quanto mais central é um indivíduo, melhor posicionado ele é em relação à troca de comunicação, o que aumenta seu poder na rede. Quando um país tem pouca ou nenhuma centralidade, acaba se afastando do aglomerado principal, demonstrando que seus trabalhos não possuem uma ampla troca de informações, como ocorre com Taiwan, o terceiro país em publicações, porém com centralidade nula.

4. ANÁLISE SISTÊMICA DAS PUBLICAÇÕES

Tendo em vista o tamanho da amostra, composta por 102 artigos, optou-se pela seleção daqueles que possuem a maior média de citações por ano, resultando em 15 artigos, cuja breve descrição dos assuntos abordados é apresentada a seguir.

Wilson (2007) investiga o impacto de rupturas de transporte sobre o desempenho da cadeia de suprimentos, comparando uma gestão tradicional, com um sistema de Inventário Gerenciado pelo Fornecedor. O maior impacto ocorre quando o transporte é interrompido entre o fornecedor de primeiro nível e o armazém. Disney *et al.* (2003) investiga o impacto de estratégias de estoque sobre operações de transporte em uma cadeia de suprimentos, minimizando a demanda de transporte sem afetar o desempenho da cadeia logística no curto e longo prazo.

Hilty *et al.* (2006) relaciona o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação com determinados indicadores ambientais, como emissão de gás de efeito estufa, intensidade energética da economia, volume de transporte sobre o Produto Interno Bruto (PIB), distribuição modal de transportes, qualidade do ar em área urbana, resíduos sólidos depositados em aterros ou incinerados. No setor de transportes são analisadas a gestão do tráfego e a mobilidade virtual. Nesse sentido, Stave (2002) descreve um estudo de caso utilizando a construção de modelos para incluir a participação social nas tomadas de decisão que envolvem transportes e problemas relacionados à qualidade do ar, no qual o *feedback* de informação é importante para o processo consultivo.

Meyer e Winebrake (2009) investiga as causas inibidoras do crescimento dos sistemas de transportes movidos a hidrogênio. Concluem que uma abordagem política coordenada que incentiva a compra de veículos a hidrogênio e a construção de infraestrutura é a abordagem mais eficaz para a adoção desse sistema de transporte. Já Barisa *et al.* (2015) trata da modelagem do mercado de biodiesel, analisando instrumentos de incentivo político ao aumento do uso de biocombustível, sobre a demanda total de combustíveis de transporte rodoviário na Letônia. O resultado afirma que promover a aceitação pelo consumidor final é a questão-chave para o sucesso do mercado de biodiesel.

Macmillan *et al.* (2014) simulam políticas de incentivo ao uso do ciclismo pendular para viagens curtas, analisando sua influência sobre o bem estar físico, social e ambiental. Como resultado, sugerem o investimento em ruas com ciclovias e baixas velocidades, o que traria benefícios para a saúde pública. Trappey *et al.* (2012) avaliam políticas sustentáveis em transportes para conservação de energia e redução da emissão de carbono, analisando a influência do uso de motocicletas elétricas e movidas a gasolina, influência dos incentivos de subsídios do governo e a necessidade de licenciamento e controle para a disponibilização de novas motocicletas, tendo em vista o grande uso desse meio de transporte em Taiwan.

Sgouridis *et al.* (2011) examinam o impacto de políticas sobre a redução da emissão de CO₂ proveniente da aviação comercial: eficiência tecnológica, eficiência operacional, uso de combustíveis alternativos, políticas de realocação da demanda e política de preços dos combustíveis fósseis. Como resultado, encontrou-se o ponto de equilíbrio entre tais medidas que garantam a sustentabilidade, dentro dos limites de emissões requeridos, e a mobilidade em termos de aumento da demanda por viagens aéreas. Suryani *et al.* (2010) prevê a demanda

de passageiros aéreos, além de avaliar cenários para a expansão da capacidade da pista e terminal de passageiros para atendimento da demanda futura.

Han e Hayashi (2008) estudam o caso do transporte de passageiros entre cidades na China e avaliam políticas para redução do consumo de energia e emissão de CO₂ pelo setor. Verificou-se que acelerar o desenvolvimento da rede ferroviária é a opção mais eficaz, desacelerando a extensão da rede rodoviária. Egilmez e Tatari (2012) estuda a sustentabilidade do sistema rodoviário dos EUA, admitindo a tendência de aumento na emissão de CO₂ e testando-se três estratégias para a elaboração de políticas de mitigação: eficiência energética, transporte público e uso de veículo elétrico. Os resultados indicam que a implementação híbrida de tais políticas individuais tem um impacto relevante na minimização da emissão de CO₂.

Cheng *et al.* (2015) simula os efeitos da política de gestão de transportes urbanos e explora seu potencial na redução do consumo de energia e emissão de CO₂. São analisados três cenários relacionados aos impostos sobre combustíveis, gestão de estacionamento e oferta de transporte público, além de um cenário que combina as diferentes estratégias. Os resultados ajudam os planejadores na concepção de estratégias de gestão de transportes urbanos para reduzir o consumo de energia e emissões de CO₂.

Peng *et al.* (2014) propõe um modelo de DS para analisar o comportamento da cadeia de suprimentos em cenários de desastre sísmico, associados à incerteza na rede rodoviária e de comunicações, propondo uma árvore de decisão para ajudar na escolha das estratégias de lotação adequadas. Pfaffenbichler *et al.* (2010) tratam o modelo de interação entre uso do solo e transportes MARS (Simulador de Realocação de Atividades Metropolitanas) baseado na abordagem DS e aplicado na Áustria. Os autores apresentam os conceitos do modelo, lida com a validação e fornece exemplos de aplicação.

A seguir realiza-se a classificação dos artigos quanto ao procedimento técnico, método de solução, tipo de abordagem, aplicativo computacional utilizado e área de aplicação relacionada ao setor de transportes. As subdivisões das categorias foram escolhidas de acordo com a frequência com que o assunto foi abordado dentro da amostra, como apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Resumo das classificações de cada artigo por categoria (continua).

| Autor | Procedimento Técnico | Software utilizado | Área relacionada ao setor de transportes |
|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|--|
| Wilson (2007) | Pesquisa experimental | <i>ithink</i> | Cadeia de suprimentos |
| Hilty <i>et al.</i> (2006) | Pesquisa experimental | <i>Powersim</i> | Sustentabilidade |
| Macmillan <i>et al.</i> (2014) | Estudo de caso e <i>survey</i> | <i>Vensim e Stella</i> | Saúde pública |
| Stave (2002) | Estudo de caso e <i>survey</i> | <i>Vensim</i> | Sustentabilidade |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Quadro 3 - Resumo das classificações de cada artigo por categoria (conclusão).

| Autor | Procedimento Técnico | Software utilizado | Área relacionada ao setor de transportes |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|--|
| Sgouridis <i>et al.</i> (2011) | Pesquisa experimental | N/A | Sustentabilidade |
| Disney <i>et al.</i> (2003) | Pesquisa experimental | N/A | Cadeia de suprimentos |
| Meyer e Winebrake (2009) | Estudo de caso | <i>Stella</i> | Sustentabilidade |
| Trappey <i>et al.</i> (2012) | Estudo de caso | N/A | Sustentabilidade |
| Suryani <i>et al.</i> (2010) | Estudo de caso | <i>Vensim</i> | Planejamento |
| Peng <i>et al.</i> (2014) | Pesquisa experimental | N/A | Cadeia de suprimentos |
| Han e Hayashi (2008) | Estudo de caso | N/A | Sustentabilidade |
| Egilmez e Tatari (2012) | Estudo de caso | <i>Vensim</i> | Sustentabilidade |
| Pfaffenbichler <i>et al.</i> (2010) | Estudo de caso | <i>Vensim</i> | Planejamento |
| Barisa <i>et al.</i> (2015) | Estudo de caso | <i>Powersim</i> | Sustentabilidade |
| Cheng <i>et al.</i> (2015) | Estudo de caso | <i>Vensim</i> | Sustentabilidade |

*N/A= Não abordado.

Observa-se que o procedimento técnico mais utilizado na amostra é o estudo de caso, com 67% das ocorrências. Em 33% dos artigos analisados, utiliza-se a pesquisa experimental como procedimento, onde se constrói o modelo genérico sem aplicá-lo em uma realidade específica. Em dois artigos houve a aplicação do estudo de caso combinado com *survey*, ou levantamento de dados por meio de questionários. Em todos os artigos da amostra, o método de solução foi a simulação computacional para os modelos dinâmicos, apesar da possibilidade de aplicação de técnicas estatísticas e teoria de controle.

Com exceção do trabalho de Hilty *et al.* (2006), que abordou o modelo apenas de forma qualitativa, os demais abordaram os modelos de forma tanto qualitativa quanto quantitativa, ou seja, auxiliam na compreensão do funcionamento do sistema que está sendo modelado, bem como fornecem os resultados quantitativos das variáveis de decisão. Com relação aos aplicativos computacionais, o Gráfico 2 mostra que o *Vensim* (*Ventana Systems*) é o mais utilizado, com 40% das publicações analisadas.

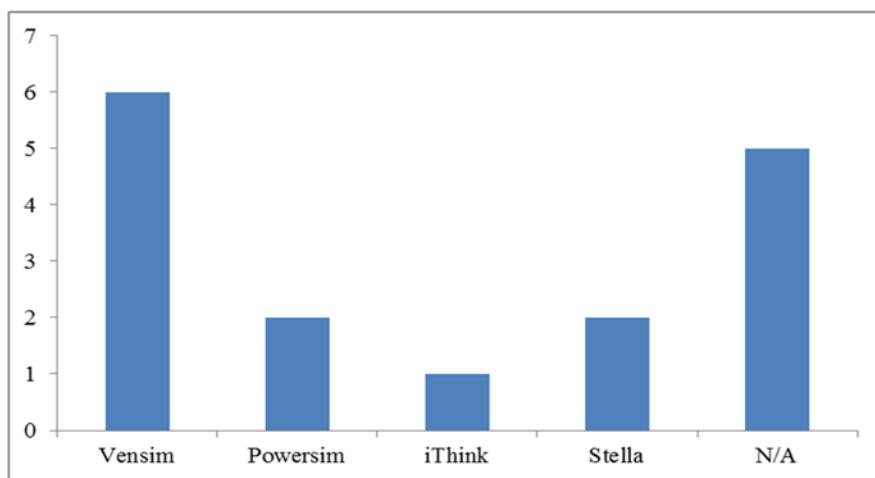


Gráfico 2 - Aplicativos computacionais utilizados na simulação dos modelos dos artigos.

Com relação à área de aplicação, o Gráfico 3 mostra que o tema “Transporte e Sustentabilidade Ambiental” sobressai sobre os demais nessa amostra de artigos, o que pode ser entendido pelas pressões externas que os países vem enfrentando sobre questões ambientais, principalmente para a redução no consumo de energia e emissão de poluentes.

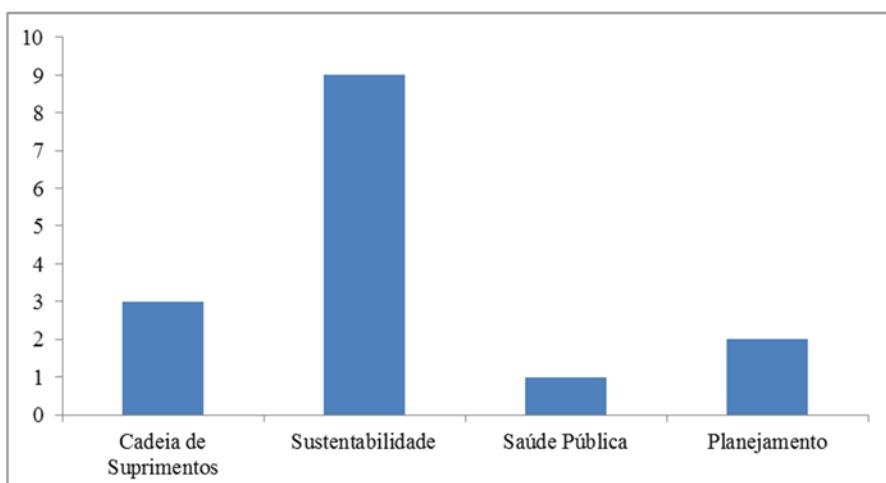


Gráfico 3 – Temas abordados nos modelos dos artigos da amostra.

Alguns autores encontraram limitações em seus trabalhos, o que pode ser visto como oportunidades de pesquisas futuras. A maioria dos trabalhos que analisam a questão da sustentabilidade ambiental, o fazem sobre a ótica do modo de transporte rodoviário, dessa forma, Egilmez e Tatari (2012) sugerem analisar a sustentabilidade ambiental envolvendo outros modos de transporte, além do rodoviário, considerando também outras variáveis, como a consciência ambiental da sociedade. Destaca-se também, a ênfase dada ao transporte de passageiros no contexto urbano, no entanto, grande parcela das emissões de poluentes é

advinda do transporte de cargas, principalmente em países de grandes dimensões e em desenvolvimento, como o Brasil.

Suryani *et al.* (2010), após simularem a expansão de capacidade de terminais e pistas de um aeroporto, apontam a necessidade de avaliar as receitas geradas e o desempenho das instalações da pista e terminal de passageiros, por exemplo, portões e instalações de serviços em terra. Ainda no setor de planejamento de transportes, Cheng *et al.* (2015) afirmam que a inclusão dos custos de implementação das políticas propostas, como variáveis nos modelos, devem auxiliar os planejadores e tomadores de decisão.

Macmillan *et al.* (2014) avaliam os impactos positivos da substituição do carro por bicicleta, em viagens pendulares a trabalho, sobre a saúde física humana. Para complementar, indicam o estudo de outros impactos, tais como a melhoria da produtividade no local de trabalho, economia financeira, redução da demanda por novas estradas e parques de estacionamento urbanos e riscos associados a acidentes de trânsito. Hilty *et al.* (2006) criam um modelo de relação causal para o impacto das Tecnologias de Informação e Comunicação sobre a gestão de tráfego e mobilidade virtual. No entanto, faz-se necessária a aplicação do modelo de relação causal para obter os resultados quantitativos que embasam as tomadas de decisão.

Disney *et al.* (2003) investigam o impacto de estratégias de estoque sobre operações de transporte em uma cadeia de suprimentos, sobre o qual concluíram que a estratégia do Inventário Gerenciado pelo Fornecedor é a mais apropriada, de acordo com os resultados da simulação dinâmica. No entanto, questionam-se quais cadeias de suprimentos são mais adequadas para a estratégia de Inventário Gerenciado pelo Fornecedor, tendo em vista suas diferentes características. Sugere-se avaliar a aplicabilidade do modelo proposto pelos autores em estudos de caso específicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização deste estudo, por meio das análises bibliométrica e sistêmica, verificou-se que a Dinâmica de Sistemas tem ganhado cada vez mais atenção por parte da comunidade acadêmica no decorrer dos anos, o que vale para sua aplicabilidade nos problemas concernentes ao setor de transportes.

Os EUA é o país que possui o maior número de publicações sobre o tema e mais parcerias na elaboração dos artigos analisados. O Brasil ainda carece de maiores esforços de pesquisa nesta área, tendo em vista uma única publicação na base analisada, o que pode ser enriquecido por meio de parcerias com outras instituições fora do Brasil, fomentando discussões e publicações de escopo internacional, como aquelas da base WoS.

Para a análise sistêmica, foram analisados 15 artigos, selecionados em função das maiores médias de citações por ano. Observou-se que grande parte dos autores dessa amostra preocupa-se com os impactos das atividades de transporte sobre a sustentabilidade ambiental no longo prazo, utilizando-se tanto da abordagem qualitativa quanto quantitativa da Dinâmica de Sistemas.

Ressalta-se que alguns artigos relacionados ao tema pesquisado acabaram não sendo selecionados, uma vez que a *Web of Science* não contém todos os periódicos existentes. Para a seleção do portfólio bibliográfico, sugere-se uma comparação com estudos bibliométricos de artigos provenientes de outras bases de dados, além da constante atualização sobre novos trabalhos publicados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, K. A. e M. G. H. Bell (1994) System Dynamics Applicability to Transportation Modeling. *Transportation Research Part A*, v. 28, n. 5, p. 373–390.
- Barisa, A.; F. Romagnoli; A. Blumberga; D. Blumberga (2015) Future biodiesel policy designs and consumption patterns in Latvia: a system dynamics model. *Journal of Cleaner Production*, v. 88, [s.n.], p. 71-82.
- Chadegani, A. A.; H. Salehi; M. Md Yunus; H. Farhadi; M. Fooladi; M. Farhadi e N. A. Ebrahim (2013) A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus databases. *Asian Social Science*, v. 9, n. 5, p. 18-26.
- Chen, C. (2006) CiteSpace II: detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 57, n. 3, p. 359-377.
- Cheng, Y-H.; Y-H. Chang e I. J. Lu (2015) Urban transportation energy and carbon dioxide emission reduction strategies. *Applied Energy*, v. 157, [s.n.], p. 953-973.
- Conforto, E. C.; D. C. Amaral e S. L. Silva (2011) Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. VIII Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto (CBGDP). Porto Alegre, p. 1-12.
- Della Bruna Jr, E.; L. Ensslin e S. R. Ensslin (2012b) Seleção e análise de um portfólio de artigos sobre avaliação de desempenho na cadeia de suprimentos. *Revista GEPROS*, n. 1, p. 113-125.
- Disney, S.M.; A. T. Potter e B. M. Gardner (2003) The impact of vendor managed inventory on transport operations. *Transportation Research Part E - Logistics and Transportation Review*, v. 39, n. 5, p. 363-380.
- Egilmez, G. e O. Tatari (2012) A dynamic modeling approach to highway sustainability: Strategies to reduce overall impact. *Transportation Research Part A-Policy and Practice*, v. 46, n. 7, p. 1086-1096.
- Ensslin, L.; S. R. Ensslin e H. M. Pinto (2013) Processo de investigação e análise bibliométrica: avaliação da qualidade dos serviços bancários. *Revista de Administração Contemporânea*, v.17, n.3, p.325-349.
- Ghaffarzadegan, N.; J. Lyneis, e G. P. Richardson (2011) How Small System Dynamics Models Can Help the Public Policy Process. *System Dynamic Review*, v. 27, n. 1, p. 22-44.
- Han, J.; Y. Hayashi (2008) A system dynamics model of CO₂ mitigation in China's inter-city passenger transport. *Transportation Research Part D-Transport and Environment*, v. 13, n. 5, p. 298-305.
- Hilty, L.; P. Arnfalkr; L. Erdmann; J. Goodman; M. Lehmann e P. A. Waeger (2006) The relevance of information and communication technologies for environmental sustainability - A prospective simulation study. *Environmental Modelling & Software*, v. 21, n. 11, p. 1618-1629.
- King, C. (2015) *Web of Science*: 1 billion cited references and counting. Thomson Reuters. Disponível em: <<http://stateofinnovation.thomsonreuters.com/web-of-science-1-billion-cited-references-and-counting>>. Acesso em 28 abr. 2016.

- Kitchenham, B. (2007) *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*, Version 2.3, EBSE Technical Report EBSE-2007-01, Keele University and University of Durham.
- Kleijnen, J. P. C. (1995) Sensitivity Analysis and Optimization of System Dynamics Models - Regression-Analysis and Statistical Design of Experiments. *System Dynamics Review*, v. 11, n. 4, p. 275-288.
- Lacerda, R.T.O.; L. Ensslin e S. R. Ensslin (2011). A performance measurement framework in portfolio management: A constructivist case. *Management Decision*, v. 49, n. 4, p. 648-608.
- Lacerda, R. T. O.; L. Ensslin e S. R. Ensslin (2012) Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. *Gestão e Produção*, v. 19, n. 1, p. 59-78.
- Leite Filho, G. A. (2007) Revista Contabilidade & Finanças USP: uma análise bibliométrica de 1999 a 2006. *Congresso USP de Controladoria e Contabilidade*, São Paulo: FEA/USP, p. 01-14.
- Macmillan, A.; J. Connor; K. Witten; R. Kearns; D. Rees e A. Woodward (2014) The Societal Costs and Benefits of Commuter Bicycling: Simulating the Effects of Specific Policies Using System Dynamics Modeling. *Environmental Health Perspectives*, v. 122, n. 4, p. 335-344.
- Martelete, R. M. (2001) Análise de redes sociais — aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 30, n. 1, p. 71-81.
- Meyer, P. E. e J. J. Winebrake (2009) Modeling technology diffusion of complementary goods: The case of hydrogen vehicles and refueling infrastructure. *Technovation*, v. 29, n. 2, p. 77-91.
- Nord, J. H. e G. D. Nord (1995) MIS research: journal status assessment and analysis. *Information & Management*, v. 29, p. 29-42.
- Peng, M.; Y. Peng e H. Chen (2014) Post-seismic supply chain risk management: A system dynamics disruption analysis approach for inventory and logistics planning. *Computers & Operations Research*, v. 42, [s.n.], p. 14-24.
- Penteado Filho, R. D. C.; L. I. Faria; J. L. Vieira; M. H. Kurihara; A. F. D. Avila e L. Quoniam (2002). Aplicação da bibliometria na construção de indicadores sobre a produção científica da Embrapa. *Anais do III Workshop Brasileiro De Inteligência Competitiva e Gestão do Conhecimento*, São Paulo, v. 1, p. 11101-11115
- Pfaffenbichler, P.; G. Emberger e S. Shepherd (2010) A system dynamics approach to land use transport interaction modelling: the strategic model MARS and its application. *System Dynamics Review*, v. 26, n. 3, p. 262-282.
- Rosa, F. S.; S. R. Ensslin; L. Ensslin e R. J. Lunkes (2012). Management environmental disclosure: a constructivist case. *Management Decision*, v. 50, n. 6, p. 1117-1136
- Sgouridis, S.; P. A. Bonnefoy e R. J. Hansman (2011) Air transportation in a carbon constrained world: Long-term dynamics of policies and strategies for mitigating the carbon footprint of commercial aviation. *Transportation Research Part A - Policy and Practice*, v. 45, n. 10, p. 1077-1091.
- Shepherd, S. P. (2014) A review of system dynamics models applied in transportation. *Transportmetrica B: Transport Dynamics*, v. 2, n. 2, p. 83-105.
- Stave, K. A. (2002) Using system dynamics to improve public participation in environmental decisions. *System Dynamics Review*, v. 18, n. 2, p. 139-167.
- Sterman, J. D. (2000) *Business Dynamics*: systems thinking and modeling for a complex world. Nova York: McGraw-Hill.
- Suryani, E.; S-Y. Chou e C-H. Chen (2010) Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework. *Expert Systems with Applications*, v. 37, n. 3, p. 2324-2339.
- Tomaél, M. I. e R. M. Martelete (2006) Redes sociais: posições dos atores no fluxo da informação. *Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Florianópolis, v. 1, p. 75-91.
- Trappey, A. J. C.; C. Trappey; C. T. Hsiao; J. R. Ou; S. J. Li; K. W. P. Chen (2012) An evaluation model for low carbon island policy: The case of Taiwan's green transportation policy. *Energy Policy*, v. 45, [s.n.], p. 510-515.
- Wilson, M. C. (2007) The impact of transportation disruptions on supply chain performance. *Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review*, v. 43, n. 4, p. 295-320.

HIERARQUIZAÇÃO DOS SETORES DE UM AEROPORTO EM SE TRATANDO DE NECESSIDADE DE MELHORIAS EM ACESSIBILIDADE: ESTUDO DE CASO NO AEROPORTO DE PALMAS - TO

Jordana Bulhões Dias

Universidade Federal do Tocantins

Gustavo Rodrigues Rezende

Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

O presente artigo trata da hierarquização dos setores de um aeroporto (método AHP) por parte da avaliação dos usuários, onde o objetivo principal foi indicar qual/quais setor/setores precisam de mais melhorias no que diz respeito à acessibilidade. Para retratar tal método, foi realizado um estudo de caso no Aeroporto Brigadeiro Lysias Rodrigues, em Palmas – TO. A avaliação foi feita através de questionários respondidos por passageiros, acompanhantes e funcionários do aeroporto e os indicadores de acessibilidade analisados são referentes ao acesso ao terminal (acessibilidade em transportes) e também às condições de acessibilidade universal em áreas comuns do aeroporto (estacionamento, check-in e saguão de embarque). Com os resultados foi possível concluir que a ordem de prioridade determinada pelos respondentes foi Acesso, Estacionamento, Check-in e Saguão de embarque. Sendo assim, algumas propostas de melhorias foram elaboradas baseando-se na percepção e satisfação dos usuários, e, por fim, tais propostas puderam ser ordenadas conforme prioridades resultantes do processo de hierarquização.

PALAVRAS CHAVE

Nível de serviço, Acessibilidade, Hierarquização

ABSTRACT

This article deals with the hierarchy of sectors of an airport (AHP method) by the evaluation of users, where the main objective was to indicate which sector/sectors need further improvements with regard to accessibility. To portray the method, it was conducted a case study at Brigadeiro Lysias Rodrigues Airport, in Palmas - TO. The evaluation was done through questionnaires completed by passengers, companions and airport staff and the indicators of accessibility analyzed are related to access to the terminal (accessibility in transportation) and also to the universal accessibility conditions in public areas of the airport (parking, check-in and departure lounge). With the results it was concluded that the order of priority determined by the respondents was access, parking, check-in and departure lounge. Therefore, some improvement proposals were drawn up based on the perception and satisfaction of users, and finally, these proposals could be ordered as a result of the priority ranking process.

KEYWORDS

Level of service, Accessibility, Hierarchization

1. INTRODUÇÃO

Segundo a *International Civil Aviation Organization – ICAO* (1987), o rápido crescimento do transporte aéreo tem sobre carregado a capacidade de muitos aeroportos, o que gera demanda de novos conceitos, métodos de processamento e instalações por parte dos órgãos administradores. Sendo assim, o principal desafio dos atuais administradores é encontrar um

plano eficiente que opere o máximo de aeronaves, passageiros e cargas possível com qualidade e com os menores custos.

A melhoria da qualidade dos serviços prestados ao público que frequenta o terminal de passageiros (TPS) pode ser reflexo do aumento do nível de serviço, que avalia o desempenho de uma instalação de acordo com suas condições de uso, baseadas em parâmetros técnicos de dimensionamento e no conforto e conveniência percebidos pelo usuário. Segundo Mendonça (2009), para realizar-se esse tipo de estudo, vários aspectos podem ser analisados, como tempos de espera e de processamento, disponibilidade de áreas, tempo de caminhamento, entre outros fatores que devem transparecer comodidade ao passageiro.

Estudos sobre nível de serviço em terminais de passageiros foram realizados por algumas agências internacionais, como a *Federal Aviation Administration* (FAA), *Airports Council International* (ACI) e *Transport Canada*, mas a grande problemática é a falta de consulta aos usuários sobre as condições dos aeroportos através de pesquisas de opinião, obtendo-se então padrões de níveis de serviço de maneira arbitrária. Fazendo uso da opinião dos passageiros seria possível identificar os componentes de maior importância e, com isso, priorizar investimentos em modernização (CORREIA; FIORIO, 2007).

O estudo do nível de serviço de um terminal fazendo uso apenas de parâmetros técnicos sem considerar a opinião do público pode permitir instalações adequadas tecnicamente, porém inapropriadas do ponto de vista do passageiro. Agradar ao público que utiliza as dependências do aeroporto não significa elevar os custos de implantação e operação do terminal, mas sim focar em propostas que sejam mais relevantes, ou seja, possibilitar um rearranjo de verba para melhor atender o usuário.

Sendo assim, o objetivo geral do presente artigo é propor uma hierarquização de setores de um aeroporto (em se tratando de necessidade de melhorias no quesito acessibilidade) a partir da avaliação feita pelos usuários, com base em um estudo de caso no aeroporto Brigadeiro Lysias Rodrigues, em Palmas – TO.

2. NÍVEL DE SERVIÇO

A primeira definição que se tem de nível de serviço em se tratando de transportes foi elaborada pela Highway Research Board na primeira publicação do Highway Capacity Manual, em 1950, dizendo que nível de serviço é o termo que denota qualquer componente em um número de condições operacionais que podem ocorrer numa pista ou rodovia. Por exemplo, quando a pista acomoda grandes volumes, o nível de serviço se torna uma medida qualitativa sob efeito de uma gama de fatores, sendo eles velocidade e tempo de viagem, interrupções no tráfego, segurança, conforto e custos operacionais. O termo era utilizado por engenheiros de tráfego para determinar a capacidade de rodovias e ruas. A estrutura do nível de serviço proposto era subdividida em seis categorias, de “A” a “F” e as classificações eram baseadas na relação volume/capacidade, nos volumes de serviço e em algumas avaliações qualitativas de conveniência dos motoristas. A terceira edição do Highway Capacity Manual contou com uma

mudança no conceito de nível de serviço, em que este deixou de ser definido com base nos volumes de tráfego e passou a ser definido pelos usuários das rodovias (MUMAYIZ, 1985).

Depois da definição do termo em transportes pela Highway Research Board, outros órgãos passaram a elaborar novos conceitos, porém apropriados para cada caso. No quesito aeroporto, importantes definições foram formuladas, como a proposta pela Transport Canada (1979) e pela IATA (1981). A primeira considera o nível de serviço como uma avaliação das condições operacionais de qualquer instalação do terminal em um determinado nível de demanda. A definição da IATA (1981) sugere a mesma ideia da Transport Canada, porém complementa o conceito com a avaliação qualitativa relativa ao conforto e conveniência (MUMAYIZ, 1985).

Para Müller (1991), citado por Feitosa (2000), o nível de serviço pode ser associado tanto a atributos mensuráveis como a atributos provenientes da percepção do usuário, os quais geralmente são mais difíceis de medir. Dos mensuráveis pode-se citar o número de pessoas em fila para o check-in, tempo de espera na fila, entre outros. Já sobre os atributos que dependem da percepção do usuário pode-se citar a qualidade do atendimento recebido, conforto, etc.

Medeiros (2004) define nível de serviço não só como uma avaliação da qualidade dos serviços em relação ao espaço e ao tempo, mas também como a avaliação isolada de cada componente do sistema, já que o nível de serviço é uma variável multidimensional. Para concluir sua obra, a autora faz uma divisão da estrutura do nível de serviço em três classes: alto (alto nível de conforto, fluxo livre, sem atrasos); bom (bom nível de conforto, fluxo normal, componente em equilíbrio) e regular (nível de conforto aceitável, fluxo instável, atrasos toleráveis, condições aceitáveis por pequenos períodos, capacidade limite do sistema).

2.1 Avaliações de nível de serviço em aeroportos

Mendonça (2009) se baseou no método de Mumayiz (1985) e avaliou o tempo de espera na fila do check-in para determinar o nível de serviço nos aeroportos Galeão, Santos Dumont (ambos no Rio de Janeiro) e Congonhas (em São Paulo). Para realizar o trabalho, a autora cronometrou o tempo de espera do passageiro a partir do momento em que esse entrou na fila até o atendimento no balcão. Com o check-in concluído, foi informado ao usuário o tempo de espera e perguntado ao mesmo sobre sua satisfação com o tempo percorrido, o que poderia ser respondido como “bom”, “tolerável”, ou “ruim”, sendo assim possível verificar-se os tempos T1 e T2 e estabelecer-se os limites de tempo para cada categoria de nível de serviço.

Coelho *et al.* (2012) avaliaram o nível de serviço de um aeroporto regional (aeroporto de Ribeirão Preto) com base no método de dimensionamento de terminais de passageiros proposto por Medeiros (2004). Dentre os componentes analisados por Medeiros (2004), pode-se citar os componentes operacionais, nos quais estão inclusos elementos do saguão de embarque, sala de pré-embarque, check-in, área para venda e reserva de bilhetes, área para triagem e despacho de bagagens, área de vistoria de segurança, área de vistoria de passaportes, saguão de desembarque, área de restituição de bagagens, área de desembarque internacional e

meio-fio. Também foram analisados o estacionamento de veículos, alguns componentes não operacionais (administração do aeroporto, escritórios de apoio para empresas aéreas, concessões e sanitários) e por último a área total do TPS.

Com isso, Coelho *et al.* (2012) selecionaram quais elementos iriam avaliar. Dentre todos os citados no parágrafo anterior, os autores só deixaram de analisar os componentes relacionados às áreas para triagem e despacho de bagagens, áreas de vistoria de segurança e os escritórios de apoio para empresas aéreas, devido à “falta de informações específicas para este fim”. Depois cada componente foi avaliado com base nos valores sugeridos por Medeiros (2004) para o ano do estudo e para uma projeção de demanda para o ano de 2015, o que permitiu a avaliação do nível de serviço do aeroporto no ano de 2012 e as mudanças nesse nível de serviço considerando-se a demanda projetada para três anos depois, supondo a inexistência de investimentos no TPS em tal período.

Magri Jr. (2003) fez uma avaliação em aeroportos brasileiros propondo indicadores de qualidade. Basicamente o autor realizou dois tipos de pesquisa de opinião, sendo uma para analisar a relevância do estudo de qualidade para cada indicador e a outra para avaliar o indicador propriamente dito com base na percepção do passageiro. A primeira pesquisa reuniu 22 indicadores, os quais poderiam ser conceituados como essencial, desejável e indiferente. Depois de realizada a primeira pesquisa, Magri Jr. (2003) mencionou que nenhum dos indicadores analisados foi considerado indiferente. Com isso o autor prosseguiu para a segunda pesquisa, em que cada indicador poderia ser conceituado como: muito bom, bom, regular, ruim e péssimo. Foram estudados itens como área disponível, distância entre instalações, conforto térmico, conforto acústico, disponibilidade/limpeza dos sanitários, segurança geral, limpeza geral e satisfação geral/qualidade/serviços ao setor “terminal de passageiros”; áreas disponíveis ao setor “serviços comerciais essenciais”; tempo médio em minutos e área disponível aos setores “check-in” e “vistoria de segurança” e área disponível, limpeza, conforto térmico e conforto acústico ao setor “sala de embarque”. Avaliando cada aeroporto separadamente, o autor conseguiu agrupar as notas dos indicadores estudados e perceber onde se encontravam os maiores desfalques. Nos questionários foram disponibilizados espaços para reclamações e sugestões dos usuários, caso faltasse algo relevante que não fosse considerado na pesquisa.

Bandeira e Correia (2007) e Correia e Fiorio (2007) elaboraram trabalhos semelhantes, com uma proposta de ordenar os serviços dos terminais de passageiros de acordo com o perfil dos usuários no aeroporto de Guarulhos, utilizando a estruturação do método *Analytical Hierarchy Process* (AHP) para avaliar setores e serviços do TPS. Através de pesquisas de opinião, os autores puderam avaliar os setores de Acesso/Estacionamento, Acesso/Meio-fio, Saguão, Check-in, Sala de embarque e Conveniências através da avaliação de seus respectivos serviços: distância, segurança e disponibilidade de vagas; tempo e espaço; sinalização, segurança, conforto e infraestrutura; tempo e atendimento; atendimento e conforto; atendimento e variedade. Primeiramente os serviços foram priorizados entre si de acordo com seus respectivos setores e depois os setores foram priorizados entre si para verificar qual é o principal setor do aeroporto na visão do passageiro.

3. METODOLOGIA

3.1 Seleção dos indicadores

Primeiramente foram selecionados indicadores que posteriormente foram separados por setores, para estes serem hierarquizados pelos usuários. A seleção dos itens foi feita mediante ampla revisão bibliográfica e baseando-se na acessibilidade do aeroporto, tanto em condições de acesso ao terminal como as condições de acessibilidade nas instalações. Na tabela a seguir é possível conferir os indicadores:

Tabela 1. Indicadores e setores analisados no aeroporto

| Setores | Indicadores |
|--------------------|--|
| Acesso ao terminal | Sinalização Meio-fio Tempo gasto para chegar ao aeroporto por transporte individual Tempo gasto para chegar ao aeroporto por transporte coletivo Distância percorrida do ponto de ônibus até o terminal de passageiros Condições de conforto dos pontos de ônibus Caminho coberto do ponto de ônibus até o terminal Faixa de pedestres Rebaixo nas vagas do meio-fio Ônibus adaptado para cadeirante Ônibus adaptado para deficiente visual Número de vagas para cadeirantes no meio-fio Pré-pagamento de táxi Linha guia ou piso tátil Qualidade das calçadas |
| Estacionamento | Vagas de estacionamento e caminho até o terminal cobertos Número de vagas de estacionamento para idosos Número de vagas de estacionamento para cadeirantes Entrada e saída adaptadas do estacionamento Número de vagas do estacionamento |
| Check-in | Número de balcões de check-in |
| Saguão de embarque | Número de assentos no saguão de embarque |

3.2 Pesquisa de opinião

Uma pesquisa de opinião foi realizada com os usuários do aeroporto, levando-se em consideração passageiros, acompanhantes e funcionários. A primeira etapa da pesquisa baseou-se numa classificação socioeconômica dos entrevistados, com perguntas referentes ao sexo,

idade, restrições de mobilidade, viagens aéreas realizadas no último ano, entre outras. Em seguida os usuários responderam perguntas sobre os indicadores estudados, indicando o nível de satisfação em relação a cada item. Posteriormente veio a etapa da hierarquização, através do método AHP, a ser comentado no próximo tópico.

3.3 Método *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Método desenvolvido no ambiente das decisões multicritério discretas, o qual inclui todas as medidas possíveis e fatores quantitativos e qualitativos, possibilitando a classificação (ou priorização) dos componentes avaliados (BANDEIRA; CORREIA, 2007). De forma resumida, pode-se dizer que o método é representado por uma matriz NxN, onde N são os atributos analisados (neste caso são os quatro setores do aeroporto considerados neste estudo). Os elementos a_{ij} da matriz correspondem à importância relativa do critério da linha i em relação ao critério da coluna j . As comparações entre atributos foram feitas baseando-se na Tabela 2 a seguir e o modelo da matriz é dado na Tabela 3.

Tabela 2. Escala Fundamental - Método AHP

| Escala Fundamental | |
|--------------------|--|
| 1 | Igual importância |
| 3 | Moderada importância de uma sobre a outra |
| 5 | Forte importância de uma sobre a outra |
| 7 | Importância muito forte de uma sobre a outra |
| 9 | Extrema importância de uma sobre a outra |
| 2,4,6,8 | Valores intermediários |

Fonte: Saaty (2008)

Para facilitar as respostas no questionário, adotou-se a seguinte convenção: se dois setores tivessem o mesmo nível de importância, o campo de comparação entre os dois deveria ser deixado em branco. Se um setor tivesse moderada importância sobre outro o valor seria 1, caso a importância fosse forte de um sobre outro a nota seria 2, importância muito forte de um sobre o outro equivaleria nota 3 e extrema importância de um sobre o outro seria atribuído o valor 4. Desta forma foi possível converter esses valores naqueles propostos pela escala de Saaty (2008), em que os campos em branco equivalem a 1 na escala, campos com valor 1 equivalem ao 3 da escala, o valor 2 equivale a 5 na escala, o valor 3 equivale a 7 e por último o valor 4 equivale ao valor 9 da escala.

Desta forma foi possível montar uma matriz 4x4 para cada questionário respondido com os valores convertidos da forma citada anteriormente. Depois disso os valores foram normalizados. Segundo Campos (2013), esta normalização é necessária, pois os valores dados para os atributos geralmente são muito diferentes, e para isso eles devem ser utilizados em uma escala única. Para isso, cada elemento da matriz foi dividido pelo somatório dos elementos da coluna a qual ele pertence.

Posteriormente foi encontrado o vetor prioridade, o qual encontra a ordem de prioridade dos critérios (hierarquização). O vetor em questão é dado pela média aritmética das linhas com os valores normalizados. Com a priorização concluída, foi realizada uma verificação de cada matriz, para averiguar se existiam valores inconsistentes.

Tabela 3. Consistência da matriz

| | At. 1 | At. 2 | At. 3 | At. 4 | Vetor prioridade (w) | Aw |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|-----------|
| At. 1 | 1 | 3 | 5 | 9 | A1 | Y1 |
| At. 2 | 1/3 | 1 | 3 | 5 | A2 | Y2 |
| At. 3 | 1/5 | 1/3 | 1 | 7 | A3 | = Y3 |
| At. 4 | 1/9 | 1/5 | 1/7 | 1 | A4 | Y4 |

Fonte: Adaptado de Campos (2013)

Os valores A1, A2, A3 e A4 são obtidos do cálculo do vetor prioridade, explicado anteriormente. Os valores Y1, Y2, Y3 e Y4 compõem o resultado da multiplicação da matriz de comparação entre atributos (sem normalização) com a matriz do vetor prioridade. Depois disso foi encontrado o autovalor $\lambda_{\text{máx}}$, o qual é comparado ao número de atributos analisados (quanto maior a proximidade entre os dois, maior a consistência da matriz):

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{1}{n} \left(\frac{Y_1}{A_1} + \frac{Y_2}{A_2} + \frac{Y_3}{A_3} + \frac{Y_4}{A_4} + \frac{Y_5}{A_5} + \frac{Y_6}{A_6} \right) \quad (1)$$

Em que: n = número de atributos avaliados. Em seguida o índice de consistência foi obtido através da equação 2 a seguir:

$$IC = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} \quad (2)$$

A razão de consistência RC então é dada por:

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (3)$$

Onde IR é o índice randômico, dado através da Tabela 4 a seguir e os valores adequados de RC propostos por Campos (2013) são dados na tabela 5:

Tabela 4. Índice randômico

| Nº critérios | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| IR | 0,52 | 0,89 | 1,11 | 1,25 | 1,35 | 1,4 | 1,45 | 1,49 |

Fonte: Saaty (2008)

Tabela 5. Valores de RC para analisar a Consistência

| Nº critérios | RC |
|---------------------|-----------|
| 3 | < 0,05 |

| | |
|-------|----------|
| 4 | $< 0,09$ |
| > 4 | $< 0,10$ |

Fonte: Campos (2013)

Vale ressaltar que os questionários foram analisados separadamente um a um, para serem eliminados aqueles em que foram encontradas inconsistências. O resultado final foi obtido considerando-se os questionários adequados, ou seja, aqueles com razão de consistência abaixo de 0,09, já que quatro setores foram analisados, gerando assim quatro atributos. Os resultados desta etapa podem ser conferidos no próximo capítulo.

4. RESULTADOS

Como dito anteriormente, os questionários utilizados no estudo iniciavam com perguntas referentes a dados gerais dos usuários, objetivando identificar o perfil da população amostral. A seguir são apresentados os resultados gerais da caracterização:



Figura 1. Classificação dos usuários por sexo e faixa etária

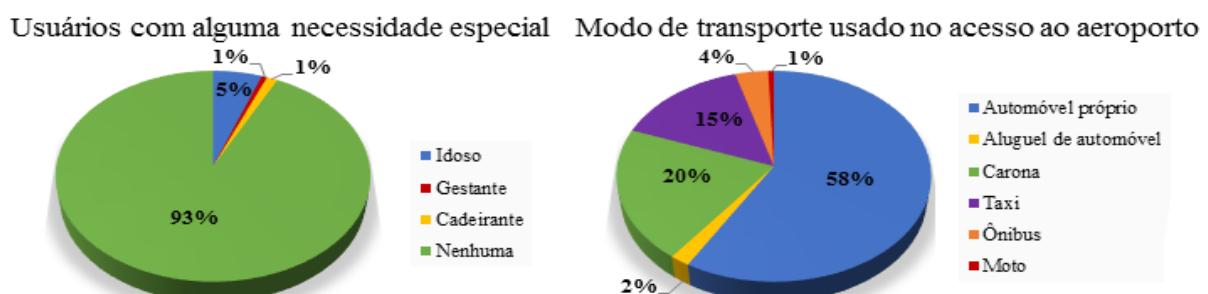


Figura 2. Usuários com necessidade de atendimento especial/modo de transporte utilizado no acesso

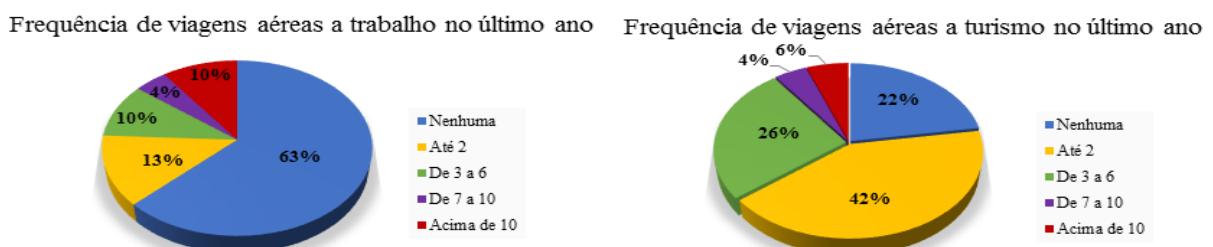


Figura 3. Frequência de viagens aéreas no último ano



Figura 4. Tempo de acesso ao aeroporto

4.1 Hierarquização

Ao todo 165 usuários responderam o questionário: 63 passageiros, 63 acompanhantes e 39 funcionários. De todos os entrevistados, 132 completaram a etapa referente à hierarquização. Sendo assim, 132 matrizes 4x4 foram elaboradas para verificar a ordem de prioridade de cada respondente e também as possíveis inconsistências (comentadas anteriormente). Desta forma, foram obtidos os resultados desta etapa apenas com as matrizes que não apresentaram inconsistência alguma.

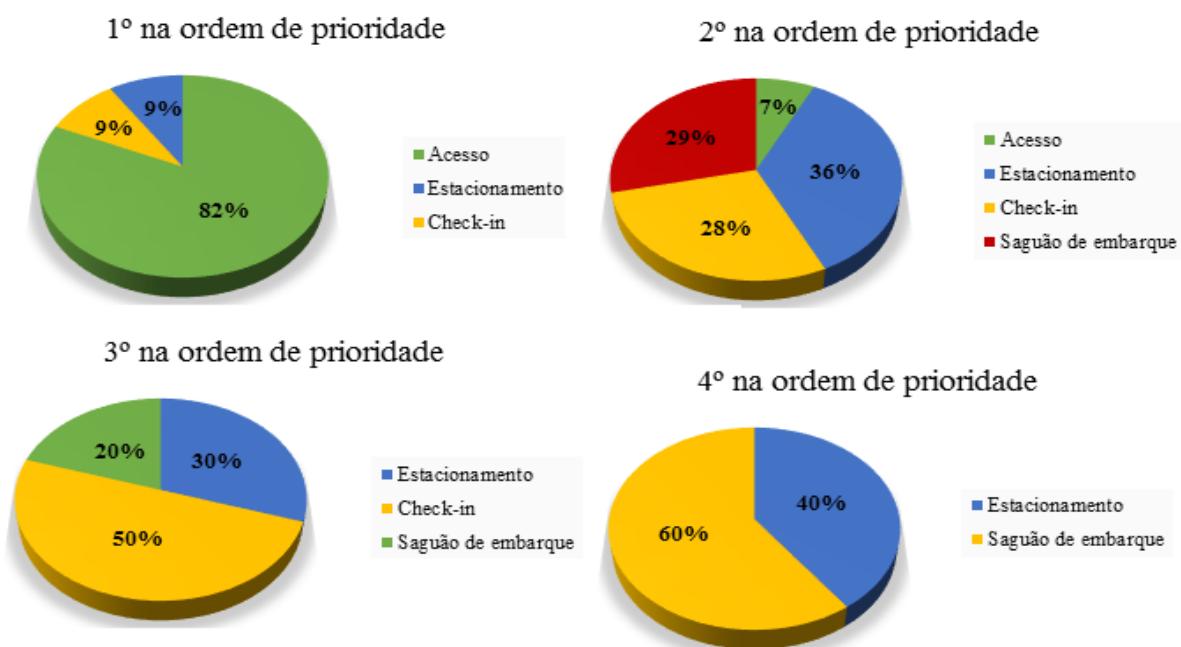


Figura 5. Ordem de prioridade dos setores do aeroporto

Percebe-se então que o setor “Acesso” encontra-se no topo da pirâmide em ordem de prioridade, já que 82% dos questionários válidos apresentam esse setor com o maior valor no vetor prioridade (w), seguido por “Estacionamento”, “Check-in” e “Saguão de embarque”, nesta ordem.

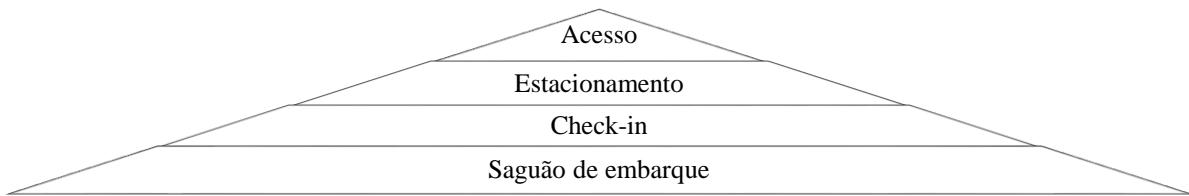


Figura 6. Priorização dos setores do aeroporto

Coelho (2012) ainda propõe uma nova pirâmide, mas agora baseada no índice de restrições de mobilidade existentes para cada tipo de usuário considerado. Na base estariam os grupos mais numerosos e com menos exigências específicas, grupos que dependeriam das questões básicas do terminal no que diz respeito ao acesso. Já aqueles dispostos no topo da pirâmide são aqueles que exigem adaptações mais específicas, não necessárias para aqueles que não apresentam nenhum tipo de restrição de mobilidade.

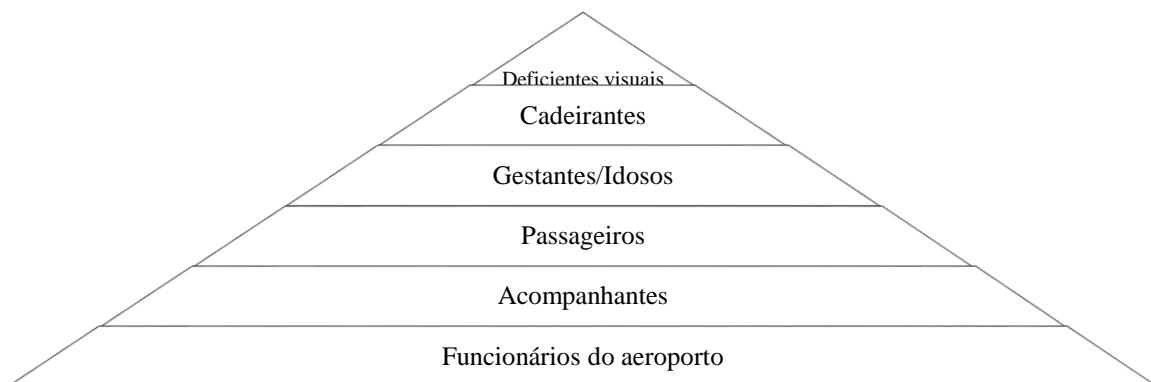


Figura 7. Hierarquização em relação às restrições de mobilidade

Fonte: Adaptado de Coelho (2012)

Sendo assim, baseando-se nas respostas dos usuários sobre os indicadores selecionados para o aeroporto, foi possível elaborar propostas de melhoria no que diz respeito à acessibilidade. A hierarquização das propostas de melhoria seguiu as ordens das duas pirâmides: primeiro em relação aos setores considerados prioritários na opinião dos usuários e segundo em relação aos tipos de usuários, em que os itens exclusivos de cada classe são posicionados de acordo com o nível de dificuldade que a categoria apresenta em relação às outras. A ordem das propostas pode ser verificada na Tabela 6 a seguir:

Tabela 6. Ordem de prioridade das propostas

| SETOR | Ordem de prioridade | PROPOSTA |
|--------|---------------------|--|
| Acesso | 1 | Implantação de linha guia-piso tátil |
| | 2 | Implantação de rebaixo no meio-fio |
| | | Regularização das rampas das faixas de pedestres |
| | | Retirada de obstáculos entre o estacionamento e o terminal |

| | | |
|---------------------------|---|--|
| | 3 | Melhorias referentes ao tempo de acesso por transporte coletivo Melhorias nos pontos de embarque e desembarque de ônibus Manutenção das placas no aeroporto Melhoria na sinalização até o aeroporto Fornecimento do serviço de pré-pagamento de taxi |
| Estacionamento | 4 | Implantação de cobertura entre o estacionamento e o terminal Fiscalização mais rigorosa sobre o uso do meio-fio e de vagas exclusivas |
| Check-in | 5 | Atendimento nos balcões de check-in/instalação de totens |
| Saguão de embarque | 6 | Implantação de mais assentos na área de desembarque |

5. CONCLUSÕES

Os órgãos responsáveis pelos terminais aeroportuários precisam de parâmetros que sirvam como base para orientar estudos e melhorias, podendo verificar os pontos fracos em termos de operação e infraestrutura e, assim, mitigar os problemas encontrados. A presente análise teve o intuito de servir como guia para o órgão administrador do aeroporto de Palmas, mostrando os principais aspectos que limitam a acessibilidade dos usuários e os fatores que, mesmo adequados de acordo com parâmetros de dimensionamento, por algum motivo geram desconforto àqueles que utilizam as dependências do terminal.

Os resultados abrangeram instalações não apenas gerenciadas pela Infraero (administradora do aeroporto estudado neste estudo de caso), mas também serviços prestados por outros órgãos (companhias aéreas, cooperativa de taxi e até mesmo a Prefeitura local), já que a acessibilidade engloba não somente o terminal de passageiros, mas também as condições de transporte oferecidas e ainda a operação dos serviços. Desta forma, o órgão administrador pode se embasar no presente trabalho em caso de futuros projetos e pode também separar os aspectos que não são de sua responsabilidade, sendo possível alertar os responsáveis, para que interajam e, juntos, forneçam serviços mais adaptados às condições dos usuários.

Espera-se que a metodologia aqui descrita possa servir como instrumento para novos estudos em aeroportos, mostrando a importância de se terem dois resultados (avaliação técnica e percepção do usuário). Desta forma é possível perceber os principais pontos a serem melhorados e, portanto, o embasamento para as propostas se torna mais consistente, sendo possível verificar se há divergências entre as avaliações e o que pode gerar tais divergências.

Como proposta para estudos futuros, pode-se sugerir um estudo em relação às condições de acessibilidade em demais áreas do aeroporto que não foram consideradas no presente trabalho, como sala de embarque, sala de desembarque, acesso às aeronaves. Outros indicadores

deveriam ser selecionados, porém a avaliação e a hierarquização seriam realizadas pelos usuários, formando um dossiê completo sobre as condições de acessibilidade das instalações do terminal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANDEIRA, M. C. G. da S. P.; CORREIA, A. R. (2007). Priorização dos serviços do terminal de passageiros segundo o perfil dos usuários no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos. In: *XXI Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes*, 21, 2007, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 2007. 12p.
- CAMPOS, V. B. G. (2013). **Planejamento de transportes: conceitos e modelos.** 1 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. 188p.
- COELHO, L. G.; DINATO, A. C.; SILVA, A. N. R. da (2012) Capacidade e nível de serviço do terminal de passageiros de um aeroporto regional – o caso de Ribeirão Preto. *Journal of Transport Literature*, vol. 6, n. 3, 2012. p. 107-120.
- COELHO, L. G. (2012). **Um índice de acessibilidade de aeroportos que incorpora usuários com diferentes restrições de mobilidade.** 2012. 98f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- CORREIA, A. R.; FIORIO, T. A. (2007). Uma medida do nível de serviço oferecido em terminais de passageiros em aeroportos. In: *ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO ITA*, 13., 2007, São José dos Campos. *Anais...* São José dos Campos, 2007, p.1.
- FEITOSA, M. V. de M. (2000). **Um modelo de simulação para terminais de passageiros em aeroportos regionais brasileiros.** 181 f. 2000. Tese (Mestrado) – Divisão de Pós-Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2000.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (1987). **Airport Planning Manual: Part 1 – Master Planning.** 2 ed. Montreal, Canadá, 1987. 156 p.
- MAGRI JR, A. A. (2003). **Indicadores de qualidade de terminais de passageiros de aeroportos.** 2003. 127f. Dissertação (Mestrado) – Divisão de Pós-Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2003.
- MEDEIROS, A. G. M. de (2004). **Um método para dimensionamento de terminais de passageiros em aeroportos brasileiros.** 2004. Vol I – 209 f. Tese (Mestrado) – Divisão de Pós-Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2004.
- MENDONÇA, F. V. T. de (2009). **Nível de serviço nos terminais de passageiros dos aeroportos.** 2009. 107f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- MUMAYIZ, S. A. (1985). **A methodology for planning and operations management of airport passenger terminals: a capacity/level of service approach.** Thesis (Doctoral) – Department of Transport Technology, Loughborough University of Technology, Loughborough, 1985.
- SAATY, T. L. (2008). **The analytic network process.** In: *International Series in Operations Research and Management Science*, v.95, 2008. University of Pittsburgh. p. 1-26.

AVALIAÇÃO DA VELOCIDADE VEICULAR CONSIDERANDO O COMPORTAMENTO DOS MOTORISTAS

Agmar Bento Teodoro
Camila Nunes dos Santos
Deborah Cristina da Rocha
Farney Aurélio Alcântara
Gabriel Lopes de Faria

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG
Departamento de Engenharia de Transportes – DET

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados de um estudo de caráter exploratório, o estudo teve o seu foco no interesse em conhecer a velocidade instantânea em diferentes vias de níveis hierárquicos distintos e analisar o comportamento dos motoristas no que diz respeito a velocidade. Para tal estudo foram realizadas duas pesquisas, a primeira foi o levantamento das velocidades desenvolvidas pelos motoristas através de um radar móvel em uma determinada área de estudo na cidade de Belo Horizonte em horários de pico, a segunda pesquisa foi a aplicação de um questionário com motoristas que em sua maioria fazem viagens com seus veículos todos os dias, o questionário levantou informações de perfil do entrevistado, como: gênero, faixa etária e profissão, e também colheu informações sobre o conhecimento dos motoristas entrevistados sobre a hierarquização das vias. A análise dos dados coletados permitiu concluir que parte dos motoristas não conhecem o conceito de hierarquização viária em seu dia a dia e acabam ultrapassando o limite de velocidade nas vias locais em horários de grande fluxo como medida de escape dos congestionamentos nas vias coletoras e arteriais.

ABSTRACT

The objective of this work is to present the results of an exploratory study, the study had its focus on interest in knowing the instantaneous velocity in different ways from different hierarchical levels and analyzing the driver's behavior with respect to speed. For this study were conducted two surveys, the first was a survey of the speeds developed by drivers via a mobile radar in a specific area of study in the city of Belo Horizonte at rush times, the second survey was the application of a questionnaire with drivers that mostly do travel with their vehicles every day, the questionnaire raised profile information of the interviewee as gender, age and profession, and also collected information about knowledge of the drivers interviewed about the hierarchy of roads. The data analysis concluded that some of the drivers do not know the concept of road hierarchy in their daily and consequently up over speed limit on local roads in times of great flux as a measure of escape of congestion in the collector and arterial roads.

PALAVRAS CHAVE
Velocidade, Comportamento, Hierarquização Viária.

1. INTRODUÇÃO

O trânsito urbano é um componente de vital importância para a dinâmica das cidades. O escoamento de mercadorias e o transporte de pessoas para seus destinos passam pela necessidade de se locomover. Contudo, mais do que transitar, é importante garantir a segurança e a mobilidade no sistema trânsito.

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro – CTB em seu Artigo Art. 60. As vias abertas à circulação, de acordo com sua utilização, classificam-se em:

I - vias urbanas:

- a) via de trânsito rápido;
- b) via arterial;
- c) via coletora;
- d) via local;

O Artigo 61 do mesmo código preconiza que velocidade máxima permitida para as vias será indicada por meio de sinalização, e para tal, deve ainda, ser obedecidas as características técnicas e as condições de trânsito da via. No parágrafo primeiro do referido artigo menciona-se que onde não existir sinalização regulamentadora, a velocidade máxima deverá ser praticada de acordo com a classificação hierárquica da via. Sendo de 80 km/ h nas vias de trânsito rápido, 60 km/h para as artérias, 40 km/h nas vias coletoras e para as vias locais recomenda-se que a velocidade não seja superior a 30 km/h.

Um dos principais exemplos de imprudência dos motoristas é o excesso de velocidade nas vias, que causa acidentes em grandes proporções tanto quanto a ingestão de álcool. O modo atual de controle da velocidade aplicada aos condutores é a instalação de radares e outras fiscalizações, ações essas que têm apresentado resultados, porém, não como o esperado.

De acordo com Yamada (2005), existem estudos que comprovam que o condutor respeita o limite legal de velocidade apenas onde há maior fiscalização, e, logo depois dos radares o limite máximo é ultrapassado, o que indica que o condutor obedece às leis de trânsito somente onde pode ser punido pela imprudência, tornando mais alto o risco de acidentes onde há menor fiscalização, visto que nesse caso os motoristas exercem velocidades acima do limite.

Dentro do contexto apresentado, o objetivo deste estudo, de natureza exploratória, é conhecer a velocidade instantânea em diferentes vias e analisar as atitudes de motoristas no que diz respeito a velocidade. Para tal foi escolhida uma área na cidade de Belo Horizonte para levantamento das informações acerca das velocidades e conduzida uma pesquisa com motoristas por meio de um questionário previamente elaborado.

1.1 Velocidades

Quando se trata de segurança viária, o fator velocidade não pode ser ignorado devido ao fato da gravidade dos acidentes de trânsito estar intimamente associada com as velocidades que os veículos estavam desenvolvendo no momento do acidente. Isso ocorre pelo motivo de que quanto mais rápido o veículo está, menor é o campo de visão do condutor e maior a distância de frenagem necessária em caso de emergência.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) existem dados que comprovam que a velocidade tem sido identificada como um grave fator de risco de acidentes, influenciando tanto o risco de ocorrência de um acidente viário, bem como a gravidade das lesões dele resultante, e ainda que aproximadamente de 30% a 50% dos acidentes com automóveis tem como principal fator a velocidade dos veículos envolvidos.

2. METODOLOGIA

A metodologia para este artigo tomou como referência as seguintes etapas hierarquizadas conforme apresentadas na Figura1 e descritas nos itens a seguir

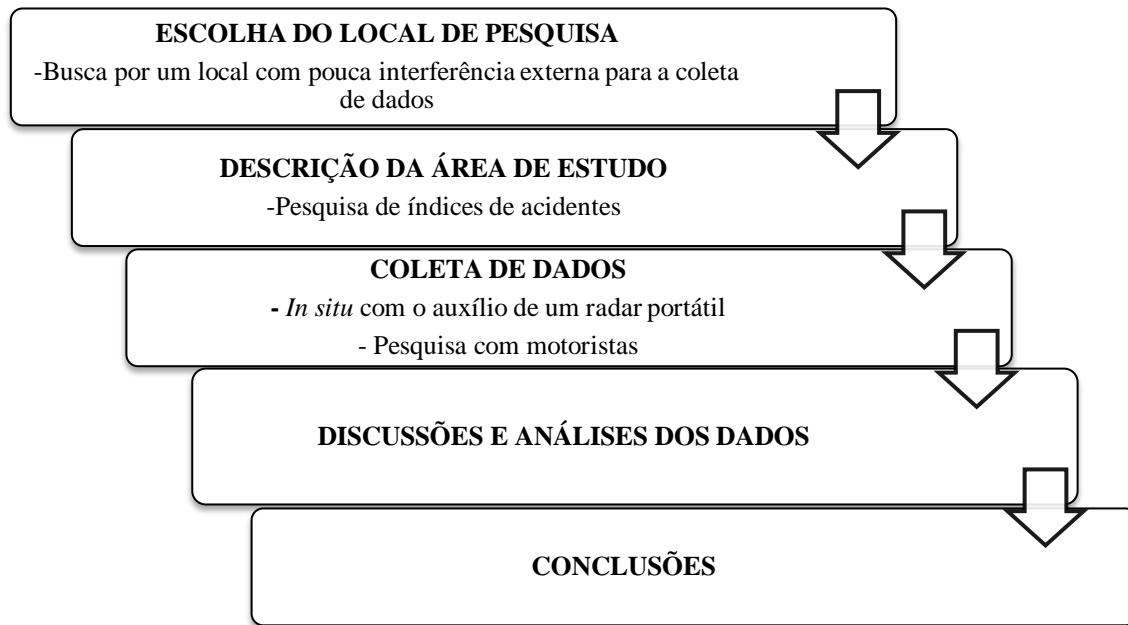


Figura1: Etapas da metodologia da pesquisa

1.2 Escolha do local de pesquisa

Para a elaboração deste estudo, procurou-se na região de Belo Horizonte, um local apropriado à coleta de dados. Isto é, um local onde o sistema viário fosse composto por vias arteriais, coletoras e locais. Foi escolhida uma área na região Leste da cidade de Belo Horizonte. Dentro dessa área foram escolhidos 18 locais sendo seis pontos em vias artérias, seis em vias coletoras e seis em vias locais. Foram escolhidos locais para coleta das velocidades onde não houvesse presença de fatores externos que pudessem influenciar a velocidade dos veículos, ou seja, as velocidades foram coletadas em veículos trafegando em fluxo livre.

1.3 Descrição da área de estudo

A área escolhida para o estudo é uma região de grande importância para a cidade, nela concentra importantes polos geradores de viagem, e importantes vias, como por exemplo, a Av. Cristiano Machado principal via que liga a parte leste da cidade a área do centro da capital. E é também uma das principais vias que dão acesso ao Aeroporto Internacional Tancredo Neves localizado na cidade de Confins.

De acordo com o diagnóstico de trânsito de Minas Gerais, elaborado pela Secretaria Estadual de Defesa Social (SEDS, 2015) a Av. Cristiano Machado é a segunda via com o maior

número de acidentes em Belo Horizonte no ano de 2014 e 2015, com 157 registros de casos envolvendo vítimas. No ano anterior a Av. Silviano Brandão e a Rua Jacuí também tiveram um destaque na lista de vias com maior número de acidentes, de acordo com o relatório de acidentes no trânsito de Belo Horizonte elaborado pela BHTRANS, sendo essas vias importantes para a região da área de estudo, pois ofertam o acesso da região para a região Central da cidade, recebendo assim um grande fluxo de veículos (BHTRANS, 2013).

1.4 Coleta de dados

Os dados de velocidades foram coletados no mês de abril de 2015, em uma quarta feira, durante a hora pico da manhã, para cada um dos pontos foram levantadas velocidades durante um período de cinco minutos, a quantidade de medidas, em cada local, varia de seis, no mínimo e 10 no máximo. Para realizar as medições de velocidade dos veículos nos pontos de monitoramento definidos, o equipamento escolhido foi o radar de mão *Speedster* fabricado pela *Bushnell*. E o software *Microsoft Office Excel* foi utilizado para tratar os dados adquiridos “in loco”. Os pesquisadores se mantiveram em uma postura discreta para que não fossem percebidos pelos motoristas e não influenciassem o comportamento dos motoristas.

Esta tarefa foi realizada por dois pesquisadores, previamente treinados, um deles apontava o equipamento em direção ao veículo, fazia a leitura da velocidade e o outro pesquisador anotava em um formulário elaborado para tal finalidade. O equipamento utilizado possui uma pequena margem de erro, aproximadamente 2 km/h, trazendo consistência as medições realizadas. A Figura 2, apresentada na sequência, mostra a localização de cada ponto onde foram coletadas as velocidades.



Figura 2: Pontos de coleta de dados

1.5 Pesquisa com motoristas

Para avaliar a atitude dos motoristas em relação a velocidade praticada por eles no trânsito foi elaborado um questionário para coleta de dados, o instrumento foi dividido em duas partes. A primeira parte composta por 13 perguntas cuja finalidade foi levantar o perfil do entrevistado, tais como, gênero, faixa etária, renda, etc. e obter informações acerca do envolvimento do entrevistado em acidentes de trânsito e também levantar se o entrevistado obtém algum conhecimento sobre a regulamentação de velocidade em diferentes tipos de vias.

3. ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS DADOS

A seguir serão apresentados os dados levantados em campo referente às velocidades e a atitudes dos motoristas

3.1 Sobre as velocidades

As informações, finda a coleta, foram transferidas para uma planilha eletrônica a fim de se facilitar o tratamento e interpretação dos dados. Foram coletadas amostras em seis locais diferentes para cada tipo de via. Levantaram-se no total 136 amostras, sendo, 52 em vias arteriais, 42 em vias coletoras e 42 amostras em vias locais. Calculou-se a média das velocidades apuradas para as diferentes vias, conforme se apresenta na Tabela 1.

Tabela 1: Média das velocidades

| Locais | Nome da via | Velocidade Média pontual (km/h) | Velocidade Recomendada km/h | Classificação hierárquica |
|--------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | Av. Silviano Brandão | 37 | 60 | Arterial |
| 2 | R. Jacuí | 37 | | |
| 3 | Av. Silviano Brandão | 38 | | |
| 4 | Av. Cristiano Machado | 38 | | |
| 5 | R. Jacuí | 42 | | |
| 6 | Av. Cristiano Machado | 44 | | |
| 7 | R. Conselheiro Lafaiete | 28 | 40 | Coletora |
| 8 | R. Conselheiro Lafaiete | 38 | | |
| 9 | R. Pitangui | 40 | | |
| 10 | R. Pitangui | 43 | | |
| 11 | R. Ponte Nova | 48 | | |
| 12 | R. Juacema | 51 | | |
| 13 | R. Genovena de Souza | 38 | 30 | Local |
| 14 | R. General Carneiro | 39 | | |
| 15 | R. Silveira | 43 | | |
| 16 | R. Cel. Júlio Pinto | 40 | | |
| 17 | R. Itaúna | 43 | | |
| 18 | R. Guanabara | 43 | | |

Em conformidade com a Tabela 1 é possível perceber que nas vias arteriais as médias das velocidades estão abaixo da velocidade recomendada pelo CTB que é de 60 km /h. Apurou-se que a velocidade média mínima foi de 37 km/h e a média máxima de 42 km/h. Percebe-se que as velocidades médias mínimas estão 38% abaixo da recomendada pelo CTB. E média máxima está 26% abaixo daquela recomendada pelo CTB.

Ao analisar as velocidades levantadas nas vias coletoras é possível perceber que há três velocidades médias que estão em consonância com o CTB, e três que estão acima, sendo que uma das medias (51 km/h) está consideravelmente acima da velocidade recomendada pelo CTB. Tais valores podem ser justificados pela ausência e sinalização ou uma forma que os motoristas adotam de compensar o tempo gasto em congestionamentos.

Para as vias locais todas as velocidades médias estão acima da velocidade recomendada pelo CTB. A velocidade média mínima está 26% acima da recomendada e a média máxima (43 km/h) está 43% acima da velocidade recomendada pelo CTB.

3.2 Sobre a atitude dos motoristas

Para avaliar a atitude dos motoristas no que diz respeito a velocidade foi realizada, por meio de um questionário, uma pesquisa com motoristas da cidade Belo Horizonte. O questionário foi dividido em três partes, na primeira parte levantou-se o perfil do entrevistado, na segunda foi feita três perguntas sobre velocidade e hierarquização viária e na terceira parte foi levantada informações sobre a atitude dos motoristas no que tange a velocidade.

3.2.1 Perfil dos entrevistados

Foram entrevistados 55 motoristas, sendo 39 do gênero masculino e 16 feminino, dessa amostra 5% possui ensino fundamental completo, 58% ensino médio completo e 19 entrevistados (35%) possuem ensino superior completo. A faixa etária dos entrevistados está compreendida entre 18 e 50 anos de idade, conforme ilustra a Figura 3, apresentada a seguir.

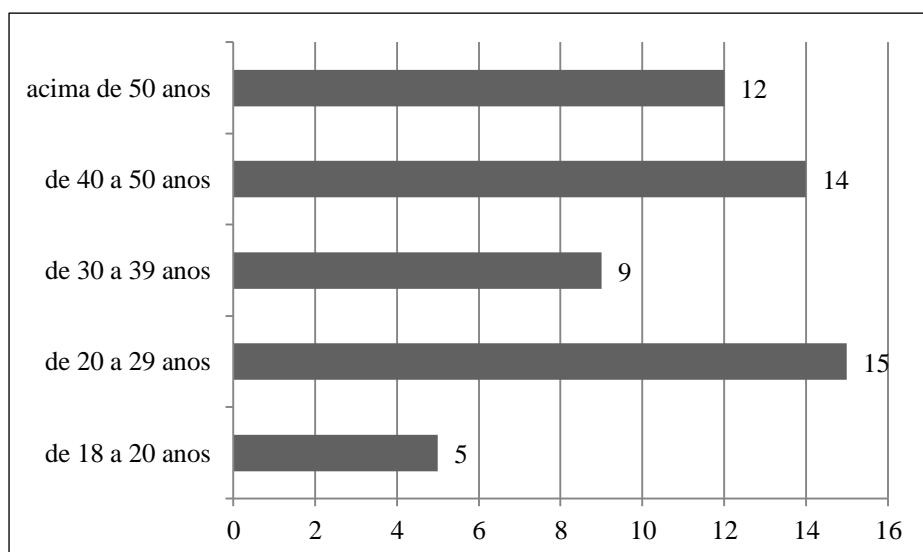


Figura 3: Faixa etária dos entrevistados

Conforme é possível notar ao observar a figura 3, a amostra está consideravelmente distribuída dentro da faixa etária exceto os entrevistados com idade de 18 a 20 que representa somente 9% da amostra.

3.2.2 Conhecimento dos entrevistados sobre o conceito de hierarquia viária

Com o objetivo de avaliar se os entrevistados possuem algum conhecimento sobre hierarquização viária e suas respectivas velocidades foram elaboradas três perguntas e obtiveram-se as seguintes informações.

Do total dos entrevistados (55 motoristas) 33 (60%) responderam conhecer o significado de via arterial, coletora e local. Já 22 motoristas, 40 % da amostra afirmaram desconhecer esse significado.

Os entrevistados responderam sobre a velocidade em que eles geralmente trafegam em vias residenciais, ou seja, vias coletoras e locais, e em vias principais, as arteriais, a Tabela 2, apresentada na sequência mostra os resultados das velocidades praticadas pelos entrevistados em vias residenciais.

Conforme pode ser visto na tabela 2 dos 55 entrevistados 27 deles afirmaram que dirigem em velocidades maiores que 40 km/h, denotando um desconhecimento ou descumprimento da legislação.

Tabela 2: Percepção das velocidades praticadas pelos entrevistados em vias residenciais

| Velocidade | Quantidade de entrevistados | % |
|---------------------|-----------------------------|------|
| Entre 20 a 30 km /h | 7 | 13% |
| Entre 30 a 40 km /h | 21 | 38% |
| Entre 40 a 50 km /h | 16 | 29% |
| Entre 50 a 60 km /h | 8 | 15% |
| Mais que 60 km / h | 3 | 5% |
| Total | 55 | 100% |

A comparar esses dados entre os entrevistados que afirmaram conhecer o significado de hierarquia viária e os que não conhecem foi possível constatar que entre aqueles entrevistados que não conhecem o significado há maior número de pessoas que praticam velocidades acima das recomendadas pela legislação, conforme pode ser visto na Tabela 3. Pode se concluir que o desconhecimento do conceito em questão pode levar os motoristas a descumprirem a legislação.

Tabela 3: Velocidades entre quem conhece e não conhece o significado de vias arteriais, coletoras e locais.

| | 20 a 30 km /h | 30 a 40 km /h | 40 a 50 km /h | 50 a 60 km /h | > que 60 km / h | Total |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|-------|
| Conhece o significado | 4 | 18 | 7 | 3 | 1 | 33 |
| Não conhece o significado | 3 | 3 | 9 | 5 | 2 | 22 |

Já para as percepções das velocidades praticadas pelos entrevistados nas vias principais, ou seja, as arteriais, obteve-se o seguinte resultado, apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Velocidades praticadas pelos entrevistados em vias principais

| Velocidade | Quantidade de entrevistados | % |
|---------------------|-----------------------------|------|
| Entre 40 a 50 km /h | 4 | 7% |
| Entre 50 a 60 km /h | 33 | 60% |
| Mais que 60 km / h | 18 | 33% |
| Total | 55 | 100% |

Conforme pode ser constatado na Tabela 4 dos 55 motoristas entrevistados 18 deles, representando 33% da amostra afirma dirigir em uma velocidade superior a 60 km/h, ou seja, desrespeitam a velocidade regulamentada para as vias arteriais que é de 60 km / h.

A comparar esses dados entre os entrevistados que afirmaram conhecer o significado de hierarquia viária e os que não conhecem, conforme se ver na Tabela 5, foi possível constatar que mesmo entre os entrevistados que afirmaram não conhecer o conceito há poucos motoristas que dirigem acima da velocidade recomendada pela legislação. Esse fato pode ser devido essas vias serem geralmente equipadas com sinalização vertical que regulamenta a velocidade.

Tabela 5: Velocidades entre quem conhece e não conhece o significado de vias arteriais, coletoras e locais

| | 20 a 30 km /h | 30 a 40 km /h | 40 a 50 km /h | 50 a 60 km /h | > que 60 km / h | Total |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|-------|
| Conhecem o significado | 0 | 0 | 4 | 19 | 10 | 33 |
| Não conhecem o significado | 0 | 0 | 0 | 14 | 8 | 22 |

3.2.3 Opinião dos entrevistados sobre suas atitudes no trânsito

Na segunda parte do questionário os participantes responderam a 10 itens, sobre a sua atitude quando está dirigindo, para cada item os entrevistados apontavam uma opção em uma escala que variava de “nunca” a “o tempo todo”, conforme ilustra a Figura 4.

| Quando está dirigindo, com que frequência você: | Nunca | Quase nunca | Ocasionalmente | Com alguma frequência | Frequentemente | O tempo todo |
|---|-------|-------------|----------------|-----------------------|----------------|--------------|
| 1- Ignora o limite de velocidade regulamentado na via | | | | | | |

Figura 4: Exemplo da segunda parte do questionário

Após a tabulação das respostas obtidas na terceira parte do instrumento, obteve-se a quantidade de vezes em que cada opção foi marcada em cada fator, pelos entrevistados, conforme apresentados na Quadro 1.

Quadro 1: Quantidade de marcações para cada opção

| Fatores de Risco | Nunca | Quase nunca | Ocasionalmente | Com Alguma Frequência | Frequentemente | O tempo todo |
|---|-------|-------------|----------------|-----------------------|----------------|--------------|
| Ignora o limite de velocidade regulamentado na via | 13 | 7 | 16 | 8 | 7 | 4 |
| Desrespeita o limite de velocidade tarde da noite ou nas primeiras horas da manhã | 16 | 11 | 6 | 3 | 12 | 7 |
| Passa do limite de velocidade em uma via residencial | 31 | 6 | 7 | 0 | 4 | 7 |
| Passa do limite de velocidade em uma via com radar | 41 | 6 | 4 | 1 | 2 | 1 |
| Observa com atenção as placas de trânsito | 2 | 0 | 1 | 4 | 16 | 32 |
| Respeita as placas de velocidade | 3 | 4 | 6 | 5 | 14 | 23 |
| Distraído, preocupado ou com pressa você deixa de observar as placas de trânsito | 19 | 9 | 12 | 6 | 6 | 3 |
| Aumenta a velocidade quando a rua está livre | 8 | 7 | 9 | 5 | 13 | 13 |
| Diminui a velocidade quando percebe que há fiscalização na via | 3 | 4 | 3 | 1 | 9 | 35 |
| Você aumenta a velocidade após sair de um trecho congestionado | 13 | 1 | 7 | 5 | 13 | 16 |

Conforme os dados da Quadro 1 é possível concluir que aproximadamente 75% dos motoristas entrevistados tem a percepção que nunca ultrapassou o limite de velocidade em uma via com radar. E de mesmo modo, 35 de um total de 55 motoristas (63%) sempre diminuem a velocidade quando há fiscalização na via. Esse estudo aponta o quanto o condutor está preocupado em se livrar de multas e não em dirigir com responsabilidade em tempo integral.

Além disso, mais da metade dos entrevistados afirmaram exercer maior velocidade com frequência ou o tempo todo após sair de um trecho congestionado ou no momento em que a rua está livre. Fator este justificado pela necessidade de recuperar o tempo ocioso no trânsito e chegar mais rápido (ou no tempo estimado) ao destino, ainda que desrespeitando as leis de trânsito.

4. CONCLUSÕES

Pela análise da coleta de dado das velocidades de veículos em vias artérias, coletoras e locais, é notável que as velocidades exercidas nessas vias não condizem com as recomendações do CTB, na maioria dos casos. Isso ocorre por alguns possíveis fatores que causam congestionamento das vias de maior uso.

Devido a essa discrepância, 53% dos entrevistados afirmaram exercer maior velocidade com frequência ou o tempo todo após sair de um trecho congestionado ou no momento em que a rua está livre, já que as vias de trânsito rápido não estão tão rápidas assim, confirmando que esse estudo aponta o quanto o condutor está preocupado em se livrar de multas quando julga necessário e não em dirigir com responsabilidade em tempo integral.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais pela oportunidade de realização das pesquisas, como também agradecem as sugestões recebidas de diversos colegas, que permitiram aprimorar o texto e eliminar diversas inconsistências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHTRANS, Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte. (2013) Informações sobre acidentes com vítimas no município de Belo Horizonte – Ano 2013. Disponível em: <<https://www.detran.mg.gov.br/sobre-o-detran/estatisticas-do-transito-2/acidente-com-vitima-em-bh?download=705:relatorio-acidentes-bh-2013>> Acesso em : 17 de julho de 2016.

BRASIL, Código Nacional de Trânsito. Código de trânsito brasileiro, instituído pela Lei no. 9.503, de 23 de setembro de 1997. 2. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004.

SEDS (2015) Secretaria Estadual de Defesa Social. Diagnóstico de Acidentes de Trânsito de Minas Gerais 2014-2015. Disponível em: <http://www.seds.mg.gov.br/images/seds_docs/estatisticas/Estatisticas_transito/2016.04.15_CINDS_SEDS-MG_DIAGNOSTICO_DE_ACIDENTES_DE_TRANSITO_MG_2014-2015.pdf>. Acesso em: 15 de julho de 2016.

Yamada, M. G. (2005). Impacto dos radares fixos na velocidade e na accidentalidade em trecho da rodovia Washington Luís. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Agmar Bento Teodoro (agmarbento@hotmail.com)
Camila Nunes Santos (camilancefet@gmail.com)
Deborah Cristina da Rocha (deborahcrcristina@gmail.com)
Farney Aurélio Alcântara (farneyaurelio@gmail.com)
Gabriel Lopes de Faria (gabriellopesfaria8@gmail.com)
Departamento de Engenharia de Transportes – DET - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG. Av. Amazonas, 5253 – Nova Suíça – Belo Horizonte - MG



21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

TECNOLOGIAS DE RASTREAMENTO E MONITORAMENTO DE EQUIPAMENTOS: PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NO SEGMENTO DE PETRÓLEO E GÁS

Jorge Luis Pereira da Cruz

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes

RESUMO

Para as empresas de exploração e produção (E&P) onshore e offshore de petróleo e gás, a necessidade de saber a localização e a condição de cada ativo em um determinado momento é crítica podendo acarretar em impactos operacionais, financeiros e legais. Apesar disso não há referências na literatura de que estas empresas utilizem as tecnologias de rastreamento e monitoramento de ativos que já são amplamente empregadas na gestão das cadeias de suprimentos dos setores civis e militares. Barreiras técnicas (temperatura e pressão extremas, corrosão, erosão, interferências de superfícies metálicas nas leituras), barreiras econômico-financeiras (custos de implementação e dificuldades de se calcular o ROI) entre outras justificam o desafio da implementação deste tipo de sistema em uma empresa do setor. O objetivo deste trabalho é, a partir de uma revisão bibliográfica e estudos de casos, trazer novas perspectivas tecnológicas contribuindo para a implementação deste sistema no setor despertando o interesse da comunidade acadêmica sobre o assunto, além de identificar as tecnologias com maiores potenciais de serem utilizadas no segmento. A combinação de RFID e GPS ainda é a melhor para um sistema de rastreamento de ativos. No entanto através deste trabalho foi possível identificar o potencial que o BLE pode trazer na redução do custo total de uma arquitetura de sistema voltada para este setor.

ABSTRACT

For the onshore and offshore oil and gas exploration and production (E&P) companies, the need to know the location and condition of each asset at any given time is critical and could result in operational, financial and legal impacts. Nevertheless, there are no references in the literature that these companies use assets tracking and tracing technologies that are already widely used in the management of civil and military supply chains. Technical barriers (temperature and extreme pressure, corrosion, erosion, interference from metal surfaces in the readings), economic and financial barriers (implementation costs and difficulties of calculating the ROI) among others justify the challenge of implementing this type of system in a company of the sector. The objective of this work is, from a literature review and case studies, bringing new technological perspectives contributing to the implementation of this system in the E&P sector attracting the interest of the academic community on the subject and identifying technologies that could be potentially applied in the sector. The combination of RFID and GPS is still the best one for assets tracking and tracing systems. However, through this work it was possible to identify the potential that BLE can bring in reducing the total cost of a dedicated system architecture for this sector.

PALAVRAS CHAVE

Gestão de equipamentos, cadeia de suprimentos, operações

1. INTRODUÇÃO

As associações de tecnologias, quando integradas, permitem que processos sejam gerenciados de modo eficiente visando aperfeiçoar a comunicação, a transmissão de dados e o desempenho das diversas atividades que dependem de informações precisas e confiáveis quer seja na área administrativa, executiva ou operacional. Desse modo espera-se que os custos sejam diminuídos em todas as etapas da cadeia.

Para as empresas de exploração e produção (E&P) de petróleo e gás, que operam tanto em nível onshore como offshore, a necessidade de saber a localização e a condição de cada ativo em um determinado momento é crítica. Em um segmento onde os custos de equipamentos e serviços são elevados, a empresa precisa saber como o seu equipamento está funcionando e o momento em que precisa ser reparado ou substituído (Moon, 2006).

Por ser uma indústria de alcance global, é do conhecimento de todos os gestores da indústria de E&P que as distâncias entre os campos associada à utilização intensiva dos equipamentos devem estar sincronizadas com as demandas dos poços para favorecer a previsibilidade das manutenções e substituições destes equipamentos permitindo, deste modo, operações e procedimentos contínuos e seguros. A gestão eficaz desses procedimentos só é possível mediante dados e informações confiáveis em tempo hábil (Ayres, 2012).

A visibilidade e a localização em tempo real das ferramentas e equipamentos da indústria de E&P proporcionariam a melhor utilização dos recursos e facilitaria a tomada de decisões operacionais e logísticas. Estes critérios associados às possibilidades do efetivo controle das certificações e manutenções dos equipamentos, contribuiriam de forma substancial para a sustentabilidade econômico-financeira e ambiental da atividade da indústria de petróleo e gás. As empresas do setor de E&P sujeitas à Lei Sarbanes-Oxley (SOX) têm no rastreamento dos ativos um componente vital para a sua sobrevivência em virtude da responsabilidade legal atribuída aos CFOs na escrituração e baixa contábil de todos os ativos. As empresas do segmento devem se adequar aos requisitos legais dos países onde operam. No caso do Brasil, o setor é beneficiado pelo regime aduaneiro especial do REPETRO que permite a suspensão dos tributos federais e estaduais nas importações e exportações de bens destinados às atividades de pesquisa e de lavra das jazidas de petróleo e gás natural. A suspensão dos tributos é concedida mediante garantia dada pela empresa importadora ao governo. Caso a empresa não cumpra com os requisitos legais para a operação e controle do regime, o governo pode executar a garantia exigindo os impostos suspensos além de cobrar multa pelo descumprimento. Estas penalidades representam um alto risco financeiro para a operação da empresa no Brasil.

Um aspecto único da indústria de E&P é dado pelas condições operacionais extremas nas quais os ativos são expostos a elevadas condições de temperatura (até 204°C), pressão (até 30.000psi), corrosão e erosão (Binmore, 2009). Este aspecto tem sido um dos limitantes para o uso na indústria de E&P das tecnologias de rastreamento utilizadas no âmbito civil (ex.: transportes,

construção, varejo, hospitalar, etc.) e militar (projeto TAV – Total Asset Visibility – do exército dos Estados Unidos) (Buckner *et al.*, 2006; Chilsholm e Kochis, 2006). A literatura apresenta diversos trabalhos relacionados à aplicação das tecnologias de rastreamento e monitoramento para os segmentos mencionados, mas há poucas referências abordando especificamente o segmento de E&P. Na literatura recente verifica-se, ainda, o uso combinado da tecnologia de identificação por rádio frequência (RFID - Radio-Frequency Identification) com o sistema de global de posicionamento (GPS - Global Position System) como a combinação tecnológica mais utilizada nos processos de gestão da cadeia de suprimentos e gestão de ativos tanto a nível civil como militar. No entanto, encontramos na literatura outras tecnologias e combinações utilizadas em conjunto ou não com a combinação RFID-GPS que buscam mitigar aspectos técnico-operacionais e de custos.

O propósito deste artigo é trazer novas perspectivas tecnológicas para a introdução dos sistemas de rastreamento e monitoramento de ativos na indústria de petróleo e gás. A metodologia utilizada se baseia na análise bibliográfica e documental recente sobre o assunto para o mapeamento do estado atual e avaliação qualitativa. Estudo de caso de alguns artigos selecionados foram realizados para eventual identificação de possibilidades e tendências. Desta forma, as contribuições esperadas do presente trabalho são a de despertar o interesse da comunidade acadêmica sobre o assunto, de contribuir para a aplicação das tecnologias de rastreamento de ativos na indústria de petróleo e gás e de identificar as tecnologias com potencial de serem utilizadas na indústria.

O artigo está dividido em quatro seções principais. A presente seção que apresenta uma breve introdução, contextualização e caracterização das possibilidades da aplicação das tecnologias de monitoramento e rastreamento de ativos na indústria de petróleo e gás bem como os objetivos, metodologia e contribuições esperadas pelo trabalho. A segunda seção apresenta uma descrição das principais tecnologias encontradas na literatura relacionadas à gestão da cadeia logística e de rastreamento de ativos. A terceira seção apresenta os estudos de casos dos artigos selecionados. A quarta seção consiste na discussão dos resultados, nas conclusões e nas linhas de pesquisa sugeridas para o futuro.

2. PRINCIPAIS TECNOLOGIAS

2.1. Código de Barras (1D e 2D)

O código de barras é uma representação gráfica de dados numéricos ou alfanuméricos. A leitura e decodificação dos dados podem ser feitas através de leitor específico ligado a um computador ou impressora ou, mais recentemente, através de um smartphone. A capacidade máxima do código 1D é de 28 bits por segundo enquanto a do código 2D é 10 vezes maior. Esta maior capacidade permite o registro de diferentes formatos de dados como palavras, planilhas e até

mesmo imagens. Entre as vantagens do código de barras 2D estão: (1) alta capacidade de armazenamento de dados. (2) Armazenamento de diversos tipos de dados (imagem, som, palavras e impressões digitais), com capacidade para expressão multilinguagem, (3) Alta tolerância à falha: com a sua tecnologia de correção de erros, os códigos de barras 2D podem ser identificados mesmo que haja até 30% de corrupção. (4) Alta confiabilidade: a habilidade de decodificação de erro do código 2D é muito maior do que a do código 1D. (5) Facilidade de produção: a escala e a forma do código 2D são modificáveis e facilmente feitas através de software e impressora a baixo custo. (6) Conveniência: o código 2D é facilmente identificado por telefone ou dispositivos móveis e pode ser lido em qualquer direção (Cheung *et al.*, 2014).

As principais características do código de barras 2D estão na sua capacidade de representar o conteúdo de dados e a disposição de um diagrama geométrico específico numa área relativamente pequena de matriz que pode registrar quantidades significativas de dados. Como a tecnologia do código de barras 2D foi desenvolvida rapidamente, existem diversas plataformas de apoio à geração de código de barras 2D baseadas na internet. Um usuário pode até baixar e instalar em um computador o software para criar um código de barras 2D. A utilização do código de barras é muito conveniente e de baixo custo (Cheung *et al.*, 2014).

Há dois inconvenientes do código de barras: (1) é uma tecnologia apenas de leitura - o que significa que uma vez impresso, os dados não podem ser alterados - e (2) o leitor precisa de uma distância relativamente curta para a etiqueta com o código de barras. Tecnologias como identificação por rádio frequência (RFID) têm sido procuradas para substituir o código de barras, mas a simplicidade, universalidade e baixo custo dos códigos de barras têm limitado o papel desses outros sistemas até a última década (Gunasekaran *et al.*, 2014).

2.2. RFID

RFID é uma solução de identificação automática que simplifica a identificação e aquisição de dados, útil para identificar itens sem a intervenção humana ou contato físico (conforme necessário no uso do código de barras). Um sistema de RFID é composto de uma etiqueta (tag) RFID e um leitor RFID. O tag RFID consiste de um pequeno circuito integrado e uma antena. Os dados são armazenados no tag, geralmente como uma identificação única. Os usuários podem acessar os dados de cada tag utilizando um leitor RFID. Os sinais de rádio são emitidos pelo leitor através da antena. Finalmente, os dados solicitados serão entregues a partir do tag para o leitor que exibe as informações na tela (Castro *et al.*, 2013).

Os tags RFID são classificados em dois tipos: passivos e ativos. Na RFID ativa o tag possui uma bateria para suportar o envio contínuo de sinais sendo, portanto, mais caro do que o tag passivo, que não possui bateria. Os sinais são lidos pelo leitor através de ondas de rádio nas faixas de frequência baixa (125 kHz), alta (13,56 MHz), ultra-alta (UHF) (850-900 MHz) (Gunasekaran *et al.*, 2014) e micro-ondas (0,3-300 GHz) (Castro *et al.*, 2013). Os tags ativos



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

têm um alcance de leitura de até 300 m ao passo que os tags passivos têm um alcance de 10 mm a cerca de 5 m (Gunasekaran *et al.*, 2014). Outras vantagens dos tags ativos são: (1) maior capacidade de armazenamento, (2) transmissão de maior quantidade de informação, (3) possibilidade de integração de sensores e atuadores que permitem o monitoramento de parâmetros ambientais, como temperatura e umidade, por exemplo. Como os tags ativos são menos afetados por fatores ambientais do que os tags passivos, eles tendem a ser utilizados para rastrear e localizar ativos valiosos ou pessoas, tais como equipamento médico móvel clinicamente crítico ou pacientes psiquiátricos (Castro *et al.*, 2013).

O leitor de RFID funciona como um transmissor e receptor. O leitor transmite um campo eletromagnético que "acorda" a etiqueta e fornece a energia necessária ao seu funcionamento. O tag então transfere os dados para o leitor através da antena. Os dados são lidos pelo leitor de RFID e transferidos para um computador (portátil ou não). Ao contrário do código de barras, os tags de RFID não precisam de linha de visão para serem lidos: eles só precisam estar dentro do alcance do leitor. Além disso, os tags RFID podem ser lidos através da maioria dos materiais, apesar de superfícies metálicas e de concreto interferirem no desempenho. A medida que a tecnologia melhora, os tags RFID estão diminuindo de tamanho, com alguns medindo apenas 0,33 milímetros de diâmetro (Gunasekaran *et al.*, 2014). A RFID também permite a leitura simultânea de múltiplos tags, apresenta capacidade de armazenamento de dados aprimorada e capacidade de leitura e gravação de dados (Castro *et al.*, 2013).

O tag RFID pode assumir diferentes formatos dependendo da aplicação ou da entidade a ser etiquetada. No setor de saúde, por exemplo, eles se apresentam sob a forma de crachás, pingentes, pulseiras, cartões e até mesmo implantes (Castro *et al.*, 2013). A tecnologia RFID pode ser integrada com código de barras, Wi-Fi, GPS e infravermelho para várias aplicações a fim de que as melhores características de cada combinação possam ser introduzidas e com menos mudanças de infraestrutura (Bahr *et al.*, 2013).

O grande investimento necessário para implementar a RFID representa um obstáculo significativo para a difusão em larga escala de suas aplicações comprometendo o retorno sobre o investimento (ROI – return over investment) no curto prazo. Com a finalidade de reduzir os custos de implementação, alguns hospitais estão utilizando as redes Wi-Fi existentes ao implementar rastreamento de ativos com RFID. No entanto, isso significa que os sinais dos tags RFID podem não ser tão precisos, uma vez que eles têm de "competir por espaço" com outros dispositivos de comunicação presentes na instalação (Castro *et al.*, 2013).

Desafios técnicos representam outro obstáculo para adoção mais ampla de RFID retardando a sua implementação. Na área da saúde, por exemplo, os principais problemas são: (1) problemas relacionados a confiabilidade e interoperabilidade das tecnologias RFID, (2) colisões e impactos nos tags, problemas de propagação de sinal, (3) interferências com outros sistemas clínicos ou dispositivos médicos, (4) falta de padrões da indústria (Castro *et al.*, 2013).

2.3 Bluetooth de baixa energia (BLE - Bluetooth Low Energy)

Projetar tags de rádio frequência pequenos representa um problema desafiador tanto em termos de confiabilidade contra choques mecânicos quanto à limitação da energia disponível. A disponibilidade de dispositivos eletrônicos pequenos, baratos e de baixo consumo de energia tem permitido a concepção e desenvolvimento de produtos sem fio portáteis capazes de assegurar a longevidade do tag. A tecnologia BLE oferece uma solução intrigante e moderna para uma ampla gama de aplicações em que o consumo de energia é uma questão crítica, como no caso de rastreamento de ativos.

A utilização de tags RFID (passivo e ativo) para a localização de ativos em áreas amplas aumenta muito o custo da arquitetura da solução a ser implementada por conta da quantidade de leitores e antenas necessários para cobrir a área em questão. A utilização de tags BLE modernos representam uma solução alternativa, que não requer qualquer configuração específica para interagir com smartphones. Esses tags podem ser usados nos ativos de alto valor, permitindo assim a sua localização. A alimentação é fornecida por uma bateria de 3 volts, que garante uma vida longa, estimada em 2,5 anos, conforme estudos realizados por Bisio *et al.* (2016). A única tarefa que os tags executam é a transmissão periódica do aviso que pode ser ouvido pelo smartphone.

Os tags BLE operam na banda Industrial, Científica e Médica (ISM - Industrial, Scientific and Medical), a mesma adotada pela tecnologia clássica Bluetooth, mas com um conjunto diferente de canais. Os dados são transmitidos usando uma modulação Gaussiana de mudança de frequência, semelhante ao clássico esquema da Taxa Básica do Bluetooth. Além disso, a tecnologia BLE usa saltos de frequência para neutralizar a interferência de banda estreita. Estudos mostram que o baixo consumo de energia exigido pelos tags BLE garante um período de operação muito longo (Bisio *et al.*, 2016).

2.4 GPS

GPS, uma tecnologia relativamente madura, apesar de ser utilizada para rastrear com precisão objetos em ambientes externos não tem a mesma utilidade para rastrear objetos dentro de edifícios (Akinci *et al.*, 2007; Chan *et al.*, 2012). GPS foi usado para rastrear a localização em tempo real de equipamentos em locais de construção em vários estudos. Embora a tecnologia GPS seja considerada precisa e robusta para coleta automatizada de dados para controle de construção de estradas, os estudos reconheceram a inexatidão dos dados de GPS observados causada por objetos que protegiam a comunicação do receptor GPS com satélites. Em Akinci *et al.* (2007) a combinação das tecnologias RFID e GPS apresentam uma oportunidade para rastrear grandes componentes pré-moldados com entrada mínima de trabalho em um grande pátio de estocagem. O que torna a tecnologia GPS aplicável e viável neste caso é que as peças pré-moldadas só podem ser movidas por guindastes. Por conseguinte, é assegurado que a

localização do guindaste possa ser usada para estabelecer a localização das peças, utilizando apenas um único receptor GPS montado no guindaste, em vez de um receptor colocado em cada peça (Akinci *et al.*, 2007). A tecnologia GPS, agora incluída em quase todos os telefones móveis, representa a abordagem mais promissora para o problema de rastreamento de ativos (Bisio *et al.*, 2016).

2.5. Outras tecnologias utilizadas na arquitetura de sistemas de rastreamento

Na revisão da literatura encontramos diversas tecnologias utilizadas na composição das arquiteturas dos sistemas de rastreamento de ativos dentre as quais destacamos: (1) Rede de internet móvel 3G, (2) Rede de internet móvel 4G, (3) Sistema Operacional Android, (4) Banco de dados, (5) Sistema de Informação Geográfica (SIG ou GIS), (6) Sistema Global para Comunicação Móvel (GSM - Global System for Mobile Communications), (7) Serviços Gerais de Pacote por Rádio (GPRS), (8) Google Maps, (9) Java Script, (10) Aplicações Web, (11) Serviços Web, (12) Redes sem fio Wi-Fi, (13) Redes sem fio Zigbee. A Tabela 1 apresenta a listagem dessas tecnologias por publicação. Deschamps *et al.* (2011) apresenta uma plataforma na qual pretende-se modelar, desenhar, testar e avaliar diferentes desenhos e arquiteturas para qualquer solução técnica ou organizacional a fim de se validar ou rejeitar as escolhas conceituais dos elementos usados em sistemas de rastreamento e monitoramento logístico.

Tabela 1: Resumo das demais tecnologias encontradas na literatura pesquisada usadas na arquitetura de sistemas de rastreamento.

| | 3G | 4G | Android OS | Banco de Dados | GIS | GSM | GPRS | Google Maps | Java Script | Web Applications | Web Services | Wi Fi | ZigBee |
|-------------------------|----|----|------------|----------------|-----|-----|------|-------------|-------------|------------------|--------------|-------|--------|
| Akinci et al. (2007) | | | | ✓ | | | | | | | | | |
| Ayres (2012) | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | ✓ |
| Barbosa et al. (2015) | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Binmore (2009) | | | | | ✓ | | | | | | | | |
| Bisio et al. (2016) | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| Castro et al (2013) | | | | | | | | | | | | ✓ | |
| Cheung et al. (2014) | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| Chew et al. (2012) | | | | | ✓ | | | | | | | ✓ | ✓ |
| Deschamps et al. (2011) | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | |

3. ESTUDOS DE CASOS

Esta seção apresenta os resumos dos casos selecionados. Os seguintes critérios foram considerados com a finalidade de elaborarmos uma análise comparativa entre os estudos: (1)

finalidade, (2) novidade, (3) principais tecnologias utilizadas, (4) conclusão. Os resultados são apresentados de forma resumida na seção seguinte.

No presente trabalho os estudos de casos são de caráter exploratório com a finalidade de analisar as aplicações práticas das tecnologias de rastreamento ora apresentadas. Os casos estudados são:

- 1) A visibilidade de ferramentas offshore com a associação RFID e GPS, justificativa econômica (Ayres, 2012).
- 2) Desenvolvimento de sistema móvel de gestão de manutenção baseado em código de barras 2D/RFID (Cheung *et al.*, 2014).
- 3) Rastreamento e localização de componentes em um canteiro de armazenamento de pré-moldados utilizando RFID e GPS (Akinci *et al.*, 2007).
- 4) Uma nova arquitetura para rastreamento de ativos integrando RFID, tags Bluetooth de baixa energia (BLE) e aplicativos ad hoc para Smartphones (Bisio *et al.*, 2016).

3.1 Caso 1

O autor apresenta uma solução baseada em RFID e GPS que permite o rastreamento de ferramentas especiais usadas no processo de produção “offshore” de petróleo e gás e a sua localização em tempo real. Foram consideradas as limitações de cada uma das tecnologias e os componentes do sistema foram adequados às exigências técnicas e ambientais. Os dados foram testados e fornecidos pela “prova de conceito” do teste piloto realizado pela TECGRAF/PUC-RIO. A partir destes dados também foi possível definir e caracterizar os equipamentos necessários (tags, leitores, transponders e antenas) determinando-se, consequentemente, o orçamento necessário para sua aquisição, manutenção e custos operacionais. As ferramentas especiais receberam os tags passivos e seus respectivos skids foram acoplados com leitores, transponders e antenas. Em relação aos problemas de utilização dos tags passivos em superfície metálica, o autor esclareceu que o tag usado no projeto é semelhante ao desenvolvido pela North Dakota State University Center for Nanoscale Science and Engineering, que se caracteriza por ser “in-metal”, entretanto se diferencia dos demais ao usar uma antena normal sem strip magnético. Como se trata de investimento em uma tecnologia inovadora a análise financeira do negócio foi considerada a partir dos critérios do Valor Presente Líquido (VPL) e do retorno sobre o investimento (ROI). A análise econômica foi baseada em uma fase de operação onde há postergação do óleo e a inoperância com sonda, cujos custos são parâmetros que expressam valores em moeda mais significativos. Os resultados mostraram que o tempo médio anual perdido na postergação de obtenção de produto óleo e gás (atribuído as falhas de manutenção, logística e planejamento) cairia de 50 dias por ano para 17,5 dias por ano após a implementação do sistema e que o valor investido é recuperado em 4 anos. O tempo de retorno é potencializado quando há tendência de elevação no preço do óleo, alta produtividade do campo e redução dos custos decorrente da melhoria de equipamentos ou pelo aumento da demanda desses. Os

resultados obtidos permitiram avaliar e comparar não apenas o retorno do investimento como os benefícios agregados à cadeia de valor.

3.2 Caso 2

Neste caso os autores propõem um sistema móvel para gestão da manutenção dos equipamentos e instrumentos de um laboratório de construção. A diversidade destes equipamentos dificulta bastante a gestão efetiva de sua manutenção. Além disso, um processo usual de manutenção requer o manuseio de documentos o que dificulta o acesso às informações e reinserção de dados no sistema. Para resolver estes problemas os autores apresentaram no artigo um sistema chamado Mobile 2D Barcode/RFID-based Maintenance Management (M-BRMM) que utiliza as tecnologias de código de barras 2D e RFID para melhorar a gestão do processo de manutenção do laboratório e servir como uma plataforma de compartilhamento de informações durante o processo de manutenção. Entre as principais limitações e barreiras para o sistema proposto os autores destacaram: (1) os tags 2D usados em equipamentos localizados em ambientes externos foram danificados por ação da chuva e poluição, (2) o tag 2D não foi reconhecido quando os cantos do código estavam danificados, (3) nenhum sinal de RFID foi detectado quando o tag estava sob o ângulo de deflexão ou ao lado do equipamento, (4) o RFID se mostrou vulnerável a interferências das superfícies metálicas e da umidade, (5) a distância de leitura do código 2D depende da resolução da câmera do smartphone e da luz do ambiente (se o ambiente estiver muito escuro e a câmera não for equipada com flash o tag não pode ser lido). Apesar das limitações encontradas, os autores concluíram que o sistema proposto apresenta um grande potencial para ser usado na aplicação a que se destina, pois, a partir da integração das tecnologias de identificação automáticas melhorou-se a efetividade da gestão da manutenção dos equipamentos internos e externos do laboratório.

3.3 Caso 3

Os métodos manuais de identificação, rastreamento e localização de componentes pré-fabricados feitos sob medida resultam em atrasos na entrega, perdas de tempo na localização e manuseio, montagens e instalações incorretas tudo isso acarretando em atrasos no cronograma e aumentos de custos pela má qualidade das atividades. Para minimizar a intervenção manual e eliminar estas deficiências, os autores propuseram um sistema automatizado usando a combinação das tecnologias RFID e GPS. Baseado nos requerimentos e abordagens, um protótipo foi desenvolvido, montado e testado em campo no canteiro de armazenamento de pré-moldados. A aplicação deste protótipo foi desenvolvida para demonstrar como o sistema proposto neste trabalho iria: (1) comunicar com o leitor receptor GPS e RFID para adquirir coordenadas e dados do tag de identificação, (2) identificar o tag ID pertencente à peça escolhida, (3) determinar a localização das peças que são movidas, e (4) armazenar numa base de dados a nova localização com o ID da peça que foi movida. Durante a implementação do



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

protótipo, foram desenvolvidos dois métodos de raciocínio. O primeiro era para identificar a peça coletada pelo guindaste, e o segundo foi para a identificação de qual pilha e corredor a peça foi colocada. A aplicação que integra as informações GPS e RFID foi desenvolvida em Visual Basic .NET. Os autores conduziram testes de campo para avaliar a adequação dos tags RFID ativos e passivos para a finalidade do protótipo em termos da distância de leitura quando os tags estão em contato com o concreto ou objetos metálicos. Os resultados destes testes demonstraram que os tags ativos tiveram um bom desempenho na vida real. No entanto, os tags passivos se mostraram não confiáveis em um ambiente dinâmico pois eles saiam do alcance de leitura se não estivessem alinhados horizontalmente e em elevação com a antena do leitor de RFID. A presença de metal e concreto não comprometeu o desempenho do GPS. Apesar desta e de outras restrições encontradas na pesquisa, os autores atestaram a viabilidade básica do protótipo chegando a uma arquitetura que permite a operação automática do sistema mediante novas pesquisas para se atestar a confiabilidade do sistema.

3.4 Caso 4

O trabalho descreve uma arquitetura original que utiliza RFID, BLE e smartphones para rastrear ativos em um sítio de construção. As funções principais são realizadas por dois aplicativos Android (sendo um para rastrear o ativo em campo e o outro para localizá-lo na base de dados). Como a melhor tecnologia para o rastreamento em amplas áreas externas é o GPS (atualmente presente na maioria dos telefones móveis) e que os smartphones se popularizaram pela mobilidade, interface amigável e crescente capacidade de processamento, os autores apresentaram um novo sistema de rastreamento que integra a tecnologia BLE com as possibilidades proporcionadas pelos smartphones. A arquitetura proposta buscou satisfazer 3 requerimentos principais: (1) bom nível de precisão da localização do ativo, envelhecimento (tempo entre duas detecções sucessivas do mesmo tag BLE dividido pelo tempo de detecção de todos os tags) da informação e a leitura de todos os ativos com tags ao mesmo tempo, (2) economia dos recursos (CPU, memória e energia) dos smartphones e (3) diminuir o risco de perdas de ativos valiosos e o tempo gasto pelo pessoal de campo para localizá-los. Em termos de custos somente tags baratos de RFID e BLE precisam ser comprados uma vez que o restante do hardware proposto na arquitetura já está disponível no sítio de construção. Além dos critérios de funcionamento do rastreamento de ativos em termos da estratégia utilizada e da precisão, são descritos aspectos críticos do sistema como a estimativa de distância entre o smartphone e o BLE, a estimativa da posição GPS e a estimativa da posição do ativo. Inúmeros testes de campo foram realizados para avaliação destes aspectos. Com relação ao consumo de energia dos smartphones os autores desenvolvem uma modelagem matemática para o consumo de energia, realizam diversos testes de leitura de consumo de energia do GPS, do BLE e do smartphone em modo de espera e avaliam o desempenho do sistema a partir de simulação e dos resultados obtidos. Em sua conclusão os autores ressaltam a efetividade da solução apresentada a partir da campanha de testes de desempenho. Os principais méritos da arquitetura são a sua capacidade de maximizar o tempo de vida da bateria do smartphone, que pode chegar a um

turno inteiro de trabalho, precisão muito satisfatória de estimativa da distância entre o tag BLE e o smartphone (com um erro médio de cerca de 2m), alta probabilidade de detectar todas as etiquetas presentes no canteiro de obras, bem como um adequadamente curto tempo de envelhecimento (tempo entre duas detecções sucessivas do mesmo tag BLE dividido pelo tempo de detecção de todos os tags).

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A análise comparativa das principais tecnologias estudadas neste trabalho foi feita com base em 03 critérios: (1) parâmetros, (02) requerimentos, (3) aplicações em logística e os resultados encontram-se, respectivamente, nas tabelas 2, 3 e 4. A Tabela 5 mostra a análise comparativa dos casos estudados.

Tabela 2: Análise comparativa de parâmetros entre código de barras 2D, RFID, BLE e GPS.

| Parâmetros | Código de Barras 2D | RFID | BLE | GPS |
|----------------|----------------------|--|--|--------------------|
| Acessibilidade | Smartphone, Leitores | Tags, Leitores, Software da aplicação Até 300m | Smartphone, sinais luminosos (beacons) | Receptor GPS |
| Alcance | Até 4m | (dependendo da frequência) | Até 120m | Sem limitação |
| Precisão | Alta | Moderada | Alta | Moderada |
| Segurança | Baixa | Alta | Moderada | Alta |
| Custo | O menor | Baixo | Alto | Moderado a alto |
| Adequação | Ambientes internos | Ambientes internos e externos | Ambientes internos e externos | Ambientes externos |

Tabela 3: Análise comparativa de requerimentos entre código de barras 2D, RFID, BLE e GPS.

| Requerimentos | Código de Barras 2D | RFID | BLE | GPS |
|---|---------------------|------|-----|-----|
| Curto alcance | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Mercado de proximidade | ✓ | | ✓ | |
| Alta portabilidade | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Compatibilidade com smartphone | ✓ | | ✓ | |
| Localização de ativos em tempo real | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Substituição do código de barras | | ✓ | | |
| Leitura e faturamento automáticos | | ✓ | | |
| Rastreamento em ambientes externos com limitação de alcance | | ✓ | ✓ | |
| Rastreamento em ambientes externos sem limitação de alcance | | | | ✓ |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Tabela 4: Análise comparativa de aplicações em logística entre código de barras 2D, RFID, BLE e GPS.

| Aplicações em Logística | Código de Barras 2D | RFID | BLE | GPS |
|--|---------------------|------|-----|-----|
| Rastreamento e segurança de ativos | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Trabalhos em andamento | ✓ | | ✓ | |
| Gerenciamento / Controle de inventário | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Gerenciamento de área / canteiro | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Processos de armazenagem | ✓ | ✓ | | |
| Processos de entrega / distribuição | ✓ | ✓ | | |
| Localização de frota | | | | ✓ |
| Rastreamento e roteirização | | | | ✓ |

Tabela 5: análise comparativa dos critérios usados nos estudos de casos

| | Caso 1 | Caso 2 | Caso 3 | Caso 4 |
|------------------------|---|--|--|---|
| Finalidade | Rastreamento e localização em Sistema para melhorar a gestão da Protótipo para minimizar a Arquitetura original desenvolvida tempo real de ferramentas especiais manutenção dos equipamentos e intervenção humana na pelos autores para o rastreamento usadas no processo de produção instrumentos de um laboratório de identificação, rastreamento e de ativos em sítios de construção. "offshore" de E&P. | Combina tecnologia 2D (leitura até 20cm) com RFID (leitura até 3m). O e rastreamento de componentes pré-construção. | Combina BLE com o Google Maps para indicar a localização do ativo | desenvolvida |
| Novidade | Abordagem original para o setor de E&P quanto à aplicação da tecnologia | análise econômico-financeira (VPL, manutenção / inspeção, ROI). | para indicar a localização do ativo | (substituindo o GPS) |
| Principais tecnologias | RFID nas ferramentas, GPS nos Skids, internet (GSM/GPRS/Wi-Fi) | RFID, smartphones, PDAs para identificação individual, GPS nas extemas), smartphones, dois pontes rolantes (para localização aplicativos para Android, internet dos componentes) | RFID (áreas internas), BLE (áreas externas), GPS nas extemas), smartphones, dois pontes rolantes (para localização aplicativos para Android, internet dos componentes) | (GSM/GPRS inclusive) |
| Conclusão | Tempo médio anual perdido cairia de 50 dias/ano para 17,5 dias/ano. O sistema melhorou a eficiência da gestão de manutenção além de identificação automática dos componentes. Os tags de RFID bateria (um turno de trabalho), (2) anos. Usou tags de RFID passivos para o processo de manutenção. | O protótipo foi bem sucedido na maximização da duração da bateria (um turno de trabalho), (2) anos. Os tags de RFID passivos para o processo de manutenção. | passivos não mostraram distância satisfatória entre o tag confiabilidade em ambiente BLE e o smartphone, (3) alta dinâmica. | alta probabilidade de detecção de todos os tags presentes no sítio. |

Os resultados evidenciam as razões pelas quais a combinação RFID / GPS é a mais utilizada na gestão logística. Podemos verificar também que a tecnologia de código de barras 2D, apesar de possuir o menor custo, não possui os parâmetros adequados para aplicação no segmento de E&P podendo ser substituída pela RFID ou BLE em termos dos requerimentos e aplicações em logística. A comparação entre a RFID e o BLE mostra que, a nível de requerimentos e aplicações em logística, as tecnologias podem ser complementares ou substitutas. A arquitetura da aplicação é que vai determinar se estas tecnologias serão ou não combinadas. No entanto a



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

tecnologia BLE ainda apresenta restrição nos parâmetros custo e segurança que devem ser melhor avaliados quanto à aplicação no segmento de E&P. As tecnologias de RFID e BLE não podem substituir a GPS quando o requerimento for o rastreamento em ambientes externos sem limitação de alcance (aplicações de localização de frotas, rastreamento e roteirização) sendo esta a única tecnologia adequada para operações logísticas em locais remotos (fora da área de cobertura das redes de telefonia móvel). O trabalho de Bisio *et al.* (2016), no entanto, abre uma perspectiva interessante quanto a eventuais impactos favoráveis no ROI para uma arquitetura desenhada para o segmento de E&P que busque um trade-off entre a utilização do GPS e do BLE combinado com o GPS do smartphone.

No caso 1 é possível verificar o impacto econômico-financeiro que a implementação de um sistema de rastreamento e localização de ativos pode causar num processo de produção offshore de E&P. Foi empregada a combinação das tecnologias RFID e GPS que apresentou um payback de investimento no longo prazo. Isto justifica o motivo pelo qual as empresas de E&P ainda não implementaram estas soluções em seus negócios. Uma outra contribuição fundamental deste trabalho foi a apresentação de tags passivos que solucionam o problema da interferência da superfície metálica. A questão do custo deste tag, no entanto, precisa de maior detalhamento uma vez que ele pode impactar no VPL e do ROI do sistema.

O caso 2 mostra como a implantação das tecnologias de código de barras 2D e RFID melhorou a eficiência da gestão e dos processos da área de manutenção do laboratório. Este caso serve como evidência, portanto, dos benefícios que estas tecnologias poderiam trazer para a área de manutenção das empresas de E&P, área altamente crítica para o negócio como um todo. A contribuição principal contribuição do caso 3 neste estudo foi alertar para a falta de confiabilidade dos tags passivos em ambientes dinâmicos. Desta forma a adoção de tags passivos nos processos de rastreamento das empresas de E&P deve ser feita de forma criteriosa de acordo com as características da operação.

O caso 4 chama a atenção para a combinação RFID / BLE que, apesar do custo unitário do tag BLE, pode trazer a redução do custo total do sistema se considerarmos a possibilidade de reduzir drasticamente a participação direta da tecnologia GPS na arquitetura. Vale ressaltar que, dada as características remotas de algumas operações das empresas de E&P, não é possível eliminar totalmente a participação direta do GPS de uma arquitetura voltada para este segmento.

Para trabalhos futuros sugerimos os seguintes esforços em torno das tecnologias RFID, BLE e GPS: (1) seleção e qualificação do hardware de acordo com os requerimentos do segmento de E&P, (2) custeio e aquisição do hardware, (3) testes de laboratório do hardware, (4) elaboração da arquitetura do sistema para o segmento de E&P caso os resultados das etapas anteriores sejam satisfatórios.



21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akinci, B. e Ergen, E. e Sacks, R. (2007) **Tracking and locating components in a precast storage yard utilizing radio frequency identification technology and GPS.** *Automation in Construction*, v. 16, p. 354–367.
- Ayres, A. F. (2012) **A visibilidade de ferramentas offshore com a associação RFID e GPS, Justificativa econômica.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.
- Bahr , W. e Leung, S. C. H. e Lim, M. K. (2013) **RFID in the warehouse: A literature analysis (1995–2010) of its applications, benefits, challenges and future trends.** *Int. J. Production Economics*, v. 145, p. 409–430.
- Barbosa, J. L.V. e Cardoso, I. M. G. e Costa, C. A. e Oliveira, R. R. e Prado, M. P. (2015) **An intelligent model for logistics management based on geofencing algorithms and RFID technology.** *Expert Systems with Applications*, v. 42, p. 6082–6097.
- Binmore, I. (2009) **New tools and technology for the offshore industry - Asset management support using RFID-based systems.** *Offshore Magazine*, Ed. Novembro, p. 85-86. www.offshore-mag.com
- Bisio, I. e Sciarrone, A e Zappatore, S. (2016) **A new asset tracking architecture integrating RFID, Bluetooth Low Energy tags and ad hoc smartphone applications.** *Pervasive and Mobile Computing*, aguardando publicação.
- Buckner, M. A. e Crutcher, R. I. e Ewing, P. D. e Moore, M. R. e Smith, S. F. (2006) **Total Asset Visibility RFID Efforts Support Seamless Asset Tracking for the 21st Century Army.** *Military Technology – Miltech*, Ed. Agosto, p. 36-41.
- Castro, L. e Lefebvre, E. e Lefebvre, L. A. (2013) **Adding Intelligence to Mobile Asset Management in Hospitals: The True Value of RFID.** *J Med Syst*, v.37:9963.
- Chan, F. T. S. e Chow, H. K. H. e Choy, K. L. e Ho, K. C. e Lau, H. C. W. e Poon, T. C. (2009) **A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses.** *Expert Systems with Applications*, v. 36, p. 8277–8301.
- Cheung, W. F. e Lin, Y. C. e Siao, F. C. (2014) **Developing mobile 2D barcode/RFID-based maintenance management system.** *Automation in Construction*, v. 37, p. 110–121.
- Chilsholm, G. e Kochis, G. (2006) **Enabling Total Asset Visibility TAV Why Total Asset Visibility? What is it anyway?** *Defense Transportation Journal*, Ed. Agosto, p. 12 – 14.
- Deschamps, J. C. e Francois, J. e Zacharewicz, G. (2011) **Distributed simulation platform to design advanced RFID based freight transportation systems.** *Computer in Industry*, v. 62, p. 597-612.
- Gunasekaran, A. e Musa, A. e Yusuf, Y. (2014) **Supply chain product visibility: Methods, systems and impacts.** *Expert systems with applications*, v. 41, n. 1, p. 176 -194.
- Moon, T. (2006) **Tracking offshore assets via an improved technology.** *Offshore Magazine*, Ed. Julho, p. 52 – 54, www.offshore-mag.com



CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE ESPACIAL DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO EM SÃO CARLOS-SP

Isabel Cristina Nunes de Sousa

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU

Suely da Penha Sanches

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Departamento de Engenharia Civil - DECiv

RESUMO

Na presente pesquisa, retrata-se uma avaliação do sistema de transporte público da cidade de São Carlos-SP. São destacadas a área de abrangência (acessibilidade) dos pontos de parada de ônibus, e o distanciamento entre as paradas, além de ser feita uma breve análise sobre a densidade demográfica e suas influências no sistema de transporte. Como os arquivos obtidos foram disponibilizados em formato de *shapefiles*, pôde-se fazer o geoprocessamento dos dados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Desta forma, especificamente por intermédio do complemento *OpenLayers Plugin* do software QGIS 2.8.9 Wien, e de imagens orbitais do software *Google Earth*, foi possível elaborar mapas (coordenadas de projeção WGS/84 fuso 23S *Pseudo Mercator*) que auxiliaram na espacialização das informações. São Carlos-SP apresenta uma ocupação de baixa densidade, com menores índices de adensamento na região central, o que corresponde aos padrões típicos das cidades médias. Constata-se uma sobreposição dos raios de alcance dos pontos de parada para embarque e desembarque de passageiros na cidade. Nota-se que algumas áreas dentro do perímetro urbano não são assistidas por um ponto de parada. Tem-se um cenário de ocupação urbana de baixa densidade, frota de ônibus antiga, excessivo tempo de espera nos locais de paradas (em virtude dos longos intervalos entre atendimentos nas linhas), e durações prolongadas de viagem, em função da velocidade média e da distância percorrida entre os locais de embarque e desembarque.

PALAVRAS CHAVE

Transporte; pontos de parada de ônibus, acessibilidade.

ABSTRACT

In the present research, it is shown an evaluation of São Carlos-SP city public transport system. The coverage area (accessibility) of the bus stop points, and the distance between the stops are highlighted, in addition to being made a brief analysis on the demographic density and its influences on the transport system. As the obtained files

were made available in shapefile format, it was possible to make the processing of data in a Geographic Information System (GIS). Thus, specifically through the complement OpenLayers plugin of software QGIS 2.8.9 Wien, and orbital Google Earth software images, it was possible to produce maps (projection WGS / 84 zone 23S Pseudo Mercator) that assisted in the spatial information. São Carlos-SP features an occupation of low density with lower levels of density in the central region, which corresponds to the typical patterns of medium-sized cities. There has been an overlap of the radii of stops for loading and unloading of passengers in the city. We notice that some areas within the city are not assisted by a stopping point. It is an urban settlement scenario of low density, old fleet, excessive waiting time at stops (because of the long intervals between calls on lines), and prolonged duration of trip, due to the average speed and the distance between the places of embarkation and disembarkation.

KEYWORDS

Transport; Bus stop points; accessibility.

1. INTRODUÇÃO

O transporte é condição fundamental para a efetivação do direito constitucional de ir e vir. Em grande parte das cidades brasileiras esse direito é negligenciado pela situação do transporte público ofertado.

Devido à priorização do transporte motorizado individual no sistema viário, tem-se a insuficiência no atendimento à crescente demanda por viagens, com a precarização nos deslocamentos. Constata-se, assim, um expressivo investimento na melhoria das condições para o tráfego do automóvel particular, em detrimento dos meios coletivos e individuais não motorizados de transporte, mais frequentemente utilizados por populações de menor renda.

Neste contexto, a disputa por espaço reflete-se na desigualdade de acesso à cidade, em que são penalizados os mais pobres, compelidos a enfrentar longos períodos nos deslocamentos cotidianos.

A reestruturação viária com vistas à democratização no acesso aos espaços públicos consiste, necessariamente, no planejamento de um sistema de transporte urbano adequado e eficiente. Sendo assim, as características de operação do transporte público por ônibus, mais especificamente os pontos de parada para embarque e desembarque de passageiros, são componentes fundamentais.

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

Na presente pesquisa, retrata-se uma avaliação do sistema de transporte público de São Carlos-SP, por meio de revisão bibliográfica sobre o tema, e análise espacial da distribuição geográfica dos pontos de parada para embarque e desembarque de passageiros de ônibus da cidade. São destacadas a área de abrangência (acessibilidade) destes pontos (variável relacionada ao tempo médio de caminhada), e o distanciamento entre as paradas, além de ser feita uma breve análise sobre a densidade demográfica e suas influências no sistema de transporte.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em São Carlos (Figura 1), município de 1.136,907 km² localizado no Estado de São Paulo, com população estimada em cerca de 240 mil habitantes (IBGE, 2016a). Na cidade localiza-se o campus sede da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), e dois *campi* da Universidade de São Paulo (USP), além do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), e de instituições privadas de ensino superior, como o Centro Universitário Central Paulista (UNICEP), caracterizando uma intensa atividade universitária no município, atraída de outras cidades e estados.

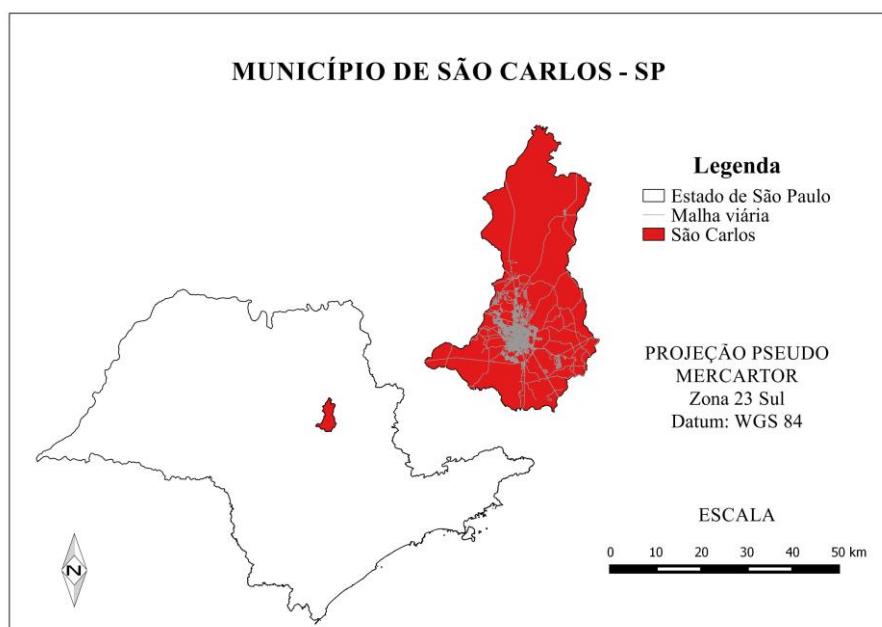


Figura 1 – Localização do município de São Carlos no estado de São Paulo

A delimitação do município foi adquirida por meio do acesso ao banco de dados de malhas digitais do IBGE (2016b), em que consta a divisão dos municípios brasileiros (referente ao ano de 2014 e em arquivos vetoriais em formato *shapefile*).

Em função do formato dos arquivos disponibilizados, pôde-se fazer o geoprocessamento dos dados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Desta forma, especificamente por intermédio do complemento *OpenLayers Plugin* do software QGIS 2.8.9 *Wien*, e de imagens orbitais do software *Google Earth*, foi possível elaborar mapas (coordenadas de projeção WGS/84 fuso 23S *Pseudo Mercator*) que auxiliaram na espacialização das informações.

As análises espaciais da densidade demográfica de São Carlos-SP fundamentaram-se em informações da divisão do município em setores censitários, conforme definido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Assim, os 328 setores censitários de São Carlos-SP foram obtidos por intermédio do acesso ao banco de dados de malhas territoriais do IBGE (2016c), em que constam as divisões intramunicipais (referente ao ano de 2010 e em arquivos vetoriais no formato *shapefile*). Posteriormente, foram adicionadas as informações alfanuméricas do Censo Demográfico de 2010, agregados por setores censitários (IBGE, 2016d).

A partir do software QGIS 2.8.9 *Wien*, foi confeccionado um mapa temático da densidade habitacional (habitantes por hectare) e adicionado o perímetro urbano da cidade.

A localização dos pontos de ônibus em arquivos dxf e dbd exigiu a conversão destes para o formato do QGIS, visto se tratar de um conjunto de arquivos originalmente para manuseio no software TransCAD.

Para delimitação da área de abrangência (acessibilidade) dos pontos de embarque e desembarque, e aferição do distanciamento entre as paradas, foram feitos *buffers* da camada vetorial dos pontos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do transporte público coletivo em São Carlos-SP

Na região central de São Carlos-SP, ou nas vias que fazem a ligação da região central com os bairros mais periféricos, concentram-se a maior parte dos empregos e das oportunidades de consumo de bens e serviços da cidade (RODRIGUES, 2006). Desta forma, tem-se a predominância de linhas diametais (que ligam bairros diametralmente opostos passando pelo centro) na rede de transporte público. Segundo Rodrigues (2006), tem-se uma rede com diversas sobreposições de linhas, o que afeta a eficiência e a qualidade do serviço oferecido, algo que decorre da falta de planejamento na criação de novas linhas para atendimento às regiões de expansão urbana.

O sistema é composto por 262 linhas de ônibus (entre normais e especiais, diurnas e noturnas), e a frota é composta por cerca de 130 ônibus. São 1.076 pontos de parada para embarque e desembarque de passageiros.

Conforme Lei nº 13.033 (SÃO CARLOS, 2002), o transporte público coletivo no município de São Carlos-SP é regido pelo sistema de concessão. A operadora do sistema é a empresa Athenas Paulista, que iniciou suas atividades em 2004. Em 2005 a tarifa cobrada era de R\$ 1,70, tendo havido reajustes posteriores de R\$ 2,30 e R\$ 2,85, chegando ao valor atual de R\$ 3,10 em 2015.

Como o período estipulado para a concessão dos serviços públicos de transporte coletivo era de 10 anos, o contrato venceu em 2014. Devido a uma liminar judicial que proibiu a renovação do contrato (em função da idade da frota - alguns ônibus têm mais de 20 anos), e exigiu a abertura de uma nova licitação (FERNANDES, 2014), a empresa opera atualmente sem convênio, em caráter provisório até a realização de uma nova concorrência.

3.2 Análises espaciais

Densidade



A relação da densidade com o transporte urbano se traduz nos benefícios da compacidade, em razão da redução das distâncias a serem percorridas, o que acarreta em uma redução “substancial no custo do transporte público e das redes de infraestrutura ao se elevar as densidades para valores até 300 hab./ha [...]”, conforme Silva (1990, p. 95-96).

A supracitada redução das distâncias a serem percorridas, ocasionada pela concentração de atividades em áreas mais compactas, influencia também no tempo de viagem. Desta forma, quanto maiores as densidades, menores os tempos de viagem (MACEDO, FERRAZ e SILVA, 1994).

Segundo Antunes (2010, p. 38), o adensamento irregular, com focos de adensamento periféricos, “resulta na necessidade de existência de uma rede [de transportes] extensa, de estrutura radial, pouco eficiente em termos de alimentação, e de alto custo em função das grandes distâncias”

São Carlos-SP apresenta uma ocupação de baixa densidade, com menores índices de adensamento na região central, o que corresponde aos padrões típicos das cidades médias, em que a densidade média fica em torno de 40 hab./ha (SILVA, 1990). Conforme figura 2, poucos setores censitários possuem valores de densidade de até 300 hab./ha., havendo uma predominância de valores inferiores a 50 hab./ha.

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

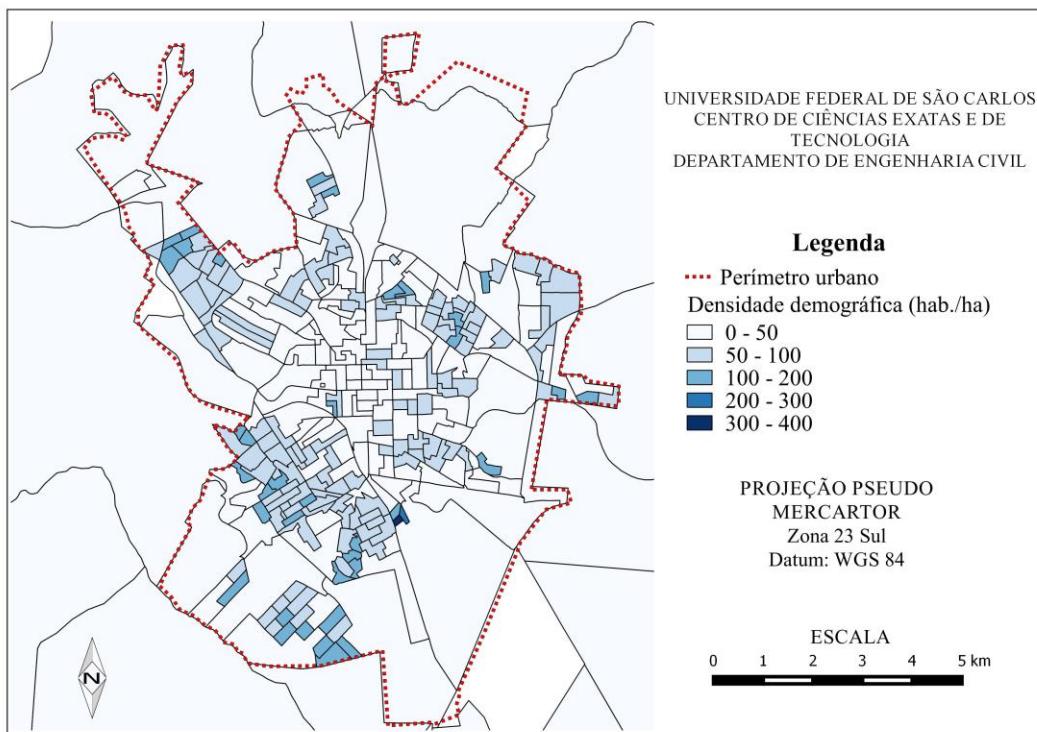


Figura 2 – Densidade demográfica por setores censitários

Distanciamento entre pontos de parada

Apesar de sua flexibilidade no atendimento da demanda, o ônibus urbano é um meio de transporte que apresenta velocidades relativamente baixas (ANDRADE et al., 2004), em parte devido ao compartilhamento das vias com o tráfego geral (SILVA, 1990). Logo, o planejamento do distanciamento entre os pontos de parada é importante para o desenvolvimento de velocidades comerciais adequadas.

Para SEDU/PR e NTU (2002), o distanciamento médio entre os locais de parada deve ser de 300 a 400 metros em áreas centrais, 400 a 600 metros nas áreas intermediárias, e de 600 a 800 metros em áreas periféricas da cidade.

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

Em São Carlos-SP, constata-se uma sobreposição dos raios de alcance dos pontos de parada para embarque e desembarque de passageiros (Figura 3), com predominância de distanciamento médio entre locais de parada inferior a 300 metros, mesmo em áreas periféricas (desconsiderando-se locais com pontos de parada nos dois lados da via).

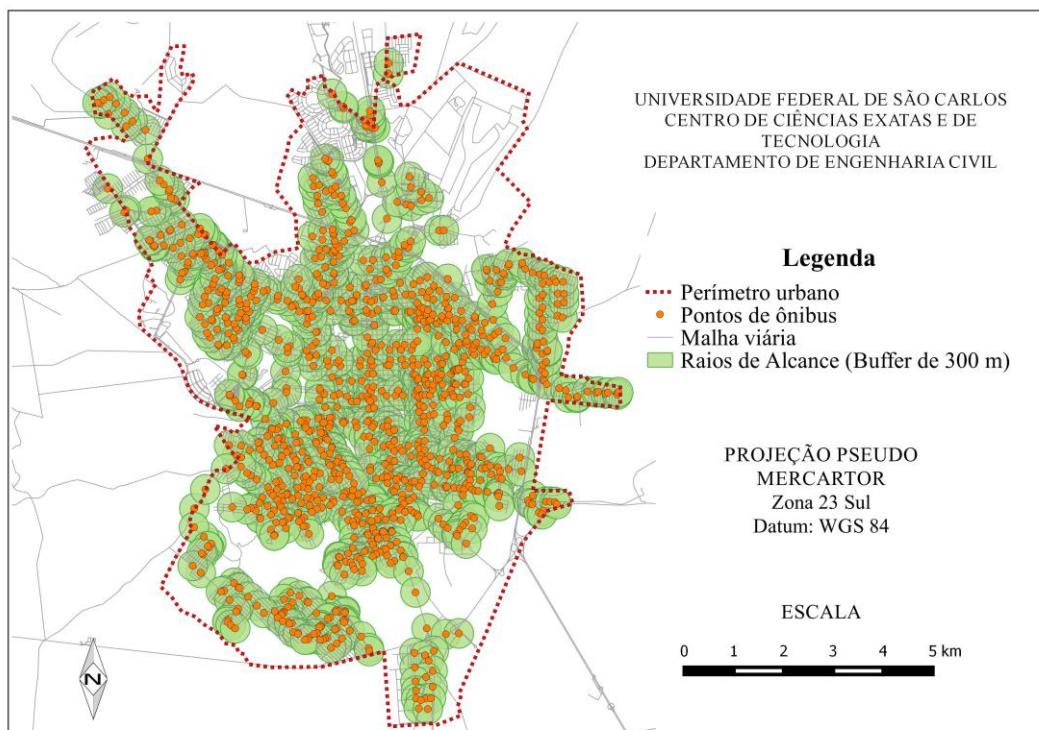


Figura 3 – Sobreposição dos raios de alcance dos pontos de parada de ônibus

Pianucci (2011) encontrou resultados semelhantes. Segundo a autora, 85,9% dos pontos de parada distanciam-se de 200 a 300 metros. Na época em que o supracitado estudo foi desenvolvido, existiam 1.064 pontos de ônibus em São Carlos-SP, 12 a menos que a quantidade atual.

A grande quantidade de pontos de parada e a proximidade entre estes, acarreta em um aumento no tempo de viagem em função da diminuição da velocidade comercial dos ônibus, que necessitam realizar paradas com maior frequência. As constantes paradas levam a longos intervalos entre os atendimentos nos pontos (com frequências de atendimento de 1

veículo/hora, por exemplo), o que pode ocasionar lotações e demanda por aumento no número de veículos designados por linha.

Corroborando os apontamentos anteriores, a pesquisa de Rodrigues (2006) indicou a percepção do usuário na avaliação do sistema de transporte público coletivo de São Carlos-SP. O fator lotação foi apontado como de grande importância, não obtendo, no entanto, um bom desempenho na avaliação dos usuários. O autor recomenda, além do reestudo do traçado das linhas, a disponibilização de mais veículos, o que diminuiria o intervalo entre atendimentos e amenizaria os níveis de lotação. Estas ações poderiam impactar na confiabilidade do sistema (considerado um dos itens de maior importância entre a categoria dos trabalhadores).

Acessibilidade (área de abrangência circular)

A localização dos pontos de parada também é de grande relevância para a determinação da acessibilidade (tempo médio de caminhada) do sistema de transporte coletivo (ANDRADE et al., 2004).

O tempo médio de caminhada é condicionante da percepção do usuário sobre a qualidade do sistema, em que a proximidade entre os pontos de parada associa-se à melhores condições de acessibilidade pelo passageiro, conforme assevera Silveira (2006, p. 31):

Do ponto de vista do passageiro, a situação ideal é ter um ponto de parada o mais próximo possível da origem e do destino da sua viagem e quanto menos paradas intermediárias ocorrerem menor será o tempo de deslocamento.

Segundo EMBARQ (2015), o ideal é que exista um ponto de parada a 500 metros de deslocamento de pedestres e ciclistas (entre 7 e 8 minutos de caminhada ou 3 minutos pedalando), de qualquer moradia da comunidade.

Conforme padrões adotados por Ferraz e Torres (2004), a acessibilidade é um dos fatores que afetam na aferição da qualidade do transporte público por ônibus. Estes autores admitem uma classificação em que 300 e 500 metros são distâncias de caminhada consideradas regulares, e distâncias inferiores a 300 metros e superiores a 500 metros são percebidas como boas e ruins, respectivamente.

Em São Carlos-SP, nota-se que algumas áreas dentro do perímetro urbano não são assistidas por um ponto de parada (Figura 4). Em algumas regiões, por exemplo, não há um ponto de parada a 500 metros de distância das moradias, embora as áreas não cobertas sejam compostas, principalmente, por condomínios fechados.

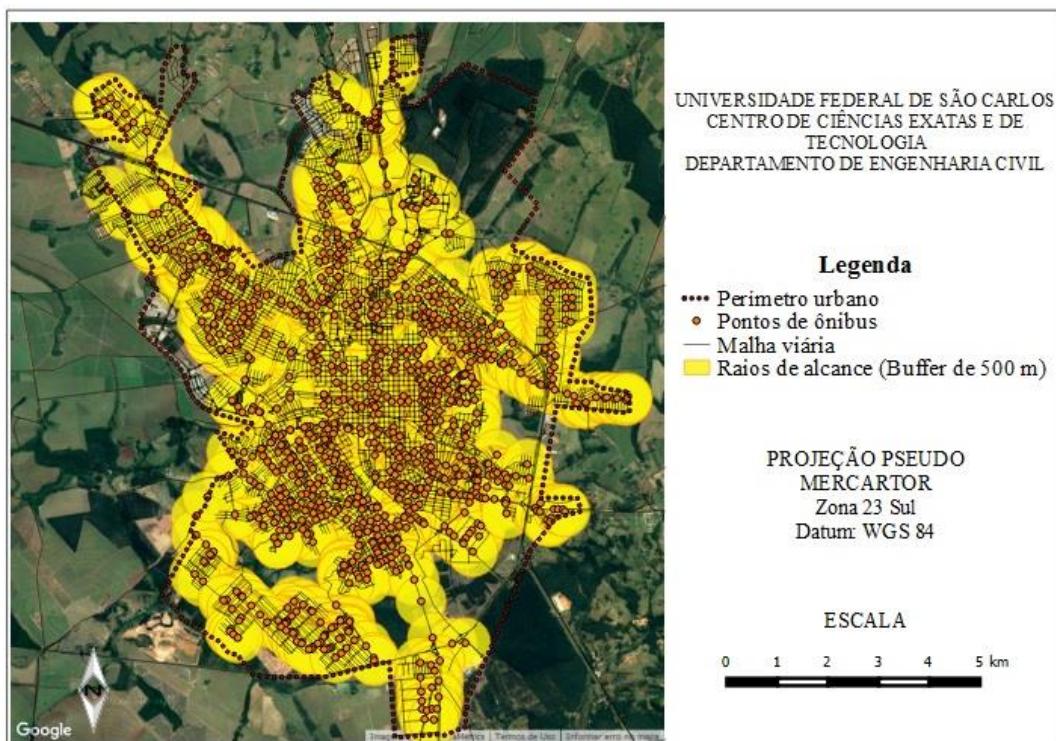


Figura 4 – Abrangência dos pontos de parada de ônibus

Como pôde ser visualizado na figura 4, a abrangência na região central não é verificada também nas áreas periféricas da cidade, especialmente nas zonas norte e oeste. Tal fenômeno pode ser explicitado pelo estudo de Pianucci (2011), em que a autora constatou que para usuários que moram em condomínios, as distâncias de caminhada foram superiores a 310 metros, em função de que na maioria dos condomínios os pontos de ônibus encontram-se localizados na portaria.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em São Carlos-SP, tem-se um cenário de ocupação urbana de baixa densidade, frota de ônibus antiga, excessivo tempo de espera nos locais de paradas (em virtude dos longos intervalos entre atendimentos nas linhas), e durações prolongadas de viagem, em função da velocidade média e da distância percorrida entre os locais de embarque e desembarque.

Estratégias operacionais que priorizem a fluidez e aumentem a capacidade dos ônibus, como a instauração de corredores exclusivos para o desenvolvimento de maiores velocidades que vem sendo feita em São Carlos-SP, podem diminuir o tempo de viagem principalmente nas regiões centrais, notadamente concentradoras de congestionamentos. No entanto, tal artifício dificilmente diminuiria substancialmente o tempo de viagem em regiões periféricas, e não se adequaria à resolução do problema de aumento do tempo de viagem em razão das distâncias a serem percorridas (atrelada à densidade demográfica e aos padrões de ocupação do território).

Visto que as distâncias entre os pontos de parada têm grande influência na velocidade operacional dos veículos e na acessibilidade ao sistema, cabe à municipalidade planejar e definir a alocação destes pontos dentro do perímetro urbano, com equilíbrio entre o acesso pelos usuários e a funcionalidade da rede, dado que tais pontos constituem o primeiro contato do passageiro com o sistema de transportes.

É relevante considerar que a adequação do transporte público coletivo pode levar mais pessoas à utilização deste modo, pelo incremento na qualidade e, consequentemente, aumento da atratividade. Para tanto, é razoável considerar a importância de fatores como pontualidade e confiabilidade do sistema.

Por fim, as limitações deste estudo residem na desconsideração do fato de que a distância de caminhada pode ser maior devido à sinuosidade do trajeto, sendo considerada somente a distância linear ao embasar a análise nos raios de alcance. Ademais, aspectos das linhas, apesar de não serem o foco da pesquisa, expandiriam a abrangência da análise do sistema de transporte.

REFERÊNCIAS



ANDRADE, K. R. et al. (2004) Problemas relacionados aos pontos de parada do transporte público nas cidades de porte médio. In: IV Seminário Internacional da LARES, 2004, São Paulo. **IV Seminário Internacional da LARES**.

ANTUNES, J. C. (2010) **Acessibilidade aos pontos de ônibus: estudo de caso em São Carlos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

EMBARQ. (2015) **DOTS Cidades. Manual de desenvolvimento urbano orientado ao transporte sustentável**. 2^a ed.

FERNANDES, T. (2014) Transporte público ‘coleciona’ problemas na região de Ribeirão Preto. **Folha de São Paulo**, 12 de outubro de 2014. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/ribeiraopreto/2014/10/1531126-transporte-publico-coleciona-problemas-na-regiao-de-ribeirao-preto.shtml>>. Acesso em: 16 out. 2014.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES I. G. E. (2004) **Transporte Público Urbano**. 2^a edição. ed. São Carlos: Rima.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2016a) **Cidades. São Paulo. São Carlos**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=354890&search=sao-paulo|sao-carlos>>. Acesso em: jul. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2016b) **Mapas. Bases e Referenciais. Bases cartográficas. Malhas digitais**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acesso em: jul. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2016c) **Organização do território. Malhas territoriais. Malhas de setores censitários**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_de_setores_censitarios_divisoes_intramunicipais/censo_2010/>. Acesso em: jul. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2016d) **Censo Demográfico 2010. Resultados do Universo. Agregados por Setores Censitários**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/>. Acesso em: jul. 2016.

MACEDO, M. H.; FERRAZ, A. C. P.; SILVA, A. N. R. (1994) Em que medida os padrões urbanos influenciam os tempos de viagem por transporte coletivo. *Revista de Administração Municipal*, v. 41, n. 212, p. 73-80.



PIANUCCI, M. N. (2011) **Análise da acessibilidade do sistema de transporte público urbano.** Estudo de caso na cidade de São Carlos-SP. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

RODRIGUES, M. O. (2006) **Avaliação da qualidade do transporte coletivo da cidade de São Carlos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

SÃO CARLOS. (2002) **Lei nº 13.033** de 24 de julho de 2002. Dispõe sobre o Sistema Municipal de Transporte Público de São Carlos, autoriza a concessão do serviço de transporte urbano e rural e dá outras providências. Disponível em: <http://alfaweb.camarasaocarlos.sp.gov.br/pdfs/CODIGOLEI_7557.pdf>. Acesso em: jul. 2016.

SEDU/PR; NTU. (2002) **Relatório Técnico – Prioridade para o Transporte Coletivo Urbano.** Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da presidência da República e Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos, Brasília, DF.

SILVA, A. N. R. (1990) **Densidades urbanas econômicas:** a influência do transporte público. 1990. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

SILVEIRA, T. A. (2006) **Geoprocessamento aplicado ao planejamento dos transportes urbanos.** 2006. 77 p. Monografia (Tecnólogo em Geoprocessamento) - Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba – CEFET, João Pessoa – PB.



ESTUDO DAS VIAGENS REALIZADAS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Marcelo Dantas da Silva
Ronaldo Balassiano
PET/COPPE/UFRJ

RESUMO

Inseridos no contexto social, ambiental e demográfico de áreas metropolitanas, os sistemas de transportes públicos são considerados como um dos principais elementos que influenciam a dinâmica da mobilidade urbana. Este artigo tem como objetivo, utilizando-se o método comparativo, avaliar se alternativas implantadas com êxito na melhoria na mobilidade urbana em uma cidade podem ser facilmente transferidas para outras. Para isso, com base na análise de dados publicados, foram comparadas três cidades: Londres, Nova Iorque e Tóquio. A possibilidade de transferência de estratégias adotadas nessas cidades para a melhoria da mobilidade no caso do Rio de Janeiro foi posteriormente considerada. Na primeira parte da pesquisa foram analisados os dados de cada cidade considerando-se os aspectos socioeconômicos, populacionais, geográficos e ambientais. Na segunda parte, foram comparadas estratégias adotadas nessas cidades que resultaram em melhoria da mobilidade urbana. A comparação evidenciou que algumas estratégias podem ser transferidas sem que ajustes sejam necessários. Por outro lado, várias das estratégias identificadas só podem ser adotadas de forma eficaz se considerados os aspectos: culturais, políticos, econômicos e ambientais de cada localidade.

ABSTRACT

In the social, environmental and demographic context of metropolitan cities, public transport systems are considered one of the main elements that influence the dynamics of urban mobility. The main objective of this paper is, using the comparative method, to assess whether alternative deployed successfully in improving the urban mobility in a city can be easily transferred to others. For this, based on an analysis of published data, we compared the three cities: London, New York and Tokyo. The possibility of transfer strategies adopted in these cities to improve mobility in the case of Rio de Janeiro was later considered. In the first part of the survey data were analyzed in each city considering the socioeconomic, population, geographical and environmental aspects. In the second part, strategies improving urban mobility adopted in these cities were compared. The comparison showed that some strategies can be transferred without any adjustments. On the other hand, several of the identified strategies can be adopted effectively only if cultural, political, economic and environmental aspects of each locality are considered.

1. INTRODUÇÃO

Mobilidade urbana, com excelência, é um conceito fundamental para uma sociedade que busca ser moderna nos dias de hoje, e, talvez seja, um dos maiores desafios do século XXI. Sua importância está ligada desde a economia de um país até as atividades sociais realizadas pelas pessoas. Com isso, a cada dia, cresce a responsabilidade do setor de transporte que se vê às voltas com o desafio de encontrar soluções que aperfeiçoem o transporte (seja de indivíduos ou de cargas), unindo eficiência, rapidez e capacidade. Para isso, tornam-se indispensáveis



investimentos na melhoria e criação de sistemas integrados de transportes - as chamadas malhas - e tendo em vista a eficácia do serviço oferecido é essencial um estudo aprimorado da geografia do local, que dever ser acompanhado de um bom planejamento (RODRIGUE, 2013).

Planejamento de transportes é uma área de estudo que efetua a análise de demandas presentes e futuras, cujo foco está na análise de alternativas que tratem das necessidades de mobilidade urbana e acesso aos meios de transporte com maior benefício à população e menor custo financeiro (WRIGHT e HOOK, 2008).

Segundo CAMPOS (2013), para se definir o que deve ser implantado ou melhorado dentro do horizonte de um projeto, faz-se necessário quantificar a demanda por transporte e saber como esta vai se distribuir dentro da área de estudo. A avaliação dessa demanda é feita utilizando-se os modelos de planejamento e através deles procura-se modelar o comportamento da demanda, partindo daí a definição das alternativas que melhor se adaptem à realidade da região. Convém ressaltar que um bom planejamento está sempre interligado a um plano de desenvolvimento da região. Para esta análise, dez aspectos devem ser considerados num plano curto, médio ou longo prazo (CAMPOS, 2013). São eles: definição dos objetivos e prazos; diagnóstico dos sistemas de transportes; coleta de dados; escolha dos modelos a serem utilizados para avaliação de demanda futura; alternativas de oferta de transporte; avaliação das alternativas (custos e impactos); escolha da alternativa; desenvolvimento do plano de transporte acompanhado de um programa de financiamento; implementação das alternativas de acordo com um cronograma de desembolso de recursos; atualização dos procedimentos.

Quando essas etapas não são levadas em consideração, existe uma possibilidade de que, no futuro, a região sofra com problemas de mobilidade. O estudo adequado da região, atrelado a políticas públicas de transporte, é fundamental para se planejar uma situação futura.

A falta de um bom plano de mobilidade urbana produz, dentre outras coisas, impactos na qualidade de vida dos cidadãos. E temos, como exemplo, o que ocorreu na cidade do Rio de Janeiro. Devido a falta de políticas voltadas ao planejamento urbano, a cidade hoje apresenta o maior índice de congestionamento do país, e o 3º maior do mundo. A tabela 1 apresenta as cidades com maiores congestionamentos no mundo.



Tabela 1 - Ranking das cidades com maiores congestionamentos

| Cidade | País | Posição |
|------------------|---------|---------|
| Istambul | Turquia | 1º |
| Cidade do México | México | 2º |
| Rio de Janeiro | Brasil | 3º |
| Moscou | Rússia | 4º |
| Salvador | Brasil | 5º |

Fonte: (TOMTOM TRAFFIC INDEX, 2014).

O estudo acima levou em consideração a saturação das vias no decorrer do dia e nos horários de pico - no início da manhã e no fim da tarde. Embora a forma como a pesquisa foi feita possa gerar dúvidas quanto à forma de análise, já que o Centro de Operações Rio (COR) realiza as suas análises de trânsito baseada na extensão quilométrica produzida durante os engarrafamentos, todos os fatores de análise apontam para uma conclusão: o Rio de Janeiro possui um trânsito extremamente complexo.

Visando adequar a cidade aos jogos olímpicos de 2016, onde a mesma será sede, foram desenvolvidos vários projetos para a melhoria da infraestrutura de transportes. Dentre eles, destacam-se a criação de quatro corredores de BRT (*Bus Rapid Transit*), a implantação de seis linhas de VLT (Veículo Leve sobre Trilhos), a extensão da linha 1 do metrô (a chamada linha 4) que ligará Ipanema à Barra da Tijuca, a duplicação de um trecho da ligação Lagoa-Barra e a compra de novos trens pela Supervia e melhorias em algumas estações – em especial aquelas que vão receber grande demanda durante os Jogos.

O objetivo deste artigo, utilizando-se o método comparativo, é avaliar se alternativas implantadas com êxito na melhoria na mobilidade urbana em uma cidade podem ser facilmente transferidas para outras. É assumido que apenas investimentos em infraestrutura de transportes não são suficientes para resolver os problemas de mobilidade urbana de uma cidade.

Para isso, foi utilizado o método comparativo entre algumas cidades do mundo, onde o transporte público é considerado excelente, e o Rio de Janeiro. A seção 2 apresenta uma contextualização histórica dos meios de transportes do Rio de Janeiro, mostrando a sua evolução ao longo dos anos. Na seção 3 descreve-se a metodologia adotada para o trabalho. Nas seções 4 e 5 estão detalhados os dados levantados de cada cidade analisada e as medidas que poderiam ser consideradas na cidade brasileira. Por fim, a seção 6 apresenta as principais conclusões do trabalho.



2. CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

Com a mudança da família real para o Brasil em 1808 o uso do transporte privado, na colônia, começou a ter uma importância que antes não havia. Consequentemente, não tardou para que o transporte público fosse implantado na cidade, o que ocorreu em 1817 (NORONHA, 1934).

Em 1858, os trens começaram a ganhar importância dentro do cenário de transportes da cidade, principalmente com a criação da estrada de ferro D. Pedro II, que posteriormente seria chamada Central do Brasil. A utilização dos trens permitiu o desenvolvimento das cidades e regiões afastadas do centro, na periferia, e também o desenvolvimento dos municípios da baixada fluminense.

Segundo SILVA (1992) a chegada dos transportes públicos na cidade produziu uma revolução na cidade, dividindo o Rio de Janeiro em duas fases: uma antes dos transportes públicos, e outra após a sua implantação.

Nessa mesma época, outro modo de transporte também foi implantado na cidade: o bonde. Atingindo lugares pouco habitados, esse modal teve bastante importância no século XIX, ao que diz respeito ao crescimento de bairros e regiões que antes eram pouco habitadas (NORONHA, 1934).

Ainda nessa época, temos a primeira aparição dos ônibus, que eram conhecidos como "lotação" e eram operados a diesel. Porém na segunda metade do século XX, por volta de 1960, os bondes começaram a ser substituídos por ônibus elétricos.

No final da década de 1970, começou a ser operado no Rio de Janeiro, o metrô. Inicialmente com cinco estações (Praça Onze, Central, Presidente Vargas, Cinelândia e Glória), a linha 1, ao longo dos anos, foi ampliada e hoje conta com vinte estações. Hoje, o sistema metroviário conta com a linha 1, a linha 2 (que possui vinte e seis estações) e possivelmente, até o fim de 2016, a linha 4, que terá seis estações (METRÔRIO, 2016).

Dentre as principais alternativas públicas de locomoção, citadas acima, o ônibus tradicional é considerado como a mais difundida atualmente, no qual é necessário para a sua operacionalização a simples definição de itinerários independentes, onde cada um possui uma frota específica para o seu cumprimento, havendo para tanto a existência de uma agência reguladora responsável por definir as diretrizes do transporte público no local, com cobrança das tarifas realizada no interior do veículo e paradas de ônibus sinalizadas por meio de postes ou coberturas simples (SILVA; COSTA; MACEDO, 2008).

Com o crescimento, ao longo dos anos, do uso do sistema rodoviário e a falta de um planejamento adequado para esse crescimento, o tempo (e a extensão) de congestionamento começou a crescer consideravelmente.

Em abril de 2009, segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), circulavam pelo Brasil 55,9 milhões de veículos, o dobro da frota existente em 1999 (27,1 milhões). O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em parceria com a Associação

Nacional de Transportes Públicos (ANTP) quantificou as perdas advindas do congestionamento. Segundo o estudo, as condições desfavoráveis no trânsito levam às seguintes deseconomias: o tempo de percurso dos usuários de automóvel e de transporte público coletivo nas vias principais e suas transversais; o consumo excessivo de combustível; o aumento de emissão de CO₂ (Dióxido de Carbono) pelos automóveis (ALEXANDRE, 2014).

Visando mitigar esses problemas foram criados corredores exclusivos para os ônibus. Pode-se dizer que os corredores de ônibus são os precursores da implantação do BRT. O BRT basicamente imita as características de desempenho e conforto dos modernos sistemas de transporte sobre trilho, mas sendo muito mais barato. (WRIGHT e HOOK, 2008). A seguir, podemos ver as principais diferenças entre ônibus convencional e os tipos de BRT que existem.

| Serviços de transportes alternativos | Serviços de ônibus convencional | Corredores Básicos | BRT-leve | BRT | BRT Completo |
|---|--|--|--|-----|--------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ➢ Operadores sem regulamentação ➢ Similares a taxis (lotações) ➢ Serviço ruim ➢ Pouca segurança no trânsito/ segurança pessoal ➢ Veículos velhos e pequenos | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Vias segregadas em corredores isolados Cobrança dentro do ônibus ➢ Paradas com coberturas simples ➢ Ônibus tamanho padrão | | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Vias segregadas ➢ Tipicamente cobrança externa ➢ Estações de melhor qualidade ➢ Tecnologia veicular (de emissões) limpa ➢ Identidade de mercado | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Operação privada ou pública ➢ Normalmente subsidiados ➢ Cobrança dentro do ônibus ➢ Paradas sinalizadas com postes ou coberturas bem simples ➢ Serviço ruim ➢ Ônibus tamanho padrão | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Alguma forma de prioridade, mas não vias totalmente segregadas ➢ Melhores tempos de viagem ➢ Paradas de melhor qualidade ➢ Tecnologia veicular (de emissões) limpa ➢ Identidade de mercado | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Serviço de metrô ➢ Rede de linhas e corredores integrados ➢ Estações fechadas de alta-qualidade ➢ Cobrança externa ➢ Serviço rápido e frequente ➢ Veículos modernos, tecnologia (emissões) limpas ➢ Identidade de mercado ➢ Superior customer service | | |

Figura 1 - Diferenças entre o ônibus convencional e o BRT

Fonte: (WRIGHT e HOOK, 2008).

A fim de ranquear o tipo de serviço que é oferecido à população, o ITDP (Institute for Transportation and Development Policy) criou critérios de pontuação, como: infraestrutura, integração e planejamento dos serviços. Os pontos são atribuídos aos elementos do projeto do corredor que melhoram de forma mais significativa o desempenho operacional e a qualidade do serviço (ITDP, 2014). Os critérios usados para definir o sistema de pontuação são os seguintes:

- Os pontos devem funcionar como indicadores aproximados da qualidade superior de um serviço oferecido ao usuário (rapidez, conforto, capacidade etc.).

Os pontos serão concedidos com base num consenso geral entre os especialistas de BRT sobre o que constitui uma melhor prática de planejamento e projeto de um sistema e a importância relativa desses fatores.

- Os pontos devem recompensar as boas decisões da equipe de projeto, geralmente tomadas em situações politicamente difíceis e que resultem num desempenho de nível superior, ao invés de recompensar características já inerentes ao corredor.
- Os elementos de mensuração e ponderação devem ser fáceis, equitativamente aplicáveis e escaláveis a uma ampla gama de corredores de BRT em contextos diferentes, desde os corredores menores e de menor utilização, até os maiores e de grande volume.
- A base da pontuação deve ser a mais transparente possível e passível de verificação de forma independente, evitando informações que não possam ser obtidas facilmente.

Através da pontuação obtida, o sistema recebe um selo de qualidade, que pode ser: ouro, prata ou bronze. Na figura 2, podemos verificar a pontuação necessária para cada selo.

Categorias do Padrão de Qualidade de BRT



BRT Padrão Ouro
85 pontos ou mais
O BRT Padrão Ouro corresponde em quase todos os aspectos às melhores práticas internacionais. Estes sistemas alcançam o mais alto nível de desempenho e eficiência operacional, ao mesmo tempo em que oferecem um serviço de alta qualidade. Este padrão pode ser alcançado por qualquer corredor com demanda suficiente para justificar investimentos de BRT, porém, pode custar um pouco mais para ser atingido. Estes sistemas têm o maior potencial de inspirar o público e incentivar outras cidades a adotá-lo.



BRT Padrão Prata
70 – 84 pontos
O BRT Padrão Prata inclui a maioria dos elementos das melhores práticas internacionais e tem a probabilidade de conseguir um bom custo-benefício em qualquer corredor com demanda suficiente para justificar investimentos de BRT. Estes sistemas alcançam um alto nível de desempenho operacional e qualidade de serviço.



BRT Padrão Bronze
55 – 69 pontos
O BRT Padrão Bronze atende em nível considerável à definição de BRT e corresponde, em termos gerais, às melhores práticas internacionais. O BRT Bronze tem algumas características que o elevam acima do BRT Básico, atingindo eficiência operacional e qualidade de serviço mais elevados do que o BRT Básico.

Figura 2 - Tipos de selos de qualidade do BRT.

Fonte: (ITDP, 2014)



Contudo, em 2009, o Rio de Janeiro foi eleito a cidade sede dos jogos olímpicos de 2016. Visando reduzir congestionamentos e melhorar o sistema de transporte da cidade, algumas medidas foram adotadas, como: criação da Linha 4 do Metrô; criação de 4 corredores de BRT; revitalização da Região Portuária; criação 3 linhas de VLT; a duplicação de um trecho da ligação Lagoa-Barra; a compra de novos trens pela Supervia; melhorias em algumas estações ferroviárias – em especial aquelas que vão receber grande demanda durante os Jogos.

3. METODOLOGIA

Esse artigo visa, através do método comparativo, indicar que apenas investimentos em infraestrutura não serão suficientes para solucionar os problemas da cidade. Através de buscas bibliográficas se pautará na procura de trabalhos acadêmicos até agora publicados cujos conteúdos se atenham aos aspectos de infraestrutura e mobilidade urbana, para assim poder identificar, pelo método comparativo, quais estratégias podem, ser consideradas no Rio de Janeiro.

O método comparativo procura analisar o dado concreto, deduzindo do mesmo os elementos constantes, abstratos e gerais. Pode ser utilizado em todas as fases e níveis de investigação: num estudo descritivo pode averiguar a analogia entre, ou analisar os elementos de uma estrutura; nas classificações, permite a construção de tipologias; finalmente, a nível de explicação, pode, até certo ponto, apontar vínculos causais, entre os fatores presentes e ausentes (MARCONI, 2003).

Com o objetivo de ter uma amostragem diversificada, ao que diz respeito a costumes, regiões e localizações, este artigo irá selecionar três cidades do mundo, uma de cada continente, para que assim possa ser feito a comparação entre cada uma delas com a cidade do Rio de Janeiro. Procurando similaridades, o estudo se propõe levar em consideração, na sua análise, fatores como o socioeconômico, populacional, geográfico e o ambiental.

Como critério de seleção, foram escolhidas cidades que são reconhecidas por possuírem excelentes sistemas de transporte, preocupação com a mobilidade urbana e um ótimo planejamento de transportes.

O motivo do estudo é procurar identificar se é possível responder a seguinte pergunta: as alternativas implantadas nestas cidades podem ser transferidas para o Rio de Janeiro sem qualquer ajuste?

O artigo se dividirá em duas etapas: a primeira visará identificar as cidades de cada país, onde serão apresentados os aspectos socioeconômico, populacional, geográfico e o ambiental; a segunda parte da pesquisa se pautará na comparação das medidas adotadas por cada cidade e se podem, ou não, serem implantadas na cidade carioca.

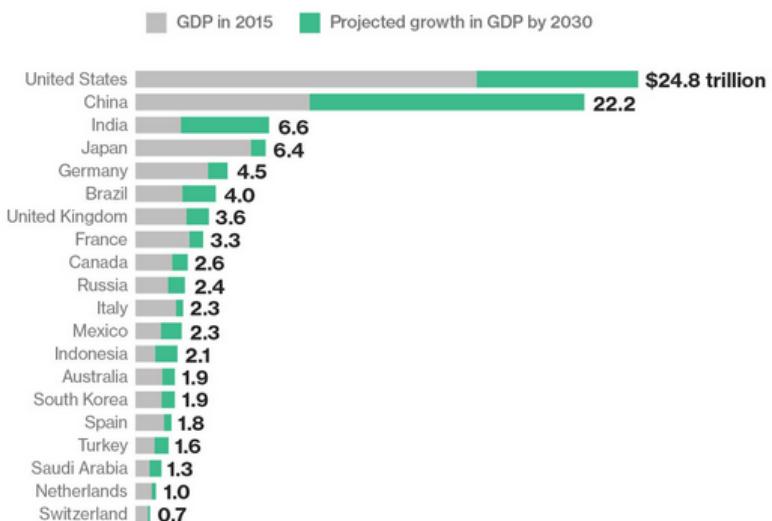
4. ANÁLISE DE DADOS

Com o objetivo de poder averiguar as medidas implantadas em cada cidade, foi feito um levantamento dos dados socioeconômico, populacional, geográfico e o ambiental. A seguir, serão descritos alguns dados das cidades analisadas, a saber: Rio de Janeiro, Londres, Nova Iorque e Tóquio.

Rio de Janeiro/ Brasil

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2015, a cidade do Rio de Janeiro possuía quase 6,5 milhões de habitantes e uma área de aproximadamente 1200 km². A renda per capita do brasileiro é cerca de U\$ 310,00/mês. Até o ano de 2015, Brasil ocupava a 7^a economia do mundo, porém há estudos que apontam a possibilidade do país ser até 2030, a sexta economia mundial. Como podemos ver na figura 3 abaixo:

World's 20 Largest Economies in 2030



Source: U.S. Department of Agriculture

Figura 3 - Projeção das 20 maiores economias em 2030.
Fonte: (INFOMONEY, 2015)

No entanto, a atual realidade do país, no ano de 2016, aponta para o decrescimento na economia, onde o Fundo Monetário Internacional (FMI) já projeta uma diminuição de 3,5% no Produto Interno Bruto (PIB) do país (FMI, 2016). Sobre o aspecto ambiental, o país é um dos que mais se preocupam com a diminuição do CO₂. Segundo o boletim "Energia na América do Sul" o país já apresenta menor emissão de gás carbônico -1,59 tonelada para cada mil quilos de



energia consumida - menor que a média mundial que é de 2,34 tonelada para cada mil quilos de energia consumida (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016).

Londres/Inglaterra

A capital inglesa possui uma área de aproximadamente 1500 km² sendo sua população, em 2014, de cerca de 8,5 milhões de habitantes. A renda per capita do inglês é cerca de U\$ 1157,00/mês. Até o ano de 2015, O Reino Unido ocupava a 6^a economia do mundo, porém há estudos que apontam a possibilidade do país ser até 2030, a sétima economia mundial. Segundo o relatório *The Climate Change Performance Index* (2016) o país apresenta, assim como toda a União Europeia, um dos maiores indicies de emissão de gás carbônico, entretanto, vem conseguindo diminuir a cada ano a sua propagação de CO₂.

Nova Iorque/ Estados Unidos

A cidade mais populosa dos Estados Unidos da América (EUA) possui uma área de 789 km² e uma população de 8,4 milhões de habitantes. A renda per capita americana é cerca de U\$ 1550,00/mês. Até o ano de 2015, os EUA ocupavam o primeiro lugar na economia do mundo e há estudos que apontam a possibilidade do país continuar a ser até 2030. Segundo o relatório *The Climate Change Performance Index* (2016) o país está na lista dos principais poluidores do mundo. O atual presidente do país, Barack Obama, anunciou no ano de 2015, um plano de energia limpa, onde há uma previsão de redução de 32% da emissão de gás carbônico até 2030.

Tóquio/Japão

A capital japonesa possui uma área de aproximadamente 2188 km² sendo sua população, em 2014, de cerca de 13,35 milhões de habitantes. A renda per capita japonesa é cerca de U\$ 1085,00/mês. Até o ano de 2015, o Japão ocupava o terceiro lugar na economia do mundo e há estudos que apontam a possibilidade do país ser quarta economia no ano de 2030. Segundo o relatório *The Climate Change Performance Index* (2016) o país aparece entre os 60 países mais poluidores do planeta, mas vem conseguindo diminuir a cada ano a sua propagação de CO₂.

5. ANÁLISE COMPARATIVA

Como se pôde observar, o Rio de Janeiro possui pontos de similaridade, seja pelo aspecto populacional, geográfico, socioeconômico ou ambiental, com as cidades analisadas. Portanto, é preciso entender que algumas medidas implementadas nessas cidades, podem sim, ser implantadas no Rio de Janeiro.

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) tem no ônibus seu principal meio de transporte coletivo (77% das viagens realizadas). Só no município, operam mais de 40 empresas privadas em cerca de 900 rotas e serviços autorizados. Existem mais de 200km de vias ferroviárias atendendo 11 municípios da RMRJ e dispondo de cerca 90 estações, além de 2 linhas de metrô com 42 km e 33 estações, que atendem a uma parcela reduzida de usuários



(CENTRAL, 2005). Outro aspecto da cidade carioca é o tamanho da frota de carros particulares, uma das maiores do Brasil, como podemos ver na tabela abaixo:

Tabela 2 - Variação populacional e de carros particulares de algumas cidades brasileiras.

| Municípios | População (2008) | População (2015) | Variação (%) | Frota 2008 carros particulares | Frota 2015 carros particulares | Varia ção (%) |
|----------------|---------------------|---------------------|-----------------|---|---|---------------------|
| São Paulo | 10.886.518 | 11.967.825 | 10,0 | 4.251.685 | 5.750.554 | 36,0 |
| Rio de Janeiro | 6.093.472 | 6.476.631 | 7,0 | 1.451.087 | 2.187.098 | 51,0 |
| Belo Horizonte | 2.412.937 | 2.502.557 | 4,0 | 798.171 | 1.158.596 | 46,0 |
| Porto Alegre | 1.420.667 | 1.476.867 | 4,0 | 475.355 | 573.853 | 21,0 |

Fonte: (IBGE, 2016; DETRAN, 2016)

É importante destacar que o incentivo à compra e o uso indiscriminado de carros agravam os problemas de mobilidade urbana, e consequentemente, as áreas centrais da cidade acabam recebendo um maior impacto de veículos, ocasionando uma sobrecarga no sistema de transportes.

Segundo CERVERO (1998), a sustentabilidade das cidades, tendo por base a operação adequada de seus sistemas de transportes, constitui um importante foco de análise dos problemas de mobilidade. Ele ainda considera que o equilíbrio das cidades e o uso inadequado dos recursos naturais nunca foram colocados em risco de forma tão evidente como atualmente. Grande parte da responsabilidade pelo desenvolvimento desse quadro pode ser debitada à crescente dependência do uso do carro privado nos principais deslocamentos da população.

No entanto, a cidade dispõe mais de 400km de ciclovias, uma das maiores redes do Brasil, o que evidencia o grande potencial do uso da bicicleta. Nesse sentido, políticas específicas que priorizem a integração entre a bicicleta e os demais modos coletivos deveriam ser adotadas (Maia et al., 2003). Podemos observar na figura 4 abaixo, a distribuição do modo de transporte na região metropolitana do Rio de Janeiro.

| | Modo de Transporte | Mobilidade |
|----------------|-----------------------|------------|
| Motorizado | Transporte Individual | 0,29 |
| | Transporte Coletivo | 0,82 |
| | Total | 1,11 |
| Não Motorizado | A pé | 0,60 |
| | Bicicleta | 0,06 |
| | Total | 0,66 |
| | Total Geral | 1,77 |

Figura 3 - Composição da taxa de mobilidade para a região metropolitana do Rio de Janeiro.
Fonte: (CENTRAL, 2005)

A primeira cidade que será comparada com o Rio de Janeiro será Nova Iorque. Nova Iorque é uma das cidades com maior taxa de motorização do mundo (28%) e optou por implantar, com sucesso, áreas de convívio e uso da bicicleta em locais onde se registravam conflitos entre pedestres e tráfego de motorizados. Embora esse não seja um modelo inovador, a importância da intervenção técnica, respaldada em planejamento adequado e decisão política objetiva, garantiram a realização de investimentos que se transformaram em ganhos sociais significativos (BALASSIANO, 2012). Essa alternativa é interessante e poderia ser estudada para uma possível implantação em áreas conflitantes da cidade.

A cidade americana possui uma política voltada para o transporte público, com medidas que visam coibir o uso de estacionamento de carros em áreas centrais da cidade. Atrelado a isso, o investimento na rede metroviária da cidade, permite ao cidadão se deslocar por quase toda a cidade. Essa é uma alternativa bastante interessante, porém de difícil implementação no Rio de Janeiro. Além de ser uma obra extremamente cara, que chega a custar de 10 a 100 vezes mais que uma obra de BRT, por exemplo, é uma obra longa que pode chegar a durar dez anos (WRIGHT e HOOK, 2008).

No caso de Londres, apesar de apresentar um elevado percentual de viagens realizadas por carro (40%), tem um sistema de transporte público que garante boa mobilidade em sua área central. Uma das medidas adotadas, em 2002, foi a utilização do pedágio urbano nessa área adensada. Após um ano da introdução do pedágio urbano em Londres, em 2003, o número de automóveis no centro da cidade caiu 30%. Quase uma década depois, o total da quilometragem percorrida em carros no centro caiu 21%, enquanto o total em bicicletas aumentou 67%; em ônibus, 60%; e em metrô, 42%. Além disso, vem ocorrendo um movimento de revalorização, com mais famílias e empresas se mudando para a região, em parte para evitar o pedágio, mas também para aproveitar um modo de vida com mais qualidade e menos carros (CERVERO,



2014). A maior parte da receita obtida com o pedágio cobrado pela circulação de veículos na área central é investida na melhoria e expansão da rede de transporte coletivo. Essa alternativa, assim como foi feito em Nova Iorque, seria possível e importante se implantada no Rio de Janeiro. Londres possui aspectos, como o geográfico e populacional, muito similares ao Rio, portanto seria uma medida que poderia mitigar os problemas da cidade.

A capital inglesa ainda utiliza a política de subsídio interno ao sistema, provenientes dos próprios passageiros de ônibus. Com essa medida o cidadão possui a possibilidade de comprar passes diários, semanais, mensais e até anuais. Ao comprar os passes antes mesmo de utilizar o serviço, o consumidor injeta um capital que pode ser investido e utilizado como subsídio para redução do valor das tarifas. Essa medida leva em conta o aspecto socioeconômico visando atender todas as esferas sociais da sociedade. Variáveis socioeconômicas e ambientais são determinantes para as condições de mobilidade em cada área metropolitana e também foi ratificada a importância da relação existente entre planejamento de transportes e uso do espaço urbano (EWING E CERVERO, 2009). Tornando assim, interessante para ser analisada e, se possível, usada no Rio. Principalmente, pela crise que o sistema de transporte público passa, onde só no ano de 2015, mais de 680 mil pessoas deixaram de usar o transporte público no país. Reflexo do aumento significativo do desemprego e, consequentemente, da redução no poder econômico da população (NTU, 2016).

Tóquio é uma cidade que priorizou padrões de assentamento urbano com base em um modelo pró-ativo de ocupação, ou seja, é uma cidade que tem uma utilização intensiva do sistema de transporte sobre trilhos. Uma combinação de lojas, escritórios, restaurantes, unidades residenciais e serviços estão localizados ao redor das estações. Encontram-se ainda, praças, mercados e centros de atividades que transformam essas áreas em polos de geração de viagens (BALASSIANO, 2012). Devido a condicionamentos geográficos, apenas 20% da população utiliza o automóvel como meio de transporte diário (CASIROLI, 2008).

Observamos que o exemplo de Tóquio foge a realidade do Rio de Janeiro, uma vez que a cidade brasileira tem como base o sistema rodoviário. Porém o modo de planejamento urbano de Tóquio serve como modelo para possíveis áreas dentro do Rio. A cidade japonesa busca em seu planejamento uma integração entre a operação de seu sistema de transporte (no caso, ferroviário) com o desenvolvimento urbano ao redor das estações.

6. CONCLUSÕES

Por intermédio do desenvolvimento do estudo e das comparações feitas, foi possível responder a pergunta que motivou o estudo: as alternativas implantadas em cada cidade podem ser transferidas para o Rio de Janeiro sem qualquer ajuste?

É possível identificar que algumas medidas podem sim ser implantadas sem qualquer ajuste, como por exemplo, as políticas de estacionamento, que permitiriam um maior controle da



circulação de automóveis nas ruas e as políticas de incentivo racional ao uso do transporte privado.

Entretanto, também foi possível observar que algumas medidas não poderiam ser implementadas a curto prazo, como por exemplo, as políticas adotadas por Nova Iorque com o objetivo de melhorar a malha metroviária da cidade. Medidas como essa teriam grandes dificuldades de ser implantadas no Rio de Janeiro, principalmente pelo alto investimento financeiro que as obras de infraestruturas necessitam.

Definir políticas de transportes que privilegiem sistemas com operação adequada em termos do uso do espaço urbano e do consumo de energia, deverá contribuir na melhoria das atuais condições de movimentação de veículos e pedestres. Buscar uma equidade social, garantindo a acessibilidade e mobilidade urbana, é um dos desafios do Brasil.

Entre especialistas da área de transportes públicos de massa e urbanistas formou-se um consenso: o fortalecimento do transporte público, em todas as suas modalidades, sobre pneus ou trilhos, por meio de uma maior e diversificada oferta, da expansão da área atendida e maior garantia de qualidade, traduzida principalmente em regularidade e quantidade, é o elemento decisivo para o restabelecimento de uma relação racional entre as metrópoles e a mobilidade urbana (MEYER, 2014).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRE, Richard W. Campos (2014). **Bus Rapid Transit (BRT) e Mobilidade Urbana no Rio de Janeiro.** Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Janeiro. Rio de Janeiro.
- ANTP, (1997). **Transporte humano: cidades com qualidade de vida.** ANTP. São Paulo.
- BALASSIANO, Ronaldo (2012). **Mobilidade Urbana no Âmbito da Economia Verde. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável.** Brasília.
- BURCK, Jan; MARLEN, Franziska; BALS Christoph (2016). **The Climate Change Performance Index.** Climate Action Network Europe.
- CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa (2013). **Planejamento de Transportes Conceitos e Modelos.** Ed. Interciência. Rio de Janeiro.
- CASIROLI, F (2008). **Kronópolis – città accessibile, città possibile.** Idea Books. Florença.
- CENTRAL, (2005). **Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** Relatório Síntese. Governo do Estado do Rio de Janeiro, Companhia Estadual de Engenharia de Transporte e Logística.
- CERVERO, Robert (1998). **The Transit Metropolis.** Island Press, Washington, D.C.
- CERVERO, Robert (2001). **Meeting Mobility Challenges in an Increasingly Mobile World: An American Perspective.** Paper present for Conference on Cities on the Move. Paris.
- CERVERO, Robert (2014). **Caderno Mobilidade Urbana.** Rio de Janeiro.
- DENATRAN, (2009). **Estatística – Frota.** Disponível em www.denatran.gov.br, Departamento Nacional de Trânsito. Ministério das Cidades.
- EWING, R., CERVERO, R (2001). **Travel and the Built Environment.** Transportation Research Record 1780, pp.87-114. Washington.
- FMI, Fundo Monetário Internacional, www.imf.org, acessado em 26/05/2016.
- INFOMONEY, www.infomoney.com.br, acessado em 26/05/2016.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. www.ibge.gov.br. Acessado em 20/05/2016.



- ITDP, (2014). **Padrão de BRT de qualidade.** Institute for Transportation and Development Policy.
- MAIA, A.D.G., Braga, M.G.C., Balasiano, R, Faria, E (2003). O Potencial de Uso da Bicicleta como Modo de Transporte Integrado no Município do Rio de Janeiro. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Transportes – XVII ANPET, Rio de Janeiro.
- MARCONI, Marina de Andrade (2003). **Fundamentos da Metodologia Científica.** Ed Atlas.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, www.mme.gov.br. Acessado em 26/05/2016.
- MEYER, Regina (2014). **Caderno Mobilidade Urbana.** Rio de Janeiro.
- METRÔRIO, www.metrorio.com.br, acessado em 10/05/2016.
- NORONHA SANTOS, Francisco Agenor (1934). **Meios de Transporte no Rio de Janeiro – História e legislação (volumes 1 e 2).** Tipografia do Jornal do Comércio. Rio de Janeiro.
- RODRIGUE, Jean-Paul; COMTOIS Claude; SLACK Brian (2013). **The Geography of Transport System.** Routledge.
- SANTOS, Marcio (2016). **Revista NTU urbano.** Ano 3, nº20. Brasília.
- SILVA, Maria Laís Pereira da (1992). **Os transportes coletivos na Cidade do Rio de Janeiro.** Biblioteca Carioca. Rio de Janeiro.
- SILVA, A. N.R.; M. S. COSTA E M. H. MACEDO (2007). **Multiple Views of Sustainable Urban Mobility in a Developing Country - The case of Brazil.** In: 11th World Conference on Transport Research, WCTR, Berkeley.
- WRIGHT, L.; HOOK, W. (2008). **Manual de BRT: Guia de Planejamento.** Ministério das Cidades. Brasília.
- TOMTOM TRAFFIC INDEX., www.tomtom.com. Acessado em 15/04/2016.
- VILCASSIM, M. Black (2014). **Carbon and particulate matter (PM 2.5) concentrations in New York city's subway stations.** Environmental science & technology. Vol:48,pg:14738.
- ZANNI, Alberto; BRISTOW, Abigail L. (2010). **Emissions of CO₂ from road freight transport in London: Trends and policies for long run reductions.** Energy policy. Vol:38, pg:1774 -1786.

**DIFERENTES USOS DO SOLO E MODELOS DE CRESCIMENTO URBANO
INDUZIDOS PELA INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA NO BRASIL:
COMPARAÇÃO ENTRE RIO DE JANEIRO/RJ E CAMPINAS/SP.**

André Corrêa Joia

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Daniel Saraiva Canabrava

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Gisele Nakano Samel

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Helen Tambolim

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

RESUMO

Ainda na primeira metade do século XIX o Brasil demonstrou interesse pelas ferrovias, época em que esse sistema de transporte ainda se iniciava nos países desenvolvidos. As primeiras ferrovias do país se instalaram nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro e exerceceram um papel determinante no uso do solo urbano, porém foram inseridas em diferentes contextos em cada região. Com o intuito de demonstrar como as ferrovias podem influenciar o uso do solo urbano de maneiras diferentes e impactantes em países em desenvolvimento, este artigo faz uma análise histórica do crescimento urbano do Rio de Janeiro/RJ e de Campinas/SP a partir da sua relação com a construção das ferrovias e compara os dois modelos. Podemos observar através desta análise que, embora a construção tenha ocorrido na mesma época e no mesmo país, o modelo de crescimento urbano e ocupação do solo se deram de maneiras diferentes em cada um dos casos. Enquanto no Rio de Janeiro as primeiras linhas de trem visavam atender a demanda por mão de obra das indústrias instaladas no centro da cidade, na região Oeste Paulista, tinha como principal objetivo o escoamento de produtos agrícolas para o porto de Santos e a ocupação de regiões antes inhabitadas, expandindo a produção cafeeira para áreas mais remotas.

ABSTRACT

Still in the first half of the XIX century, Brazil has shown an interest in railways, a time when this transport system still started in developed countries. The first railroads in the country settled in the states of São Paulo and Rio de Janeiro and played a key role in the use of urban land, but were inserted in different contexts in each region. With the intention of demonstrate how the railways can influence the use of urban land of different and impactful ways in developing countries, this article is a historical analysis of urban growth in Rio de Janeiro/RJ and Campinas/SP from its relationship with the construction of railways and compares the two models. Can observe through this analysis that, although construction has occurred at the same time and in the same country, the urban growth model and occupation is given in different ways in each case. While in Rio de Janeiro the first train lines were intended to attend the demand for labor from industries located in the city center, in the West Paulista region, had as main objective runoff agricultural products to the port of Santos and the occupation of regions before uninhabited, expanding coffee production to more remote areas.

PALAVRAS CHAVE:

Uso do Solo, Transporte Ferroviário, Infraestrutura Urbana.

1. INTRODUÇÃO

No final do século XVIII, começaram a acontecer mudanças importantes nas cidades europeias devido às inovações tecnológicas. Sistemas de transporte, comunicações e saneamento foram os principais impulsionadores de um novo tipo de cidade, deixando para trás a cidade barroca para ser instituída uma nova cidade influenciada pela revolução industrial. Um dos elementos indispensáveis que sustentaram as alterações urbanas foram as infraestruturas de transporte já que estas têm um papel dominante sobre as conexões territoriais (ALVAREZ et al, 2016).

Diferentemente da maioria das cidades europeias, onde as ferrovias vieram a consolidar a cidade já existente e conectá-las, no Brasil, que era um país muito novo na época, elas tiveram uma influência decisória no uso do solo e na forma em que se deu o crescimento urbano e inclusive induziu o surgimento de novas cidades.

Ainda na primeira metade do século XIX, quando a tecnologia ferroviária era incipiente nos países desenvolvidos, o Brasil começou a se interessar por esta. No entanto é notável que este modo de transporte desempenhou um papel muito diferente na América e na África. Nestes continentes, grandes cidades expandiram-se projetando em seu torno redes ferroviárias suburbanas, permitindo a expansão espacial da mesma (ALVAREZ et al, 2016), como ocorreu na região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro. No entanto, onde mais se incidiu o transporte ferroviário foram nas áreas rurais. Muitas ferrovias se projetaram a partir dos portos para o interior, a fim de aumentar a sua área de influência e permitir a drenagem de recursos. Foi através deste mecanismo que se multiplicaram pelo território os empreendimentos imobiliários e desenvolveram-se os territórios anexos às estações. Modelos disto são as cidades do Oeste Paulista que, a exemplo de Campinas, surgiram e/ou cresceram a partir das estações ferroviárias que escoavam café para o porto de Santos.

Neste sentido, podem ser observadas diferenças claras entre a relação cidade-ferrovia no Brasil e na Europa. Nos países em desenvolvimento as estradas de ferro se destacam como ponto fundamental e, portanto, a cidade é projetada para garantir seu perfeito funcionamento (ALVAREZ et al, 2016).

A metodologia adotada para dar suporte à investigação consistiu primeiramente na escolha de duas localidades de estudo que obtiveram destaque e relevância no cenário de transporte ferroviário no Brasil por sua caracterização socioeconômica. Posteriormente, fez-se uma análise de planos e mapas históricos das localidades escolhidas para que se pudesse determinar o modelo de crescimento urbano em cada uma.

Partindo desta perspectiva, este trabalho tem como objetivo através de análises comparativas entre dois casos distintos (Rio de Janeiro e Campinas) examinar os tipos de alterações urbanas e de uso do solo decorrentes da construção de linhas ferroviárias no país, o artigo pretende evidenciar que, embora as ferrovias tenham influenciado determinantemente o uso do solo das cidades brasileiras, este impacto não seguiu o mesmo padrão por todo o país. O contexto em que foram inseridas as ferrovias determinou usos do solo distintos.

O capítulo seguinte aborda os principais conceitos relacionados ao tema de estudo de acordo com discussões alguns autores. Na sequência, o terceiro capítulo faz um breve relato da ocupação do solo influenciada pelo transporte ferroviário nas cidades do Rio de Janeiro/RJ e de Campinas/SP destacando a discussão de que a construção de ferrovias atuou como um fator de desenvolvimento e de urbanização brasileira. O quarto capítulo trata de uma análise comparativa entre os casos do estudo de referência. E o quinto e último, apresenta as considerações finais obtidas após o estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ferrovia como elemento no espaço geográfico

A ferrovia, que surgiu no início do século XIX, contribuiu para o início de uma nova sociedade, de uma nova relação entre agentes, países e regiões e para uma formação espacial muito mais complexa. O emprego dessas novas técnicas, a ferrovia e também o telégrafo, permitiu a “aceleração” do fluxo de pessoas e de bens materiais e imateriais, como informação, relatórios e cotações de preços. Utilizada primeiramente pelas empresas e organizações, essas técnicas permitiram as primeiras percepções da “instantaneidade” e da possibilidade da ação à distância quase que de forma imediata. Foi o início da convergência dos momentos, e de um novo “uso do tempo e do espaço” (SANTOS, 2002).

Em 1814, surgiu a primeira locomotiva a vapor, a Blucher, fabricada pelo inglês George Stephenson. Em 1830, inaugurava-se na Inglaterra a primeira estrada de ferro, ligando Liverpool e Manchester. No mesmo ano os Estados Unidos entravam para era ferroviária, ao implantar uma linha de ferro entre Charleston e Hamburg, na Carolina do Sul. A invenção do trem de ferro e a expansão das ferrovias pelo mundo representaram o próprio triunfo do homem pela tecnologia (BORGES, 2011).

As ferrovias permitiram o alcance de altas velocidades e carregamento de grandes quantidades de mercadorias/passageiros e isso levou a uma forte redução dos tempos de viagem, especialmente as regionais, e beneficiou o solo urbano nas proximidades das estações por sua maior acessibilidade (ALVAREZ et al, 2016).

3. ESTUDO DE REFERÊNCIA

3.1 Cidade de Campinas/SP

A cidade de Campinas, localizada no interior do Estado de São Paulo, possui hoje cerca de 1,1 milhão de habitantes e é a décima primeira cidade mais ricas do Brasil, segundo o IBGE (2010). Com formação colonial, Campinas surgiu na primeira metade do século XVIII como um bairro rural da Vila de Jundiaí. Localizado nas margens de uma trilha aberta por paulistas do Planalto de Piratininga entre 1721 e 1730 (trilha que seguia em direção às recém descobertas minas dos Goiases), o povoamento do "Bairro Rural do Mato Grosso" teve início com a instalação de um pouso de tropeiros nas proximidades da "Estrada dos Goiases".

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

Depois de mais de um século, o "Bairro Rural do Mato Grosso" cresceu e passou a ser chamado de Cidade de Campinas em 1842; período no qual as plantações de café já suplantavam as lavouras de cana e dominavam a paisagem da região. (CAMPINAS, 2016)

A partir da economia cafeeira, Campinas passou a concentrar um grande contingente de trabalhadores escravos e livres (de diferentes procedências), empregados em plantações e em atividades produtivas rurais e urbanas. No mesmo período (segunda metade do século XVIII), a cidade começava a experimentar um intenso percurso de "modernização" dos seus meios de transporte, de produção e de vida, permanecendo vivo até hoje na memória da cidade, aspectos diversos destas transformações. (CAMPINAS, 2016)

As ferrovias, no Estado de São Paulo, incentivaram a ocupação do território e a formação de cidades no interior paulista, além de estarem vinculados à imigração estrangeira e ao trabalho assalariado. O café e a ferrovia também promoveram o escoamento da agricultura, sobretudo a cafeeira, estabelecendo uma conexão entre as áreas de produção e os portos, consolidando um eixo de suporte à exportação (VALDERRAMA; OLIVEIRA, 2008).

Em 1856, o governo brasileiro autorizou à Companhia São Paulo Railway a interligar por trilhos o porto de Santos à vila de Jundiaí. Os engenheiros conseguiram vencer a topografia difícil da região serrana com a tecnologia ferroviária da época. Esta importante artéria viária, inaugurada em 1868, foi responsável pelo boom das exportações do café produzido no Oeste Paulista e pelo próprio crescimento da economia de São Paulo. Com a implantação dessa via de transporte, logo o porto de Santos ultrapassaria o do Rio de Janeiro em volume de café exportado para o mercado internacional (BORGES, 2011).

As Figuras 01 e 02 mostram como se deu a expansão da malha ferroviária no Estado de São Paulo.

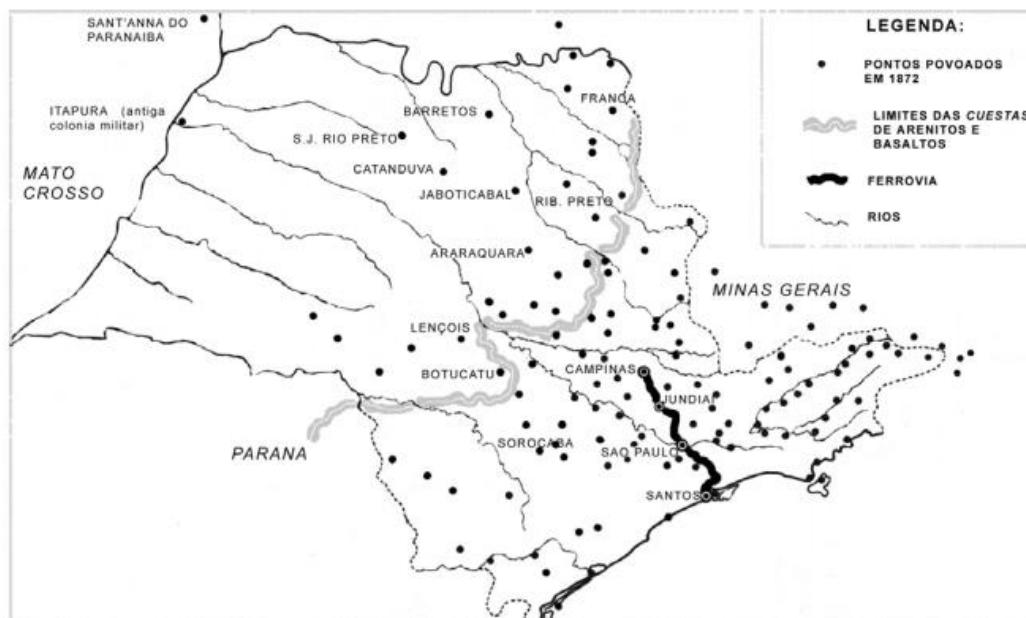


Figura 01: Pontos de Povoamento e Ferrovias no Estado de São Paulo em 1872.

Fonte: Pupim, 2008.

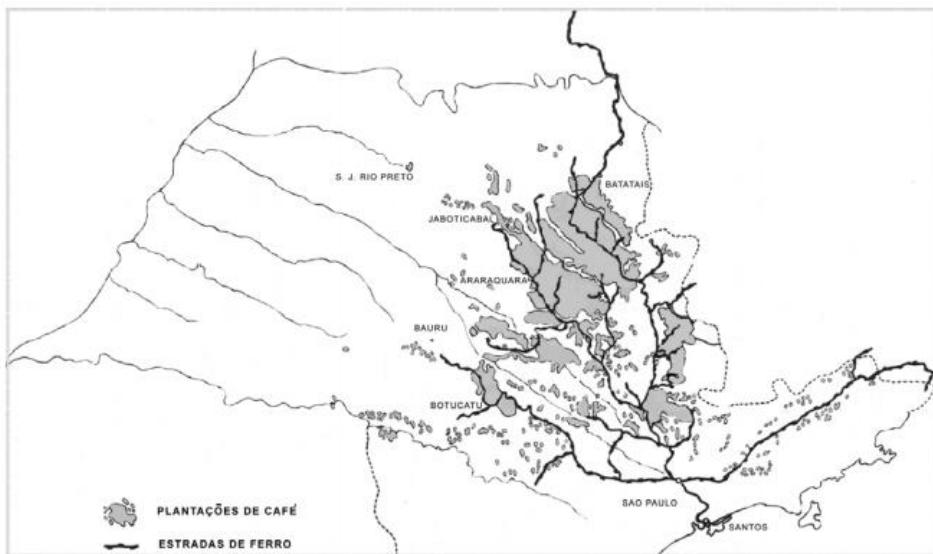


Figura 02: Áreas de Cultivo de Café e Percurso das ferrovias no Estado de São Paulo no início do Século XX.

Fonte: Pupim, 2008.

A chegada da estrada de ferro em Campinas, em 1872, acarretou inúmeras transformações na vida urbana, na medida em que o trem era o grande vetor da modernidade. Era o trem que fazia a conexão com o porto e, consequentemente, com a Europa, trazendo idéias, informações, inovações tecnológicas, artísticas e culturais que influenciaram diretamente no comportamento da população local. A transformação em principal centro produtor de café trouxe à cidade diversas modificações que alteraram sua fisionomia. Do ponto de vista urbano, as mudanças advindas com o café resultaram em vários melhoramentos como: diversos edifícios voltados ao uso público como, hospitais, escolas e mercados contextualizando em Campinas uma vida mais pública, alicerçada em valores mais burgueses e finalmente mais urbanos. Na arquitetura um novo estilo se fez presente, o neoclássico que foi adotado em diversas residências e edifícios institucionais vindo também a alterar muitas construções coloniais. (VALDERRAMA; OLIVEIRA, 2008)

A expansão das atividades comerciais e a construção de edifícios institucionais antecederam, muitas vezes por largos incorporando às ruas uma nova dinâmica e importância, se configuraram, no corpo da cidade, em novos pólos de diversificação da vida e do panorama urbano.

O centro situado no entorno da linha férrea se tornou uma área moderna e dinâmica, que abrigava a função comercial juntamente com a habitacional. Como as pessoas queriam morar próximas das novidades, tornou-se uma área privilegiada e nobre com a valorização do solo urbano e das atividades ali desenvolvidas. Esse fato repercutiu diretamente na sua arquitetura, principalmente nas fachadas que eram bastante ornamentadas e imponentes. A presença da atividade comercial e de serviços pode ser percebida pela análise das fachadas, por meio da presença de portas de ferro de correr, com dimensões mais largas, predominantemente no nível da rua. (VALDERRAMA; OLIVEIRA, 2008).

3.2 Cidade do Rio de Janeiro/RJ

As três últimas décadas do século XIX representaram para o Rio de Janeiro um período de forte expansão urbana, sendo esta conduzida em prol da reprodução do capital nacional e internacional. A inauguração do trecho inicial da estrada de Ferro D. Pedro II também chamada de Central do Brasil, em 1858, veio permitir a ocupação de vários pontos do subúrbio carioca. (SILVA, 2011)

Os trens e os bondes participaram efetivamente do processo de expansão urbana da cidade do Rio de Janeiro, porém de forma diferenciada. Os trens serviram à pontos da cidade mais distantes do centro, ocupados por um grupo alijado da área central e sem condições financeiras de habitar os locais mais próximos daquela. (SILVA, 2011)

As ferrovias desempenharam o papel de manter as relações interurbanas e interregionais. Suas estações eram pontos de interseção ou passagem obrigatória, e por isso, não demorou para que próximo à muitas delas se desenvolvessem núcleos de comércio e serviços para atender a população que por ali passava diariamente. Nos bairros que cresceram demográfica e economicamente, é possível verificar o surgimento de centros comerciais. A ampliação espontânea dos aglomerados ao redor das ferrovias se fazia em ritmo acelerado e a unificação do valor da passagem facilitou o deslocamento das áreas mais distantes para o trabalho ainda concentrado no Centro (SOARES, 1990).

Cardoso (1986), ainda destaca dois outros fatos importantes que ocorreram no início do século XX: de um lado, houve a eletrificação das linhas de bondes, desestimulando, portanto, o plantio de capim que era feito no Vale do Andaraí para a alimentação dos animais utilizados anteriormente na tração dos carros; de outro, o crescimento da população carioca e a ampliação das camadas médias estimulavam a urbanização de novas áreas, agora dotadas de melhores e maiores padrões de acessibilidade e mobilidade intra-urbana.

A efetiva separação dos locais de trabalho e residência tornou o sistema de transporte elemento caro à produção, fazendo dele um aspecto primordial também na reprodução sócio-espacial, garantindo farta mão de obra à nascente indústria no Rio de Janeiro e segregando o espaço urbano. (SILVA, 2011)

O reflexo dessas ações sobre o espaço foi bastante significativo. Abreu (2006) destaca: O processo de ocupação dos subúrbios tomou, a princípio, uma forma tipicamente linear, localizando-se as casas ao longo da ferrovia e, com maior concentração, em torno das estações. Aos poucos, entretanto ruas secundárias, perpendiculares à via férrea, foram sendo abertas pelos proprietários de terras ou por pequenas companhias loteadoras, dando início assim a um processo de crescimento radial, que se intensifica cada vez com o passar dos anos.

Segundo Silva (2011), outras ferrovias foram implantadas e igualmente à D. Pedro II influenciaram sobremaneira no crescimento suburbano da cidade. A Estrada de Ferro do Rio do Ouro, onde o tráfego iniciou-se em 1883, tinha em sua concepção original a função de levar os materiais necessários para a construção de uma nova rede de captação de água para a cidade do Rio de Janeiro e mais tarde o transporte de passageiros também passou a ocorrer na Rio do Ouro, sem, contudo, ter o mesmo vulto que a D. Pedro II. Mesmo assim algumas localidades se desenvolveram no seu eixo, como Inhaúma, Vicente de Carvalho, Irajá,

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

Colégio, Coelho Neto e Pavuna. Foi ao longo dessa antiga linha férrea que no final do século XX estabeleceu-se a linha dois do metrô carioca, com repercussões diferenciadas em alguns bairros, viabilizando novos processos.

Mais significativa que a Estrada de Ferro do Rio do Ouro foi a atuação da Estrada de Ferro da Leopoldina, instituída em abril de 1886 pela “Rio de Janeiro Northern Railway Company”. Seu trecho inicial gerou uma grande acessibilidade entre alguns núcleos e o centro da cidade dos quais alcançaram certo grau de desenvolvimento a partir da ferrovia (SILVA, 2011).

Tais linhas da rede ferroviária são mostradas conforme Figura 03.

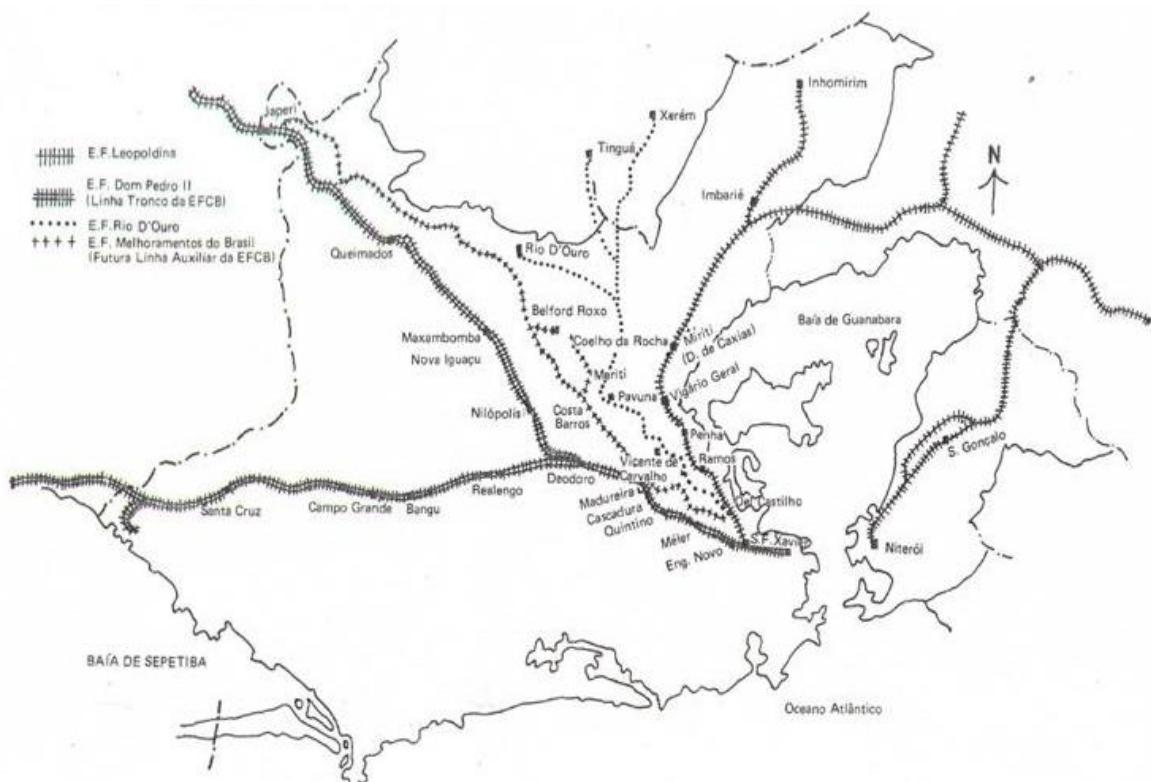


Figura 03: Rede ferroviária do Rio de Janeiro no final do Século XIX

Fonte: Abreu, 2006.

4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O primeiro caso estudado é o da cidade de Campinas, cidade que representa um padrão observado de crescimento urbano e surgimento de municípios no Oeste Paulista na época da produção cafeeira. As ferrovias do Oeste Paulista foram construídas para escoamento de produtos agrícolas para o porto de Santos. A partir de então varias cidades se

desenvolveram ao redor de estações de trem de forma que estas se tornaram parte central e mais economicamente ativa do município.

O Segundo caso é o do Rio de Janeiro, onde a infraestrutura ferroviária contribuiu para o crescimento suburbano em uma cidade que já tinha atividade econômica no centro consolidada, e transformou mais tarde a cidade em uma grande região metropolitana. Diferentemente do caso do Oeste Paulista (representado por Campinas) a ferrovia foi construída com o principal objetivo de transportar mão de obra (pessoas), e não produção agrícola, para as indústrias que se instalaram no centro da cidade. A expansão urbana decorrente das ferrovias foi inicialmente muito mais longitudinal, na beira da ferrovia, e o uso do solo teve uma característica muito mais residencial, pois concentrava a classe operária que se deslocava diariamente de trem para trabalhar nas indústrias e a atividade comercial era muito baixa.

Em comparação observam-se as seguintes características em cada região:

Campinas/SP:

- Ferrovias para escoamento de produtos agrícolas
- Cidades cresceram radialmente em torno das estações de trem
- Estações de trem caracterizaram o centro urbano e região de maior atividade econômica devido aos produtos e informações que chegam da Europa através do porto.

Rio de Janeiro/RJ:

- Ferrovias para transporte de mão de obra para as indústrias
- Expansão urbana para os subúrbios
- Crescimento urbano inicialmente longitudinal, seguindo o traçado da ferrovia
- Ocupação do solo extremamente residencial e com pouca atividade econômica no entorno das estações

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos referidos casos estudados, considera-se que as ferrovias podem influenciar o uso do solo urbano de maneiras diferentes e impactantes. Ao comparar-se a evolução histórica das cidades de Campinas e Rio de Janeiro, a partir de certo ponto de evolução metropolitana, ambas começam a sentir os impactos do crescimento demográfico, seguido de dificuldades de ordem física e financeira para implementarem novos projetos ou aperfeiçoar sistemas já existentes.

Enquanto Campinas expandia as atividades comerciais, ao mesmo tempo em que a produção cafeeira crescia, as ferrovias se multiplicavam, o crescimento populacional acompanhava tal expansão. Possuía uma estação como um eixo difusor de pessoas, ideias e mercadorias. Desta forma, o centro situado no entorno da estação ferroviária tornou-se uma área moderna e dinâmica, que abrigava a função comercial juntamente com a habitacional.

Como as pessoas queriam morar próximas das novidades, tornou-se uma área privilegiada e nobre com a valorização do solo urbano e das atividades ali desenvolvidas.

De acordo com o estudo realizado percebe-se que a maneira como se deu a expansão do tecido urbano na cidade do Rio de Janeiro ocorreu em função principalmente das necessidades de novas atividades produtivas, o que somente seria possível a partir de boas condições de acessibilidade e mobilidade. A expansão urbana no Rio de Janeiro ocorreu através de vetores econômicos, que demandavam locais para novas residências e/ou implantação de novas atividades produtivas, os quais se materializaram acompanhando as linhas básicas do sistema de transporte ferroviário urbano.

Os fatos expostos pela análise dos casos demonstram também a repercussão direta na arquitetura das cidades, principalmente nas fachadas e atividades comerciais no entorno das estações, agregando valor e atraiendo mais habitantes continuamente.

Embora a construção tenha ocorrido na mesma época e no mesmo país, o modelo de crescimento urbano e ocupação do solo se deram de maneiras diferentes em cada um dos casos. Enquanto no Rio de Janeiro as primeiras linhas de trem visavam atender a demanda por mão de obra nas indústrias instaladas no centro da cidade, na região Oeste Paulista, tinha como principal objetivo o escoamento de produtos agrícolas para o porto de Santos e a ocupação de regiões antes inabitadas, expandindo a produção cafeeira para áreas mais remotas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Maurício de Almeida (2006). **A Evolução Urbana do Rio de Janeiro.** 4ed. Rio de Janeiro: IPP.
- ALVAREZ PALAU, Eduard, HERNÁNDEZ ASENSI, Mireia, TORT AYMERICH, Anna (2016). **Modelo morfológico de crecimiento urbano inducido por la infraestructura ferroviaria. Estudio de caso en 25 ciudades catalanas.** Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona. **vol. XX**, nº 527.
Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-527.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- BORGES, Barsanufo Gomides (2011). **Dossiê ferrovias: Ferrovia e Modernidade.** *Revista UFG*, Universidade Federal de Goiás, v. , n. 11, p.27-36.
Disponível em: <http://www.proec.ufg.br/index.php?option=com_content&view=article&id=63>. Acesso em: 18 jun. 2016.
- CAMPINAS (2016) – Site da Prefeitura de Campinas. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/sobre-campinas/campinas.php>>. Acesso em: 22 jun. 2016.
- CARDOSO, Elizabeth Dezouzart (1986). **O Capital Imobiliário e a Expansão da Malha Urbana do Rio de Janeiro: Copacabana e Grajaú.** Dissertação de Mestrado em Geografia. Rio de Janeiro: UFRJ.
- PUPIM, Rafael Giácomo (2008). **A Cidade e o Território do Oeste Paulista: Mobilidade e Modernidade nos Processos de Construção e Re-configuração do Urbano.** 2008. 238 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos.
- SOARES, Maria Therezinha de Segadas (1990). **Rio de Janeiro: Cidade e Região.** Biblioteca Carioca.
- SANTOS, M (2002). **A natureza do espaço.** São Paulo: Edusp.
- SILVA, André Luiz Bezerra da (2011). **Os Transportes Metroferroviários e o Processo Urbano no Rio De Janeiro. A Estruturação Urbana Fluminense: Bondes e Trens. Chão Urbano: IPPUR-UFRJ,** Rio de Janeiro. Bimestral. ID 59.
Disponível em: <<http://www.chaourbano.com.br/>>. Acesso em: 26 jun. 2016.
- VALDERRAMA, Berna Valentina Bruit; OLIVEIRA, Melissa Ramos da Silva (2008). **A Ferrovia e os Processos de Re-Estruturação Urbana na Cidade De Campinas/São Paulo.** Observatório Geográfico da America Latina, v. 12, n. 142.
Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/Geografiaurbana/142.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2016.

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE COMPETIÇÕES AUTOMOBILÍSTICAS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O RALLY DOS SERTÕES

Paulo Fernando Porto Leopoldino

RESUMO

A organização e o planejamento estratégico de grandes eventos esportivos são em geral muito complexos. No caso de eventos automobilísticos como um rally, essa complexidade é ainda maior. É necessário identificar pontos de apoio aos competidores de modo a garantir segurança e suprimentos durante todo o percurso, com destaque para: combustível, alimentação, apoio médico, suporte mecânico, entre outros. O presente trabalho tem como objetivo analisar as diferentes etapas de todo o processo logístico envolvido na organização de eventos automobilísticos fora de estrada. A metodologia empregada está baseada em um estudo de caso de uma dessas competições. Para isso foi escolhido como estudo de caso o Rally dos Sertões, onde durante 10 dias são percorridos cerca de 5 mil quilômetros nos mais diferentes tipos de terrenos e tendo como pontos de paradas pequenas cidades do interior do Brasil. A análise demonstrou que a organização de eventos dessa natureza não pode prescindir de um detalhado e cuidadoso planejamento e que os conceitos básicos de logística devem se seguidos sem que nenhuma etapa seja desprezada. Verificou-se ainda que o resultado final na produção desses eventos irá sempre depender dos padrões de coordenação e controle entre os diversos agentes envolvidos nos mesmos.

ABSTRACT

The organization and strategic planning of major sports events are very complex overall. In the case of a rally events such as automobile, this complexity is further increased. It is necessary to identify points of support to competitors to ensure safety and supplies all the way, especially: fuel, food, medical support, mechanical support, among others. This study aims to analyze the different stages of the entire logistics process involved in automobile organizing events off road. The methodology is based on a case study of one of these competitions. For this was chosen as a case study the Sertões International Rally, where for 10 days are covered about 5000 kilometers in many different types of terrain and with the points of small stops the inner cities of Brazil. The analysis demonstrated that the organization of events of this nature can not do without a detailed and careful planning and the basics of logistics must be followed without any step is neglected. It was also found that the final result in the production of these events will always depend on the patterns of coordination and control between the various actors involved in them.

PALAVRAS CHAVE

Planejamento estratégico, Logística, Grandes eventos.

1. INTRODUÇÃO

O automobilismo é um esporte que fascina milhares de pessoas por todo o mundo. As competições automobilísticas estão em todo o planeta. No Brasil além dos seus diversos autódromos, agora apresenta cada vez mais corridas fora de estradas.

A escolha do local é um dos pontos básicos para o inicio do planejamento. Corridas *off-road* são competições mais perigosa do que eventos automobilísticos em pistas fechadas, devido a distância envolvidas e integração dos envolvidos na organização e possíveis resgates.

A maior dificuldade encontrada pelos engenheiros de logística é mobilizar todas as equipes envolvidas no *Rally*, percorrendo trechos em terreno de difícil condução e tendo como paradas de apoio cidades com infraestrutura mínima, além da grande dificuldade de comunicação durante o evento.

O Rally dos Sertões é um grande treinamento para a coesão entre os competidores e a organização. O resultado positivo dessa corrida depende de todos os envolvidos.

A complexidade na organização de um grande evento será descrita neste trabalho. O objetivo principal é indicar pontos sensíveis neste processo.

A pesquisa apresenta na Seção 2 a Revisão Bibliográfica apresentando eventos esportivos de grande porte onde como no Estudo de Caso trabalhado, o planejamento demonstra ser o ponto chave do processo; a Seção 3 avalia a Metodologia utilizada na pesquisa e os diferentes parâmetros abordados sobre o tema; na Seção 4 é apresentado o Estudo de Caso onde foi utilizado o Rally Internacional dos Sertões e na Seção 5 são apresentadas as principais conclusões do artigo.

2. EVENTOS ESPORTIVOS

Quando se trata de organizar um grande evento, a total coordenação de todos os envolvidos sinaliza o sucesso desse trabalho. Em qualquer área de atuação, o estudo e o controle das variáveis empregadas no projeto são peças fundamentais para o sucesso da missão.

Para que exista uma boa implementação dos métodos necessários a satisfazer as necessidades existentes à realização de um evento esportivo, deve existir da parte das pessoas responsáveis um claro esclarecimento dos objetivos do projeto e uma boa capacidade de gerir logisticamente os recursos físicos do local.

Devem ser criados sistemas de coordenação que permitam uma boa circulação de pessoas, informação e recursos de modo a garantir que os mesmos se encontram disponíveis no sítio certo e na hora exata.

Existem algumas áreas importantes a se levar em conta para o bom processamento da logística esportiva. Áreas como a segurança, transporte, voluntariado, emergência médica, ambiente, alojamento e comunicação social são de extrema importância para o sucesso de qualquer evento.

O transporte representa uma área fundamental, pois é necessário levar todo o material das equipes de uma prova para outra. O transporte dos espectadores também assume grande importância, pois, devido ao grande aglomerado de pessoas durante os eventos, há que criar

alternativas viáveis para que todos os interessados possam assistir ao evento para o qual pagaram.

Um grande fator a ser analizado é o meio ambiente. Cada vez mais as organizações de eventos têm dado atenção a esse fator tão decisivo, procurando sempre tomar decisões de modo a evitar a poluição e a minimizar o risco de prejudicar o meio ambiente.

Grandes eventos atraem grandes multidões e a organização tem também de precaver onde irá alojar não só os atletas mas também os espectadores. Devem ser criadas novas estruturas e as já existentes devem ser atualizadas de modo a que todos tenham alojamento.

2.1 Rali Dakar

O tradicional Rali Dakar é a maior e mais dura prova de automobilismo fora de estrada do mundo. Essa prova teve inicio em 1979 e percorre alguns dos terrenos mais inóspitos do mundo. Sendo uma prova de longa duração, que atravessa cerca de 11 mil quilometros, pode ser realizada de automóvel, caminhão, moto e quadriciclos, tendo cada um a sua categoria distinta. Devido à dureza e ao prestígio da prova, é necessária uma grande preparação não só das equipes participantes, mas também de parte da organização, para poder fornecer as condições mínimas exigidas a todos os intervenientes, em qualquer altura da corrida.

Qualquer equipe profissional tem de estar preparada para todas as eventualidades numa prova desse género. Desde a rotina dos mecânicos à preparação dos pilotos, tudo foi ensaiado e programado, seja do ponto de vista alimentar e da preparação física, como mecânico.

Especialistas foram chamados para decidir a preparação física e para ditar regras de repouso e normas alimentares. Até foram criados estágios de formação mecânica para certificar que os pilotos estariam capacitados, garantindo que, se necessário, seriam capazes de começar uma reparação antes de chegar a ajuda.

Trata-se de uma prova extremamente dura, não só no que diz respeito à prova, mas também à organização, pois acarreta preparação total, seja por parte das equipes concorrentes, ou por parte da organização do evento, sobre todas as eventualidades que possam acontecer ao longo do percurso.

2.2 Fórmula 1

Sem dúvida, a Fórmula 1 é a mais popular modalidade de automobilismo do mundo. Composta por grandes equipes da indústria automóvel, gera lucros elevadíssimos pelo apelo publicitário e devido ao prestígio da prova.

Sendo uma corrida já com muitos anos de existência (primeiro grande prémio da Fórmula 1 disputado em 1950), continua a atrair multidões e é talvez um dos desportos que exige uma maior coordenação no ponto de vista logístico devido à quantidade de material que cada equipe necessita para cada corrida, à fragilidade de muitos dos materiais envolvidos, ao número de pessoas que compõem cada equipe, entre outros.

Devido a essa complexidade, é elaborado anualmente o plano de transporte de todos os equipamentos, que inclui catalogação, embalagem, transporte e entrega dos itens em cada

local de corrida. Existe uma grande concorrência nessa modalidade, pelo que as empresas de logística têm de garantir a segurança do transporte e manter o sigilo no acesso aos equipamentos e tecnologias secretas adotadas por cada equipe. Isso tudo só caracteriza a Fórmula 1 como um grande evento no qual a logística deve ser totalmente estudada e planejada para que a corrida seja um sucesso. A integração entre as mais diferentes áreas de atuação torna-se um dos principais objetivos desse caso.

2.3 Jogos Olímpicos

Os Jogos Olímpicos sempre são os eventos mundiais de maior número de atletas. Deste modo, é necessário um grande controle de todas as operações para que tudo corra bem. Percebemos que o planejamento é iniciado antes mesmo da cidade ser formalmente selecionada para sediar a Olímpiada.

Não há outro evento de semelhante magnitude, isso faz com que profissionais especializados sejam contratado de diferentes países com o objetivo de compor a equipe de organização dos jogos.

São criadas “Empresas Olímpicas” governamentais de modo a gerir o processo desde sua concepção. Essas empresas são responsáveis por controlar procedimentos licitatórios das obras e projetos dos parque esportivos até a abordagem em ações de gestão municipal como por exemplo a recomendação para o aumento no número de ônibus da cidade ou intervalos de metrô.

3. METODOLOGIA

O termo "logística" vem do francês *logistique* e tem como uma de suas definições "a parte da arte da guerra que trata do planejamento e da realização de: projeto e desenvolvimento, obtenção, armazenamento, transporte, distribuição, reparação, manutenção e evacuação de material para fins operativos ou administrativos".

Devido ao grau de dificuldade da competição e seu deslocamento pelo interior do país, a foi utilizado o Rally de maior presença no cenário nacional para ser o estudo de caso deste artigo. Sendo assim os tópicos de maior peso logístico foram estudados e sinalizados de modo específico ao caso.

Desta forma, aplicando a logística aos eventos esportivos, deve-se criar uma sequencia de ações para organizar todo o trabalho final. Segue-se, portanto, com a exposição de itens a serem estudados;

3.1 Tópicos Logísticos

3.1.1- Local

Partindo do princípio que se tem uma competição esportiva automobilística, é necessário saber onde será essa corrida. A partir daí, deve-se estudar todo o cenário e o contexto prático em que ele está inserido. Como: O evento é *indoor*? O evento será numa capital? O evento será somente em área nacional ou sairá do país? Está se organizando uma prova que percorre áreas de conflitos? Essas são simples questões que podem definir o sucesso ou o fracasso da organização.

Distâncias de locais de apoio, como abastecimento, apoio médico e mecânico, são os pontos mais importantes da escolha. É impossível organizar uma rota que irá percorrer trechos lindos em terreno favorável para o *rally* se não há como abastecer os carros, por exemplo.

Diferente de uma travessia de exploração, em que, ciente das distâncias e riscos da falta de provisões, os carros são preparados para terem tanque de combustível com capacidade dobrada e toda uma infraestrutura de apoio independente. Na corrida não é assim, pois grande parte do planejamento está por conta da organização e não das equipes participantes.

3.1.2 Tipos de Terreno

Existe a informação primária de se tratar de um evento automobilismo, isso faz perceber a real necessidade de estudar e avaliar as condições das vias que serão utilizadas.

O evento irá percorrer todos os tipos de terreno, mas é fundamental ter o conhecimento do tipo de piso que será encontrado por cada participante da corrida. Equipes de apoio muitas vezes possuem carros que em momento algum podem sair do asfalto. Carros de resgate, por exemplo, devem estar preparados para agir em qualquer terreno, diferente do caminhão que transporta os equipamentos, daí a necessidade do planejamento.

- a) Vias pavimentadas: teoricamente pode-se contar com rodovias asfaltadas nas ligações entre as principais cidades por onde o evento passa;
 - b) Areia: pode ser considerado como sendo um dos terrenos mais difíceis para a transposição *off-road*. Essa dificuldade está diretamente ligada a sua granulometria e nas corridas isso pode variar constantemente. Na areia, a calibragem dos pneus deve ser inferior a utilizada nos terrenos mais firmes. Além de gerar um esforço maior dos motores para percorrer trechos com areia, o risco de atolar é altíssimo;
 - c) Terra Batida: na maioria das vias de ligação entre pequenas cidades ou fazendas, será encontrada terra batida. Em épocas de seca, com a passagem de um veículo, será gerada uma grande nuvem de poeira. Poeira esta que durante as corridas sinaliza a presença de outro veículo à frente;
 - d) Períodos de chuva: a via pode ficar muito escorregadia ou, dependendo da intensidade das chuvas, pode se transformar num lamaçal quase que intransponível;
 - e) Cascalho: comum em muitos trechos percorridos. É um piso de difícil condução em alta velocidade e com grande possibilidade de derrapagem. Não possui boa aderência e tem a tendência de perder tração em retomadas de aceleração.
- Cada tipo de solo indica um tipo de pneu diferente, assim como sua calibragem. Em muitos trechos, há solos mistos com pequenas pedras na terra batida ou pequenas áreas com areia, o que exige muito das técnicas de condução *off-road*.

3.1.3 Época do Ano

Mesmo que se tenha todo o aparato tecnológico, mesmo que a escolha do local para a realização do evento seja feita da forma mais bem estudada possível, ainda se conta com essa variável.

E essa escolha está diretamente ligada ao clima que será encontrado na época do evento. No Paris-Dakar, por exemplo, havia um cenário de deserto e toda aquela referência de clima seco e quente na maior parte da corrida. Se forem estudados eventos *off-road* realizados na região amazônica, constata-se que, apesar de se ter chuvas diariamente, os níveis dos rios estão controlados.

A época do ano para a realização do evento trabalha diretamente ligada à escolha do local. Neve muito densa, chuvas constantes ou até mesmo elevadas temperaturas podem inviabilizar todo o planejamento feito pelos organizadores.

3.1.4 Número de Participantes

É interessante saber não apenas o número de veículos envolvidos, mas também o numero total de pessoal que direta ou indiretamente acompanhará o evento.

Não é difícil a corrida passar por vilarejos onde o número de participantes do *rally* seja maior que o número de habitantes da cidade. Desta forma, depara-se com uma situação clara de falta de infraestrutura para receber o *rally*, mesmo que isso seja apenas por um dia. Seja no controle básico de veículos que passaram pelo trecho, na cidade ou no percurso da corrida, levando em conta a estrutura encontrada. A escolha da cidade de parada é definida pelo estudo dos itens a seguir:

-Abastecimento de combustível: Deve atender a todos os carros da competição e carros de apoio. A capacidade de abastecimento desse posto deve ser muito bem avaliada, assim como a qualidade do combustível. Deve-se levar em conta a possível existência de apenas um posto de abastecimento na cidade. É uma situação de altíssimo risco para toda a organização e participantes. Neste caso, a organização deve intervir de modo a não ocorrer nenhum problema no abastecimento do evento;

-Alimentação: Além de não ter a quantidade no local para atender a essa nova demanda, os participantes do evento também não encontraram o tipo de comida desejada. Em relação a isso, principalmente, todos os envolvidos deverão estar cientes. A maioria das equipes já possui controle total das provisões alimentícias para não depender da existência de comida e/ou outros gêneros nas cidades;

-Água: Muitas equipes levam toda a quantidade de água potável para a duração do evento, ou planejam um estoque composto de água mineral comprada nas cidades de maior estrutura. Tanto em relação à água quanto à comida, essa é uma questão a ser muito bem planejada pela organização das equipes, pois facilmente um competidor pode ser obrigado a sair da prova por um problema alimentar;

-Segurança: De modo geral, é uma questão que sempre necessita de grande atenção. As paradas devem ocorrer em pontos seguros. A polícia local deve ser avisada e o apoio da

Guarda Municipal é fundamental para uma passagem sem grandes problemas pela cidade. O cuidado permanente entre as equipes de modo a resguardar o seu material é necessário;

-Trânsito: Deve existir total coordenação entre os organizadores do evento com as autoridades de transito do local. Vias poderão ser interditadas, direções invertidas ou até estacionamentos serão permitido só aos competidores. Deve-se lembrar de que muitas cidades não estão acostumadas a receber tantos carros e deve-se ter muito cuidado com motoristas locais ou pedestres;

-Rede Hoteleira: Será impossível atender a toda a demanda do evento. Ainda mais sabendo que seriam necessários vários tipos de hotéis ou pousadas para atender aos diferentes níveis de hóspedes que participam do *rally*. Grandes equipes se utilizam de carretas com toda a infraestrutura para abrigar seus competidores e mecânicos, praticamente independentes. Outras se planejam reservando hotéis com bastante antecedência. Entretanto, grande parte dos participantes utiliza barracas de *camping*, lona ou dormem dentro dos caminhões;

-Apoio Médico: Apesar do apoio de resgate no trecho de competição ser feito pelas equipes da organização, os acidentados serão levados à cidade mais próxima. Muitas vezes essas cidades não possuem a mínima estrutura para receber o competidor ferido. Acredita-se que esse item seja o mais problemático. Quase nenhuma equipe possui médico e pequenos atendimentos podem ser feitos pelo posto de apoio médico que deve ser instalado pela organização. Entretanto, um caso mais grave durante a corrida ou fora dela terá que contar com o apoio dos hospitais da região;

-Apoio Mecânico: É claro que a equipe envolvida na corrida tem seu time de mecânicos que estão acostumados a cuidar dos carros utilizados na corrida, mas muitas vezes o apoio de mecânicos locais pode ser considerado. Não pela habilidade quanto mecânico, pois é provável que os mecânicos das equipes sejam mais experientes, mas pelo apoio de alguma ferramenta ou de peças de reposição. A presença de borracheiros é fundamental para apoiar os participantes.

3.1.5. Patrocínio

É o item que impulsiona o evento comercialmente. Paralelo a toda a conquista pessoal dos organizadores, o retorno financeiro é determinante para o sucesso total dessa mobilização.

Em muitas corridas não há prêmio em dinheiro para os primeiros colocados. Todos os competidores são patrocinados e, desta forma, fazem sua participação nos *rallies*. Somente uma pequena parte das equipes corre com recurso próprio. No caso das motos, em que o custo operacional é mais baixo, esse número aumenta.

Para a organização, esse recurso injetado pelos patrocinadores faz com que seja viabilizado o evento, além das taxas de inscrição que são pagas pelos competidores. É de interesse de qualquer grande marca ser vista e usada nas grandes competições. Paralelo a toda a propaganda e ao retorno certo em vendas, as corridas são um grande laboratório de teste dos produtos. Direta ou indiretamente, muitos produtos são testados nas condições extremas que são expostos durante as corridas. Desta forma, se nas pistas ou no *off-road* se conseguem bons resultados práticos, no uso diário para os motoristas com certeza também serão obtidos ótimos resultados.

3.1.6. Licenças e Autorizações

Em uma grande mobilização que envolve muitas pessoas e muitos equipamentos, isso tudo será visto pela sociedade e querendo ou não causará um impacto.

Licenças e autorizações são pontos-chaves no sucesso dos eventos que podem interferir na rotina das cidades e na rotina da população envolvida.

Isso pode começar desde o momento em que se necessita estabelecer uma base de apoio para a largada da corrida, assim como durante a rápida passagem de por exemplo: 300 motos, 70 carros e caminhões e outros 100 veículos de apoio.

Ter autorização para estabelecer uma base de apoio em uma pequena cidade normalmente não é difícil, se for levado em conta que normalmente há interesse da cidade ter sua imagem vinculada na passagem de um evento de grande magnitude.

Normalmente as bases de apoio ou pontos de paradas diárias são áreas grandes, de modo que atenda a toda a população itinerante da corrida. Essas bases podem ser estabelecidas em parques de exposições agropecuárias, grandes clubes, *camping* ou mesmo numa área que a prefeitura local disponibilizou para o evento.

3.1.7. Impacto Ambiental

Ligado diretamente às licenças e aprovações, o impacto ambiental que esse evento irá gerar deve ser estudado. A partir do número de pessoas e da definição da rota utilizada, ou local de parada, pode-se começar a avaliar os possíveis danos causados pela competição:

-Lixo: É impossível ter uma aglomeração de pessoas se não há uma previsão eficiente de coleta e separação do lixo. Deve ser considerada a coleta em todo o trecho de passagem de veículos. Normalmente as áreas por onde as corridas passam não possuem uma coleta formal de lixo. Isso gera um impacto que deve ser calculado pela organização do evento. Em geral, existem integrantes da equipe da organização que são responsáveis pela coleta do lixo deixado pelos envolvidos na competição;

-Esgoto e águas servidas: Como já citado, muitas cidades não possuem a mínima condição de absorver a passagem do evento sem um apoio da organização. A presença de banheiros químicos pode ser a única solução encontrada para não causar mais danos à área utilizada. Assim como um correto estudo de destinação dos esgotos gerados de lavagens de carros, óleos, combustíveis e esgoto de cozinha;

-Fauna e flora: É de conhecimento geral que a passagem de veículos de qualquer porte causa um impacto na flora existente no local. Partindo do princípio que muitas vezes os veículos têm que sair de uma via/trilha e seguir por áreas de pasto, areia, restinga ou até mesmo travessias de rios e lagos, tudo isso gera uma ação predatória à natureza. Naturalmente, o esporte *outdoor* gera esse impacto que deve sempre ser calculado, evitado e corrigido de modo a amenizar os estragos;

-Ruído: Ligado diretamente à escolha do local, o ruído causado pelos carros e motos podem gerar ações desfavoráveis à presença da competição naquela área;

-Poluição Atmosférica: Pela quantidade de veículos envolvidos, é inegável a existência desse problema. A competição percorre trechos onde raramente outro veículo motorizado já passou. E esse impacto é sentido pela fauna e flora da região.

3.2. O Impacto positivo para o local do evento

Na maioria das vezes, a passagem de um grande evento é bem acolhida pela população local, desde que a gestão da organização seja bem planejada. Desta forma, a competição será bem recebida nos próximos anos e pode se tornar parte do calendário da cidade como uma festa.

Não é raro, em cidades pequenas, ocorrer toda uma mobilização para tal evento e todo o comércio e emprego informal se prepararem para apoiar o *rally*. Junto a toda essa mobilização favorável, ocorre também uma inflação momentânea no local, mas nada que inviabilize a festa e a boa passagem do evento pela cidade.

A cidade fica conhecida mundialmente. O pequeno vilarejo durante a corrida tem sua população ampliada em 300%, autoridades locais participam dessa mobilização e tentam se promover com isso, naturalmente.

Normalmente a passagem evento é recebida com uma grande festa local. Políticos fazem discursos e shows são organizados em locais próximos às áreas destinadas a receber os competidores. Toda a população se concentra próximo a essa área e moradores de cidades vizinhas também participam. Toda essa mobilização muitas vezes afeta os participantes do *rally* de forma negativa. Após correr durante todo o dia, somente à noite a um tempo para descansar. Sendo assim, esse festival não conta com a participação dos pilotos nem dos mecânicos que trabalham à noite.

4. LOGISTICA E PLANEJAMENTO DO RALLY DOS SERTÕES

Tendo como cenário o interior do Brasil, o *Rally* Internacional dos Sertões é a maior prova *off-road* da América Latina e uma das maiores do mundo em número de participantes. Pilotos das categorias carros, motos, caminhões e quadriciclos enfrentam anualmente cerca de mais 5.000 quilômetros por difíceis trilhas e estradas não pavimentadas do país.

4.1 Entendendo o Rally dos Sertões

Os carros de competição partem para o ponto de largada saindo de um ponto inicial (base), que era a cidade onde os boxes estão montados.

Realizam um *Deslocamento Inicial* (esse deslocamento é variado conforme a distância entre a base e o inicio da etapa de corrida, chamada de *Especial*). Após chegar à largada da etapa *Especial*, a corrida se inicia e essa etapa pode ter até 500 km. Sendo finalizado o trecho de *Especial*, inicia-se o *Deslocamento Final*, que tem o objetivo de seguir até a próxima base estabelecida em outra cidade, seguindo o caminho do *rally*. Essa condição é realizada em todos os dias de prova.

Em paralelo ao deslocamento dos veículos de competição, as equipes de apoio devem se deslocar para seus pontos pré-determinados nessa etapa. Viaturas são enviadas à próxima cidade com o claro objetivo de estabelecer base em novo terreno para que os carros de competição já estejam com destino pré-estabelecido ao finalizarem a Especial. Saindo durante a madrugada, veículos de suprimentos e apoio mecânico devem chegar primeiro à nova base para que estejam com toda a condição de ação rápida para as viaturas de competição, que terão essa base como destino final.

Carros de apoio rápido (Resgate) ficam alojados em pontos pré-estabelecidos no terreno para que em caso de necessidade sejam empregados de forma rápida e operacional no resgate dos carros de competição.

Normalmente as *Especiais* são realizadas em estradas de uso rural ou vias secundárias em pequenos povoados. As equipes de apoio seguem por rodovias estabelecidas, estradas federais ou estaduais em condições de dirigibilidade mais favorável. Assim, conseguem alcançar a próxima cidade primeiro que os carros de competição.

Carros de resgate/apoio rápido seguem por estradas secundárias paralelas às vias onde estão sendo realizadas as *Especiais* e muitas vezes chegam a andar nas *Especiais*, caso já tenha passado o último carro de competição.

O piloto é o operacional que conduziu a máquina, obedecendo todo o procedimento estudado meses antes. O trabalho da equipe pode definir claramente o resultado do evento. A escolha dos pneus e a quantidade de combustível, entre outros fatores, forjam a estratégia para se ter a vitória.

4.2 Tópicos Logísticos no Rally dos Sertões

4.2.1. Segurança:

No item segurança estão ligados fatores relacionados a todo apoio organizacional na área de segurança pública como também apoio da Guarda Municipal. A gestão do trânsito e os controles de acessos estão ligados a esse item;

4.2.2. Abastecimento:

Necessidade básica para o prosseguimento do Rally. O abastecimento é feito nas cidades de apoio, ou seja, nas cidades onde são pontos de chegada e largada do evento. O abastecimento de combustíveis é realizado em postos comuns que abastecem veículos de toda a cidade. E em relação ao abastecimento de suprimentos, estes também são comprados nas cidades de parada do rally;

4.2.3. Apoio Mecânico:

O apoio mecânico está ligado à cidade, pois qualquer manobra de reparo nos veículos será realizada nas bases montadas nas cidades. Durante a corrida “Especial” os veículos de apoio

rápido iriam ajudar para retirar o carro de competição do trecho. Após a chegada do veículo à cidade onde se localiza o apoio, os procedimento de reparo começam a serem feitos;

4.2.4. Hospitais:

O evento apesar de contar com equipes de resgate aéreo, após ser realizada a retirada do acidentado do trecho, o mesmo é levado a um hospital mais próximo à cidade. Muitas vezes o acidentado é levado ao único hospital da cidade, naturalmente um hospital público. É claro que quando se trata de uma capital a rede hospitalar é melhor estruturada e existem diversas opções de hospitais particulares;

4.2.4. Rede de Hotéis:

Totalmente ligado à cidade de parada, a rede hoteleira é o principal apoio externo ao rally seguido do abastecimento. Muitas equipes desprovidas de estrutura de apoio interno em seus veículos utilizam a rede hoteleira local.

5. CONCLUSÕES

Como qualquer ação de organização de eventos de grande porte, todo o trabalho não pode prescindir de um processo detalhado e cuidadoso de planejamento. E o resultado final vai depender dos padrões de coordenação e controle entre os diversos agentes envolvidos.

No processo de planejamento de um evento esportivo e automobilístico com dimensões espaciais como o rally dos Sertões, vários aspectos logísticos de grande importância estão envolvidos. O planejamento e a logística de organização desse evento foram analisados em campo durante a ocorrência do Rally dos Sertões. Nesta competição foi possível observar e constatar a real dificuldade de coesão e integração entre os diferentes setores envolvidos na organização e no planejamento do evento.

Algumas questões foram alvo de destaque durante o estudo de caso em decorrência da sua importância para o evento: segurança, tanto pública quanto para os competidores e outros participantes; abastecimento, entre os quais pode-se mencionar o combustível, a alimentação e o provimento de peças de reposição, entre outros; apoio médico, o qual engloba não somente instalações locais, bem como transporte e instalações móveis; apoio mecânico, o que representa uma frota significativa de veículos, pessoas e armazenagem. A maior limitação do processo de observação e levantamento de dados e informações in loco está associada à intensidade da dinâmica da competição e dos frequentes “improvisos” que aconteceram.

Vale ainda destacar um problema que não é tratado de maneira formal, mas interfere intensamente na execução do evento, que se refere às questões de relacionamento entre organizadores, competidores, pessoal de apoio e comunidades locais. Algumas observações são pertinentes: grupos de pessoas são formados envolvendo pessoas com objetivos diferentes, aonde existe um grande conflito de interesses, ou seja, o próprio aspecto competitivo, essencial numa competição dessa natureza, contribui para instaurar dificuldades e impedâncias na organização e na execução do evento. No mesmo sentido da criação de

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

dificuldades, é ainda oportuno mencionar a participação de equipes de diferentes nacionalidades e línguas, o que requer, por parte da organização, o cuidado com a integração e a compreensão comum de todos os envolvidos para, principalmente, tratar de problemas imprevistos e ocasionais.

Do ponto de vista prático operacional, o trabalho procura contribuir para a formalização e a disseminação do conhecimento sobre organização de eventos automobilísticos, especialmente para subsidiar o processo de planejamento de competições off-road no Brasil. É importante frisar o crescimento significativo de competições dessa natureza no Brasil, o que vem surgindo a partir do envolvimento de associações e instituições esportivas, montadoras de veículos nacionais e estrangeiras, patrocinadores e governos nos âmbitos municipal, estadual e municipal.

O estudo apresentou algumas evidências claras do grau de dificuldade para planejar, organizar e executar eventos esportivos com características espaciais e geográficas como são as competições do tipo rally e off-road. Nesses casos, conceitos como acessibilidade e mobilidade são muito importantes, pois uma competição como o rally dos sertões ocorre num percurso de vias de características distintas englobando mais de 5mil quilômetros de extensão. A regularidade do evento tem impactos potenciais importantes nas comunidades localizadas ao longo do percurso. O acontecimento periódico pode produzir efeitos positivos no desenvolvimento social e econômico das cidades e regiões atendidas, particularmente quanto ao possível surgimento e crescimento da atividade do turismo. Da mesma forma, um evento do porte do rally dos sertões promove a geração de demandas por infraestrutura básica que pode se refletir no aumento de qualidade de vida das populações das cidades situadas na área de influência da competição.

O estudo de caso mostrou que um dos grandes problemas enfrentados pela organização do evento abordado foi a falta de infraestrutura adequada em algumas cidades do percurso e como isso poderia ser amenizado com a participação das comunidades e governos locais envolvidos. Ressalte-se que, no caso do rally dos sertões, as cidades constantes do percurso e das paradas variam bastante em termos do seu porte e, portanto, requerem tratamento diferenciado quanto ao tipo de integração e participação.

Desta forma qualquer intervenção estrutural na cidade deixada após o evento já sinaliza uma condição favorável a toda a população da área. É o ponto chave da prova automobilística realizada na cidade.

Segundo a sequencia lógica, todo o setor terciário das cidades por onde passam o rally também cresce. O turismo é ampliado nas cidades e toda estrutura de apoio ao turista evolui da mesma forma. A rede hoteleira fica cada vez estruturada assim como os restaurantes da região.

O rally tem sua rota modificada a cada ano, isso impede de ser construída de modo formal uma estrutura para apoiar o evento. Porém indiretamente o setor terciário cresce e auxilia toda a cidade indiretamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, Antônio C. NOVAES. Antonio G. N. Logística Aplicada: suprimento e distribuição física. 3^a edição. São Paulo. Ed.Edgar Blucher Ltda. 2000.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

BALLOU, Ronald H. Logística Empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física. São Paulo. Ed. Atlas. 1993.

CAIXETA-FILHO, João V. MARTINS, Ricardo S (Org). Gestão logística do transporte de cargas. São Paulo. Ed. Atlas. 2001.

CARVALHO, José Meixa Crespo de - Logística. 3^a ed. Lisboa: Edições Silabo, 2002. ISBN 9789726182795

DIAS, João Carlos Quaresma - Logística Global e Macrologística. Lisboa: Edições Silabo, 2005. ISBN 9789726183693

DORNIER, Philippe-Pierre. ERNST, Ricardo. FENDER, Michel. KOUVELIS, Panos. Logística e operações globais: textos e casos. São Paulo. Ed. Atlas. 2000.

FARIA, Rui. - *Dakar 2004* [Em linha]. Lisboa: Automotor, 2004. [Consult. 2009-05-15]. Disponível em WWW: <URL:<http://www.automotor.xl.pt/aut/0304/2400.shtml>>.

GRAHAM, Stedman; GOLDBLATT, Joe Jeff; NEIROTTI, Lisa Delpy - *The ultimate guide to sports marketing*. 2^a ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2001.

LISARB. *DHL e a logística da Fórmula 1* [Em linha]. Caruaru: Aeroblog, 2008. [Consult. 2009-05-15].

TORICELLI, T. Rally dos Sertões, Navegar Editora 2004.

IMPACTOS GERADOS PELA REDUÇÃO DE VELOCIDADE NA MARGINAL TIETÊ NA CIDADE DE SÃO PAULO

Walter Gomes Mendonça Neto

Aluno do Curso de Tecnologia em Transporte Terrestre

Luana da Silva Dias

Aluno do Curso de Tecnologia em Transporte Terrestre

Thiago dos Santos Costa

Aluna do Curso de Tecnologia em Transporte Terrestre

Heloize Aparecida Brasil da Silva Santana

Especialista em Engenharia da Produção e Graduada em Tecnologia em Logística e Transportes

Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba

Walter Aloisio Santana

Professor III-D (Pleno) do Curso de Tecnologia em Logística

Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba (FATEC Carapicuíba)

Professor III-D (Pleno) do Curso de Tecnologia em Transporte Terrestre

Faculdade de Tecnologia de Barueri (FATEC Barueri)

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza SP

e-mail: walter.santana@fatec.sp.gov.br

RESUMO

A análise dos efeitos gerados pelos acidentes de trânsito é um dos fatores que envolvem toda a segurança de tráfego de uma via urbana. O objetivo desse estudo é identificar as causas que geram o acidente de trânsito, visando à redução de velocidade na Avenida Marginal Tietê. Para isso, foi realizado estudos sobre a segurança viária para a redução de velocidade. A escolha desta temática é a importância que a Marginal Tietê exerce no trânsito de parte da Região Metropolitana de São Paulo, onde medidas que envolvam mudanças de acessibilidade, mobilidade e segurança, nesta área de influência, impactam diretamente e indiretamente a população da região em questão. O trabalho identifica as principais causas que geram o acidente de trânsito, os fatores que contribuem para o desenvolvimento de um acidente, e a análise dos resultados que esta medida traz para a cidade de São Paulo. Baseado neste estudo, dados mostram como a redução de velocidade pode melhorar a segurança viária, assim como a diminuição de acidentes.

ABSTRACT

The analysis of the effects caused by the traffic accidents is one of the factors that involves all the traffic safety of an urban traffic. The aim of this study is identify the causes that provoke the traffic accidents, aiming the speed reduction on the Marginal Tietê Avenue. In this regard, it has been realized studies about road safety to the speed reduction. The choice of the theme is the importance that Marginal Tietê has on the traffic in part of São Paulo's metropolitan region, where measures that involve change of accessibility, mobility and safety, in this area of influence affects directly and indirectly the population. The study identifies the main reasons that cause the traffic accident, the factors that contribute to the development of an accident, and the analysis of results that this measure brings to São Paulo city. Based on this study, data explain how the speed reduction could improve the road safety, such as the accidents reduction.

PALAVRAS-CHAVE: Acidentes de Trânsito, Velocidade, Segurança Viária.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento das causas dos acidentes é um requisito para estruturar medidas que diminuam sua incidência. (GOLD, 1998, p. 9). Neste contexto, a segurança viária tem-se tornado cada vez mais importante para a melhoria do trânsito. A velocidade tem sido identificada como um fator-chave de risco para as lesões causadas pelo trânsito, tendo influência tanto no risco de colisões quanto na gravidade das lesões que delas resultam. WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS, 2008).

Os fatores que estão diretamente relacionados às causas dos acidentes são levantados neste trabalho. A escolha desta temática é a importância que a Marginal Tietê exerce no trânsito de parte da Região Metropolitana de São Paulo, onde medidas que envolvem mudanças de acessibilidade e mobilidade e segurança, nesta área de influência, impactam direta e indiretamente a população da região em questão.

O objetivo da pesquisa é descrever como a redução de velocidade pode influenciar no processo de redução de acidentes gerados pela alta velocidade veicular, assim, desenvolver um estudo relacionando à segurança viária, e analisar os resultados da medida de redução de velocidade na Avenida Marginal Tietê bem como as alternativas que a redução de velocidade oferece para a mobilidade e segurança urbana.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este estudo foi realizado por meio de análise de referências bibliográficas sobre segurança viária, redução de velocidade e as causas de acidentes de trânsito nas vias. Especificamente, o trabalho analisa a Avenida Marginal Tietê. A coleta de dados estatísticos levantados pela Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET-SP) permitiu a elaboração de gráficos para demonstrar o histórico de acidentes de trânsito entre os anos de 2007 e 2014, para um comparativo com o ano de 2015 após a redução de velocidade feita na Marginal. Além disso, foi realizada uma entrevista com o coordenador de Engenharia de Tráfego da Avenida Marginal Tietê a respeito da influência da redução de velocidade.

3. SEGURANÇA VIÁRIA

De acordo com Sampedro e Campos (2016), para verificar os problemas de acidentes de trânsito é preciso levar em consideração a segurança viária, o ambiente urbano que oferecem condições especiais e operacionais aos usuários. As vias urbanas podem ter um sentido ou dois sentidos de circulação, sendo principais ou secundárias. As vias urbanas são classificadas de acordo com sua função e utilização. A classificação é definida em ruas, avenidas em vias de tráfego expressas, arteriais, coletoras e locais, onde sua categoria está de acordo com sua função, volume de tráfego, número de usuário dia, e onde está inserida.

As vias se diferenciam por uma questão de segurança no trânsito, algumas vias permitem maior velocidade de tráfego que outra como as expressas (vias de trânsito rápido). Seguida das vias arteriais que permitem um nível controlado de velocidade. Já as vias coletoras são destinadas a coletar e distribuir o tráfego das vias de trânsito rápido e das arteriais, facilitando a movimentação de veículos por uma região ou cidade. As vias locais são vias que permitem o

tráfego local por uma área restrita ou dentro de uma cidade, não possuem ligação com as vias expressas, arteriais e coletoras.

De acordo com Melo (2004) apud Sampedro e Campos (2016), o trânsito urbano caracteriza-se por ser uma dinâmica contínua entre as vias e o cidadão. O tráfego de veículos, mercadorias e pessoas, possibilita o desenvolvimento e a geração de renda para todos os setores. O crescimento desordenado das grandes cidades como São Paulo, tem grande impacto no transporte, sendo este individual ou coletivo. As baixas estratégias para a priorização do transporte coletivo urbano fizeram com que aumentassem a frota de veículos de transporte individual na cidade e, assim, com isso, houvesse o aumento desordenado de veículos, gerando problemas operacionais graves em áreas urbanas, como velocidades lentas e o aumento de congestionamentos.

Uma particularidade do tráfego em zonas urbanas é presença de elementos vulneráveis do sistema: os pedestres e os ciclistas (SAMPEDRO; CAMPOS, 2016, p.4). Portanto, no meio urbano há a interação de veículos motorizados e não-motorizados e pedestres. Contudo, são necessárias medidas de segurança como limites de velocidade em áreas urbanas específicas, para possibilitar maior fluidez no tráfego de veículos.

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) foi instituído pela Lei N° 9.503, de 23 de setembro de 1997 e é um documento que define atribuições legais e normas que estão ligados diretamente com a engenharia de tráfego e estabelece normas de conduta, infrações, penalidades para diversos fatores ligados ao trânsito. Uma das principais utilizações do CTB é para a segurança viária, por estabelecer diretrizes que auxiliam na **Fiscalização** de trânsito, que junto com a **Educação e a Engenharia**, formam o tripé básico da Engenharia de Tráfego.

De acordo com o seu artigo 2º do CTB o trânsito, em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito e, a estes cabem, no âmbito das respectivas competências, adotar as medidas destinadas a assegurar esse direito.

A gestão de velocidade está inserida na segurança viária. A gestão de velocidade visa reduzir o número de acidentes de trânsito que são gerados pela alta velocidade veicular. São medidas que buscam melhor *performance* não apenas na redução de acidentes de trânsito, mas também na qualidade do trânsito e fluidez.

A gestão da velocidade engloba uma série de medidas que visam equilibrar segurança e eficiência das velocidades dos veículos em uma rede viária. Ele tem por objetivo reduzir a incidência dos excessos de velocidade para condições existentes, e maximizar a observância dos limites de velocidade. WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS, 2008).

3.1 Acidentes de Trânsito

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define acidentes como um evento independente do desejo do homem, causado por uma força externa, alheia, que atua subitamente e deixa feridas no corpo e na mente. (GOLD, 1998. p. 9).

Segundo Gold (1998) assim, um acidente de trânsito pode ser definido como um evento do tipo descrito, que envolve ao menos um veículo que circula, normalmente por uma via para trânsito de veículos, podendo ser o veículo motorizado ou não.

Portanto o acidente de trânsito pode ser definido como um evento não intencional. Normalmente os acidentes de trânsito envolvem ao menos um veículo sendo este motorizado ou não que circula por uma via.

3.2 Fatores que contribuem para o acidente de Trânsito

Segundo Gold (1998), os fatores contribuintes para a ocorrência de acidentes de trânsito são descritos em quatro fatores básicos, que estão frequentemente inter-relacionados que são: fatores humanos, fatores relativos ao veículo, fatores relativos às vias, meio ambiente e ambiente constituído e fatores institucionais e sociais.

Os fatores humanos se referem a todos os fatores vinculados ao comportamento das pessoas envolvidas no acidente, como tensão nervosa (devido a problemas de trabalho, familiar ou pessoal), ingestão de álcool, desconhecimento ou excesso de conhecimento do trajeto e distração (devido à conversa com pessoas do veículo, o uso do telefone celular ou músicas com som elevado). Estes fatores contribuem para a diminuição dos reflexos dos condutores causando, por exemplo, um possível retardo do acionamento dos freios, aumento as chances de uma colisão ou atropelamento (GOLD, 1998).

Os fatores relativos ao veículo se referem a inadequações no estado operacional dos veículos envolvidos em acidentes, como por exemplo, o desgaste das pastilhas de freio, pneus gastos, problemas com direção, amortecedores gastos, amortecedores gastos e limpadores de para brisa enguiçados (GOLD, 1998).

Segundo Gold (1998), os fatores ligados à via e meio ambiente e ambiente constituído se referem a todos os fatores vinculados diretamente às características das vias, da sinalização de trânsito e das áreas mais próximas das vias no momento do acidente, como por exemplo, o pavimento desgastado, vegetação cobrindo a pista e placas de sinalização impedindo a visualização dos sinais de trânsito, iluminação precária ou até a falta de iluminação, chuva e neblina.

Os fatores institucionais e sociais se referem à regulamentação e fiscalização, estes aspectos, são fatores contribuintes na análise dos acidentes de trânsito. A regulamentação é realizada pelo Código Nacional de Trânsito, porém alguns trechos do código podem deixar lacunas nas

informações transmitidas aos usuários, o que constitui um aspecto relativamente na identificação dos fatores contribuintes para a ocorrência de acidentes (GOLD, 1998).

3.3 Tipos de Acidentes

Atropelamento é o acidente em que um pedestre ou um animal é atingido por um veículo (motorizado ou não-motorizado). Pode ocorrer na pista ou na calçada. No momento do acidente o pedestre pode estar cruzando a pista, andando pela calçada ou pela pista, ou estar parado. Atropelamento múltiplo é o acidente com duas ou mais vítimas atropeladas.

Colisão é o acidente entre dois ou mais veículos em movimento, no mesmo sentido ou em sentidos opostos, na mesma faixa. Colisão traseira é a colisão entre dois veículos em movimento, no mesmo sentido.

Engavetamento é a colisão de três ou mais veículos, um atrás do outro. Pode ser por colisão traseira.

Abalroamento transversal envolve veículos que vão em direção com um ângulo de 90° (noventa graus), geralmente em interseções e saídas de estacionamento. Abalroamento transversal frontal é uma colisão transversal quando o ponto de impacto entre ambos os veículos é a parte dianteira. Abalroamento lateral em sentido oposto é o acidente entre veículos que vão, em sentidos opostos e em faixas distintas. Geralmente um dos veículos está iniciando uma conversão à esquerda ou à direita.

Choque é o acidente entre um veículo em movimento e um obstáculo sem movimento. O obstáculo pode ser outro veículo parado ou um obstáculo fixo (poste, cabines telefônicas, bancas de jornal, defesas e gradis, caixa de correio).

Capotagem é qualquer acidente em que o teto do veículo toma contato com o chão, pelo menos uma vez, durante o acidente.

Tombamento é qualquer acidente envolvendo um só veículo, em que um dos lados do veículo fica em contato com o chão, ao final do acidente.

4 AVENIDA MARGINAL TIETÊ

A criação da Avenida Marginal Tietê, cidade de São Paulo foi desenvolvida na primeira metade do século XX dentro do Plano de Avenidas de Prestes Maia sendo uma proposta urbanística. O conceito de uma via expressa não era prioridade no projeto original de Prestes Maia. Em 1928 o engenheiro Ulhôa Cintra junto à Comissão de Melhoramento do rio Tietê reelaborou o processo de urbanização da várzea do rio Tietê, desenvolvendo a avenida marginal integrada por vias de acesso aos bairros da zona norte (ZMITROWICZ; BORGHETTI, 2009, p.96).

A obra de canalização do rio Tietê teve grande influência no desenvolvimento da cidade de

São Paulo, pois proporcionava a ligação da região oeste à região norte, da cidade. A principal contribuição foi permitir um sistema viário alternativo, imprescindível para o desenvolvimento da metrópole paulistana. Ao longo do canal foram planejadas vias para veículos automotores ainda no Plano de Avenidas de Prestes Maia (ZMITROWICZ; BORGHETTI, 2009, p.97). A Figura 1 traz a ilustração do traçado da Avenida, em questão.

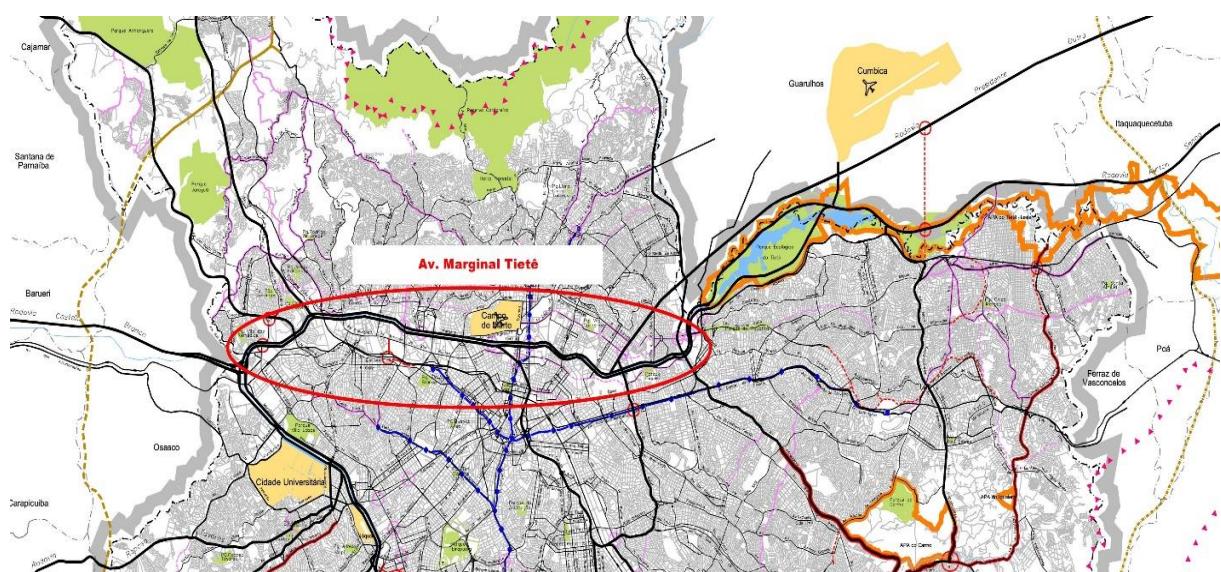


Figura 1: Região Metropolitana de São Paulo e a Avenida Marginal Tietê, no destaque.
Fonte: Prefeitura de São Paulo, 2014.

A transversal Marginal Tietê, além da denominação municipal de **avenida** é, também denominada **rodovia estadual** (SP 015), bem como **rodovia federal** (BR116) composta por diversas avenidas que juntas margeiam o rio Tietê. Com 24,5 km, a rodovia interliga as regiões leste, oeste e norte da cidade, sendo considerada uma das mais importantes vias de tráfego. Além disso, a marginal do acesso ao Aeroporto Internacional de São Paulo (Guarulhos) e a seis rodovias (Presidente Castelo Branco, Anhanguera, Bandeirantes, Presidente Dutra, Fernão Dias e Ayrton Senna). A área lindéira da marginal conta com o Complexo do Anhembi, o Terminal Rodoviário do Tietê e o Aeroporto Campo de Marte. (CET, 2010).

A Figura 2 traz o traçado esquemático da Avenida Marginal Tietê abordando seus pontos principais, com destaque para as pontes, que via de regra, são pontos de inserção de entrada e saída de veículos para a via em questão.

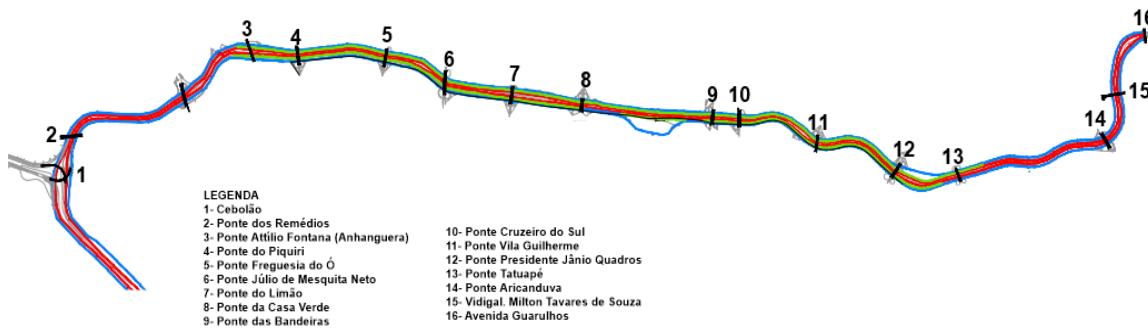


Figura 2: Traçado Avenida Marginal Tietê

Fonte: CET -SP. Adaptada pelos autores

4. ANÁLISE DA REDUÇÃO DA VELOCIDADE

A redução de velocidade impacta diversos aspectos que estão relacionados à rede viária. Velocidades altas aumentam o risco de colisões ou no aumento da fatalidade nos atropelamentos no trânsito.

Diversas medidas podem ser adotadas para a segurança viária, uma delas é a redução dos limites de velocidade, que em tese, pode reduzir o número de vítimas no trânsito. Nas vias urbanas o limite de velocidade é estabelecido pelo Art. 61 do CTB, que apresentam os valores descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Recomendações de limite de velocidade máximos segundo o CTB

| Descrição da via urbana | Máximo limite de velocidade indicado (km/h) |
|-------------------------|---|
| Vias de trânsito rápido | 80 |
| Vias arteriais | 60 |
| Vias coletoras | 40 |
| Vias locais | 30 |

Fonte: CASSEL, 2015. p 43.

Pode-se verificar que as recomendações priorizam a segurança de tráfego nas vias urbanas, no entanto, o CTB apenas sugere estes valores máximos de limite de velocidade e, por meio do parágrafo segundo do referido Artigo, não impede que o Poder Público local (municipal) possa operacionalizar limites superiores ou inferiores aqueles sugeridos para os tipos específicos de via.

A Prefeitura de São Paulo **adotou** medidas baseadas nas premissas do Programa de Proteção a Vida (PPV), que tem como objetivo reduzir o valor máximo da velocidade em vias urbanas

para obter maior nível de segurança de tráfego. O programa é um conjunto de medidas para a melhoria da segurança viária e mobilidade urbana. A proposta é diminuir a incidência de acidentes gerados pela alta velocidade dos veículos e, assim, diminuir mortes no trânsito e a diminuição de feridos.

Segundo os dados da CET (2015), as novas velocidades máximas adotadas nas vias Marginais continuam a considerar a classificação viária e por esse motivo são diferenciadas para as três pistas. As pistas locais, classificadas como Arteriais, tem maior número de interferências, como os acessos às pontes, chagadas e saídas para o resto do sistema viário, além dos acessos aos lotes e a presença do sistema de transporte coletivo por ônibus, foram regulamentadas com velocidade máxima permitida de 50 km/h. Tal velocidade, além de reduzir significativamente o espaço necessário para parar o veículo em caso de necessidade, diminuindo a chance de acontecerem acidentes, teve sua escolha embasada pelos estudos de Susan Ferguson, Ph.D (FERGUSON, 2005), realizados em Washington, nos Estados Unidos, que tratam da relação entre velocidades e ferimentos em ocupantes de veículos e pedestres. A prefeitura, também se baseou numa tendência internacional, já adotada em Nova York, Paris e Roma, entre outras cidades, para justificar a redução do limite de velocidade.

4.1 Análise de Acidentes na Avenida Marginal Tietê

Com o levantamento de dados estatísticos entre os anos de 2007 a 2015, realizado junto ao sítio eletrônico da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET-SP), ilustra a evolução dos acidentes e mortes no trânsito na Avenida Marginal Tietê. As tabelas mostram a realidade dos acidentes gerados pela alta velocidade. Fica evidente a importância de estudos na área de segurança de trânsito, devido ao grande número de acidentes com vítimas.

Na tabela 2, pode-se observar a evolução dos acidentes de trânsito de 2007 a 2015, e verificar o crescimento dos acidentes. Verifica-se também que no ano 2015 o número de acidentes de trânsito é o menor em relação aos anos anteriores. Isso devido à grande incidência de programas como a da redução de velocidade para a diminuição de acidentes de trânsito.

Tabela 2: Número de acidentes de Trânsito Fatais ao longo dos anos citados.

| Número de Acidentes de Trânsito Fatais Marginal Tietê | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Via | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Nº de acidentes | 48 | 58 | 50 | 56 | 54 | 48 | 35 | 39 | 28 |

Fonte: Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-SP). Relatório Anual. Adaptada pelos autores.

Na Tabela 3, pode-se analisar o número de mortes em acidentes de trânsito ocorridos na Avenida Marginal Tietê. É evidente que no ano de 2015 o número de mortes de acidentes de trânsito é o menor dos últimos oitos anos. Como citado na Tabela 1, isso ocorre devido ao programa de redução de velocidade na marginal, que visa a redução de acidentes e mortes no trânsito na cidade de São Paulo.

Tabela 3: Número de mortes em acidentes de trânsito.

| Número de Mortes em Acidentes de Trânsito Marginal Tietê | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Via | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Nº de acidentes | 49 | 63 | 52 | 59 | 56 | 49 | 39 | 40 | 30 |

Fonte: Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-SP). Relatório Anual. Adaptada pelos autores.

Na Tabela 4, são fornecidas informações pela CET-SP sobre os tipos mais frequentes de acidentes de trânsito na marginal, sendo que os acidentes com maior incidência são aqueles envolvendo os motociclistas, seguidos por aqueles envolvendo pedestres e, motorista com passageiros. Os menores índices de acidentes ocorreram no ano de 2015.

Tabela 4: Acidentes por tipo

| Acidentes por tipo na Marginal Tietê | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------|--------------|----------|-------|
| Anos | Pedestres | Motorista/passageiro. | Motociclista | Ciclista | total |
| 2013 | 10 | 8 | 21 | 0 | 39 |
| 2014 | 15 | 7 | 18 | 0 | 40 |
| 2015 | 9 | 8 | 13 | 0 | 30 |

Fonte: Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-SP). Relatório Anual. Adaptada pelos autores.

Nas Figuras 3 e 4, foram utilizados os totais dos números de acidentes de trânsito e mortes, respectivamente, entre 2007 a 2015 para ilustrar a evolução dos acidentes na Marginal Tietê. O menor índice de mortes e acidentes de trânsito ocorrem no ano de 2015.

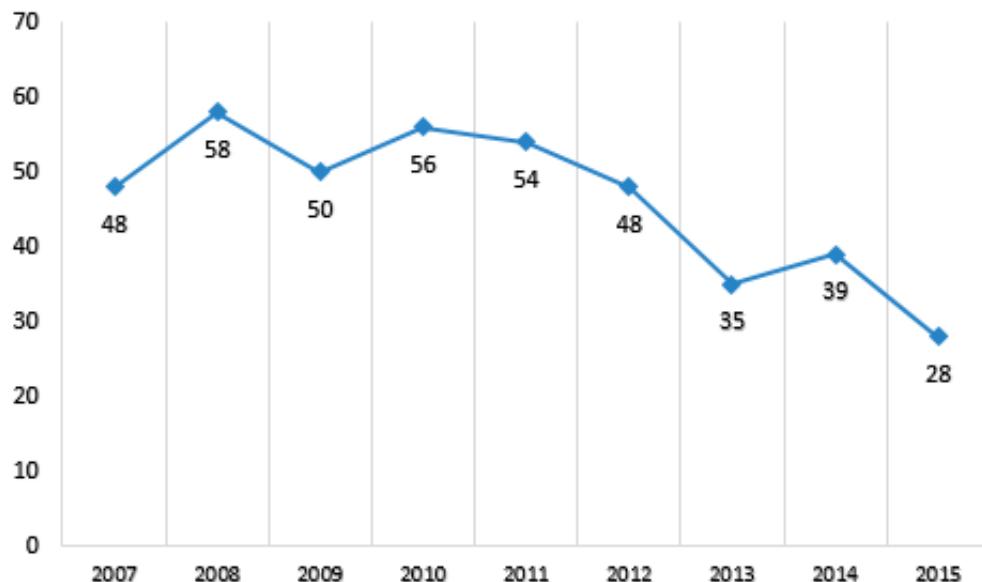


Figura 3: Número de acidentes de trânsito fatais na Av. Marginal Tietê entre 2007 a 2015

Fonte: Elaborada pelos autores.

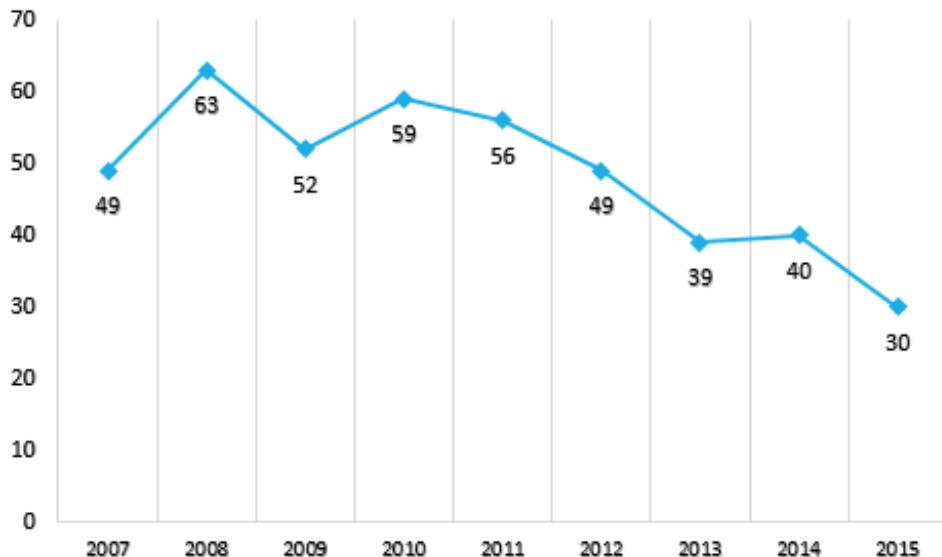


Figura 4: Número de mortes em acidentes de trânsito na Av. Marginal Tietê de 2007 a 2015
Fonte: Elaborada pelos autores.

5. ENTREVISTA

Como um complemento à análise estatística, foi realizada uma entrevista no dia 04/06/2016 (quatro de junho de dois mil e dezesseis) com o coordenador de operações da companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET-SP), que faz parte da equipe de operação da Avenida Marginal Tietê, que conta com oito engenheiros que desenvolvem todo o serviço de manutenção, pavimentação, sinalização, projetos de adequação do sistema viário, estudo de transportes públicos na área da marginal, projeto de segurança viária, projetos de proteção ao pedestre. Foram realizadas oito perguntas sobre a redução de velocidade na Avenida Marginal Tietê que estão listadas a seguir:

P- Qual a relação da redução de velocidade com a segurança viária na Marginal Tietê?

E- Uma coisa que a imprensa não deixa bem claro, a redução de velocidade ela é um fato que está acontecendo em diversas cidades do mundo. Alguns anos atrás houve um seminário e o Brasil foi signatário deste seminário, e saiu um documento que os países iriam se comprometer a tomar ações, medidas mitigadoras para a redução de número de mortes no trânsito e o Brasil assinou essa carta de intenções que teve que foi em 2010. De 2010 a 2016 transcorreu 6 anos e basicamente tanto o nível federal, estadual e municipal, poucos órgãos ou quase nenhum se articularam para executar este compromisso que eles tinham se comprometido. Nós do município de São Paulo resgatamos estes compromissos em tomar estas ações. Então por isso que, de certa forma a cidade de São Paulo foi a pioneira e a CET tem sido a ponta de lança desse desenvolvimento tecnológico, então, por ser um negócio que mexe com o dia a dia das pessoas, uma inovação isso foi um assunto muito polêmico, só que a gente mesmo técnicos a gente tinha receio que essa redução de velocidade não desse certo, a prática mostrou para a gente, que a gente estava errado, ou seja, essa redução realmente ela contribuiu muito para a redução do índice de mortes, para a severidade dos acidentes. Então isso daí é um aspecto muito positivo para a gente que está aprendendo, reorganizando nossos paradigmas de forma a poder aprimorar estas ações referentes esta redução de velocidade.

P- Hoje a redução do limite máximo das vias trouxe benefício foram estes já citados para a cidade de São Paulo?

E- Sim, trouxe. Você teve uma coordenação melhor dos fluxos de trânsito, então você compactou o trânsito de veículo então você consegue fazer uma distribuição melhor do sistema viário para mais homogeneia. Como você não tem espaçoamento muito grande entre veículos você consegue criar pelotões e esses pelotões se desenvolvem melhor pelo leito viário.

P- Então o fluxo melhora?

E- Deu uma sensível melhorada. Nós tínhamos dúvidas, para ser sincero a gente tinha dúvida que tivesse esse efeito e mostrou para a gente uma redução nos índices de velocidade. Você pega um dia como ontem sexta-feira dia 3 a gente teve no horário de pico da tarde, teve uma chuva muito forte pelas contagens da CET a gente teve só 90 quilômetros de lentidão, que normalmente em dia de atípico como ontem era coisa de dar mais de 200 quilômetros. Então isso daí ajudou bastante, a própria marginal que corresponde a 25% do volume total de trânsito medido na cidade de São Paulo, então isso aí significou que a gente teve um tempo menor de trânsito no corredor.

P- Quais são os impactos que a redução traz a longo prazo?

E- E o que eu estou falando para você, nós estamos aprendendo ainda nós não temos ainda consolidado quais os benefícios suplementares. A gente, por exemplo, diminuiu o número de acidentes com caminhões que circulam pela Marginal, ou seja, tombamentos, carretas dando o chamado L, colisões entre caminhões e veículos, motociclistas envolvidos com acidente envolvendo caminhões também diminuiu bastante. Então hoje a severidade do acidente ela é menor, então normalmente é uma colisão lateral, choque entre traseira e veículo, uma severidade menor que não impacta nos motoristas.

P- Como a redução de velocidade é avaliada pela CET?

E- Então, como foram sequencialmente implementadas em corredores estratégicos, a CET ainda está consolidando todos os dados a gente ainda não fechou. Mas o que a gente pode observar que as lentidões nos horários de pico elas deram, não é grande redução porque nossa frota aumenta de forma exponencial, mas diminuiu o tempo de ocupações das lentidões, coisas de alguns minutos cerca de 20 a 30 minutos que é o suficiente para garantir o conforto do condutor e, associados com os corredores de ônibus deu uma melhorada com a velocidade de operação dos ônibus, então isso daí teve certo ganho. A CET encara isso aí como uma experiência que frutificou e que veio para ficar, inclusive todos os opositores e a imprensa já não fala mais sobre a redução de velocidade se é um negócio que trouxe benefício criou uma polêmica inicial, mas agora a sociedade já interpretou isso aí como algo benéfico.

P- Existe alguma possibilidade de a redução de velocidade voltar a ser como antes?

E- Isso eu não consigo te precisar quem faz a operação ela depende muito de fatores políticos. Hoje nos enquanto técnicos, certamente desaconselharíamos a voltar nos patamares que estão antes. Talvez readequar alguma coisa, mexer na velocidade da pista local por exemplo. Algumas coisas deste tipo, mas não voltar aos patamares anteriores. Inclusive para você ter ideia, nos corredores de ônibus, tem corredor que teve aumento da velocidade operacional, então o ônibus está andando mais rápido que o carro, isso impacta em acidentes que estão começando a aparecer em corredores de ônibus e atropelamentos de alguma coisa desse tipo.

P- Com a redução de velocidade o aspecto sociológico do condutor mudou?

E- O que a gente identifica e assim, como mostra muito da ansiedade da pessoa você vê que o cara fica mais tenso, como ele está restrito pela velocidade e pela fiscalização de radar a tendência é ele ficar um pouco mais arreio as equipes de sinalização de trânsito. Mas na média as pessoas interpretaram isso como uma ação bastante correta.

P- Na sua opinião, como o senhor avalia hoje a redução de velocidade?

E- É um episódio de sucesso, que a gente mesmo tinha dúvida sobre a eficácia e se mostrou mais eficaz do que a gente imaginava. Tem muitas particularidades que a gente está estudando, estamos implementando ações, estamos criando grupos de estudos para desenvolver ações referente a mudança de velocidade, a gente está atuando hoje também no que a gente chama de PROSEGUE que é programa de segurança que são locais mesmo com a redução de velocidade acontecem acidentes então são normalmente acidentes relacionados a não observação a legislação de trânsito ou é um motorista que através de cometer uma inflação ele gera um acidente ou um pedestre que atravessa em um lugar errado que faz algum tipo de ação errada e toma uma decisão errada e se envolve em um acidente. A gente está colocando equipes nesses locais, onde tem um índice de acidentes maior para ver se a presença de um fiscal de trânsito ele inibe de uma certa forma o acidente. Então a gente ainda está aprendendo com a redução, mas os resultados que a gente vê é bem satisfatório.

Após a entrevista com o coordenador de operações da marginal Tietê, foram analisadas as respostas e considerada que a redução de velocidade hoje empregada à cidade de São Paulo é de grande importância para a diminuição de acidentes de trânsito, bem como a diminuição de mortes que são causadas pelo excesso de velocidade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Classicamente, as causas de acidentes são falha humana, falta de manutenção do veículo e desrespeito às regras de trânsito. A redução dos limites de velocidades adotados para a Avenida Marginal Tietê, com as evidências atuais, analisadas pelos números expostos neste trabalho e, corroborado pela entrevista ao Engenheiro responsável pela Avenida Marginal Tietê, apontam positivamente para adoção da medida. Pode se dizer, que, em parte, a redução de velocidade na Avenida Marginal Tietê ameniza os problemas de segurança viária que são gerados pela alta velocidade dos veículos. Uma vez efetivadas, as medidas que reduzem o número de acidentes e mortes no trânsito, suas consequências bem como os benefícios e efeitos serão melhores assimilados e compreendidos ao longo prazo. Até aqui, do ponto de vista social, apresentam-se como positivas as medidas tomadas, onde os índices de acidentes e de mortes diminuíram sensivelmente, na comparação com anos anteriores.

As reduções de velocidade na Marginal Tietê e, também na Marginal Pinheiros, somadas com outras ações podem contribuir significativamente para a segurança viária e para a mobilidade urbana.

A principal adversativa para este caso está nas decisões políticas, o que, embora, os técnicos da CET não acreditem nisso, de fato, possa ocorrer o retorno das velocidades anteriores.

Só o tempo e as pesquisas poderão confirmar a eficácia desta tomada de decisão, em prol da valorização da vida.

Referências

- AMIN, J. C. (2012) *Eficácia da restrição de velocidade e outras ações na prevenção de acidentes em travessias urbanas de rodovias*. Tese (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.
- BRASIL (1997). *Lei n.º 9.503, de 23 de setembro de 1997, Aprova Código de Trânsito Brasileiro*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.
- CASSEL, D. L.(2015) *Operação de tráfego urbano: Análise do impacto da redução do limite de velocidade como medida de segurança viária*. Monografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO - CET.(2014) *Acidentes de Trânsito Fatais: Relatório Anual 2014*. Disponível em <<http://www.cetsp.com.br/media/412276/3relatoriofatais2014.pdf>>. Acesso em 15 abr. 2016.
- COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – CET (2015). *Acidentes de Trânsito Fatais: Relatório Anual 2015*. Disponível em <<http://www.cetsp.com.br/media/468500/acidentesdetransitofataisanual2015.pdf>>. Acesso em 2 maio. 2016.
- COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – CET(2016). *Acidentes de Trânsito Fatais: Relatório Anual 2013*. Disponível em: < <http://www.cetsp.com.br/media/296383/anuaisfatais2013b.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.
- COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – CET. *Marginal Tietê*. Disponível em <<http://www.cetsp.com.br>> Acesso em 17 jan. 2016.
- COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – CET. *Programa de proteção à vida – PPV*. Disponível em <<http://www.cetsp.com.br/consultas/programa-de-protacao-a-vida-ppv.aspx>> Acesso em 20 jan. 2016.
- CUPOLILLO, M. T. A.(2006) *Estudo das medidas modeladoras do tráfego para controle de velocidade e dos conflitos em travessias urbanas*. Dissertação (Pós-Graduação), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- FERGUSON, S. (2015) *Relationship between Speed and Risk of Fatal Injury: Pedestrians and Car Occupants; Relation of Speed and Speed Limits to Crashes*. National Forum on Speeding Washington, D.C. June 15, 2005, Washington.
- GOLD, A.P. (1998) *Segurança de trânsito: aplicações de engenharia para reduzir acidentes*. . 1ed. ED B ID, Brasil
- PREFEITURA DE SÃO PAULO. (2016) *Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo*. Disponível em <<http://www.prefeitura.sp.gov.br>>. Acesso em 10 jun. 2016
- SAMPEDRO, A; CAMPOS, V.B.G.. (2016) *Avaliação e tratamento das Características da infraestrutura viária urbana que influenciam a segurança do tráfego*. v. 38, n. 1, p. 2 - 6,
- SGARBI, Danilo Awazu.(2007) *Técnicas construtivas aplicadas nas vias urbanas para melhoria na segurança do trânsito do município de São Paulo*. Monografia. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (OMS).(2016) *Gestão da velocidade: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área*. Disponível em <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43915/4/9789275317099_por.pdf>. Acesso em 15 abr. 2016.
- ZMITROWICZ, W; BORGHETTI, G. (2009) *Avenidas 1950-2000: 50 anos de planejamento da cidade de São Paulo*. EDUSP, São Paulo.



21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

ANALISE DO FLUXO E EVACUAÇÃO DE PEDESTRES ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Fabio Pinheiro Alves
Licinio da Silva Portugal

Universidade Federal do Rio de Janeiro
COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes

RESUMO

Este artigo propõe uma análise da utilização de softwares para simular o fluxo de pedestres no interior de Polos Geradores de Viagens como shopping centers, estações ferroviárias e rodoviárias, estádios esportivos, aeroportos, ou seja, pontos onde há uma grande concentração e movimentação de pedestres. Esses softwares consistem de ferramentas computacionais que simulam além do fluxo, a evacuação de pedestres para casos extremos como incêndios, acidentes entre outros. É feita uma breve introdução de tais Softwares, a fim de apresentar as potencialidades, particularidades e restrições dessas ferramentas, assim como a descrição do funcionamento geral dos mesmos para alguns casos de evacuações de pessoas. São realizadas simulações através de softwares tracionais em um ambiente fechado para que, em seguida, possam ser observados diversos fatores como tempo de evacuação, fluidez, tempo de resposta, interface com o usuário, operacionalidade, renderização, etc. Analisando tais fatores, foi possível realizar uma comparação obtendo vantagens e desvantagens de cada um dos Softwares. Apesar da discrepância dos resultados, tais simulações demonstraram que a incorporação de várias técnicas de simulação para representar o comportamento dos pedestres agrupa qualidade no modelo, viabilizando maior realismo nos resultados obtidos.

PALAVRAS CHAVE: PEDESTRE, SIMULAÇÃO, SOFTWARE

ABSTRACT

This article proposes an analysis of the use of software to simulate the flow of pedestrians inside a travel pole generator such as shopping centers, bus and railway stations, sports stadiums, airports, i.e. spots where there is a large concentration and movement of pedestrians. These software consists of computer tools that simulate not only the normal flow, but also the evacuation of pedestrians for extreme cases such as fires, accidents and others. A brief introduction of such software is made in order to present the capabilities, characteristics and limitations of these tools, as well as the description of the general operation of it in some cases of evacuation. Simulations are performed using different kinds of software in indoors environments so then can be observed several factors such as evacuation time, flow, response time, user interface, functionality, rendering, etc. By analyzing these factors, it was possible to compare, obtaining advantages and disadvantages of each of the software. Despite the discrepancy of the results, the simulations have shown that the incorporation of various simulation techniques to represent the behavior of the pedestrian aggregates quality, enabling more realism in the results obtained.

KEY WORDS: PEDESTRIAN, SIMULATION, SOFTWARE

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a segurança das pessoas dentro de ambientes fechados tem chamado muita atenção da mídia, principalmente no Brasil. Devido a grandes eventos como a Copa do Mundo e as Olimpíadas, o número de turistas aumentou significativamente. Alguns Polos Geradores de Viagens – como shopping centers, estações ferroviárias e rodoviárias, estádios esportivos e aeroportos – não estão aptos a comportar um número maior de viajantes por dia do que sua capacidade permite. Esse tipo de situação é refletido diretamente na segurança das pessoas que ali circulam, sendo necessária a abordagem do tema e o detalhamento, juntamente com soluções para tal problema.

Uma multidão pode ser considerada como um conjunto de pessoas reunidas em grupo para exercitar alguma atividade social (Dorine et al., 2016). Em algumas situações, o número muito elevado de pessoas pode vir a gerar riscos, como sufocamento e esmagamento devido à alta densidade local. Entre algumas situações, está a necessidade de evacuação do ambiente por variados tipos de motivos. Em geral, essa necessidade pode ser dividida em dois casos: evacuação normal e evacuação em pânico. Na evacuação normal, todos os pedestres precisam chegar à saída calmamente e sem pressa, sem mudar sua velocidade média ou trajetória. Porém, em evacuações em pânico, os pedestres procuram se movimentar em direção as saídas o mais rápido possível, o que pode vir a ser um fator gerador de acidentes. Neste caso, em conjunto com a alta densidade de pessoas, a situação pode fugir de controle acarretando em correria e colisões. Alguns dos principais incidentes com multidões na história do país podem ser citados (Aguiar e Mota, 2013):

1973–Estádio Albertão – Teresina/PI - 07 mortos – 70 feridos – Em uma partida de futebol, devido a grande quantidade de torcedores, a grade de segurança do estádio rompeu e os torcedores caíram no vão entre o campo e a arquibancada.

1985–Cortejo de Tancredo Neves – Belo Horizonte/MG – 07 mortos – O cortejo que reuniu mais de um milhão de pessoas acabou em tumulto em frente ao Palácio Liberdade.

1985–Show dos Menudos - Rio de Janeiro/RJ – 02 mortes – com superlotação no estádio São Januário, 2 pessoas morreram asfixiadas. O local ainda seria palco de outra tragédia quando 175 pessoas se feriram na final do campeonato brasileiro.

1992–Estádio Maracanã – Rio de Janeiro/RJ – 04 mortos – 90 feridos – final do campeonato brasileiro entre Botafogo e Flamengo, a grade do segundo anel rompeu e as pessoas caíram sobre as que estavam abaixas.

2003–Jóquei Clube do Paraná – Curitiba/PR - 03 mortos - Problemas no acesso do show “Unidos pela Paz” acabaram em tumulto ocasionando o esmagamento de adolescentes.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

2007–Estádio Fonte Nova - Salvador/BA – 07 mortos – parte da estrutura do anel superior do estádio cedeu e as pessoas despencaram de cerca de 30 metros de altura.

No entanto, devido à natureza complexa do comportamento humano individual e em uma multidão, ainda é amplamente considerado como um problema em aberto. A chave é a forma de como compreender com precisão o comportamento coletivo das multidões. Assim, uma possível solução seria encontrar regras que os pedestres individuais inconscientemente seguem ao circular em espaços lotados. Alguns padrões do comportamento humano individual ou em uma multidão podem ser analisados como, por exemplo, por pessoas que estão inclinadas a achar uma trajetória mais rápida e direta para o ponto desejado e normalmente evitam desvios, mesmo que a rota esteja lotada. Isso se refere ao “princípio do menor esforço”, isto é, todos tentam atingir seu destino no menor desgaste de energia e tempo possível. Além disso, as pessoas preferem tomar distâncias uma das outras, evitando assim andar lado a lado e quase sempre irão procurar rotas de circulação ou evacuação já conhecidas pelas mesmas (Still, 2000).

O objetivo deste trabalho é apresentar uma análise de alguns softwares de simulação do fluxo de pedestres no interior dos Polos Geradores de Viagem. Através de modelos computacionais é possível analisar as principais falhas tanto na construção, quanto nos projetos e estratégias de planejamento para circulação dos usuários. Pontos de estrangulamento, bifurcações, passagens estreitas, escadas, falta de sinalização, entre outros, são alguns itens que podem gerar uma alta densidade local de pessoas, o que em casos extremos, como em uma evacuação de emergência, podem acarretar em acidentes.

Tais ocorrências indesejadas podem vir ser evitadas com uma simulação, onde os principais tipos de falhas serão apontadas e futuramente corrigidas. Massmotion, Exodus, Simulex, Steps, Legion e Myriad são alguns dos Softwares comerciais usados para simulação e prevenção de acidente envolvendo pedestres. Devido a sua facilidade de compreensão, os softwares selecionados para serem analisados foram o Steps, MassMotion e Legion (Dorineet al., 2016), sendo que os dois primeiros foram posteriormente aplicados e seus resultados comparados.

O restante deste artigo está dividido da seguinte forma: 2- Funcionamento de um Software de Simulação. 3- Softwares Analisados. 4- Aplicação dos Softwares. 5- Análise de dados e discussão dos Resultados. 6- Conclusões, além de listadas as Referências Bibliográficas.

2. FUNCIONAMENTO DE UM SOFTWARE DE SIMULAÇÃO DE PEDESTRES

Em geral, os modelos existentes de evacuação de pedestres podem ser divididos em três segmentos: modelos microscópicos, mesoscópicos e macroscópicos (Wang et al., 2015). Nos

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

modelos macroscópicos inúmeros fatores como fogo, fumaça e fatores psicológicos podem alimentar o desejo de evacuação de uma multidão. As conexões são vistas como um meio contínuo, isto é, o conjunto de pedestres é tomado como uma massa homogênea que se comporta similarmente ao escoamento de um fluido, também chamado de Modelo de Rede de Fluxo.

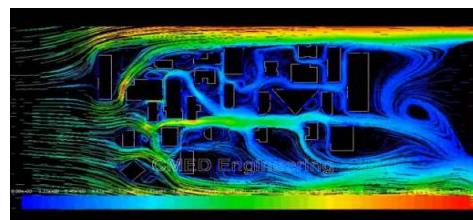


Figura 1: Simulação computacional do escoamento de um fluído (Ansys Software)

Um modelo de simulação de pedestres microscópico consiste na análise individual de cada elemento no evento simulado. Com o avanço deste tipo de tecnologia, é possível incrementar em uma simulação certo tipo de “inteligência artificial” para cada pedestre circulando o evento. As características comportamentais desses pedestres são afetadas por todos os tipos de fatores como psicologia, posicionamento, estrutura do meio em que se encontra, situação atual e assim por diante. Este tipo de abordagem recebe o nome de Modelo de Força Social (Social Force Model) onde cada movimento do elemento individual é definido com base na mecânica newtoniana e tratado como uma partícula sujeita a ambas as forças físicas e forças psicológicas, interagindo entre si e com o ambiente ao seu redor (Xuetal., 2015). O modelo mesoscópico seria o meio termo entre o macroscópico e o microscópico. Devido a sua maior flexibilidade e eficiência, o modelo adotado para análise e simulação foi o microscópico sujeito às forças newtonianas.

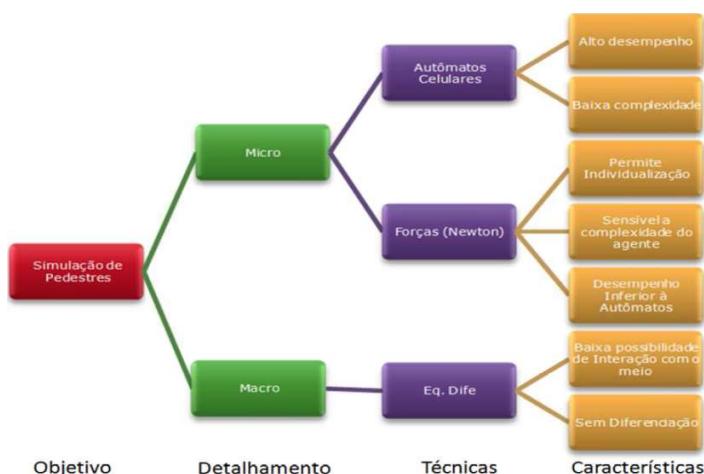


Figura 2: Características de um software (Pretto, 2011)

A movimentação durante o evento (simulação) é feita através de uma grade fixa ou adaptativa, onde as coordenadas dos pedestres são atualizadas em intervalos de tempos discretos. Nesse tipo de abordagem, é assumido que o pedestre, aqui referido como “agente”, possui nove possibilidades de ações, incluindo permanecer parado. Em cada intervalo de tempo, o agente pode mover-se para uma dessas grades adjacentes.

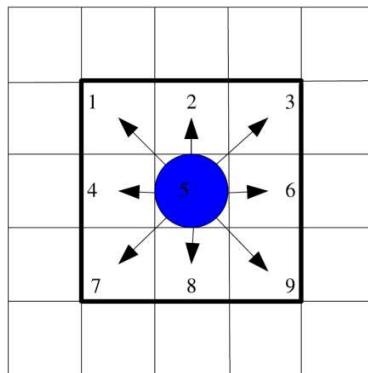


Figura 3: Grades de movimentação (Xu et al., 2015)

Cada grade pode estar vazia, ocupada por um agente ou por algum obstáculo (mesa, cadeira, pilastra etc.). Cada agente pode ocupar somente uma grade, que por sua vez é ocupada em sua totalidade pelo volume do agente. Alguns dados médios da população como peso, velocidade, raio da circunferência corporal e tipo de público devem ser inseridos à simulação para que o software possa reproduzir um evento o mais próximo possível de uma situação real.

3. SOFTWARES ANALISADOS

Dentre os softwares de simulação tradicionais existentes no mercado, foram escolhidos para essa análise o MassMotion, Legion e Steps devido a facilidade de acesso. Todos apresentam o modelo de simulação microscópica, devido ao seu alto desempenho, baixa complexidade e por produzir dados mais semelhantes com o esperado em situações reais.

3.1 Steps (Sarmady et al., 2006)

Steps é uma ferramenta criada pela empresa Mott MaCdonald (Reino Unido) para simulação da dinâmica de pedestres tanto para situações normais quanto para condições emergenciais. O software pode simular um modelo com mais de 20 mil pedestres em um único computador, além de simular os efeitos de gás, fumaça e incêndio durante uma evacuação. Esse software foi certificado pela Associação Nacional de Proteção Contra Incêndios (NFPA- Estados Unidos) devido a alguns de seus estudos de caso. Gráficos de densidade local, tempo total de evacuação,

número de pedestres em cada região desejada, dados da movimentação e gravação de vídeos são algumas das várias funções disponíveis.



Figura 4: Interface do Steps ([URL: http://www.steps.mottmac.com/aboutsteps2](http://www.steps.mottmac.com/aboutsteps2))

Pontos Fortes

- Amplos recursos, dentre eles a definição de diferentes tipos de pedestres, grupos de pedestres, criação de pisos e objetos, especificação de portas e saídas, definição de eventos entre outros.
- O software provou ser capaz de simular um modelo com mais de 20.000 pedestres em um único computador.
- Capaz de simular os efeitos de gás, fumaça e fogo em casos de evacuação.

Pontos Fracos

- Necessários computadores eficientes para simulações 3D de superlotação.

3.2 MassMotion (Challenger et al., 2009)

MassMotion foi desenvolvido pela empresa Arup (Reino Unido-2005) para permitir aos profissionais de projeto e planejamento testar e analisar rapidamente o movimento de pessoas em variados tipos de ambientes. Para isso fornece aos usuários uma gama de ferramentas para criar e modificar ambientes 3D, definindo cenários operacionais, executando simulações dinâmicas e desenvolvendo análises poderosas. O MassMotion é capaz de modelar espaços reais ao fragmentá-los em componentes e classificar suas partes de acordo com uma função. Por exemplo, um agente em uma simulação sabe andar em torno de uma obstrução, porque a mesma foi demarcada como sendo uma barreira ou a velocidade do movimento de um pedestre é reduzida quando este anda acima de uma superfície pelo fato da mesma ter sido marcada como uma escada. A maneira com a qual os objetos classificados são organizados pode ter um grande impacto na forma como as pessoas navegam em um espaço, afetando a sua velocidade, seus padrões de movimento e as opções de rotas que tomam. Os elementos básicos de um evento

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

(simulação) são: piso (chão), link, escada, rampa, escada rolante, caminho, portal, e barreira, onde todos são obstáculos ou meios por onde os pedestres circulam na simulação.

Cada pedestre observado na simulação é um agente autônomo. Cada agente tem a capacidade de monitorar e reagir ao seu ambiente de acordo com um conjunto único de características e objetivos. Os agentes são criados e colocados na cena usando os “eventos”. Todos os eventos irão especificar um ou mais locais de partida para os novos agentes e seus destinos. Características físicas e personalidade de um agente são definidas através da vontade do usuário. O perfil define uma distribuição de valores para as propriedades tais como o tamanho, a velocidade, e qualquer preferência com opções variadas. Quando colocados na cena, aos agentes são dadas uma ou mais tarefas a realizar. Eles irão executar tais tarefas no fim, contando com dois sistemas de inteligência independentes: navegação e movimento. O sistema de navegação é responsável por determinar a melhor forma de realizar uma tarefa. Uma vez escolhido seu destino, o sistema de movimento orienta o agente através do piso até seu destino. Este sistema baseia-se em uma versão modificada do algoritmo de força social. Uma série de forças é gerada com base na direção, localização e movimentação dos agentes vizinhos e a posição dos obstáculos nas proximidades. Estas forças são somadas a cada intervalo de tempo e usadas para determinar a posição e velocidade do agente.

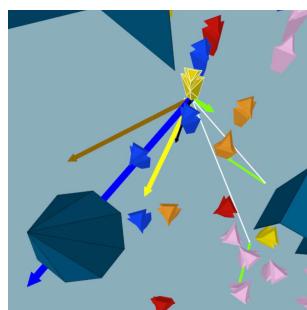


Figura 5:Forças atuantes de um agente (MassMotion Manual. v. 7.0.4, 2015)

Pontos Fortes

- A principal vantagem do MassMotion é a sua capacidade de simular a forma como membros da multidão pensam, através dos algoritmos de forças sociais. Consequentemente, os padrões de uso e fluxo, como resultado de comportamentos emergentes, podem ser modelados, sem a necessidade de introduzir os percursos no modelo inicial. São poucas as ferramentas de simulação que fazem isso de forma tão eficiente.
- Capacidade para modelar ambientes amplos, permitindo o movimento de um agente através do sistema como um todo ao contrário da movimentação em uma localização específica.

Pontos Fracos

- Não leva em conta grupos de indivíduos que se deslocam em torno de uma multidão no evento, não necessariamente fazendo parte dele.
- Necessita melhorias em relação à simulação de pessoas com deficiência ou grandes quantidades de bagagem por exemplo.
- Não considera as emoções individuais dos agentes e o impacto que isso pode ter sobre seus movimentos e comportamento.

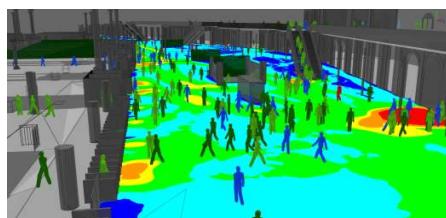


Figura 6: Evento simulado com MassMotion (MassMotion Manual. v. 7.0.4, 2015)

3.3 Legion (Challenger et al., 2009)

O software foi criado em 2003 e sua função consiste na utilização em projetos, operações, planejamento estratégico e procedimentos envolvendo multidões. Legion é uma ferramenta de simulação baseada em agentes, com layouts de ambientes baseados em projetos previamente desenhados e em projetos auxiliados por computador (CAD). Cada agente possui a habilidade de tomar decisões independentes e de se movimentar através do ambiente a partir de uma origem até um determinado destino, realizando várias atividades e interações em seu caminho. Eles movem-se através do ambiente de acordo com o princípio do menor esforço. Elementos aleatórios de comportamento podem ser introduzidos para tornar a simulação mais realista. A simulação é composta por agentes independentes de resolução de problemas que obedecem as regras OMRA (Objetivo, Mobilidade, Restrição e Assimilação). Esses agentes movem-se em torno de uma paisagem bidimensional, gerada por computadores e reagem a alterações nesse ambiente. Estas reações incluem respostas para o comportamento de outros agentes. Como nas colônias de formigas, que os agentes do Legion são autômatos com inteligência limitada. Isto cumpre um dos critérios de segurança, pois se houvessem agentes muito inteligentes, eles nunca poriam em perigo a si mesmo. Com Legion é possível alterar vários parâmetros e estudar os efeitos de, por exemplo, aumentar a densidade de pedestres ou o efeito da movimentação de transportes no entorno do evento.

Pontos Fortes

- Agentes individuais podem possuir características aleatórias e atributos para representar com mais precisão a população a ser simulada;
- Possui uma ampla gama de utilizações, e é aplicável a uma ampla variedade de setores no mercado;
- Fácil de observar e compreender, o que o torna ideal para transmitir uma situação para um público leigo;
- Excelente apresentação gráfica;
- Produz uma grande variedade de informações estatísticas relacionadas a fatores como níveis de serviço, tempos de viagem, as taxas de fluxo, e as densidades, que podem ser usadas para auxiliar na preparação do evento.

Pontos Fracos

- Fraco na modelagem de pessoas dentro de uma multidão;
- Não leva em conta o estado psicológico de um agente como estresse ou emoções;
- O processo de simulação de um ambiente complexo (como por exemplo, um aeroporto com vários terminais) é muito demorado;
- Necessita de um computador com alto nível de modelagem;
- Elementos mais qualitativos como, por exemplo, escolhas de rotas precisam ser incorporadas.

A fim de colaborar para uma melhor compreensão de características técnicas que podem influenciar na escolha da ferramenta mais indicada, na tabela 1 apresenta-se uma síntese de tais características, atribuindo-se, com base na experiência pessoal, notas de 1 a 3 (da menor para a maior), para cada um dos três softwares analisados neste artigo. Naturalmente, espera-se que tal avaliação seja estendida a outros especialistas no sentido de se ter resultados mais representativos dos técnicos que atuam com simuladores deste tipo.

| Modelo | Eficiência na Simulação de Grande Multidão | Importar de CAD | Ferramentas de Analise dos Resultados | Visual | Facilidade de Manuseio e Aprendizado | Plataforma 3D | Desempenho |
|------------|--|-----------------|---------------------------------------|--------|--------------------------------------|---------------|------------|
| LEGION | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| MassMotion | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| STEPS | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Tabela 1: Tabela Síntese

4. APLICAÇÃO DOS SOFTWARES

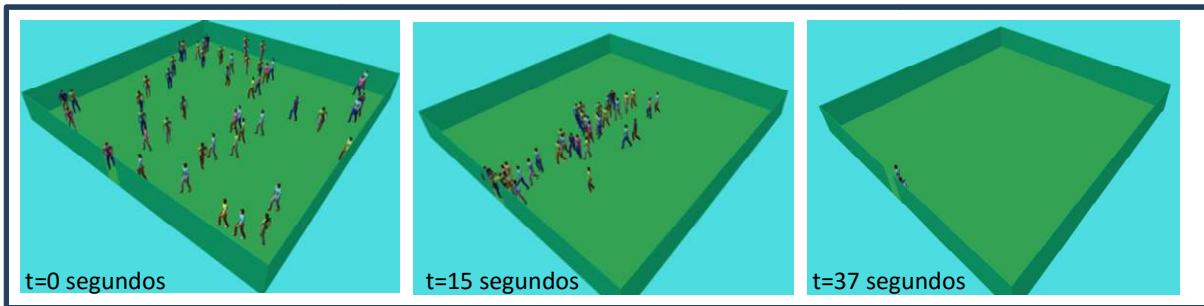
Nesta seção, serão considerados dois casos para a simulação do fluxo de pedestres: evacuação normal e evacuação em pânico. Foi escolhido um ambiente simples e de fácil visualização para que, posteriormente, fosse feita uma análise comparativa dos resultados. Cinquenta agentes foram posicionados aleatoriamente em uma sala quadrada de 20 x 20 metros de comprimento e uma porta (saída) de 1 (um) metro de largura. Devido ao acesso a licença para uso, os softwares escolhidos para simulação foram o Steps e o MassMotion. São apresentadas a seguir, para cada Software e para cada caso de evacuação, imagens associadas a intervalos de tempo, que permitem acompanhar o comportamento de saída e formações de filas.

4.1 Steps

Caso I - Evacuação Normal

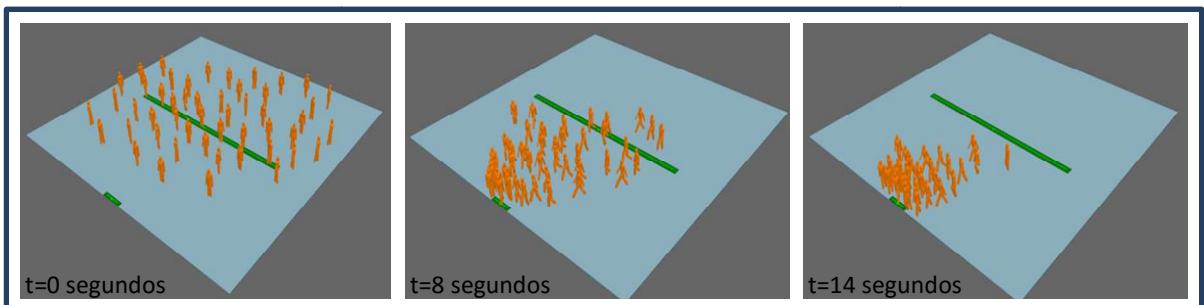


Caso II – Evacuação em Pânico

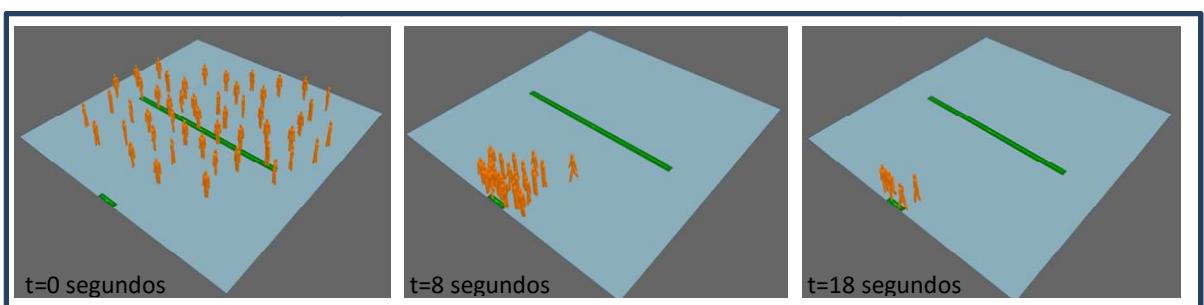


4.2 MassMotion

Caso I - Evacuação normal



Caso II – Evacuação em Pânico



5. ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foi desenhado em cada software um ambiente similar para ser simulada a evacuação nos casos normal e em pânico. Em ambos os casos, a evacuação começa relativamente rápida, porém, ao chegar a um obstáculo- nesse caso uma porta de saída com largura estreita- se torna muito lenta. Isso aponta para um possível fato de que se fosse em uma situação de emergência real, como um incêndio, alguns acidentes poderiam ser evitados com a ampliação desta porta ou até mesmo a criação de uma outra saída de emergência.

Para o software Steps, durante uma evacuação normal, foram necessários 47 segundos para evacuação total dos 50 agentes na simulação. Já para a evacuação em pânico, foram necessários 38 segundos. Para o MassMotion, foram necessários 24 segundos para a evacuação normal e 20 segundos para a evacuação em pânico.

| Tempo Médio de Evacuação | | |
|--------------------------|-----------------|----------------------|
| | Steps(segundos) | MassMotion(segundos) |
| Evacuação Normal | 47 | 24 |
| Evacuação em Pânico | 38 | 20 |

Tabela 2: Tempo Médio de evacuação

Comparando os dados, na simulação do Steps, a evacuação em pânico leva 38 segundos, já no MassMotion, nas mesmas condições e no mesmo ambiente, esse tempo é reduzido quase que pela metade. Um dos possíveis motivos dessa disparidade é o fato da formação de uma fila em frente a saída no software Steps, o que, como demonstrado corretamente pelo MassMotion, não ocorre em casos reais de evacuação em pânico. O mais provável seria a formação de um semi-círculo no entorno da porta de saída.

6. CONCLUSÃO

O Planejamento estratégico de ambientes onde há uma grande concentração de pedestres tornou-se um requisito importante no processo de garantir a segurança e conforto dos mesmos. Com o aumento da população nas áreas urbanas, verifica-se a importância de se utilizar o espaço disponível de forma mais eficiente. As ferramentas de simulação podem ser usadas para ajudar em questões como design, segurança, projeto e planejamento nos mais variados setores, como por exemplo transportes, varejo, eventos esportivos, entre outros. Sua flexibilidade as torna uma importante aliada na análise do fluxo de pessoas nos ambientes desejados, assim como um auxílio na prevenção de acidentes ou falhas de projeto.

De forma geral, ambas as simulações mostraram que a incorporação de várias técnicas de simulação para representar o comportamento dos pedestres agrupa qualidade ao modelo,



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

viabilizando maior realismo nos resultados obtidos. No entanto, não se pode depender inteiramente desse tipo de instrumento. Os Softwares não possuem, por exemplo, a capacidade de simular uma superlotação de um ambiente fechado, ou não estão aptos a corrigir a simulação caso um fenômeno inesperado (como uma greve ou uma paralisação do sistema, por exemplo) aconteça.

Não há, na literatura consultada, casos de aplicações desse tipo de software no Brasil, um país que apesar de suas belezas naturais e grandes eventos, seus Polos Geradores de Viagens carecem de uma administração voltada para a logística da movimentação e segurança de seu público. Observações em tempo real das multidões e como elas se comportam, em adição de um trabalho em conjunto com especialistas no assunto e na área de transportes, são vitais para alcançar o objetivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Aguiar, E. J. S., Mota, S. M. (2013)*Gestão de Multidão: Metodos e Procedimentos*. Academia de Bombeiro Militar/Paraná

Challenger, R., Clegg, C. W., Robinson, M. A.e Leigh, M. (2009)*Undertanding Crowd Behaviours: Simulation Tools*.Emergency Planning College/University ofLeeds, ReinoUnido

Dorine, C. D., Daamen, W., Hoogendoorn, S. P. (2016)*Continuum modelling of pedestrian flows-Part 2: Sensitivity analysis featuring crowd movement phenomena*. Physica A: StatisticalMechanicsand its Applications.v.447, p. 36-48

Mott Macdonald, URL. Disponívelem: <http://www.steps.mottmac.com/aboutsteps2>. Acessadoem 07 de maio de 2016

Oasys Software LTD. (2015)*MassMotionManua.lv*. 7.0.4, Oasyswebsite.Acessado em 015 de maio de 2016

Pretto, C. O.(2011)*Desenvolvimento de um simulador de pedestres considerando a interação entre pedestres e veículos*. Tese de D.Sc. Escola de Engenharia/UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil.

Sarmady, S., Haron, F.,Salahudin, M. M. e Talib, A. Z. H.(2006)*Evaluation of Existing software for simulating of crowd at Masjid Al-Haram*. UniversitiSains, Malaysia

Still, G. K. (2000)*Crowd Dynamics*. Tese de D.Sc. University of Warwick, ReinoUnido

Wang, J., Zhang, L., Shi, Q., Yang, P., Hu, X. (2015)*Modeling and simulating for congestion pedestrian evacuation with panic*.PhysicaA: Statistical Mechanics and its Applications. v. 428, p. 396-409.

Xu, M., Wu, Y., Lv, P., Jiang, H., Luo, M., Ye, Y. (2015)*miSFM: On combination of Mutual Information and Social Force Model towards simulating crowd evacuation*.Neurocomputing. v.168, p. 529-537.



RELAÇÃO ENTRE ESTUDOS DE IMPACTOS VIÁRIOS E O USO DOS SEMÁFOROS NO CONTROLE DE TRÁFEGO

Túlio Silveira Santos

Paulo Cesar Martins Ribeiro

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes

RESUMO

O presente artigo trata da relação entre os estudos de impactos viários e o uso dos semáforos no controle de tráfego como fator de mitigação de impacto. A avaliação do impacto do tráfego é uma avaliação dos efeitos potenciais que o tráfego de um determinado empreendimento terá sobre a rede de transporte na sua área de impacto. Tal estudo inclui a formulação de sistemas de gestão de tráfego e recomendação de infraestrutura para possíveis problemas de transporte e de trânsito que serão encontradas durante as fases de construção e operação de projetos. Para tanto, são expostas a prática internacional e nacional quanto a aspectos de interesse para realização desse estudo. Em seguida, é feita uma análise do uso dos semáforos no controle de tráfego como uma das medidas mitigadoras e como essa medida tem sido realizada no país, sobretudo na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais.

PALAVRAS CHAVE: estudos de impactos viários, uso dos semáforos, medidas mitigadoras.

ABSTRACT

This article deals with the relationship between traffic impact study and the use of traffic light in traffic control as an impact mitigation factor. A traffic impact assessment is an evaluation of the potential effects that a particular development's traffic will have on the transportation network in its impact area. This study includes formulation of traffic management schemes and recommendation of infrastructure for possible transportation and traffic problems that will be encountered during the construction and operation phases of projects. The international and national practices related on aspects of interest are exposed on this study. Then an analysis is made of the use of traffic light in traffic control as one of the mitigation measures and how that measure has been carried out in the country, especially in the city of Belo Horizonte, Minas Gerais.

KEYWORDS: traffic impact study, use of traffic light, mitigation measures.

1. INTRODUÇÃO

O estudo de impacto viário ou avaliação do impacto de tráfego é uma poderosa ferramenta para engenheiros e planejadores para determinar os possíveis efeitos de um projeto sobre o sistema de transporte e do tráfego (Regidor e Teodoro, 2005). A avaliação do impacto do tráfego é uma avaliação dos efeitos potenciais que o tráfego de um determinado

empreendimento terá sobre a rede de transporte na sua área de influência ou de impacto. Muitas vezes ele é aplicado apenas a área de influência diretamente impactada e contramedidas para os potenciais impactos negativos são específicos para o desenvolvimento.

De acordo com Sharmeen *et al.* (2012), a análise do impacto do tráfego é o meio-chave para harmonizar o planejamento de transporte e uso do solo. Idealmente, os estudos de impactos viários devem acompanhar os empreendimentos que tem o potencial para impactar significativamente a rede de transporte. Em cidades desenvolvidas os estudos têm sido realizados rotineiramente, mas em cidades em desenvolvimento, tais estudos têm sido utilizados a partir da última década (Limapornwanitch *et al.*, 2005).

No Brasil, como é o caso da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, tem sido utilizado de um roteiro para elaboração de impacto na infraestrutura urbana de circulação. Conforme a BHTRANS (2009), o Relatório de Impacto na Infraestrutura Urbana de Circulação – RIC tem o objetivo de oferecer um referencial sobre o empreendimento de impacto em licenciamento ambiental, que permita aos técnicos envolvidos, conhecer, avaliar, quantificar e delimitar o alcance dos impactos gerados pela implantação do empreendimento no sistema viário e, a partir dessa avaliação, determinar as medidas mitigadoras dos impactos negativos, necessárias para garantir a qualidade da circulação urbana no local (ou, se for o caso, as medidas compensatórias).

Com este pano de fundo da pesquisa, o objetivo deste estudo é o de oferecer um referencial sobre os impactos gerados pela implantação de empreendimentos em centros urbanos e propor o uso dos semáforos no controle de tráfego com uma das medidas mitigadoras dos impactos negativos.

O artigo está estruturado da seguinte maneira: o item 2 expõe a contextualização dos estudos de impactos viários e os aspectos de interesse quanto a prática de elaboração desses estudos. O item 3 trata dos impactos gerados por esses estudos e da proposição de medidas mitigadoras. Em seguida, o item 4 apresenta o uso dos semáforos no controle de tráfego como uma das medidas mitigadoras de impacto, seguindo-se as conclusões.

2. ESTUDOS DE IMPACTOS VIÁRIOS

A análise de impacto de tráfego é um estudo que avalia os efeitos que o tráfego de um determinado empreendimento terá sobre a rede de transporte na comunidade. Estes estudos variam na sua gama de detalhe e complexidade, dependendo do tipo, tamanho e localização do empreendimento.

O que se busca neste artigo é a análise sobre os impactos gerados pela implantação de empreendimentos e a proposição do uso dos semáforos no controle de tráfego urbano como

uma das medidas mitigadoras. Para tanto, antes de destacar a mitigação dos impactos gerados, se faz necessário contextualizar os estudos de impactos viários e analisar a prática internacional quanto à realização desses estudos.

2.1 Contextualização dos Estudos de Impactos Viários

Os estudos de impacto viário devem acompanhar os empreendimentos que tem o potencial de impactar a rede de transporte. Eles são importantes para auxiliar os órgãos públicos na tomada de decisões de uso da terra. Esses estudos podem ser utilizados para ajudar a avaliar se o empreendimento é apropriado para um local e determinar qual o tipo de melhoria de transporte poderá ser necessário (Edwards, 2000).

De modo em geral, os estudos de impacto viário ajudam às comunidades a:

- Prever o tráfego adicional associado com o novo empreendimento, com base em práticas aceitas.
- Determinar as melhorias que são necessárias para acomodar o novo empreendimento.
- Ajudar as comunidades na tomada de decisão com relação ao uso da terra.
- Auxiliar na alocação de recursos escassos para áreas que necessitam de melhorias.
- Identificar potenciais problemas com o empreendimento proposto que pode influenciar a decisão do desenvolvedor.
- Permitir a comunidade o acesso e a avaliação dos impactos que uma proposta de um novo empreendimento pode ter.
- Ajudar a garantir condições seguras de tráfego e razoáveis nas ruas após o empreendimento ter sido totalmente implantado.
- Reduzir os impactos negativos relacionados com a evolução, ajudando a garantir que a rede de transporte pode acomodar o empreendimento.
- Fornecer orientação aos tomadores de decisão da comunidade e os desenvolvedores com relação aos impactos esperados.

É importante ressaltar que um estudo de impacto viário não é necessário para todo e qualquer empreendimento. Os empreendimentos que não são susceptíveis de gerar tráfego significativo geralmente não precisam de uma avaliação do impacto do tráfego. Uma das abordagens para determinar se uma análise do impacto do tráfego deve ser exigida para um projeto de desenvolvimento é o uso de dados de geração de viagem. A geração de viagem de um projeto de um empreendimento é essencialmente o número de viagens de entrada e saída de veículos que se espera ser gerados pelo empreendimento durante um dia normal ou durante o tráfego na hora de pico.

Geralmente, uma análise de tráfego deve ser feita sempre que um empreendimento deverá gerar 100 (cem) ou mais novas viagens de entrada ou de saída durante as horas de pico, o que atende a prática recomendada pelo *Institute of Transportation Engineers – ITE*.

Mesmo que um empreendimento não gere o nível limiar de viagens, uma análise de tráfego pode ainda ser necessária nas seguintes condições:

- Alto volume de tráfego nas estradas circundantes que afetam o movimento de acesso ao empreendimento proposto.
- Distância de visibilidade inadequada nos pontos de acesso
- A proximidade dos pontos de acesso propostos para outras unidades existentes ou interseções.
- Um desenvolvimento que inclui uma operação de *drive-through*.

2.2 Aspectos de interesse quanto à elaboração do estudo

Com relação à prática internacional, os critérios usados para a realização desse estudo são distintos, porém, em sua maioria estão baseados no conceito de geração de viagens.

A previsão da demanda gerada pelo empreendimento é fundamental, seja para estabelecer a sua viabilidade financeira, seja para dimensionar suas instalações, seja também para definir as necessidades de espaço viário e de serviços de transportes, indispensáveis para os deslocamentos e as viagens adicionais ao local (Portugal e Goldner, 2003).

Segundo Clemente (1994), o porte do empreendimento define a capacidade de produção de bens ou serviços que determinam um máximo de atendimento da demanda e, consequentemente, o total de viagens geradas e atraídas.

Os Estados Unidos da América (EUA), por exemplo, lideram a prática internacional quanto à realização dos Estudos de Impactos Viários. Neste país, o estudo será exigido, em geral, para empreendimentos que geram 1.000 (mil) ou mais viagens diárias em um dia da semana ou 100 (cem) ou mais viagens durante a hora de pico (VTPO, 2009). Já no estado de Virginia não é especificado um número mínimo de viagens para o qual o estudo deverá ser realizado (VDOT, 2008). E no estado da California, usa-se o nível de serviço como uma análise em um meio efetivo para analisar a eficiência de rodovias (Caltrans, 2002). Porém, na cidade de Redding, California, no entanto, o estudo de impacto viário é necessário quando um projeto poderia potencialmente causar um aumento substancial no tráfego em relação aos níveis de tráfego e capacidade do sistema da via, ou seja, quando um projeto acrescentaria 35 ou mais viagens de veículos novos para ruas da cidade durante a hora de pico (Abshier, 2009).

O âmbito de análise das etapas adotadas irá variar com cada estudo e a complexidade ou magnitude dos impactos de um projeto normalmente ditam os cenários necessários para analisar o projeto.

De modo em geral, nota-se uma preocupação em atender pelo menos essa sequência: estudos preliminares; estudos das condições de tráfego atual; estudos da geração de tráfego local;

estudos da distribuição de tráfego local; projeção de tráfego na área de entorno; alocação de tráfego; e discussão das condições futuras de tráfego.

No Brasil, mais precisamente na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, tem-se um roteiro proposto de elaboração de estudo de impacto viário conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Etapas adotadas do Estudo de Impacto Viário de Belo Horizonte, MG.

| Etapas adotadas | Descrição |
|--|--|
| Informações gerais | Identificação – Localização do empreendimento. Identificação - Empreendedor / Responsável Técnico. Documentação. |
| Perfil do empreendimento | Descrição das atividades e áreas. Informações operacionais / funcionais. Geração de viagens. Pesquisas – Diretrizes gerais. |
| Acessibilidade ao empreendimento | Macroacessibilidade. Área de influência. Microacessibilidade. Circulação de pedestres. Transporte coletivo – Táxi – Transporte escolar. |
| Análise dos parâmetros internos e do projeto arquitetônico | Parâmetros internos (Vagas de estacionamento, faixas de acumulação, vagas para carga e descarga, etc). Levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral. Informações sobre regularização da edificação. Projeto arquitetônico. |
| Análise dos parâmetros externos / impactos gerados | Análise da capacidade viária e do nível de serviço – Situação atual. Previsão da demanda futura de tráfego. Alocação das viagens geradas. Avaliação dos impactos no sistema viário e de transporte. |
| Conclusões | Considerações finais. |

Fonte: Adaptação de BHTRANS (2009).

Tal roteiro proposto na cidade de Belo Horizonte é somente um guia de referência, na medida em que permite uma melhor compreensão dos dados e aprofundamentos necessários na elaboração e apresentação dos estudos pelos consultores, visando maior agilidade na análise dos relatórios.

Santos e Gouvêa (2012), utilizaram o modelo de quatro etapas de modo a inferir sobre a avaliação do impacto na circulação viária ocasionado por um empreendimento misto composto de lojas comerciais e de escritórios da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. O procedimento clássico para planejamento de transportes para o estudo em questão compreendeu inicialmente uma coleta de dados. De posse dos mesmos partiu-se para fase de identificação da demanda futura de tráfego, utilizando-se para isto o modelo de 4 (quatro) etapas, que cumpre as funções de estimar a demanda de tráfego gerado, distribuí-la no espaço geográfico, dividi-la entre os modos de transporte disponíveis e alocá-la na rede de transporte,

respectivamente. Para tanto, todas as etapas, já exemplificadas, foram adotadas no estudo de impacto viário do empreendimento de modo a se atingir o objetivo do estudo.

3. IMPACTOS GERADOS E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS

Existe uma ligação entre um projeto de um empreendimento e um significativo impacto de tráfego na medida em que o empreendimento causa uma piora do nível de serviço em qualquer cenário de análise. Para tanto, o estudo deve fornecer uma relação entre um projeto e os impactos de tráfego para instalações dos empreendimentos. O estudo deve também estabelecer a proporcionalidade entre as medidas de mitigação e os impactos de tráfego.

O relatório fará recomendações viáveis que reduzam os impactos significativos do projeto para um nível menos impactante. O relatório deve identificar claramente a responsabilidade pela implementação de cada recomendação. A duração para a implementação das recomendações específicas deve ser identificada no relatório, quer seja por ano estimada ou limiar de desenvolvimento. O relatório deve fornecer uma análise de nível de serviço de mitigações de projetos recomendados.

As medidas a serem adotadas dependerão dos impactos causados pelo empreendimento na infraestrutura urbana de circulação e, portanto, nem todos os itens propostos serão utilizados:

- Plano de circulação.
- Implantação e alargamento de vias.
- Implantação de obras de arte.
- Implantação de alterações geométricas.
- Implantação de melhorias de pavimentação.
- Implantação ou manutenção de sinalização horizontal, vertical e semafórica.
- Ajustes na programação semafórica.
- Implantação de medidas moderadoras de tráfego.
- Tratamento para pedestres, ciclistas e pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.
- Apresentação de propostas de adequação do transporte coletivo, escolar e do serviço de táxi.
- Apresentação de propostas de ações complementares (Operacionais, Educativas, Divulgação, Monitoramento e Plano de gestão da mobilidade).

Com base nas medidas apresentadas, e de modo a oferecer uma solução adequada, serão abordados os itens citados relacionados ao uso dos semáforos no controle de tráfego, tais como: implantação ou manutenção de sinalização semafórica; e ajustes na programação semafórica. Tal análise será explanada no capítulo seguinte, na medida em que se enquadra com o enfoque deste artigo, que é propor o uso dos semáforos no controle de tráfego com uma das medidas mitigadoras dos impactos negativos.

4. USO DOS SEMÁFOROS NO CONTROLE DE TRÁFEGO

Neste capítulo serão apresentadas informações sobre a obtenção dos dados necessários à tomada de decisão sobre a implantação de sinalização semafórica, ajustes na programação semafórica e programação em situações de congestionamento de modo a reduzir ou acabar com os impactos de tráfego advindos da implantação de novos empreendimentos.

4.1 Implantação de sinalização semafórica

A sinalização semafórica é uma das alternativas para o gerenciamento de conflitos em interseções ou em meio de quadra. Antes de decidir pela implantação de sinalização semafórica, deve ser avaliada sua efetiva necessidade, considerando a viabilidade da adoção de outras medidas alternativas.

Segundo o DENATRAN (1984), antes de se proceder ao estudo de justificativas para utilização do semáforo, o técnico deve considerar a viabilidade de aplicação das seguintes medidas:

- Melhoria na sinalização vertical e horizontal.
- Remoção de interferências que prejudiquem a visibilidade da sinalização.
- Mudança na geometria da interseção.
- Melhoria na iluminação.
- Controle das velocidades de aproximação.

O uso apropriado da sinalização semafórica produz impactos positivos no controle de trânsito, apresentando muitas vantagens. Entretanto, quando utilizada de forma inadequada, contrariando os princípios da sinalização de trânsito, apresenta consequências que causam prejuízos ao desempenho e segurança do trânsito.

Na Tabela 2 são apresentadas as principais consequências da implantação da sinalização semafórica, quando justificada e não justificada por critérios técnicos.

Tabela 2: Consequências da implantação da sinalização semafórica.

| Implantação justificada | Implantação não justificada |
|--|--|
| Aumento da segurança viária. | Aumento de ocorrência de acidentes de trânsito. |
| Melhoria da fluidez do trânsito. | Imposição de atrasos excessivos. |
| Controle do direito de passagem dos movimentos de veículos e pedestres com a consequente redução de conflitos. | Indução ao desrespeito à sinalização à ociosidade na operação. |
| Redução de atrasos. | Descredito em relação à sinalização. |
| Credibilidade por parte dos usuários em relação à sinalização. | Gastos desnecessários de recursos públicos. |

Fonte: CONTRAN (2014)

Os critérios que justificam a implantação de um semáforo, não são absolutos e servem apenas como guia geral para análise da necessidade de instalação, referem-se a:

- Volumes veiculares mínimos em todas as aproximações da interseção.
- Interrupção de tráfego contínuo.
- Volumes conflitantes em interseções de 5 (cinco) ou mais aproximações.
- Volumes mínimos de pedestres que cruzam a via principal.
- Índice de acidentes e os diagramas de colisão.
- Melhoria de sistema progressivo.
- Controle de áreas congestionadas.
- Combinação de critérios.
- Situações locais específicas.

Além disso, deve-se ressaltar que nem sempre o semáforo é a solução adequada para problemas de movimentos conflitantes, e sua implantação deve ser plenamente justificada, após ampla discussão de soluções menos custosas e menos radicais.

4.2 Ajustes na programação semafórica

Para a situação em que uma interseção semafórica existente for crítica, pode ser que um simples ajustamento da programação semafórica resolva o problema quanto ao grau de saturação da interseção.

Neste caso, devem ser utilizados os resultados obtidos de Pesquisas de Contagem Volumétrica Classificada (CVC) para a análise da situação atual *sem* o empreendimento bem como o impacto futuro (*sem* e *com* o empreendimento) nas interseções. Os valores dos volumes de tráfego devem ser os valores encontrados na hora de pico de modo a determinar o grau de saturação em cada uma das interseções de interesse.

Também deve ser verificado qual o melhor tipo de controle deve ser proporcionado pela sinalização semafórica em análise. O primeiro tipo é o controle em tempo fixo e o segundo tipo é o controle atuado pelo tráfego, que possuem níveis distintos de resposta a variações observadas nos movimentos controlados.

O controle em tempo fixo utiliza planos semafóricos calculados com base em dados de tráfego disponíveis, obtidos por contagens volumétricas e outros levantamentos de campo. As contagens volumétricas, sempre que possível, devem ser classificatórias. O controle pode ser efetuado com base em um único plano semafórico, ou na adoção de planos específicos para atender a demanda de tráfego histórica de períodos distintos do dia e de diferentes dias da semana. Ao longo do período de ação de um plano semafórico, o tempo de ciclo, a sequência de estágios, a duração dos intervalos luminosos e a defasagem, no caso das redes semafóricas, são mantidos constantes.

Os principais tipos de controle atuado pelo tráfego são: semiatuado e totalmente atuado. O controle semiatuado é, em geral, empregado em cruzamentos de vias de grande volume (vias principais) com vias de baixo volume de tráfego (vias secundárias). Nesse tipo de controle a indicação verde é dada continuamente para os veículos da via principal, sendo interrompida quando detectores implantados nas aproximações da via secundária indicarem a presença de veículos motorizados. Já no controle totalmente atuado decorre do monitoramento da demanda de tráfego na interseção, mediante a implantação de detectores de tráfego em todas as suas aproximações, permitindo alterações nos tempos dos estágios. O princípio básico do funcionamento em modo totalmente atuado é o da determinação do tempo de verde associado a cada estágio de sinalização, variando entre um valor mínimo e um valor máximo pré-estabelecido.

Dependendo do tamanho da área de influência afetada pelos impactos decorrentes da operação do empreendimento, contendo a rede viária e os sentidos de circulação, pode acontecer de o projetista ter que decidir entre duas estratégias básicas de controle: controle isolado ou controle em rede.

No controle semafórico isolado, cada interseção é controlada independentemente das demais, ou seja, não ocorre nenhum tipo de coordenação semafórica. Nesse caso, a definição da programação semafórica leva em conta apenas a demanda (histórica ou atual) do tráfego em todas as aproximações. Essa estratégia pode comprometer seriamente o desempenho da circulação do tráfego em situações onde as interseções controladas por sinalização semafórica estiverem muito próximas entre si.

O controle em rede pode visar o aumento do desempenho da circulação do tráfego ao longo de uma rede aberta ou de uma rede fechada. O controle em rede aberta visa privilegiar a circulação do tráfego em uma via (ou em um percurso pré-estabelecido) e, por isso, é comumente referido como controle em corredor. O controle em rede fechada, que visa

melhorar o desempenho geral do tráfego em uma determinada região, é denominado controle em área. A estratégia de controle em rede permite a programação da sinalização semafórica visando não somente o desempenho do tráfego em cada interseção, mas, sobretudo, o seu desempenho global ao longo do conjunto de cruzamentos. Esse desempenho é avaliado com base em critérios definidos pelo órgão gestor do trânsito, em função do propósito do controle.

4.3 Programação em situações de congestionamento

O congestionamento nas redes semaforizadas é caracterizado pelo excesso de demanda em relação à capacidade das aproximações de suas interseções. Nas redes congestionadas pode ocorrer formação de filas com comprimento que ultrapassa a extensão do trecho de via entre as interseções semaforizadas. Áreas congestionadas apresentam uma dinâmica operacional diferente das condições não-congestionadas e, portanto, requerem medidas de controle específicas.

Nas situações de redes congestionadas deve ser buscada a maximização da capacidade das aproximações das interseções críticas. Dentre as medidas que podem ser adotadas para este fim, destacam-se:

- Definição de programação semafórica que evite o bloqueio de interseções, mediante o controle da extensão máxima das filas, sobretudo quando esse bloqueio possa comprometer a operação de vias relevantes do sistema viário da cidade, pertencentes ou não à rede considerada;
- Adoção de medidas para aumentar o fluxo de saturação das aproximações, tais como: eliminação de alguns movimentos de conversão; proibição de estacionamento junto às interseções; implantação de faixa reversível; alteração de geometria; realocação de paradas de ônibus, etc.

No estudo de Santos e Gouvêa (2012), por exemplo, foram sugeridas medidas para aumentar o fluxo de saturação das aproximações analisadas. Foi observado que adequações no sistema viário deveriam ser feitas tendo em vista que uma interseção semafórica foi identificada com problemas restrição de capacidade desde a situação atual. Essa situação se agravaría tanto nas situações futuras *sem* e *com* o empreendimento. De forma a minimizar o valor do grau de saturação encontrada para a interseção, foi recomendada como medida mitigadora o aumento da capacidade da aproximação, sendo recomendável a retirada das vagas de estacionamentos paralelos na rua em análise, e ainda a remoção de obstáculo, que no caso em questão, fazia parte da calçada, conforme ilustra a Figura 1.

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro



Figura 1: Exemplo de medida mitigadora em interseção semafórica
Fonte: Santos e Gouvêa (2012).

Tal medida decorre de que o fato de implantar a 4^a (quarta) faixa faz com que a capacidade efetiva da aproximação em questão aumente consideravelmente o seu valor. Nessa nova configuração, vale ressaltar que o tráfego local não estaria operando no limite da capacidade de tráfego.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com o que foi mencionado neste artigo, a finalidade de um estudo de impacto viário é fornecer aos formadores de opinião de informação suficiente sobre os impactos de um projeto sobre o sistema de transporte e para determinar as medidas mitigadoras apropriadas.

Foi observado que os Estados Unidos da América (EUA) lideram a prática internacional quanto a realização dos Estudos de Impactos Viários e que o critério utilizado para a realização deste estudo, em geral, se dá para empreendimentos que geram 1.000 (mil) ou mais viagens diárias em um dia da semana ou 100 (cem) ou mais viagens durante a hora de pico.

No cenário nacional, tem-se que o país já incorpora em algumas localidades, como é o caso de Belo Horizonte, Minas Gerais, de um roteiro para elaboração de impacto na infraestrutura urbana de circulação. A recomendação é que assim como o que já acontece nos EUA, em que se tem estudos de impactos viários em praticamente todos os estados, seria o de acontecer no Brasil também. Belo Horizonte, conforme mencionado, já contempla de um modelo de orientação de estudo e o mesmo pode ser utilizado para as demais cidades brasileiras, cabendo aos responsáveis pela elaboração do relatório efetuar os devidos ajustes, observadas as especificidades de cada atividade e o porte do empreendimento.

Por outro lado, foi identificada a relação entre os estudos de impactos viários e o uso dos semáforos no controle de tráfego como fator de mitigação de impacto e foi identificado que o uso dos semáforos pode ser utilizado de 3 (três) diferentes formas de tomada de decisão: implantação de sinalização semafórica, ajustes na programação semafórica e programação em situações de congestionamento. Tais medidas devem ser analisadas para cada caso, mas todas impactam diretamente na redução ou anulação dos impactos de tráfego advindos da implantação de novos empreendimentos.

Essa inter-relação faz sentido na medida em que um novo empreendimento a ser instalado ou mesmo um polo gerador de viagens (PGV) gera impactos de tráfego em sua área de influência direta e justificam a imposição de medidas mitigadoras de impactos, como é o caso da sinalização semafórica.

Exemplos da aplicação dessa prática do uso dos semáforos no controle de tráfego como fator de mitigação de impactos negativos oriundos de estudos de impactos viários já são realizados no Brasil, como foi o caso de Belo Horizonte, Minas Gerais, e o almejado é que tal medida seja mantida apropriada ao longo do tempo e possa servir de recomendação para estudos futuros e de demais localidades.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da CAPES pelo suporte financeiro sob a forma de bolsas de mestrado e de produtividade em pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abshier, J. C. (2009) *Traffic Impact Analysis Guidelines*. Cidade de Redding, California. Departamento de Serviços de Desenvolvimento. Redding, California, EUA.
- BHTRANS (2009) *Roteiro para elaboração de relatório de impacto na infraestrutura urbana de circulação - RIC*. BHTRANS - Prefeitura de Belo Horizonte. Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Caltrans (2002) *Guide for the preparation of Traffic Impact Studies*. Estado da California - Departamento de Transportes. California, EUA.
- Clemente, A. (1994) *Economia regional e urbana*. São Paulo: Editora Atlas S.A. São Paulo, SP.
- CONTRAN (2014) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. Volume V – Sinalização Semafórica.
- DENATRAN (1984) *Manual de Semáforos*. Ministério da Justiça, Departamento Nacional de Trânsito, 2^a edição, Brasília, DF.
- Edwards, M. M. (2000) *Development Impact Analysis*. University of Wisconsin - Madison, EUA.
- Limapornwanitch, K.; Hokao, K.; Montablo, C. M. e Fukuda, A. (2005) The implementation of traffic impact assessment in South-east Asian cities: case studies of Thailand and the Philipines. *Journal of Eastern Asia Society for transportation studies*, Vol-6, pp: 4208-4223, 2005.
- Portugal, L. S. e Goldner, L. G. (2003) *Estudos de polos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes*. São Paulo, SP.
- Regidor, J. R. F. e Teodoro, R.V. R. (2005) Traffic impact assessment for sustainable traffic management and transportation planning in urban áreas. *Journal of Eastern Asia Society for transportation studies*, Vol-5, pp: 2342-2351, 2005.



21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

- Santos, T. S. e Gouvêa, R. G. (2012) Análise de um polo gerador de tráfego, edifício misto (lojas comerciais e de escritórios) de Belo Horizonte. *Revista dos Transportes Públicos - ANTP* - Ano 35 - 2012 - 3º quadrimestre.
- Sharmeen N.; Sadat, K.; Zaman, N. e Mitra, S. K. (2012) Developing a Generic Methodology for Traffic Impact Assessment of a Mixed Land Use in Dhaka City. *Journal of Bangladesh Institute of Planners*. Vol. 5, December 2012, pp. 00-00, Bangladesh Institute of Planners. Dhaka, Bangladesh.
- VDOT (2008) *Organization of a Traffic Impact Analysis Report*. Virginia, EUA.
- VTPO (2009) *Transportation Impact Analysis*. Florida, EUA.

ANÁLISE DO PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DOS SENsoRES DE TRÁFEGO NA REDE DE TRANSPORTES COM AUXíLIO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

Victor Hugo Souza de Abreu

Gladyston Mattos Ribeiro

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE)

RESUMO

O presente artigo buscou desenvolver uma metodologia de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) aplicável ao problema de localização dos sensores de tráfego na rede de transportes (PLSR), com o objetivo de analisar inovadoras técnicas de otimização e métodos de solução, elaborados durante os últimos dez (10) anos, tendo em vista a relevância do assunto para o planejamento e gerenciamento do sistema de transporte e a inexistência de pesquisas relacionadas a investigação do problema no Brasil.

PALAVRAS CHAVE: Pesquisa Operacional; Revisão Bibliográfica Sistemática; e Problema de Localização dos Sensores na Rede;

ABSTRACT

This paper aims to develop a methodology Systematic Literature Review (SLR) applicable to the Network Sensor Location Problem (NSLP), in order to analyze innovative mathematical optimization techniques and solution methods elaborated during the last ten (10) years in view of the relevance of the subject to the planning and management of the transportation systems and the lack of research on the problem in Brazil.

1. INTRODUÇÃO

Por meio dos sensores de tráfego é possível suprir a necessidade de informações relativas às viagens de cargas e de passageiros e de volumes de veículos nas principais vias nacionais. Os dados obtidos pelos sensores fornecem informações essenciais sobre as distribuições das viagens rodoviárias e os padrões sócio espaciais das zonas de tráfego. Assim, é possível realizar, por meio de estudos técnicos específicos, o planejamento adequado e necessário ao desenvolvimento do setor de transportes, inclusive, a avaliação de investimentos e alocação de recursos para infraestrutura viária. No entanto, para que exista confiabilidade nas informações a serem obtidas, tanto relativo à quantidade quanto à qualidade das informações, são necessários estudos específicos, uso de sistemas, modelos e eventos de campo com alto grau de complexidade logística e operacional, principalmente, quando se considera a abrangência territorial e diversidade socioeconômica e de infraestrutura presente nas cinco regiões brasileiras.

Uma atividade importante nas pesquisas de tráfego consiste na definição dos locais de instalação dos sensores de contagem de veículos. Tais locais, além de serem posicionados em pontos estratégicos, com representativos volumes de tráfego, devem permitir a obtenção de dados confiáveis. Por outro lado, as pesquisas de tráfego são custosas, necessitam de mão de obra específica e possuem orçamento reduzido, dessa forma, deve-se localizar os sensores na rede de transportes tal que os dados obtidos sejam significativos e úteis para determinar até

mesmo o volume de tráfego nos links não contemplados pelos sensores- caso de observação parcial.

Nesse sentido, o artigo desenvolvido tem como objetivo obter, a partir da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), embasamento bibliográfico qualificado e aplicável ao estudo do problema de localização dos sensores, de modo a apresentar e descrever os principais estudos internacionais a respeito do assunto e tentar incorporá-los a realidade brasileira. No capítulo 2 será realizado um breve estudo sobre a pesquisa operacional (PO), uma vez que os artigos analisados tratam sobre as técnicas de otimização e os métodos de solução relacionados ao problema investigado e o entendimento dessa área de Engenharia de Produção contribuirá para uma análise mais crítica e eficaz. O capítulo 3 trata dos principais aspectos da RBS, o 4 discretiza as suas fases de desenvolvimento, o 5 apresenta os seus resultados e o 6 analisa e discute esses resultados. E por fim, o capítulo 7 apresenta as considerações finais e o 8, as referências bibliográficas.

2. PESQUISA OPERACIONAL

“Pesquisa Operacional é uma metodologia de estruturar processos aparentemente não estruturados por meio da construção de modelos. Utiliza um conjunto de técnicas quantitativas com o intuito de resolver os aspectos matemáticos dos modelos” (Ehrlich, 1991).

Um estudo de pesquisa operacional geralmente envolve as seguintes fases: definição do problema, construção do modelo, obtenção da solução do modelo, validação do modelo e implantação e acompanhamento da solução (manutenção).

3.1 Definição do Problema

Determinação do escopo do problema sob investigação, buscando identificar, segundo Cordeiro (2009), três elementos primordiais: (1) descrição das alternativas de decisão; (2) determinação do objetivo do estudo; e (3) especificação das limitações do sistema.

3.2 Construção do Modelo

Um modelo matemático pode ser definido como uma representação ou interpretação simplificada da realidade ou a interpretação de um fragmento de um sistema, conforme uma estrutura de conceitos mentais ou experimentais. Dessa forma, um modelo pode ser mais ou menos complexo dependendo da realidade que representa.

A modelagem deve representar através de expressões matemáticas a essência do problema real a ser investigado. Em um modelo matemático são incluídos três conjuntos principais de elementos: (1) Variáveis de decisão e parâmetros: variáveis de decisão são as incógnitas a serem determinadas pela solução do modelo e podem ser contínuas ou discretas. Parâmetros são valores fixos no problema e podem ser determinísticos ou probabilísticos; (2) Restrições: limitam as variáveis de decisão a seus valores viáveis e podem ser lineares ou não-lineares; e

(3) Função objetivo: é a função matemática que modela o problema propriamente dito em função das variáveis de decisão.

As principais técnicas necessárias à modelagem dos problemas de otimização são: (1) Programação Linear: o modelo é representado por uma função linear das variáveis (função objetivo) e equações ou inequações lineares (restrições); (2) Programação Linear Inteira: as variáveis só podem assumir valores inteiros; (3) Programação Linear Inteira Mista: as variáveis podem assumir tanto valor inteiro quanto valor fracionado; (4) Programação Linear Inteira Binária: representam um caso especial da programação inteira onde os valores assumidos pelas variáveis devem ser 0 ou 1; (5) Programação Dinâmica: utilizada em modelos onde o problema completo pode ser decomposto em subproblemas menores; (6) Programação Estocástica: aplicada a uma classe especial de modelos onde os parâmetros são descritos por funções de probabilidade; (7) Programação Não-Linear: utilizada em modelos contendo funções não-lineares; (8) Teoria dos Jogos: formulação matemática para a estratégia e a análise de conflitos (oposição de forças, interesses ou pessoas); (9) Teoria das Filas: tem como foco prever o comportamento das filas, ou seja, preocupa-se com o tempo médio de espera dos clientes a um determinado serviço, buscando modelar tais situações; e (10) Teoria dos Grafos: um grafo é uma noção simples e abstrata utilizada para representar a ideia de relação entre “elementos”.

3.3 Obtenção da Solução do Modelo

Com a construção do modelo matemático, parte-se para a obtenção de uma solução. De acordo com Stefanello (2011), os problemas de otimização são normalmente fáceis de serem descritos, mas difíceis de resolver. Essa dificuldade reside no objetivo de encontrar uma solução que receba a melhor avaliação possível e, ao mesmo tempo, consiga satisfazer todas as restrições impostas. Os métodos matemáticos utilizados para encontrar uma solução viável do problema podem ser divididos em: exatos, heurísticos, meta- heurísticos e híbridos, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1: Métodos de Solução.

| Método de Solução | Aspectos Importantes |
|-------------------------|---|
| Exatos | São procedimentos que garantem a obtenção da solução melhor possível, solução ótima. No entanto, estes métodos costumam ser eficientes apenas em instâncias de pequeno e médio porte, pois o tempo de execução computacional, frequentemente, aumenta com o tamanho da instância, o que restringe o uso prático destes algoritmos |
| Heurísticos | São procedimentos cujo o objetivo principal é encontrar soluções de boa qualidade, muitas vezes melhores que as conhecidas, mas com um baixo custo computacional, ou seja, de forma rápida e sem envolver a implementação de um conhecimento especializado |
| Meta-Heurísticos | São procedimentos que procuram encontrar uma boa solução para um determinado problema, eventualmente a ótima, alternando procedimentos de intensificação e de diversificação com o objetivo de fugir (escapar) de ótimos locais |

| Método de Solução | Aspectos Importantes |
|-------------------|---|
| Híbridos | São procedimentos que podem ser obtidos: (1) conjugando várias meta-heurísticas em um mesmo algoritmo; (2) conjugando a meta-heurística com métodos de busca local; (3) conjugando Meta-heurística com Métodos Exatos de Programação Matemática: Matheuristics; |

3.4 Validação do Modelo

A validação do modelo é a confirmação de que ele realmente representa o sistema real. A diferença entre a solução real e a solução proposta pelo modelo depende diretamente de sua precisão em descrever o comportamento original do sistema. Se todas as características relevantes do problema tiverem sido levadas em conta na modelagem, a solução obtida será implementável. Caso contrário, um novo ciclo de modelagem e obtenção de solução terá de ser desenvolvido.

3.5 Implantação e acompanhamento da solução (manutenção)

Para Rocha, Raggi & Santos (2005), se o estudo realizado e as recomendações forem aceitos pela organização, parte-se para a fase de implementação da solução, a qual deve ser constantemente monitorada, e atualizada dinamicamente, fazendo-se mudanças quando necessárias.

3. PRINCIPAIS ASPECTOS DA RBS

A revisão bibliográfica sistemática (RBS) tem como objetivo identificar, avaliar e integrar todos os resultados de estudos individuais relevantes e de boa qualidade que abordam uma ou mais questões relacionadas ao estudo proposto. "Métodos sistemáticos são utilizados para evitar viés (erros tendenciosos) e possibilitar uma análise mais crítica dos resultados, facilitando uma síntese conclusiva" (Sampaio & Mancini, 2007). A RBS requer, como qualquer estudo, uma questão clara, critérios de seleção bem definidos - de modo a garantir a qualidade dos estudos sintetizados e possibilitar a reprodução por outrem - e uma conclusão que forneça novas informações com base no conteúdo garimpado (Thomas, Nelson & Silverman, 2012).

Durante a RBS devem ser utilizadas fontes que fundamentam a presença do problema sob investigação (Barnes, 2005). Isso permitirá que o pesquisador forneça um sólido argumento relacionado à necessidade do estudo, bem como o ponto onde a literatura se encaixa com o objetivo estipulado. Além disso, o uso da literatura deve fornecer os motivos de legitimação das questões estabelecidas, bem como validar a abordagem proposta no estudo (Levy & Ellis, 2006).

Nem tudo o que é abordado na literatura é de igual rigor (Ngai & Wat, 2002). Apenas, a literatura de qualidade estimula estudos adicionais de investigação e proporciona a validação da teoria original proposta pelo estudo (Barnes, 2005). Observa-se que, para a revisão da literatura, "qualidade significa amplitude e profundidade adequada, rigor e coerência, clareza e brevidade, e análise eficaz e síntese" (Hart, 1998). A construção de uma sólida fundamentação teórica baseada em recursos de qualidade permite aos pesquisadores aprimorar as explicações,

bem como compreender os problemas e aplicar as soluções mais adequadas (Levy & Ellis, 2006).

4. FASES DE DESENVOLVIMENTO DA RBS

O roteiro da revisão bibliográfica sistemática (RBS) utilizado nesse artigo baseou-se em Conforto, Amaral & Silva (2011) que adaptou modelos, de diversas áreas do conhecimento, como o proposto por Levy & Ellis (2006), Biolchini et al. (2007) e Dyba & Dingsøyr (2008) para facilitar os estudos e obter resultados mais confiáveis sobre as pesquisas relacionadas à área de gestão de operações. É importante salientar que embora o foco do presente referencial esteja em uma área distinta, as etapas desenvolvidas por Conforto et al (2011) servem para realizar um estudo sólido a respeito do problema de localização dos sensores na rede de transportes, objetivo desse projeto. Assim como estabelecido por Levy & Ellis (2006), Conforto et al (2011) dividiu a RBS em três principais fases que serão descritas a seguir.

4.1 Fase de Entrada

Na fase de Entrada estão presentes etapas que precisam ser atentamente bem definidas de modo a obter informações confiáveis e aplicáveis ao estudo. Levy & Ellis (2006) indica que em qualquer abordagem sistemática que a entrada estiver incorreta, de baixa qualidade ou irrelevante, os resultados obtidos na fase de saída serão ineficazes, independentemente da qualidade da fase de processamento. As etapas de desenvolvimento da fase de entrada, com suas respectivas descrições e aplicações no estudo encontram-se na tabela 2.

Tabela 2 – Etapas da Fase de Entrada.

| Fase | Etapas | Descrição da Etapa | Aplicação no Artigo |
|----------------|-----------------------------------|---|---|
| Entrada | Identificação do problema | Os objetivos devem ter clareza e serem factíveis | Objetivo: Avaliação do problema de determinação da localização dos sensores de contagem tráfego na rede de transportes |
| | Determinação das fontes primárias | As fontes primárias serão úteis para a definição das palavras-chave e identificação dos principais autores e materiais relevantes | Fontes Primárias: "A Generalized Sensor Location Model for the Estimation of Network Origin-Destination Matrices" e "Locating Sensors to Observe Network Arc Flows: Exact and Heuristic Approaches" |

| Fase | Etapas | Descrição da Etapa | Aplicação no Artigo |
|----------------|-----------------------------------|---|--|
| Entrada | Determinação das Strings de busca | É necessário identificar as palavras e termos referentes ao tema de pesquisa. Isso pode ser feito a partir do estudo preliminar das fontes e também por consulta a especialistas e pesquisadores | Strings de Busca: "Network Sensor Location Problem" |
| | Critérios de inclusão | Para a definição dos critérios de inclusão é preciso levar em conta os objetivos da pesquisa | Critérios de Inclusão: ano de publicação do artigo (2006 a 2016) e enquadramento com o objetivo proposto. |
| | Critérios de qualificação | Principais elementos observados: método de pesquisa utilizado, a quantidade de citações do artigo, o fator de impacto da revista que o artigo foi publicado, dentre outros | Critérios de Qualificação: referência bibliográfica bem fundamentada, relevância do estudo, fator de impacto da revista, método de solução do problema de otimização e teste do método em redes. |
| | Método e ferramentas | A definição do método de busca e ferramentas envolve definir as etapas para a condução das buscas, definir os filtros de busca, como será realizado a busca nos periódicos e bases de dados, etc. | Método de Buscas: iterativo, ou seja, contemplando ciclos que favoreceram o aprendizado, refinando a busca, e buscas cruzadas, a partir de referenciais citados nos artigos encontrados |

4.2 Fase de Processamento

Na segunda etapa de desenvolvimento da RBS, denominada Fase de Processamento, são realizadas as buscas, a leitura, a documentação e o arquivamento dos artigos selecionados para o estudo, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Etapas da Fase de Processamento.

| Fase | Etapas | Descrição da Etapa | Aplicação no Artigo |
|----------------------|---------------------|---|--|
| Processamento | Condução das buscas | Compreende a busca por base de dados e por periódicos confiáveis a respeito do assunto pesquisado | Os cem (100) artigos mais relevantes na base de dados Science Direct, obtidos pela String de busca, foram avaliados por quatro criteriosos filtros. Após a realização da busca direta, foi realizada a busca cruzada |

| Fase | Etapas | Descrição da Etapa | Aplicação no Artigo |
|----------------------|---|--|---|
| Processamento | Leitura dos periódicos, desenvolvimento de filtros e análise dos resultados | Na filtragem dos artigos, dois aspectos precisam ser considerados: aplicabilidade e qualidade | Filtro 0 (leitura do título e das palavras-chave), Filtro 1 (leitura do resumo), Filtro 2 (leitura da introdução e da conclusão) e Filtro 3 (leitura completa do documento) |
| | Documentação e arquivamento | Informações documentadas: quantidade de artigos encontrados por periódico, quantidade de artigos excluídos, quantidade de artigos encontrados na busca cruzada, entre outras. Esses dados são importantes para refinar as buscas e posteriormente serão úteis para argumentação teórica e embasamento da síntese | Documentação: formulário com os dados dos periódicos incluídos na pesquisa, contendo informações como título do artigo, ano, tipo de estudo, técnica de solução, método de solução, entre outros. O conteúdo permitirá que outros pesquisadores possam fazer uso do material da forma mais otimizada possível |

4.3 Fase de Saída

A última fase da RBS, fase de saída, compreende as etapas de desenvolvimentos de alertas, cadastro dos artigos selecionados no filtro 3 e a síntese dos resultados, como pode ser verificado na tabela 4.

Tabela 4 – Etapas da Fase de Saída.

| Fase | Etapas | Descrição da Etapa | Aplicação no Artigo |
|--------------|----------------------------|---|--|
| Saída | Desenvolvimento de Alertas | Consiste na inserção de “alertas” nos principais periódicos identificados durante a condução da revisão | Alertas: recebimento de e-mails com avisos a respeito de artigos publicados em futuras edições de periódicos que tenham referência com o objetivo do estudo, permitindo rastrear novos modelos e métodos de solução e atualizar o repertório da pesquisa |
| | Cadastro | Os artigos que foram selecionados no Filtro 3, analisados e interpretados serão incluídos no repositório de artigos da pesquisa | Repositório: 18 artigos foram incluídos no Repositório após criteriosos filtros de qualidade e aplicabilidade no estudo |
| | Síntese dos resultados | Nessa etapa elabora-se um relatório que será uma síntese da bibliografia estudada | O representante artigo apresentará a síntese dos resultados |

5. RESULTADOS DA RBS

Antes de apresentar os resultados da pesquisa, que serão expostos em forma de tabela, será realizada uma breve descrição sobre como se deu o processo de verificação da qualidade e da aplicabilidade dos artigos selecionados.

O filtro 0 (leitura do título e das palavras-chave) serviu como parâmetro inicial para selecionar os artigos que seriam baixados e avaliados mais profundamente. É importante salientar que esse filtro não consta no formulário desenvolvido, uma vez que foi considerado como um filtro preliminar, para excluir artigos que não se encaixavam no assunto estudado. Dos cem (100) trabalhados mais relevantes da base de dados do Science Direct, obtidos pela Strings de Busca “*Network Sensor Location Problem*”, trinta (30) foram selecionados.

No filtro 1 (leitura do resumo) dois importantes aspectos foram considerados: tipo de estudo (aplicação, aplicação com revisão ou revisão) e assunto estudado no artigo. Aqueles artigos que não apresentavam uma proposta inovadora para resolução do problema investigado foram excluídos, assim como os que, apesar do título se encaixar com o tema proposto, não estavam diretamente relacionados ao assunto estudado. Dessa forma, foram selecionados 14 artigos.

O filtro 2 (leitura da introdução e da conclusão) verificou se os artigos selecionados apresentavam revisão bibliográfica bem fundamentada, objetivo compatível com o proposto pelo presente estudo e conclusão satisfatória. Nesse filtro, todos os quatorze (14) artigos foram selecionados.

No filtro 3 (leitura completa do artigo) foi realizada uma avaliação rigorosa a respeito da qualidade dos artigos, como a verificação da validade da proposta inovadora, da técnica de otimização utilizada, do método de solução do problema, do desenvolvimento de testes experimentais em redes fictícias e reais que comprovem a validade do modelo ou método de solução proposto, do cumprimento dos objetivos e do surgimento de possíveis lacunas. Mais uma vez, os quatorze (14) artigos analisados foram selecionados no filtro e finalmente incluídos no repositório de pesquisa.

Com os quatorze (14) artigos incluídos, foi realizada uma busca cruzada com o objetivo de obter uma maior quantidade de artigos aplicáveis ao problema. Com isso outros quatro (4) artigos foram escolhidos após passarem pelos quatro (4) filtros mencionados anteriormente. Dessa forma, conforme apresentado na tabela 4, foram incluídos pelos critérios de qualidade e aplicabilidade no estudo dezoito (18) artigos no repositório.

Durante a realização da busca cruzada, uma importante característica foi observada, muitos artigos citavam outros artigos que já compunham o repositório da pesquisa. Esse fato demonstra duas características importantes: (1) os artigos incluídos são de grande importância para o problema analisado e fornecem embasamento para o desenvolvimento de outros estudos; e (2) poucos artigos tratam do assunto estudado. No Brasil, por exemplo, nenhum artigo relacionado ao problema foi encontrado. Na tabela 5, encontra-se um breve resumo do formulário com as principais características dos artigos que compõem o repositório de pesquisa.

Tabela 5: Resumo do Formulário desenvolvido durante a RBS.

| Artigo | País de Origem | Tipo de Estudo | Inovação Proposta | Técnica de Otimização | Método de Solução | Função Objetivo | Considerações Importantes |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|---|------------------------------------|---|--|---|
| Xu et al. (2016) | China EUA Hong Kong Espanha | Aplicação | Desenvolver um modelo robusto de localização dos sensores para determinar o fluxo até mesmo de links não contemplados pelos sensores, considerando as possíveis incertezas | Programação Linear Inteira Binária | Método Meta-Heurístico : Algoritmo Genético | Minimizar o maior número de ligações não observadas | A utilização de diversas redes testes demonstram a aplicabilidade e capacidade de adaptação do modelo proposto. O modelo Min-Max minimiza o maior número de ligações não observadas ligadas a cada nó não centroide, enquanto o modelo de soma Min minimiza o número cumulativo de ligações não observadas conectadas a todos os nós não centroides |
| Rinaldi et al. (2015) | Bélgica Holanda Luxemburgo | Aplicação com Revisão | Explorar o impacto da utilização de algoritmo do caminho mínimo para determinar os conjuntos de rotas necessários para resolver os problemas de observação parcial dos sensores usando relações link-rota | Programação Linear Inteira Binária | Método Heurístico : Algoritmo Guloso | Maximizar o número de variáveis observadas | Os resultados obtidos permitem guiar o desenvolvimento das heurísticas de enumeração de caminho mínimo que maximizam explicitamente a quantidade de informações enviadas por cada caminho adicional, de modo a obter uma solução mais eficaz, e, por conseguinte, mais completa |
| Viti et. al. (2014) | Holanda | Aplicação com Revisão | Apresentar uma nova metodologia e uma métrica intuitiva capaz de quantificar a qualidade de uma solução em caso de observação parcial | Programação Linear Inteira Mista | Método Heurístico | Maximizar a cobertura da rede e reduzir o erro da estimativa sobre os fluxos de viagens não observados | A nova metodologia explora a única conectividade da rede, restringe seu foco para as variáveis independentes, utiliza um sistema métrico inovador, permite classificar as diferentes soluções de observação completa e usa essa métrica para definir heurísticas de busca simples quando um número máximo de sensores é dado |

| Artigo | País de Origem | Tipo de Estudo | Inovação Proposta | Técnica de Otimização | Método de Solução | Função Objetivo | Considerações Importantes |
|-----------------------------|----------------|----------------|--|--|-------------------------------------|---|---|
| Fu et al. (2016) | China EUA | Aplicação | Desenvolver um modelo de localização dos sensores heterogêneos em duas fases | Parte I (Programação Linear Inteira Binária) e Parte II (Teoria dos Grafos) | Método Exato | Minimizar o número de sensores ativos | Três experimentos numéricos mostram que o método de duas fases proposto pode reduzir os custos totais do transporte em sistemas de vigilância sem afetar a qualidade do monitoramento do sistema |
| Hu & Liou (2014) | Taiwan | Aplicação | Propor um modelo generalizado de localização dos sensores na rede e realizar um experimento teste a partir de duas redes: uma hipotética e outra verdadeira simplificada | Programação Não Linear | Método Meta-Heurístico | Maximizar a cobertura da rede | A análise com base em uma rede hipotética (espinha de peixe) e uma rede verdadeira simplificada (NCKU) indicou que as informações do sensor heterogêneo melhoraram acentuadamente os resultados da estimativa da demanda de origem e destino |
| Zangui et al. (2015) | EUA | Aplicação | Introduzir e explorar a ideia de usar sensores AVI. Desenvolver modelos matemáticos para três variações do problema de localização do sensor e investigar suas propriedades | Programação Linear Inteira Mista | Método Heurístico | Minimizar o número de sensores na rede | Os resultados do esquema proposto são superiores ao homólogo à base de ligação. Mais especificamente, para a rede Sioux Falls, o método proposto pode reduzir a infraestrutura necessária para atingir o mesmo nível de desempenho superior a 30% |
| Guney et al. (2012) | Turquia | Aplicação | Estudar a integração da cobertura, da localização e do roteamento dos sensores heterogêneos e desenvolver duas formulações matemáticas para unificar estas três questões de design dentro de um único modelo | Programação Linear Inteira Mista | Método Meta-Heurístico : Busca Tabu | Minimizar a energia de roteamento total | Os resultados dos testes computacionais realizados indicam que a abordagem híbrida proposta é precisa e eficiente e pode, assim, ser utilizada por um designer de rede de sensores sem fios ao avaliar o trade-off entre o gasto energético total (ou tempo de vida de rede) e o número de sensores implantados |

| Artigo | País de Origem | Tipo de Estudo | Inovação Proposta | Técnica de Otimização | Método de Solução | Função Objetivo | Considerações Importantes |
|---|----------------|----------------|--|------------------------------------|--|---|--|
| Cerrone, Cerulliy & Gentili (2015) | Itália | Aplicação | Apresentar 4 formulações matemáticas que melhoram as formulações já existentes ao definir melhor a região viável do problema. Desenvolver três modelos de solução: duas buscas gulosas e uma busca Tabu. | Programação Linear Inteira Binária | Método Meta-heurístico (Busca Tabu) e Método Heurístico (Busca Gulosa) | Minimizar o número de sensores | Os resultados mostram que novas e melhores soluções podem ser obtidas com menos esforço computacional ao utilizar as formulações propostas. Lacuna: não realiza a análise de sensibilidade no que diz respeito ao nível de conhecimento das vias de OD |
| Simonelli et al (2012) | Itália | Aplicação | Desenvolver uma metodologia inovadora e teoricamente fundamentada para resolver o problema de localização de sensores na rede, explicitamente, representando a variabilidade da estimativa da matriz de origem e destino | Programação Linear Inteira Mista | Método Heurístico | Minimizar a medida de dispersão sintética | A medida de dispersão sintética não depende dos valores específicos dos fluxos contados, mas apenas nos locais de tais seções, e, portanto, pode ser efetivamente utilizado como uma função objetivo em um NSLP. Além disso, permite a implementação de um eficaz algoritmo heurístico para a solução do NSLP em contextos reais |
| Bianco et al. (2014) | Itália | Aplicação | Proporcionar uma formulação matemática, apresentar a abordagem exata Branch and Bound e aplicar um algoritmo genético para encontrar boas soluções | Programação Linear Inteira Binária | Método Exato/ Método Meta-Heurístico : Algoritmo Genético | Maximizar a cobertura da rede | Os resultados computacionais mostram que a meta-heurística proposta é muito eficiente para resolver problemas de médio e grande porte e revelou que o ponto fraco de qualquer algoritmo de solução é o teste de viabilidade |

| Artigo | País de Origem | Tipo de Estudo | Inovação Proposta | Técnica de Otimização | Método de Solução | Função Objetivo | Considerações Importantes |
|---------------------------------------|----------------|----------------|---|----------------------------------|---------------------------------|---|--|
| Danczyk & Liu (2011) | EUA | Aplicação | Desenvolver um modelo para a alocação otimizada de sensores de tráfego ao longo de um corredor unidirecional para fins de monitoramento preciso de desempenho | Programação Linear Inteira Mista | Método Exato (Branch-and-Bound) | Minimizar os erros de medição de desempenho | Através de um corredor urbano hipotético, os autores demonstraram a eficiência da técnica proposta. O modelo não só de ajuda a determinar uma estratégia de alocação dos sensores em uma estrada, como também pode ajudar a formular uma estratégia de substituição de equipamentos com defeitos |
| Danczyk, Di & Liu (2016) | EUA | Aplicação | Propor um modelo probabilístico de localização dos sensores ao longo dos corredores de autoestradas baseado em Cenários | Programação Linear Inteira Mista | Método Meta-Heurístico | Minimizar os erros de medição de desempenho | O modelo proposto é aplicável a qualquer problema de implantação do sensor ao longo de um corredor unidirecional e pode servir como uma ferramenta de apoio à decisão para situações de planejamento de longo prazo, explorando todas as configurações possíveis |
| Fei, Mahmassani & Murray-Tuite (2013) | China EUA | Aplicação | Desenvolver um modelo estocástico que leva em conta vários erros potenciais importantes do processo de estimativa da demanda OD, tais como a incerteza associada a uma estimativa de demanda e erros de medição | Programação Estocástica (HGRASP) | Método Meta - Heurístico | Maximizar a cobertura da Rede | Os resultados confirmam que, sob condições estocásticas, os planos de localização do sensor obtidos sob a hipótese de condições estocásticas resultam em um melhor desempenho do que os planos desenvolvidos deterministicamente (condições normais) |
| Bianco, Confessore & Gentili (2006) | Itália | Aplicação | Avaliar a complexidade dos diferentes tipos de casos do problema de localização dos sensores e propor um novo problema de otimização em grafos <i>The Dominating Paths Problem (DPP)</i> | Teoria dos Grafos | Método Exato | Minimizar a quantidade de sensores na rede | Comprovam que o DPP é aplicável aos problemas de localização dos sensores de tráfego reduzindo as dificuldades relativas ao encontro da solução ótima |

| Artigo | País de Origem | Tipo de Estudo | Inovação Proposta | Técnica de Otimização | Método de Solução | Função Objetivo | Considerações Importantes |
|--------------------|----------------|----------------|--|------------------------------------|--|---|--|
| Zhou & List (2010) | EUA | Aplicação | Desenvolver um modelo linear que leva em conta as várias fontes de erro no processo de estimativa da demanda OD. Propor um procedimento de otimização baseado em cenários para reconhecer explicitamente a estimativa de erro associado as tabelas de OD | Programação Estocástica | Método Exato e Método Heurístico | Minimizar as incertezas das estimativas de fluxo de tráfego | O modelo proposto maximiza o ganho de informação de um conjunto de sensores dado a restrições orçamentais de forma rápida através do aprimoramento do método exato |
| Li et al. (2013) | China França | Aplicação | Apresentar uma formulação matemática para cada fator que influencia na localização dos sensores em corredores de autoestradas. E propor um modelo simplificado para resolução do problema | Programação Linear Inteira Binária | Método Meta-heurístico | Maximizar o valor de integração entre os sensores | As experimentações em rede real ilustram como os fatores de localização influenciam no número ótimo de sensores e no máximo valor de integração. Os resultados do estudo de caso demonstram a eficácia do modelo de resolução do problema |
| Zhu et al. (2014) | China | Aplicação | Desenvolver um método incremental que evita a inversão da matriz de origem e destino sob a suposição de uma distribuição normal multivariada | Programação Linear Inteira Binária | Método Meta-heurístico | Minimizar a variabilidade das estimativas de fluxo de tráfego | Os resultados mostram que, ao utilizar o método incremental, os traços das matrizes de variância de OD e fluxos de ligação diminuem com cada sensor adicionado ao conjunto contado e as prioridades das localizações de sensor identificados são úteis na redução da variabilidade das estimativas de fluxo de tráfego |
| Liu et al. (2014) | China | Aplicação | Incorporar a correlação tempo-espacial no problema de localização dos sensores e projetar um algoritmo de solução baseado no método colônia de formigas | Programação Linear Inteira Binária | Método Meta-Heurístico : Colônia de Formigas | Maximizar a cobertura da rede | Os resultados demonstram a eficácia e robustez do algoritmo proposto, que se acredita possuir potencial aplicabilidade em design de rede de vigilância real |

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerando o continente de origem dos autores, figura 1, percebe-se um certo equilíbrio entre a quantidade de artigos selecionados para compor o repositório nos seguintes continentes: (1) Ásia (predominância para China); (2) América do Norte (EUA); e (3) Europa (predominância para Itália). Na América do Sul, Oceania e África, nenhum autor aparece entre os pesquisadores dos dezoito (18) artigos selecionados mais relevantes sobre o assunto. Esse fato demonstra a urgência de estudos realizados por pesquisadores brasileiros e a necessidade de incorporação dos resultados obtidos pelos trabalhos internacionais na realizada brasileira, considerando a grande importância do assunto.

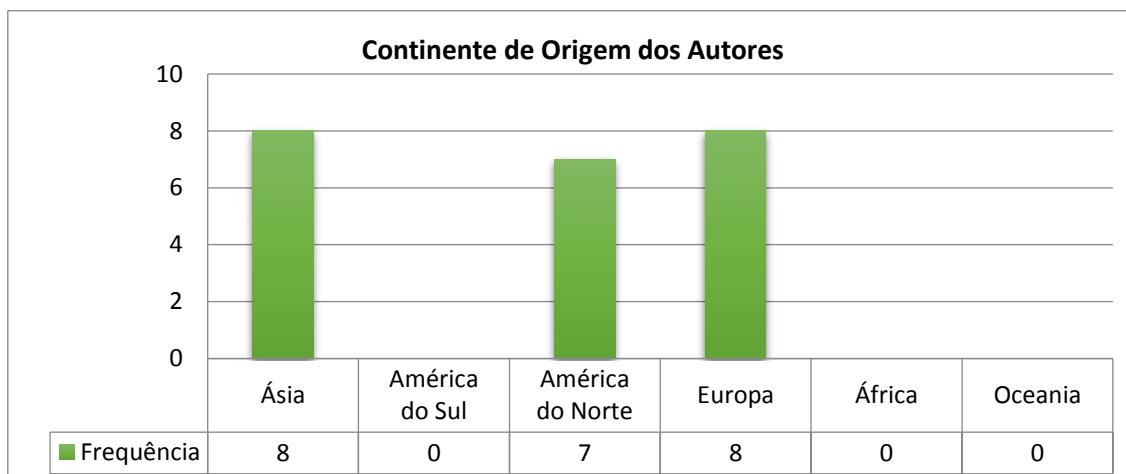


Figura 1: Análise por continente de origem dos autores.

Ainda analisando os autores, dois outros aspectos podem ser mencionados e estão diretamente relacionados a complexidade do problema investigado: (1) sessenta e dois por cento (62%) dos artigos selecionados apresentam mais de três autores; e (2) vinte e oito por cento (28%) apresentam autores de diferentes países.

Em relação às técnicas de otimização houve predominância da programação linear sendo que oito (8) artigos fazem uso da programação linear inteira binária e seis (6) fazem uso da programação linear inteira mista, conforme pode ser observado na figura 2.

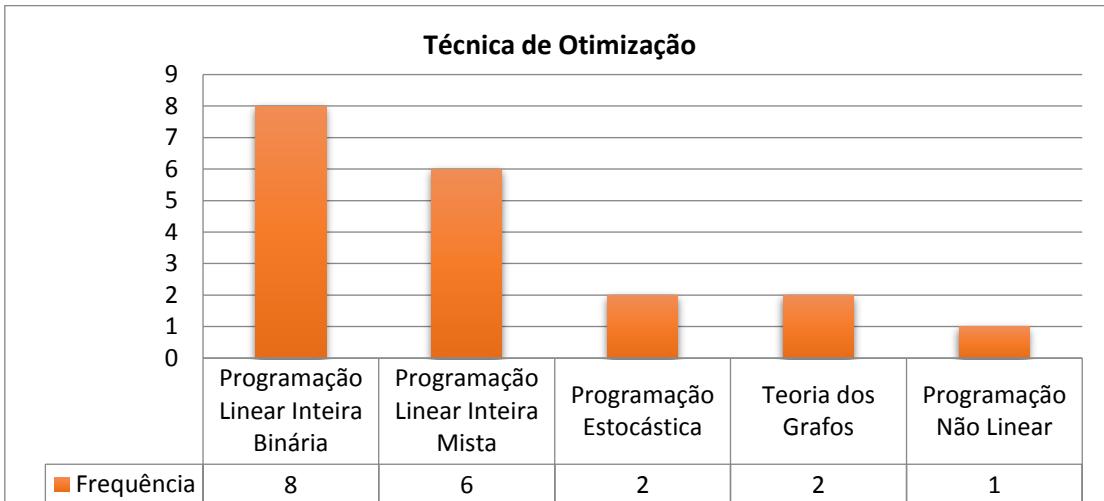


Figura 2: Análise por Técnica de Otimização.

Analizando os artigos incluídos no repositório é verificada uma predominância significativa de estudos que utilizam como método de solução os algoritmos meta-heurísticos, conforme pode ser constatado na figura 3. Isso se deve ao fato de que as meta-heurísticas fornecem resultados mais precisos que as heurísticas e em tempo computacional menor que os modelos exatos.

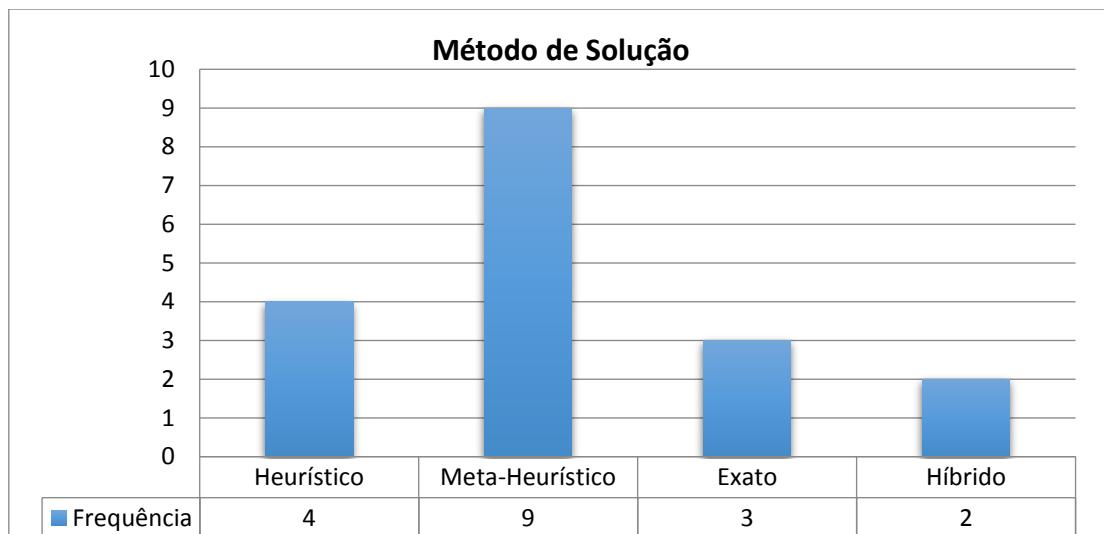


Figura 3: Análise por Método de Solução.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que dos cem (100) artigos mais relevantes da base de dados Science Direct obtidos com a strings de busca, apenas quatorze (14) estavam diretamente relacionados com a investigação do problema e apresentavam técnicas inovadoras. A partir dos artigos

selecionados foi possível obter com o uso da busca cruzada outros quatro (4) estudos relevantes para resolução do problema. Sendo assim, o repositório foi composto por dezoito (18) artigos.

Com a leitura minuciosa dos dezoito (18) artigo foi possível desenvolver um formulário contendo informações como autores, ano e periódico de publicação, tipo de estudo, objetivo proposto, técnica de otimização, método de solução, função objetivo, cumprimento ou não dos objetivos e conclusão e possíveis lacunas. Considerando o limite reduzido de páginas possíveis para o desenvolvimento do artigo, foi realizado um resumo contendo as principais características de cada artigo, apresentado na tabela 5.

Observou-se predominância de artigos que utilizam a programação linear como técnica de otimização e os algoritmos meta-heurísticos como métodos de solução. Outros aspectos contatados são: (1) um número bem restrito de pesquisadores investiga o problema pelo mundo; e (2) a maior parte dos artigos selecionados originam-se da China, dos Estados Unidos e da Itália;

É importante salientar que todos os dezoito (18) artigos selecionados são de grande importância para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a localização dos sensores, pois apresentam propostas inovadoras altamente aplicáveis para resolução do problema da maneira mais otimizada possível. Nesse sentido, a criação do Formulário contribuirá significativamente para um melhor entendimento a cerca problema e abrirá caminho para estudos relacionados ao assunto no Brasil, ainda carente de pesquisas relacionadas a esse campo da Engenharia de Transportes.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barnes, S. J. (2005). Assessing the value of IS journals. *Communications of the ACM*, 48(1), 110–112.
- Bianco, L., Cerrone, C., Cerulli, R., e Gentili, M. (2014) Locating sensors to observe network arc flows: Exact and heuristic approaches. *Computers and Operations Research*, 46, 12–22.
- Bianco, L., Confessore, G., e Gentili, M. (2006) Combinatorial aspects of the sensor location problem. *Annals of Operations Research*, 144(1), 201–234.
- Biolchini JCA, Mian PG, Natali ACC, Conte TU, Travassos GH. (2007). Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. *Advanced Engineering Informatics*, 21(2):133-51.
- Cerrone, C., Cerulli, R., e Gentili, M. (2015) Vehicle-ID sensor location for route flow recognition: Models and algorithms. *European Journal of Operational Research*, 247(2), 618–629.
- Conforto, E. C.; Amaral, D. C.; Silva, S. L. (2011) Roteiro Para Revisão Bibliográfica Sistemática: Aplicação No Desenvolvimento De Produtos e Gerenciamento De Projetos. In: 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CBGDP 2011, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Cordeiro, E. L.(2009). Pesquisa Operacional: Modelagem Matemática na Tomada de Decisão de Ações Administrativas. *Revista São Luis Orione*. Araguaína, TO, Brasil. 1(3): 113-122.
- Danczyk, A., Di, X., e Liu, H. X. (2016) A probabilistic optimization model for allocating freeway sensors. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 67, 378–398.
- Danczyk, A., e Liu, H. X. (2011) A mixed-integer linear program for optimizing sensor locations

- along freeway corridors. *Transportation Research Part B: Methodological*, 45(1), 208–217.
- Ehrlich, P. J. (1991). *Pesquisa operacional: curso introdutório*. São Paulo: Atlas. São Paulo, SP, Brasil.
- Fei, X., Mahmood, H. S., e Murray-Tuite, P. (2013) Vehicular network sensor placement optimization under uncertainty. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 29, 14–31.
- Fu, C., Zhu, N., Ling, S., Ma, S., e Huang, Y. (2016) Heterogeneous sensor location model for path reconstruction. *Transportation Research Part B: Methodological*, 91(May), 77–97.
- Glover, F.; Kochenberger, G. (2003). *Handbook of Metaheuristics*. Kluwer Academic Publishers.
- Goldberg, M. C.; Luna, H. P. L. (2000). *Otimização combinatória e programação linear*. Editora Campus. São Paulo, SP, Brasil.
- Güney, E., Aras, N., Altınel, İ. K., e Ersoy, C. (2012) Efficient solution techniques for the integrated coverage, sink location and routing problem in wireless sensor networks. *Computers & Operations Research*, 39(7), 1530–1539.
- Hart, C. (1998). *Doing a literature review: Releasing the social science research imagination*. London, UK: Sage Publications.
- Hu, S. R., e Liou, H. T. (2014) A generalized sensor location model for the estimation of network origin-destination matrices. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 40, 93–110.
- Kock, N., Davison, R., Clarke, R., & Loch, K. (2000). Is research ethics (panel session): Defining ethical, barely ethical, and unethical behavior. *Proceedings of the Twenty First International Conference on Information Systems*, Brisbane, Queensland, Australia.
- Laband, D. N., & Piette, M. J. (2000). Perceived conduct and professional ethics among college economics faculty. *American Economist*, 44(1), 24–34.
- Levy, Y., & Ellis, T. J. (2006). A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 9, 181–212.
- Li, H., Dong, H., Jia, L., Ren, M., e Li, S. (2015) Analysis of factors that influence the sensor location problem for freeway corridors. *Journal of Advanced Transportation*, 49(1), 10–28.
- Ma, S., Liu, Y., Jia, N., e Zhu, N. (2015) Traffic sensor location approach for flow inference. *IET Intelligent Transport Systems*, 9(May 2014), 184–192.
- Marins, F. A. S. (2011). *Introdução à Pesquisa Operacional*. Cultura Acadêmica/UNESP. São Paulo, SP, Brasil.
- Ngai, E. W. T., & Wat, F. K. T. (2002). A literature review and classification of electronic commerce research. *Information & Management*, 39(5), 415–429.
- Rinaldi, M., Corman, F., e Viti, F. (2015) Assessing the effect of route information on network observability applied to sensor location problems. *Transportation Research Procedia*, 10(July), 3–12.
- Rocha, M.N, Raggi, L.A e Santos, H, N. (2005). INF-280. *Pesquisa Operacional I*. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Informática. Viçosa, MG, Brasil.
- Sampaio, R. F.; Mancini, M. C. (2013). Systematic review studies: a guide for careful synthesis of the scientific evidence. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. São Carlos, SP, Brasil.
- Simonelli, F., Marzano, V., Papola, A., e Vitiello, I. (2012) A network sensor location procedure accounting for o-d matrix estimate variability. *Transportation Research Part B: Methodological*, 46(10), 1624–1638.
- Stefanello, F. (2011). *Dissertação de Mestrado. Hibridização De Métodos Exatos e Heurísticos*

para Resolução de Problemas de Otimização Combinatória. Universidade Federal de Santa Maria. Centro De Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Informática. Santa Maria, RS, Brasil.

- Thomas, J. R.; Nelson, J. K.; Silverman, S. J. (2012). Métodos de pesquisa em atividade física. 6. Ed. Porto. Brasil.
- Viti, F., Rinaldi, M., Corman, F., e Tampe`re, C. M. J. (2014) Assessing partial observability in network sensor location problems. *Transportation Research Part B: Methodological*, 70, 65–89.
- Xu, X., Lo, H. K., Chen, A., e Castillo, E. (2016) Robust network sensor location for complete link flow observability under uncertainty. *Transportation Research Part B: Methodological*, 88, 1–20.
- Zangui, M., Yin, Y., e Lawphongpanich, S. (2015) Sensor location problems in path-differentiated congestion pricing. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 55, 217–230.
- Webster, J., & Watson, R. T. (2002). Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly*, 26(2), 13–23.
- Zhou, X., e List, G. F. (2010) An Information-Theoretic Sensor Location Model for Traffic Origin-Destination Demand Estimation Applications. *Transportation Science*, 44(2), 254–273.
- Zhu, S., Cheng, L., Chu, Z., Chen, A., e Chen, J. (2014). Identification of Network Sensor Locations for Estimation of Traffic Flow. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2443(May 2016), 32–39.

AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE TRÁFEGO E TRANSPORTES: O CASO DO PORTAL BHTRANS

Rubens Gonçalves Ferreira

Analista de Transporte e Trânsito

Gerência de Pesquisa, Informação e Inovação - GEPIN

Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S. A. - BHTRANS

E-mail: efsnebur@gmail.com

Leandro Cardoso

Professor Adjunto

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Engenharia

E-mail: leandrocardoso@ufmg.br

Antônio Artur de Souza

Professor Associado

Universidade Federal de Minas Gerais

Faculdade de Ciências Econômicas

E-mail: antonioarturdesouza@gmail.com

RESUMO

Dentre as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, destaca-se o direito dos usuários dos sistemas de transporte público no tocante às informações sobre itinerários, horários, tarifas dos serviços e formas de integração. Nesse contexto, a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS) iniciou, em 2006, as atividades de um sítio na internet que, em 2008, incorporou novos aplicativos e serviços, passando a ser denominado Portal BHTRANS. O objetivo deste artigo é avaliar o nível de satisfação dos usuários em relação às informações disponibilizadas no Portal BHTRANS, em especial, alguns serviços ligados à mobilidade urbana. O método de análise consistiu na aplicação de um questionário, que foi inserido na página principal do Portal BHTRANS durante uma semana. A tabulação da pesquisa foi feita através das planilhas do Microsoft Excel. Os resultados da pesquisa mostraram que o sistema de informações foi bem avaliado, com destaque para funcionalidade (acesso rápido) e avaliação geral e com ressalvas quanto à disponibilidade das informações e interface com os usuários. As informações propriamente ditas também tiveram boa avaliação, sendo destaque a apresentação (informações claras e fáceis de interpretar) e a comprehensibilidade (fácil entendimento dos usuários). Dos cinco serviços avaliados, aquele que mostra o caminho a utilizar a partir de dados da origem/destino foi o destaque, acompanhado pelo serviço de consulta aos itinerários/quadros de horários de ônibus. Assim, espera-se que os resultados desta pesquisa possam subsidiar a Empresa no entendimento de fragilidades e potencialidades do Portal BHTRANS, facilitando a adoção de medidas corretivas ou consolidando os aspectos positivos.

PALAVRAS-CHAVE: Portal BHTRANS, sistema de informações, transportes, trânsito, mobilidade urbana.

ABSTRACT

Among the guidelines of the National Urban Mobility Policy, users of public transportation have the right to information on routes, timetables, service rates and forms of integration. In this context, the Company of Transport and Traffic Belo Horizonte (BHTRANS) began, in 2006, the activities of a website, and in 2008, incorporated new applications and services called Portal BHTRANS. The purpose of this article is to assess the level of user satisfaction with the information provided in the Portal BHTRANS in particular some services related to urban mobility. The analysis method was the application of a questionnaire, which was inserted in the main page of the Portal BHTRANS for a week. The research tabulation was done through Microsoft Excel spreadsheets. The survey results showed that the information system was well evaluated, highlighting functionality (fast access), overall rating and caveats regarding the availability of information and interface with users. The information itself also had good evaluation, highlighting presentation (clear and easy to interpret information) and understandability (easy to understand). Of the five services evaluated, the one that shows the route from starting point to destination point was rated highest followed by the consultation service of bus route schedules. Thus, it is expected that the results of this research can support the company in understanding weaknesses and BHTRANS Portal capabilities, facilitating the adoption of corrective measures or consolidating the positives aspects.

KEYWORDS: BHTRANS Portal, information system, traffic, transport, urban mobility

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização brasileira teve como consequência a formação de grandes aglomerados urbanos que, por sua vez, trouxeram dificuldades no planejamento, gestão e operação dos transportes e trânsito urbanos. A resposta dos poderes públicos foi a criação de diversos órgãos setoriais ligados à gestão urbana, nem sempre com o devido entrosamento entre si, e também de ações políticas, como a Constituição Federal de 1988, que trouxe pela primeira vez um capítulo específico sobre política urbana (BRASIL, 1988); o Código de Trânsito Brasileiro – CTB, Lei nº 9.503, de 23/09/1997 (BRASIL 1997), cuja modernidade deriva da vinculação aos preceitos inovadores estabelecidos na Constituição de 1988; a Lei nº 10.257, de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade, que instituiu a obrigatoriedade dos planos diretores (BRASIL, 2001) e a Lei nº 12.587, de 2012, que instituiu as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012). Esta última Lei, no seu capítulo três, destaca os direitos dos usuários dos sistemas de transporte público, dentre eles o de ser informado nos pontos de parada, de forma gratuita e acessível, sobre itinerários, horários, tarifas dos serviços e formas de integração.

Belo Horizonte, a exemplo de inúmeras outras metrópoles nacionais, apresenta problemas semelhantes. Nesse contexto, no intuito de resolvê-los/minimizá-los, em 2013, o Decreto Municipal nº 15.317 instituiu o Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte – PlanMob-BH, com objetivos específicos, dentre eles: “tornar o transporte coletivo mais atrativo do que o transporte individual”. Para atingir esse objetivo foram priorizadas algumas estratégias, dentre as quais podem-se destacar a modernização e disseminação dos sistemas de

informação e de orientação aos usuários do transporte coletivo, bem como as informações sobre o sistema de mobilidade urbana e sua operação, propiciando a escolha otimizada, pela população, dos meios de deslocamento (BELO HORIZONTE, 2013).

Entretanto, antecipando-se à elaboração do Plano, a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS) iniciou, ainda em 2006, as atividades de um sítio na internet, atualmente conhecido como Portal BHTRANS, cujo histórico será apresentado na seção seguinte.

Considerando a relevância deste canal de comunicação direto com a comunidade (que também é utilizado como fonte de informações veiculadas por diversos meios de comunicação que atuam em mídias variadas, aumentando o alcance das informações geradas) e também tendo em conta que, desde a implantação do Portal BHTRANS, nunca foi feita pela Empresa, uma pesquisa específica para captar a opinião dos usuários a respeito dos serviços disponibilizados (BHTRANS, 2015), o objetivo geral deste artigo é avaliar o nível de satisfação dos usuários em relação às informações disponibilizadas no Portal BHTRANS, em especial, cinco serviços ligados diretamente à mobilidade urbana. Os serviços em questão, os quais serão apresentados adiante, foram selecionados em razão de terem um grande potencial, comparativamente aos demais serviços disponibilizados no Portal, de influenciar os usuários na tomada de decisão sobre as formas de realizar viagens intramunicipais (modo de transporte, horários, itinerários etc.).

Este trabalho está estruturado em cinco seções, a começar por esta introdução, que contextualiza o tema abordado e apresenta os objetivos e a justificativa. A segunda seção corresponde à revisão bibliográfica, que apresenta a importância das informações sobre trânsito e transporte, além da evolução das informações prestadas pela BHTRANS. A terceira seção apresenta a metodologia proposta e em seguida é feita a análise dos dados, os resultados obtidos e as discussões pertinentes. A última seção traz as considerações finais sobre o trabalho, verificando o cumprimento dos objetivos propostos, descrevendo as limitações do estudo e sugerindo tópicos para trabalhos futuros sobre o assunto. Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas neste trabalho.

2. A IMPORTÂNCIA DAS INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTES E TRÂNSITO

De acordo com ANTP (2012), os sistemas inteligentes de transportes no Brasil tiveram início com a introdução da bilhetagem eletrônica no transporte público urbano e o sistema de monitoramento de frotas de transporte de carga. Após esse período houve um grande desenvolvimento na área de transportes e trânsito, com a implantação de centros de controle multimodal e de operações, sistemas de monitoramento e fiscalização, sistemas de gerenciamento de estacionamento e informação ao usuário em tempo real, dentre outros.

Na falta de uma metodologia específica para avaliar o sistema de informações do Portal BHTRANS, foi feito um estudo preliminar baseado na experiência da avaliação de sistemas

de informação contábeis de construtoras, hospitais e indústrias. Diversos autores selecionam diferentes direcionadores de qualidade da informação e do sistema. De acordo com Nelson *et al.* (2005) *apud* Souza *et al.* (2010), uma série de direcionadores da qualidade de informação são identificados, a saber: i) acurácia (refletindo qualidade intrínseca); ii) completude e aceitação (refletindo qualidade contextual); iii) formatação (refletindo qualidade representacional). Além disso, definiram-se cinco principais dimensões da qualidade para o sistema, a saber: i) acessibilidade (acesso ao sistema); ii) confiabilidade (o sistema é confiável); iii) flexibilidade (o sistema é flexível para atender às novas necessidades dos usuários); iv) tempestividade (oferecer a informação confiável dentro do tempo de execução da decisão); v) integração (o sistema é integrado às demais áreas da empresa).

No Brasil, diversos Portais oferecem serviços ligados à mobilidade urbana, sendo destaque entre as capitais brasileiras: São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Fortaleza, Recife, Salvador, Brasília, Curitiba e Porto Alegre. O serviço de trânsito mais comum em todos os Portais é a descrição de itinerários de ônibus, metrô, automóvel, bicicleta e a pé, a partir da definição da origem e destino do usuário. Esse serviço, comumente, é disponibilizado pelo Google Maps, um aplicativo do Google que permite visualização de locais, mapas e rotas, com base de dados das prefeituras das respectivas cidades. Outro serviço disponível na maioria das capitais é o acesso às câmeras e painéis de mensagens variáveis, além de mapas de tráfego. O Twitter¹ existe em todas as capitais pesquisadas, sendo que em algumas, além do Twitter da empresa gerenciadora de trânsito, existem outros serviços de Twitter, disponibilizados pelos demais órgãos gerenciadores das regiões metropolitanas.

Com relação aos serviços de transporte, os itinerários das linhas, quadros de horários e pontos de ônibus de cada logradouro estão disponíveis em todas as capitais pesquisadas. Por fim, o serviço mais recente é o de informações de chegadas de ônibus nos pontos de parada e em alguns casos também nos *smartphones*, em tempo real. As informações nos pontos de parada estão implantadas completamente em São Paulo, em fase final de instalação em Belo Horizonte e parcialmente em Salvador, Fortaleza e Porto Alegre. Com relação ao aplicativo Google Real Time, que gerencia todos os ônibus em tempo real, podendo ser consultado em *smartphones* e *tablets*, o serviço encontra-se instalado em Curitiba e no Rio de Janeiro, com previsão de entrada de funcionamento ainda em 2016, em Belo Horizonte.

2. 1 A evolução das informações prestadas pela BHTRANS

A BHTRANS veio substituir a autarquia Transportes Metropolitanos - TRANSMETRO, em 1991, cumprindo a Lei Orgânica do Município de Belo Horizonte. A empresa foi criada com a finalidade de planejar, organizar, dirigir, coordenar, executar, delegar e controlar a prestação

¹ O Twitter é classificado como uma mídia social, que oferece comunicação em tempo real, estimulando os usuários a interagir uns com os outros, através de mensagens curtas de até 140 caracteres, conhecidas como tweets (MAGALHÃES e SGANZERLA, 2013).

de serviços públicos relativos a transporte coletivo e individual de passageiros, tráfego, trânsito e sistema viário municipal, observando o planejamento urbano municipal (BELO HORIZONTE, 2013).

Contudo, as informações sobre transporte e trânsito, através do sítio da BHTRANS na *internet*, começaram a ser divulgadas em 2006, iniciando-se com a publicação de notícias sobre transporte e trânsito, descrição das linhas, itinerários e quadros de horários do transporte público, além de boletins de trânsito sobre intervenções no sistema viário. Já em 2008, o sítio da BHTRANS foi ampliado, e foram incorporados novos aplicativos e serviços, deixando de ser meramente um sítio institucional e tornando-se um canal de acesso aos usuários do sistema de transporte e trânsito de Belo Horizonte, passando a ser denominado como Portal BHTRANS (BHTRANS, 2015).

Em 2012, foi lançado o acesso *mobile* (por celular) aos serviços disponíveis no Portal BHTRANS. No ano seguinte, em 2013, o Portal BHTRANS sofreu um alteração no *layout*, sendo que sua estrutura foi totalmente renovada, facilitando o acesso ao conteúdo e aos serviços disponibilizados (BHTRANS, 2015). Os serviços disponíveis aos usuários do Portal BHTRANS estão separados por categorias, e daqueles ligados diretamente à mobilidade urbana, foram selecionados cinco, em atendimento ao objetivo principal deste trabalho, os quais estão descritos a seguir, no Quadro 1.

Quadro 1 – Serviços do Portal BHTRANS

| | |
|----------------------------|---|
| Infotráfego | Disponibiliza em tempo real as informações do Centro de Operações da Prefeitura de Belo Horizonte (COP), localizado no bairro Buritis. É composto de um mapa de tráfego com indicações da situação do trânsito em tempo real, 19 painéis de mensagens variáveis e 97 câmeras (10 painéis de mensagens e 34 câmeras são visualizados no Portal BHTRANS) |
| Como Chegar | A BHTRANS, em parceria com o Google, integrou a base de dados do sistema ônibus com a plataforma Google Maps, oferecendo rotas dos serviços de transporte público, a partir da informação do usuário sobre sua origem e seu destino (endereços). O serviço ainda estima o tempo da caminhada e dentro do ônibus, além da tarifa final. A simulação do deslocamento também pode ser feita através do metrô, automóvel, a pé e bicicleta. |
| Meu Ônibus | O usuário pode consultar o itinerário e o quadro de horários das linhas de transporte coletivo gerenciadas pela BHTRANS, com informações separadas para dias úteis, sábados, domingos ou feriados. |
| Pontos de Parada de Ônibus | Ao digitar o nome de um logradouro (rua, avenida, praça) da cidade, o sistema realiza a pesquisa. Se houver um ou mais pontos de parada nesse logradouro eles serão listados por ordem crescente da numeração, com todas as linhas que atendem aquele ponto. |

| | |
|---------|---|
| Twitter | <p>O Twitter @OficialBHTRANS foi disponibilizado aos usuários do Portal BHTRANS em 2012, atingindo em janeiro de 2016 o número de 141.000 seguidores. O funcionamento é de segunda-feira a sexta-feira, de 7h às 23h, prestando informações sobre a situação do trânsito em tempo real e sobre o transporte coletivo, fazendo cobertura sobre operações de transporte e trânsito, disponibilizando conteúdo sobre educação e segurança no trânsito, além de direcionar links para o conteúdo do Portal BHTRANS.</p> |
|---------|---|

Fonte: BHTRANS, 2015

3. METODOLOGIA

A proposta central deste artigo é avaliar o sistema de informações do Portal BHTRANS, sobre tráfego e transportes, sob a ótica dos usuários. De acordo com Souza *et al.* (2010), é fundamental que os sistemas de informação sejam avaliados durante todo o período de utilização, para detectar se os objetivos iniciais estão sendo atingidos e qual é o grau de satisfação dos seus usuários.

Para realizar essa avaliação, foi desenvolvido um formulário com perguntas diretas sobre os serviços do Portal BHTRANS, sendo disponibilizado na página principal do mesmo, acessível a quaisquer cidadãos com acesso à *internet*. O questionário consistia de 23 perguntas e foi dividido em cinco blocos.

O primeiro bloco se referia à caracterização da amostra, com perguntas a respeito do bairro de residência do respondente, sexo, faixa etária, renda média, frequência de uso do transporte público, modo de transporte principal dos deslocamentos diários e frequência de acesso ao Portal BHTRANS.

O segundo bloco consistia em quatro perguntas com a finalidade de avaliação do sistema de informações, a saber: a) funcionalidade, que se refere ao desempenho do sistema; b) disponibilidade, que tem relação com a existência de informações realmente necessárias às demandas dos utilizadores; c) interface com o usuário, que diz respeito à disponibilidade de uma interface gráfica agradável; d) satisfação geral, que buscava identificar a avaliação do sistema como um todo.

O terceiro bloco, também com quatro perguntas, se referia à qualidade das informações disponibilizadas em geral, a saber: a) apresentação – informações claras e fáceis; b) completude – informações suficientes; c) exatidão/confiabilidade – informações corretas/atualizadas; d) comprehensibilidade – informações num formato compreensível.

Já o quarto bloco, com seis perguntas, tratava da utilização e avaliação dos cinco serviços selecionados, diretamente ligados à mobilidade urbana (Infotráfego, Como Chegar, Meu Ônibus, Pontos de Ônibus e Twitter).

O último bloco comparava o Portal BHTRANS com outros *sites* de informação e analisava as vantagens proporcionadas pelos serviços do mesmo. O questionário ficou disponível no Portal BHTRANS por uma semana, do dia 01/10/2015 (quinta-feira) ao dia 08/10/2015 (quinta-feira) e teve o número final de 2.321 respostas válidas.

Por se tratar de uma pesquisa rotineira, a margem de erro para os serviços Infotráfego, Como Chegar, Meu Ônibus e Pontos de Ônibus foi definida como 5%, com intervalo de confiança igual a 95%. O Twitter teve a margem de erro definida em 10% e intervalo de confiança igual a 90%, devido ao fato dos usuários poderem utilizar diretamente o aplicativo, não necessitando acessar o Portal BHTRANS. Com auxílio das fórmulas estatísticas de Triola (2005), a amostragem mínima para todos os serviços foi calculada e a Tabela 1 apresenta um resumo dos intervalos de confiança antes e depois da pesquisa feita, bem como as amostragens calculadas e o número final de entrevistas.

Tabela 1 - Amostragem, intervalos de confiança e erros amostrais

| Serviços selecionados | Intervalo confiança (%) | Erro amostral (%) | Amostragem calculada | Entrevistas | Intervalo confiança final (%) | Erro amostral final (%) |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------|
| Infotráfego | 95 | 5 | 385 | 571 | 95 | 5 |
| Como Chegar | 95 | 5 | 385 | 1.555 | 95 | 5 |
| Meu Ônibus | 95 | 5 | 385 | 1.952 | 95 | 5 |
| Pontos de Ônibus | 95 | 5 | 385 | 969 | 95 | 5 |
| Twitter | 90 | 10 | 68 | 216 | 92,3 | 6,09 |

Fonte: Elaborada pelos autores

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos a partir da pesquisa feita, bem como as suas discussões.

4.1 Caracterização da amostra

Para fins de organização e verificação da representatividade espacial da amostra, a observação do bairro de residência (e respectiva regional administrativa²) de cada entrevistado permitiu atestar que a amostragem ficou bem distribuída no território belo-horizontino, conforme pode ser visto na Figura 1.

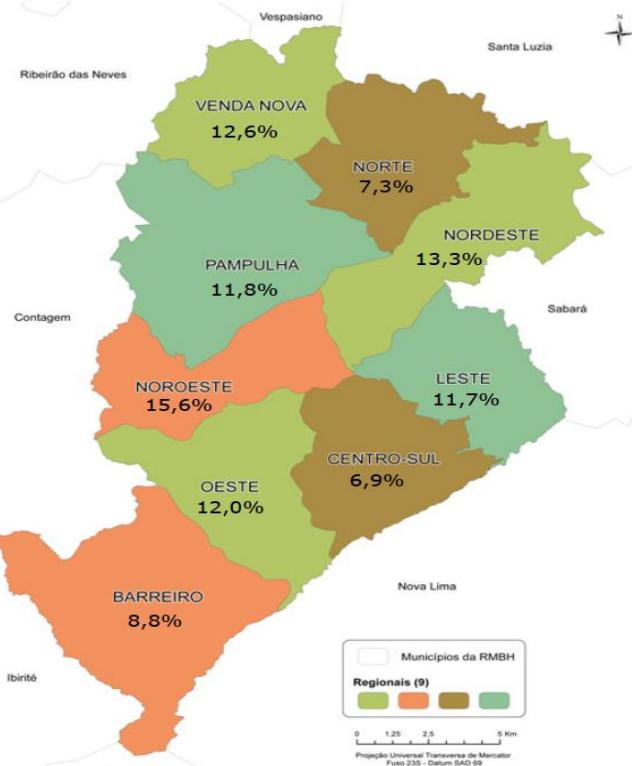


Figura 1 - Distribuição de usuários por Regional (%) (Fonte: Elaborada pelos autores)

Quanto ao sexo, 58,7% dos respondentes é do sexo feminino e 41,3% é do sexo masculino. A faixa etária entre 19 anos e 59 anos abrigou 91% dos respondentes. A faixa salarial com maior número de respondentes foi a de R\$ 1.577,00 (dois salários mínimos³) a R\$ 3.940,00 (cinco salários mínimos), com quase 41% do total. A maioria dos respondentes (70,5%) utiliza o transporte público todos os dias da semana e cerca de 11% utiliza o transporte público de vez em quando.

O modo de transporte mais utilizado é o ônibus, com 59% dos respondentes. O Trem Metropolitano (metrô de superfície) aparece em segundo lugar, com 13%, o automóvel em

² Belo Horizonte foi dividida em nove Regionais, para descentralizar vários serviços prestados pela Prefeitura e facilitar a vida dos moradores. Elas estão localizadas nas seguintes regiões: Barreiro, Centro-Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Norte, Oeste, Pampulha e Venda Nova (BELO HORIZONTE, 2015).

³ O salário mínimo vigente no Brasil, no período de 01/01/2015 a 31/12/2015, foi estipulado em R\$788,00 (setecentos e oitenta e oito reais).

seguida, com 12% e o modo a pé percebe 10% dos usuários. Completa a amostra os usuários de táxi, com 3%, motocicleta, com 2% e bicicleta, com 1%. Esses resultados são dissonantes em relação aos dados observados na Pesquisa Origem e Destino de 2012⁴, que apresentou a seguinte repartição modal: automóveis, 32,6%; transporte coletivo, 28,1%; a pé, 34,8%; motocicletas, 4%; bicicletas, 0,4% e outros 0,1%. Entretanto, convém relembrar que a pesquisa em tela teve como público-alvo os usuários do Portal BHTRANS, o que demonstra que os principais interessados nos seus serviços de informação são os usuários cativos dos transportes públicos.

4.2 Utilização e impressões dos usuários sobre o Portal BHTRANS

Cerca de 5% dos respondentes indicaram acessar diariamente o Portal BHTRANS. Outros 29% acessam alguns dias na semana e a grande maioria (quase 66%) acessam apenas esporadicamente.

Na comparação dos serviços de informação do Portal BHTRANS com os demais *sites* que prestam informações sobre transporte e trânsito na cidade de Belo Horizonte, o Portal BHTRANS demonstrou atender todas as necessidades de quase a metade dos respondentes (48,3%), e se considerados os usuários cativos somados aqueles que usam os serviços do Portal de forma parcial ou complementar, o atendimento chega a 87%.

Com relação às vantagens dos serviços do Portal BHTRANS, os respondentes podiam indicar mais de uma opção e desta maneira o número total de respostas excedeu o número de entrevistados. Quase 28% dos respondentes afirmaram que os serviços do Portal BHTRANS facilitam os seus deslocamentos diárias. Este resultado positivo também foi obtido pelo estudo do NCTR (2009), que sugere que as redes sociais são permanentes e as possibilidades de desenvolvimento são inúmeras, sempre com a finalidade de auxiliar o usuário nos deslocamentos pela cidade.

Outros 26% disseram que os serviços auxiliam a definição da rota utilizada para chegar ao destino, corroborando os resultados de Chorus *et al.* (2006), que afirmam que as informações de viagem podem aumentar a eficiência das escolhas do usuário nas escolhas de rotas de trânsito. Os serviços mais diretamente ligados ao trânsito, como o Infotráfego, o Como Chegar e ainda o Twitter devem ser os responsáveis pelo grande número de avaliações.

Uma boa parcela dos respondentes, cerca de 20%, afirmaram que os serviços do Portal BHTRANS auxiliam na decisão de qual modo de transporte a ser utilizado. Em Vider (2013) também foi possível observar esse fato, já que a autora propõe uma união de mídias e redes

⁴ A Pesquisa Origem/Domiciliar é a principal ferramenta de planejamento da mobilidade urbana. A Pesquisa OD 2002 foi realizada pela Fundação João Pinheiro, e a última, em 2012, foi coordenada pela Agência de Desenvolvimento da RMBH, contando com participação técnica da BHTRANS (BHTRANS, 2015).

sociais, governos, prestadores de serviços, outros atores da mobilidade urbana, enfim, todos, para informar e discutir em tempo real, as opções ao transporte privado, tais como andar a pé, de bicicleta, transporte coletivo ou mesmo estimular novas formas de utilização do automóvel, como o uso compartilhado de veículos.

Mais de 19% dos respondentes disseram que os serviços ajudam a minimizar o tempo gasto nos deslocamentos diários, podendo ser incluídos aí todos os serviços avaliados anteriormente, tanto de transporte público como privado. Toledo e Beinhaker (2006) realizaram um estudo de caso em Los Angeles, EUA, que analisou o potencial de economia de tempo de viagem devido aos sistemas avançados de informação de viagens (ATIS), e chegaram à conclusão que a economia de tempo de viagem pode chegar a 14%, trazendo benefícios econômicos para os usuários, as operações comerciais e a sociedade em geral.

Finalizando, 7% dos respondentes afirmaram que os serviços do Portal BHTRANS não auxiliam nos seus deslocamentos diários. Este resultado, de acordo com Peirce e Lappin (2004), num estudo realizado com 1700 famílias de Seattle, EUA, pode ser creditado à incapacidade dos usuários em acessar os sistemas, às informações insuficientes e à falta de confiança nas informações para mudanças na decisão de viagem.

O nível de satisfação dos usuários foi avaliado através da escala Likert⁵, ou seja, foi analisado o nível de concordância dos entrevistados em relação a uma afirmação de acordo com as opções a seguir: (i) muito satisfeito – peso 5; (ii) satisfeito – peso 4; (iii) indiferente – peso 3; (iv) insatisfeito – peso 2; (v) muito insatisfeito – peso 1.

Na análise dos dados da escala Likert pode-se considerar a escala como ordinal (1º, 2º, 3º..) e não se pode analisar nem a média nem o desvio padrão (se a média das respostas é 3,4 não significa que é um lugar entre “indiferente” e “satisfeito”). Se os dados são ordinais, pode-se determinar se uma pontuação é mais alta que outra, não sendo adequado concluir sobre o significado das distâncias entre posição das escalas, ou seja, a escala Likert indica graus relativos (hierarquia), mas não quantidade.

A maior pontuação possível é a multiplicação do maior número utilizado (no caso “5”) pelo total de respondentes (Frequência); e a menor pontuação possível é a multiplicação do menor número utilizado (no caso “1”) pelo mesmo total de respondentes. A pontuação total de cada serviço (Frequência x Grau de satisfação) é então comparada com as pontuações máximas e mínimas, indicando a atitude em relação ao serviço. (BABBIE, 2003).

O grau de satisfação foi avaliado separadamente para: i) sistema de informações; ii) informações; iii) serviços. A Tabela 2 apresenta a avaliação do sistema de informações.

⁵ A escala Likert tem seu nome devido à publicação de um relatório explicando seu uso por Rensis Likert (1932). É um tipo de escala psicométrica usada habitualmente em questionários que envolvem pesquisas de opinião (LIKERT, 1932).

Tabela 2 - Avaliação do sistema de informações

| Sistema de Informações | Satisfeito + Muito satisfeito (%) | Indiferentes (%) | Insatisfeito + Muito insatisfeito (%) | Escala Likert (menor pontuação / pontuação real / maior pontuação) |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------------------|--|
| Funcionalidade | 66,3 | 18,8 | 14,9 | 2.294 / 8.130 / 11.470 |
| Disponibilidade | 67,0 | 16,7 | 16,3 | 2.287 / 8.091 / 11.435 |
| Interface com o usuário | 62,6 | 22,0 | 15,4 | 2.274 / 7.983 / 11.370 |
| Avaliação geral | 65,9 | 19,5 | 14,7 | 2.279 / 8.067 / 11.395 |

Fonte: Elaborada pelos autores

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que a funcionalidade do Portal BHTRANS, ou seja, o desempenho do sistema é bom, não havendo problemas de acesso aos usuários, apesar da insatisfação de quase 15% dos usuários. Com relação à avaliação da escala Likert, a maior pontuação possível é 11.470 (multiplicação de 5 x 2.294) e a menor pontuação possível é 2.294 (multiplicação de 1 x 2.294). O somatório final do serviço é 8.130, relativamente mais próximo do teto superior, 11.470, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável da funcionalidade.

A disponibilidade das informações, ou seja, informações consideradas necessárias, também foi aprovada. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 8.091, relativamente mais próximo do teto superior, 11.435, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável da disponibilidade das informações.

A interface com o usuário foi bem avaliada, porém os resultados indicam que a variável teve o pior desempenho entre os usuários satisfeitos e o segundo maior resultado entre os insatisfeitos. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 7.983, relativamente mais próximo do teto superior, 11.370, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável da interface com o usuário.

Na avaliação geral, o sistema de informações do Portal BHTRANS foi aprovado, com menos de 15% de desaprovação. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 8.067, relativamente mais próximo do teto superior, 11.395, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável do sistema em geral, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Avaliação das informações

| Informações | Satisfeito+ Muito satisfeito (%) | Indiferentes (%) | Insatisfeito + Muito insatisfeito (%) | Escala Likert (menor pontuação / pontuação real / maior pontuação) |
|-------------|----------------------------------|------------------|---------------------------------------|--|
|-------------|----------------------------------|------------------|---------------------------------------|--|

| | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------------------------|
| Apresentação | 66,2 | 16,8 | 17,0 | 2.268 / 8.027 / 11.340 |
| Completude | 57,9 | 19,6 | 22,5 | 2.269 / 7.661 / 11.345 |
| Exatidão/ Confiabilidade | 63,1 | 17,2 | 19,7 | 2.265 / 7.857 / 11.325 |
| Compreensibilidade | 69,1 | 17,7 | 13,1 | 2.285 / 8.255 / 11.425 |

Fonte: Elaborada pelos autores

A apresentação das informações foi aprovada, e o significado disso é que as informações colocadas são claras e fáceis de ser interpretadas. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 8.027, relativamente mais próximo do teto superior, 11.340, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável da apresentação das informações.

A completude, disponibilização das informações necessárias, teve o pior desempenho entre os usuários satisfeitos e o maior resultado entre os insatisfeitos. A leitura a ser feita é que o sistema do Portal BHTRANS está falhando neste aspecto, levando o usuário a procurar outras fontes para se informar. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 7.661, relativamente mais próximo do teto superior, 11.345, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável da completude das informações.

Com relação à exatidão/confiabilidade das informações do Portal BHTRANS, a variável ficou no penúltimo lugar entre os usuários satisfeitos e o segundo maior resultado entre os insatisfeitos. Deve-se ressaltar que as informações do Portal BHTRANS são replicadas por diversos órgãos da mídia de Belo Horizonte, e é fundamental que se possa confiar na exatidão das mesmas, sob pena de ocorrer erro na tomada de decisão ou no dia-a-dia dos usuários pois, segundo Polydoropoulou e Ben-Akiva (1999), informações de viagens imprecisas geram viagens mal sucedidas. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 7.857, relativamente mais próximo do teto superior, 11.325, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável da exatidão/confiabilidade das informações.

Sobre a comprehensibilidade das informações do Portal BHTRANS, mais de 69% dos respondentes indicaram que estão satisfeitos ou muito satisfeitos. O que se pode deduzir desses dados é que as informações colocadas estão num formato comprehensível e de fácil entendimento dos usuários. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 8.255, relativamente mais próximo do teto superior, 11.425, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável da comprehensibilidade das informações.

Dentro da perspectiva de informar bem ao cidadão de Belo Horizonte, o Portal BHTRANS disponibiliza diversos serviços ligados diretamente à mobilidade urbana, que foram objeto de

avaliação dos usuários no questionário deste artigo. A seguir, a Tabela 4 mostra a avaliação dos serviços selecionados.

Tabela 4 - Avaliação dos serviços do Portal BHTRANS

| Serviços do Portal BHTRANS | Satisfeitos + Muito satisfeitos (%) | Indiferentes (%) | Insatisfeitos + Muito insatisfeitos (%) | Escala Likert (menor pontuação / pontuação real / maior pontuação) |
|----------------------------|-------------------------------------|------------------|---|--|
| Infotráfego | 66,9 | 17,5 | 15,6 | 571 / 2.025 / 2.855 |
| Como Chegar | 77,7 | 8,5 | 13,9 | 1.555 / 5.844 / 7.775 |
| Meu Ônibus | 77,4 | 9,3 | 13,3 | 1.952 / 7.330 / 9.760 |
| Pontos de Ônibus | 71,2 | 11,6 | 17,2 | 969 / 3.513 / 4.845 |
| Twitter | 66,7 | 20,8 | 12,5 | 216 / 778 / 1.080 |

Fonte: Elaborada pelos autores

O serviço Infotráfego, apesar de bem avaliado, ficou em penúltimo lugar entre os usuários satisfeitos e em segundo lugar entre os usuários insatisfeitos. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 2.025, relativamente mais próximo do teto superior, 2.855, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável do serviço Infotráfego.

Kumar *et al.* (2005) afirmam que informações de rota economizam tempo de viagem, ajudam a evitar os congestionamentos e podem melhorar o desempenho da rede de tráfego. O serviço que cumpre o objetivo de informar as rotas no Portal BHTRANS é o Como Chegar, que teve o melhor desempenho entre os usuários satisfeitos e ficou na média entre os insatisfeitos. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 5.844, relativamente mais próximo do teto superior, 7.775, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável do serviço Como Chegar.

Segundo SPTRANS (2015), o projeto Olho Vivo, em São Paulo, um sistema de monitoramento do transporte público por ônibus, teve início em 2012, e, além dos painéis de mensagens variáveis instalados nos abrigos dos pontos de parada, as informações podem ser obtidas através dos computadores e dos *smartphones* com acesso à *internet*. Em Belo Horizonte, a informação em tempo real está em fase final de implantação, mas todas as informações sobre os itinerários e quadros de horário das linhas de transporte coletivo estão disponíveis no serviço Meu Ônibus, que foi bem avaliado, ficando em segundo lugar entre os satisfeitos e com baixa porcentagem de usuários insatisfeitos. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 7.330, relativamente mais próximo do teto superior, 9.760, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável do serviço Meu Ônibus.

Em seguida passou-se à avaliação do serviço Pontos de Ônibus. Mais de 71% relataram que estão satisfeitos ou muito satisfeitos com o serviço, que mostra os pontos de parada dos diversos logradouros da cidade de Belo Horizonte. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 3.513, relativamente mais próximo do teto superior, 4.845, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável do serviço Pontos de Ônibus.

De acordo com Collins *et al.* (2013), o Twitter é um serviço de baixo custo, funciona em tempo real e pode filtrar dados e quantificar opiniões. O serviço Twitter @Oficial BHTRANS, apesar de bem avaliado, ficou em último lugar entre os usuários satisfeitos e, em contrapartida, ficou com o menor número entre os usuários insatisfeitos. Com relação à avaliação da escala Likert, o somatório final do serviço é 778, relativamente mais próximo do teto superior, 1.080, o que indica que os respondentes estão mais de acordo com a avaliação favorável do serviço Twitter.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta inicial deste artigo era avaliar a satisfação dos usuários do Portal BHTRANS. A seção anterior trouxe os resultados e discussões sobre a pesquisa e desta forma foi cumprido o objetivo geral do trabalho. A escolha da metodologia, com o questionário inserido no Portal BHTRANS, trouxe uma facilidade técnica/financeira para a elaboração deste trabalho, e o método pode ser replicado por qualquer órgão de transporte e trânsito que queira avaliar o seu site de serviços, bastando adaptá-lo à realidade das informações disponibilizadas.

Com relação às eventuais fragilidades do Portal BHTRANS, alguns resultados indicaram caminhos para melhorar alguns serviços, conforme detalhado a seguir.

O uso do Portal BHTRANS ainda é muito baixo, sendo que apenas 5% dos entrevistados indicaram a frequência diária e outros 29% acessam alguns dias na semana. Sugere-se uma melhor divulgação do Portal BHTRANS, mostrando todos os serviços disponíveis aos usuários;

O Twitter @Oficial BHTRANS é de uso muito restrito. Apenas 4% dos entrevistados avaliaram o serviço. Por se tratar de um serviço importante para os usuários do transporte privado, sugere-se uma campanha através da mídia, ressaltando as informações e utilidades do Twitter, que funciona em tempo real;

O sistema de informações foi bem avaliado, porém a disponibilidade das informações e a interface com o usuário tiveram 16,3% e 15,4% de usuários insatisfeitos, respectivamente. As informações necessárias são instrumento básico de um sistema, e a interface gráfica é importante porque é através dela que o usuário encontra aquilo que procura no Portal. Sugere-se uma maior atenção para esses detalhes, numa evolução futura;

As informações tiveram boa avaliação, porém a completude teve 22,5% de usuários insatisfeitos e a exatidão/confiabilidade teve 19,7% de usuários insatisfeitos. As avaliações preocupam porque a informação suficiente é importante para o usuário se fidelizar e não

procurar outras mídias para se informar, lembrando que diversos órgãos em Belo Horizonte utilizam informações do Portal BHTRANS para publicar suas notícias. Sugere-se uma melhora no treinamento e na comunicação entre as pessoas envolvidas na divulgação de notícias e os agentes que atuam em campo;

Dos cinco serviços avaliados, o Infotráfego, com 15,6% e o *Twitter*, com 12,5% de reprovação são aqueles que merecem uma melhor atenção. O Infotráfego depende de fatores externos, como redes de telefonia e de *internet*, para atender bem, e o *Twitter* funciona apenas nos dias úteis, de 7h às 23h, deixando de cobrir os sábados, domingos e feriados, dias em que ocorrem eventos que demandam informações de transporte e trânsito.

Com relação às eventuais potencialidades do Portal BHTRANS, alguns resultados indicaram caminhos para reforçar alguns serviços, conforme detalhado a seguir.

O sistema de informações foi bem avaliado, com destaque para funcionalidade (acesso rápido) e avaliação geral. As informações tiveram boa avaliação, sendo destaque a apresentação (informações claras e fáceis de interpretar), com mais de 66% de aprovação, e a compreensibilidade (fácil entendimento dos usuários), com quase 70% de aprovação. Dos cinco serviços avaliados, o Como Chegar foi o destaque, com quase 78% de aprovação e o serviço Meu Ônibus também foi bem avaliado, com mais de 77% de aprovação.

Assim, espera-se que os resultados deste artigo possam subsidiar a BHTRANS no entendimento de fragilidades e potencialidades do Portal BHTRANS, facilitando a adoção de medidas corretivas ou consolidando os aspectos positivos.

Para estudos futuros relativos a sistemas de informações, sugere-se que além das pesquisas disponibilizadas na internet, sejam feitas também entrevistas de grupos focais, onde poderiam ser aprofundadas as questões de insatisfação demonstradas por parte dos usuários, porém sem o devido esclarecimento dos motivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS – ANTP (2012) **Sistemas inteligentes de transportes: Série Cadernos Técnicos**, v. 8, São Paulo, 164 p.
- BABBIE, E. (2003) **Métodos de pesquisa de survey** - Tradução Guilherme Cezarino – 2^a reimpressão, Belo Horizonte: Ed. UFMG.
- BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal. Decreto n. 15.317, de 02 de setembro de 2013. **Institui o Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte - PlanMob-BH**. Disponível em: <<http://portal6.pbh.gov.br/dom/iniciaEdicao.do?method=DetalheArtigo&pk=1106431>>. Acesso em: 31 out. 2015.
- BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal. **Portal da Prefeitura Municipal**. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/>>. Acesso em: 04 mar. 2015.

BRASIL. Congresso Nacional. **Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988.** 454 pg. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em: 15 ago. 2015.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Institui o Código de Trânsito Brasileiro, Brasília.** 1997. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/400848.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2016

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana.** Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 15 jul. 2015.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e dá outras providências, Brasília.** 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm>. Acesso em: 18 jun. 2015.

CHORUS, C. G.; MOLIN, E. J. E.; VAN WEE, B. (2006) **Travel information as an instrument to change car-drivers travel choices: a literature review.** *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, Eindhoven and Delft, v. 6, n. 4, p. 335-364.

COLLINS, C.; HASAN, S.; UKKUSURI, S. V. (2013) **A novel transit rider satisfaction metric: rider sentiments measured from online social media data.** *Journal of Public Transportation*, v. 16, n. 2.

EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE S / A - BHTRANS. **Portal BHTRANS.** Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br>. Acesso em: 24 set. 2015.

KUMAR, P.; SINGH, V.; REDDY, D. (2005) **Advanced traveler information system for Hyderabad City,** *IEEE Transactions on Intelligent Transportation System*, v. 6, n. 1, India.

LIKERT, R. (1932) **A technique for the measurement of attitudes:** *Archives of Psychology*, p. 1-55.

NATIONAL CENTER FOR TRANSIT RESEARCH – NCTR (2009). **Utilizing information technology in innovative marketing approaches for public transportation.** University of South Florida.

PEIRCE, S.; LAPPIN, J. (2004) **Why don't more people use advanced traveler information? Evidence from the Seattle area.** In: *83° TRANSPORTATION RESEARCH BOARD*, Washington, D.C.

POLYDOROPOULU, A.; BEN-AKIVA, M. (1999) **The effect of advanced traveler information systems (ATIS) on traveler behavior.** Ed. Ashgate Publishing Company: USA, p. 315-352.

SÃO PAULO TRANSPORTE S. A. (SPTRANS). Disponível em: <<http://olhovivo.sptrans.com.br/>>. Acesso em: 25 out. 2015.

SOUZA, A. A.; LARA, C. O.; MORAES, E. S.; FREITAS, A. G. R. (2010) **Mensuração da satisfação de usuários de sistemas de informações contábeis através do método survey.** *Sociedade, Contabilidade e Gestão*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1.

TOLEDO, T.; BEINHAKER, R. (2006) **Evaluation of the potential benefits of advanced traveler information systems.** Transportation Research Institute, Israel.

TRIOLA, M. F. (2005) **Introdução à estatística.** 9. ed. Rio de Janeiro: Editora TC, 656 p.

VIDER, E. (2013) **Uso de mídias e redes sociais para a melhoria da mobilidade urbana.** In: *19º CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO*, Brasília.

TRANSPORTE AÉREO E TURISMO: ASPECTOS DA REALIDADE BRASILEIRA

Sthéphanie Louise Souza do Couto

Ronaldo Balassiano

Programa de Engenharia de Transportes – COPPE/UFRJ

RESUMO

O turismo tem grande dependência dos transportes, principalmente o modo aéreo, visto que este possibilitou que grandes distâncias fossem percorridas em menos tempo. Isso levou ao desenvolvimento de destinos turísticos, tanto os que já apresentavam chegada de turistas quanto aqueles que buscaram atrair fluxo turístico, exigindo planejamento sinérgico entre transporte e turismo. No Brasil, o Ministério do Turismo apresenta o Programa de Regionalização do Turismo (PRT), a partir do Plano Nacional de Turismo (PNT), com intuito de desenvolver os destinos turísticos de acordo com as características dos municípios de uma mesma região. Neste sentido, este artigo se propõe a fazer um levantamento através da busca na literatura nacional e internacional sobre a temática transporte aéreo e turismo, visando extrair elementos que podem ser utilizados para a compreensão de aspectos atuais da realidade brasileira sobre transporte aéreo a partir do contexto da regionalização do turismo.

PALAVRAS CHAVE: Turismo, transporte aéreo, infraestrutura aeroportuária, regionalização do turismo.

ABSTRACT

Tourism has great dependence on transports, especially aerial mode, as this enabled great distances to be covered in less time. This led to the development of tourist destinations, both those already showed tourists' arrivals as those that looked for attracting touristic flow, demanding synergist planning between transport and tourism. In Brazil, the Ministério do Turismo prepared the Programa de Regionalização do Turismo (PRT), from the Plano Nacional de Turismo (PNT), in order to develop tourist destinations according to the characteristics between the cities in the same region. Thus, this article aims to make a review by searching national and international literature about the thematics air transport and tourism, in order to extract elements that can be used for understanding current aspects of Brazilian reality about air transportation from the context of tourism regionalization.

KEY WORDS: Tourism, air transport, airport infrastructure, tourism regionalization.

1. INTRODUÇÃO

O turismo está intimamente ligado à atividade de transportes posto que o primeiro trata do movimento de pessoas de um ponto de origem à um destino turístico, enquanto que os transportes têm por função conduzir passageiros ou cargas de um ponto a outro por várias motivações, inclusive a turística. Tal dependência pode ser observada a partir da influência da evolução tecnológica de transportes no desenvolvimento do turismo, destacando-se a aviação civil, a qual permite que grandes distâncias sejam percorridas muito mais rápido do que através de outros modos.

Este progresso do setor aéreo proporcionou o desenvolvimento de destinos turísticos, notadamente aqueles de acessibilidade precária (como ilhas e arquipélagos), além de ter

incentivado ainda mais o turismo em destinos já consolidados. Assim, considerando que grande parte dos passageiros viajam para realizar turismo (Edra, 2005), as companhias aéreas presentes nos aeroportos devem ofertar voos para diversos destinos em uma determinada frequência, visando atrair e satisfazer a demanda turística.

O Brasil, por ser um país de dimensões continentais, tem várias opções de destinos turísticos, os quais têm potencial para atrair demanda dos diferentes segmentos do turismo (tais como: o ecoturismo, o turismo gastronômico, o turismo histórico-cultural, entre outros). Outra característica geográfica é a distância dos principais polos emissores de turistas, isto é, os países desenvolvidos localizados, em grande parte, na Europa e América do Norte. Portanto, o transporte aéreo é uma importante ferramenta para o desenvolvimento de destinos turísticos brasileiros, pois aproxima origens internacionais aos destinos nacionais, assim como destinos nacionais entre si.

Os megaeventos que vêm sendo sediados no Brasil intensificaram a necessidade da reestruturação de diversos aeroportos em território nacional (Falcão, 2013) e despertaram o interesse das companhias aéreas e dos aeroportos em ampliarem a malha aérea em função de um futuro aumento da demanda de passageiros. Neste cenário, destaca-se o Estado e a Cidade do Rio de Janeiro, tendo-se em vista a presença de dois importantes aeroportos, o RIOgaleão Aeroporto Internacional Tom Jobim e o Aeroporto Santos Dumont, e por ter sido sede dos Jogos Pan-Americanos e Parapan-Americanos em 2007, dos Jogos Mundiais Militares em 2011, da Rio+20 em 2012, da Copa das Confederações e da Jornada Mundial da Juventude em 2013, da Copa do Mundo de Futebol da FIFA em 2014 e dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos neste ano de 2016.

Sendo assim, o presente artigo traz um levantamento bibliográfico na literatura nacional e internacional com o foco na relação entre a atividade turística e o setor aéreo a fim de identificar elementos para a compreensão de aspectos da realidade brasileira referentes ao transporte aéreo levando em conta os 65 destinos indutores do desenvolvimento turístico (Brasil, 2014) no contexto da regionalização do turismo proposta pelo Ministério do Turismo (Brasil, 2013a).

Observando-se que a produção científica nesse tema no Brasil não é muito extensa, este artigo contribui para ampliar o conhecimento no âmbito do planejamento de transporte aéreo, integrado ao desenvolvimento regional do turismo. A próxima seção aborda o turismo, os transportes turísticos e a relação existente entre eles, além de apresentar os órgãos reguladores do transporte aéreo a níveis internacional e nacional.

2. TURISMO E TRANSPORTE AÉREO

De acordo com a Organização Mundial do Turismo (OMT) - agência da Organização das Nações Unidas responsável pela promoção do turismo responsável, sustentável e universalmente acessível -, o turismo caracteriza-se por ser um fenômeno social, cultural e econômico que implica o deslocamento de pessoas para lugares fora do seu ambiente usual por motivos pessoais ou profissionais. Estas pessoas são designadas como visitantes, podendo ser turistas, excursionistas, residentes ou não residentes (OMT, 2014).

Em complemento, Urry (2001) define o turismo a partir de diversas práticas sociais que se complementam, sendo uma atividade de lazer oposta ao trabalho regulamentado e organizado e dependente do deslocamento de pessoas entre espaços e a permanência nestes locais diferentes do lugar de vivência natural por um determinado período de tempo, geralmente curto.

A atividade turística, segundo Lamb e Davidson (1996 *apud* Page, 2008), é formada por um tripé que engloba o produto turístico (a oferta), o mercado turístico (a demanda) e os transportes. Os produtos turísticos são bens e serviços que atendem aos visitantes, sejam eles os meios de hospedagem, os equipamentos de lazer, os transportes, as variadas infraestruturas ou os atrativos turísticos. Já a demanda turística é composta por aqueles que usufruem dos produtos, isto é, os próprios turistas (Edra, 2005).

Por transporte turístico entende-se a atividade-meio que interliga: a origem da viagem turística ao destino turístico, e vice-versa; os destinos turísticos entre si (primário e secundários); e realiza os deslocamentos intradestino. Há alguns atributos envolvidos neste processo (a oferta diversificada e de qualidade destes pode destacar os destinos em relação aos demais), entre eles: o conforto; a confiabilidade; se é doméstico ou internacional; a tarifa, a qual pode ser a mesma para qualquer tipo de assento ou com uma estratégia de tarifação diferenciada; se é de frequência regular ou fretada; a segurança; os elementos do transporte (a força motriz – define o modo e está relacionada à velocidade -, o terminal, o veículo e a via); e os modos (aéreo, ferroviário, rodoviário e aquaviário) (Lohmann, Castro, 2013).

Para alcançar o que se verifica atualmente de fluxos diários de voos operados por diversas companhias aéreas entre regiões, países e continentes, foram necessárias diversas regulamentações – e desregulamentações. Um dos principais documentos que determinou regulamentações econômicas foi elaborado na Convenção de Chicago, em 1944, por 52 países. Além de criar a International Civil Aviation Organization (ICAO), os Estados Unidos propuseram de acordos multilaterais, conhecidos como “liberdades do ar”. Muitos países não participaram destes acordos por medidas de segurança devido à Segunda Guerra Mundial (1939-1945), assim, somente as duas primeiras liberdades do ar foram aceitas em acordos multilaterais, enquanto as demais foram firmadas por acordo bilaterais entre os interessados. Posteriormente, o mercado passou a demonstrar outras necessidades, o que levou à uma revisão das liberdades do ar e da criação de mais quatro (Palhares, 2002; Lohmann, Castro, 2013).

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Ao longo do tempo, o mercado continuou demonstrando características que influenciaram nestas medidas, pois observou-se que nos locais onde a aviação era menos regulamentada havia mais competição entre as empresas e um decorrente aumento da demanda provocado pelas tarifas baixas. Desta forma, diversos países iniciaram um processo de desregulamentação, o qual, de uma forma geral, trata-se dos governos permitindo que as empresas aéreas pudessem definir suas tarifas, rotas e frequências dos voos. Os Estados Unidos foi novamente o precursor, apresentando a consolidação das redes *hub-and-spoke* (“hub” significa “nó” e “spoke” significa aro e este tipo de rede recebe este nome devido à semelhança com aros de bicicleta ao redor de um ponto central fixo, o que diferencia-o das redes linear e em grade), a entrada de novas empresas no mercado, o aumento da concorrência, as promoções de tarifas, o crescimento do setor, a criação de programas de milhagem, os sistemas de reservas por computador e as alianças estratégicas entre companhias aéreas como consequências desta nova política comercial e operacional (Palhares, 2002; Lohmann, Castro, 2013).

Por outro lado, estas medidas trouxeram efeitos negativos para os passageiros (incluindo, portanto, os turistas), devido à uma queda de qualidade do serviço dos terminais aeroportuários, os quais não tinham capacidade para o repentino aumento de fluxo de pessoas, assim como os destinos tiveram que adequar suas infraestruturas, embora as cidades menores tenham sofrido ainda mais por não estarem ligadas diretamente aos aeroportos *hub-and-spoke*, isto é, nestes locais as tarifas tiveram uma tendência contrária e aumentaram, além de ter decrescido a frequência dos voos (Page, 2008; Lohmann, Castro, 2013).

Para compreender melhor como o setor aéreo é regulado para minimizar estes impactos negativos para passageiros, operadores de aeródromos, governos e companhias aéreas, será apresentado a seguir os órgãos que regulamentam o modo aéreo em âmbito internacional e nacional. No primeiro caso, existem a International Civil Aviation Organization (ICAO) e a International Air Transport Association (IATA). Já no Brasil, o Comando da Aeronáutica (vinculado ao Ministério da Defesa), a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), a Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC) e a Secretaria de Aviação Civil (SAC) são os responsáveis pela fiscalização.

A ICAO é uma agência especializada das Nações Unidas, criada em 1944, para gerenciar a administração e governança da Convenção Internacional de Aviação Civil (Convenção de Chicago). É de sua responsabilidade desenvolver técnicas e princípios de navegação aérea internacional e estimular o estabelecimento e o progresso do transporte aéreo internacional (ICAO, 2016). Já a IATA foi fundada em 1945, se tornando sucessora da IATA (International Air Traffic Association) criada em 1919. Atualmente, representa 260 companhias aéreas (de serviço regular, *charter* e de carga) no mundo (83% do tráfego aéreo) e tem por objetivo proporcionar serviços aéreos seguros, confiáveis e rentáveis a fim de beneficiar os consumidores. Os padrões das operações dos voos, da navegação aérea e da infraestrutura aeroportuária fazem parte de suas preocupações, portanto, a associação colabora com aeroportos para assegurar que o desenvolvimento da infraestrutura se adequem aos princípios

estabelecidos, sendo responsável pelos Airport Consultative Committees (ACC), a fim de facilitar as relações entre as autoridades aeroportuárias e as companhias aéreas no que se refere à construção e expansão de aeroportos. Parte de suas obrigações é cooperar com a ICAO e outras organizações internacionais (IATA, 2016).

No âmbito brasileiro, o Comando da Aeronáutica (COMAER), ligado ao Ministério da Defesa, tem como principal atividade o controle do tráfego e a manutenção da segurança do espaço aéreo (Força Aérea Brasileira, 2016). Já a Secretaria da Aviação Civil da Presidência da República (SAC) se propõe a coordenar e supervisionar as ações que visam o desenvolvimento estratégico do setor da aviação civil e da infraestrutura aeroportuária e aeronáutica no país, incluindo o planejamento do setor aéreo, a coordenação de fundos de desenvolvimento de infraestrutura e a coordenação da INFRAERO e da ANAC, em consonância com o Ministério da Defesa, quando necessário (Secretaria de Aviação Civil, 2016). Consonante a isso, em suma, os objetivos da INFRAERO e da ANAC giram em torno da implantação, administração e operação da infraestrutura aeroportuária e apoio à navegação aérea, além da regulamentação e fiscalização desta infraestrutura e das atividades da aviação civil, respectivamente (INFRAERO, 2015; INFRAERO, 2016; ANAC, 2016).

Nesta seção foram conceituados o turismo e os transportes turísticos, relacionando-os e destacando a importância da dependência entre eles, principalmente no que se refere ao modo aéreo e à atividade turística. Visando compreender os órgãos reguladores da infraestrutura aeroportuária, foram apresentadas as organizações internacionais e nacionais responsáveis por tais assuntos. A seção seguinte irá expor uma revisão da literatura sobre a abordagem dos temas investigados.

3. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A partir da literatura nacional e internacional, a Tabela 1 foi elaborada com intuito de facilitar a observação de como vem sendo discutida a temática que envolve turismo, setor aéreo e infraestrutura aeroportuária.

Tabela 1: Revisão bibliográfica

| Autor | Ano | Título | Tipo de publicação | Observações |
|--------|------|--|--------------------|---|
| Falcão | 2013 | Demandas aeroportuárias de Manaus e sua influência para o setor de turismo da região | Artigo | Estudo de demanda de passageiros e influência no turismo; investir na infraestrutura para suportar o crescimento da demanda |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

| | | | | |
|-------------------------------|------|--|-------------|---|
| Lohmann, Fraga e Castro | 2013 | Transportes e destinos turísticos: planejamento e gestão | Livro | Capítulo 1 sobre transportes e desenvolvimento de destinos turísticos. Capítulo 5 sobre transporte aéreo e turismo: reformas nos terminais aeroportuários do Nordeste aumentaram a oferta de voos para a Europa; influência de empresas aéreas de baixo custo (LCC) e tradicionais (FSNC) no desenvolvimento de destinos turísticos; panorama dos aeroportos brasileiros, infraestrutura precária e privatização de aeroportos; operação de cias internacionais em aeroportos internacionais descentralizados do eixo Rio-São Paulo |
| Edra | 2005 | A relação entre turismo e transporte aéreo no Brasil | Dissertação | Inter-relação entre as políticas do turismo e do transporte aéreo de acordo com o Plano Nacional de Turismo 2003-2007; infraestrutura como barreira física para atuação de companhia aérea |
| Page | 2008 | Transporte e Turismo: Perspectivas Globais | Livro | Capítulo 6 apresenta item de alianças estratégicas no setor aéreo; Capítulo 7 menciona a infraestrutura de transporte turístico, especificamente a função do aeroporto: o desafio da gestão de terminais aeroportuários; aeroportos como parte da experiência turística; as cias aéreas de baixo custo; privatização de aeroportos; marketing para atrair passageiros e comunidade local; planejamento e desenvolvimento de aeroportos |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

| | | | | |
|---|------|--|--------|--|
| Palhares | 2002 | Transportes Turísticos | Livro | Capítulo 3 trata do transporte aéreo e o turismo, entre os tópicos: alterações que as cias aéreas realizam no terminal; privatização; as empresas de baixo custo e baixa tarifa; aeroportos como parte da experiência turística; marketing para atrair passageiros; local de lazer para visitantes |
| Demant | 2011 | Infraestrutura aeroportuária e o desenvolvimento do tráfego aéreo regional no Brasil | Artigo | Influência da infraestrutura no movimento de passageiros em voos regionais e como barreira de entrada para a atuação de companhias aéreas e criação de rotas |
| Cárdenas Gómez | 2014 | El aeropuerto de Puerto Vallarta: factor de impulso del turismo nacional e internacional | Artigo | O turismo provocou: mudanças no destino, aumento da oferta de voos domésticos e criação de rotas internacionais, melhoria nos serviços; necessidade de construir novo aeroporto e estrada de acesso; privatização; acordo entre governo, cias aéreas e empresários para aumentar destinos dos voos |
| Hernández Luis, Armengol Martín, González Morales e Sobral García | 2011 | El hándicap del transporte aéreo para el desarrollo inicial del turismo de masas en las islas canarias | Artigo | Aumento das pistas de pouso e decolagem e dos terminais de passageiros nas Ilhas Canárias para lidar com a demanda e provocando aumento da mesma |

Fonte: Elaboração própria.

A partir da Tabela 1, observa-se que diversos estudos ressaltam alguns fatores em comum, tais como:

- (1) o debate sobre as vantagens de privatizar os aeroportos;
- (2) os efeitos que a crescente demanda provoca, ao requisitar que tanto as infraestruturas aeroportuárias quanto dos destinos turísticos se adaptem – o que atrai mais fluxo turístico;

- (3) ampliação de pistas de pouso e decolagem, pátio e terminais de passageiros, isto é, modificações na infraestrutura aeroportuária a fim de atender a demanda de passageiros e as aeronaves que as companhias aéreas pretendem utilizar, o que, caso não ocorra, se demonstra como uma barreira física que impede a atuação das empresas;
- (4) as companhias aéreas de baixo custo como indutoras do desenvolvimento de aeroportos e destinos secundários;
- (5) o marketing como instrumento de atração de viajantes e da comunidade local, tornando o aeroporto em um equipamento de lazer da região e integrante da experiência turística.

Esta seção apresentou, com base na literatura pesquisada, de que forma o turismo e o setor aéreo vêm sendo discutidos, principalmente no que se refere aos destinos turísticos e à infraestrutura aeroportuária. A próxima sessão irá analisar o Programa de Regionalização do Turismo (PRT), parte do Plano Nacional de Turismo (PNT), e comparar os elementos supracitados com a realidade observada no cenário brasileiro de desenvolvimento regional do turismo e da infraestrutura aeroportuária.

4. INFLUÊNCIA DA EXPANSÃO DA MALHA AÉREA NA INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA E NO DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO TURISMO NO BRASIL

Nesta seção é realizada uma apresentação de alguns aspectos do Programa de Regionalização do Turismo (PRT) proposto pelo Ministério do Turismo no Brasil e abordado o transporte aéreo (ver item 4.1). Em seguida, são levantados alguns dos elementos relacionados à infraestrutura aeroportuária e ao desenvolvimento regional do turismo (ver item 4.2).

4.1 Programa de Regionalização do Turismo e o transporte aéreo no Brasil

O Plano Nacional do Turismo 2007-2010 trouxe como proposta, dentro de seus Macroprogramas, fortalecer a aviação regional, ampliar a oferta de voos domésticos regulares e *charters*, desconcentrar os fluxos aéreos, melhorar a rede e qualidade das infraestruturas, além da Regionalização do Turismo, entre outros fatores (Brasil, 2007).

Com vistas a promover o desenvolvimento da atividade turística no território brasileiro, o Ministério do Turismo instituiu os novos moldes do Programa de Regionalização do Turismo através da Portaria nº 105/2013, em maio de 2013. Tal programa objetiva “promover a convergência e a articulação das ações do Ministério do Turismo e do conjunto das políticas públicas setoriais e locais, tendo como foco a gestão, estruturação e promoção do turismo no Brasil, de forma regionalizada e descentralizada”. As diretrizes estabelecidas neste documento são: os objetivos, os modelos de gestão, os eixos de atuação e as estratégias de implantação (Brasil, 2013b).



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Entre os objetivos definidos destacam-se o estabelecimento de critérios e parâmetros para definir e categorizar os municípios e as regiões turísticas, além da identificação das necessidades de infraestrutura dos estados, regiões e municípios e a articulação para sua priorização com as aéreas setoriais. Já os modelos de gestão se baseiam na gestão compartilhada, descentralizada, coordenada e integrada a fim de envolver as diferentes instituições, os agentes econômicos e a sociedade civil. Tais medidas almejam que o turismo seja planejado de acordo com as especificidades de cada região, com participação da sociedade na qual ele se desenvolve e dos agentes integrantes deste processo (Brasil, 2013b).

Neste sentido, os eixos de atuação do Programa englobam: a gestão descentralizada do turismo; o planejamento e posicionamento de mercado; a qualificação profissional, dos serviços e da produção associada; o empreendedorismo; a captação e promoção de investimentos; a infraestrutura turística; a promoção e o apoio à comercialização; a informação ao turista e o monitoramento (Brasil, 2013b).

Portanto, as estratégias de implementação se referem: ao mapeamento, isto é, identificar regiões e municípios turísticos brasileiros a partir dos critérios estabelecidos; à categorização das regiões e municípios em níveis de acordo com o desenvolvimento econômico do turismo a fim de orientar a atuação do Governo Federal; à formação de capacitação de gestores públicos e publicação de cartilhas norteadoras do desenvolvimento da atividade; ao fomento da regionalização através de apoio financeiro do Ministério para os estados, regiões e municípios turísticos; à comunicação com intuito de produzir e disponibilizar instrumentos e ferramentas de informação aos diversos segmentos da sociedade e a constituição de uma rede nacional de interlocutores do Programa com vistas de divulgá-lo como instrumento político essencial para a consolidação dos destinos; e, por fim, o monitoramento e a avaliação da evolução do Programa, a fim de alimentar o Sistema de Informações Gerenciais do Programa e garantir eventuais correções que se façam necessárias (Brasil, 2013b).

Quanto à primeira estratégia mencionada na Portaria nº 105/2013, somente em dezembro de 2013 a Portaria nº 313/2013 definiu o novo Mapa do Turismo Brasileiro como um instrumento para orientar a atuação do Ministério no que tange ao desenvolvimento de políticas públicas setoriais e locais nos territórios identificados. Assim, os critérios de caracterização utilizados para definir as regiões turísticas foram: a existência de oferta turística (existência de atrativos, serviços, equipamentos turísticos e acesso) nos municípios; ter características similares e/ou complementares e aspectos que identifiquem os municípios das regiões (identidade histórica, cultural, econômica e/ou geográfica, por exemplo) e ser limítrofe e/ou distribuídos de forma contígua (próximo, junto ou adjacente). Adicionalmente, as regiões turísticas têm como compromisso institucionalizar a Instância de Governança Regional, elaborar o Plano Estratégico de Desenvolvimento Turístico da Região e indicar um interlocutor para a região e cada município integrante. Este Mapa é atualizado periodicamente e a versão atual, divulgada em 2013, conta com 3.345 municípios divididos em 303 regiões turísticas (Brasil, 2013c). A Figura 1 apresenta o mapa do turismo no Brasil:

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

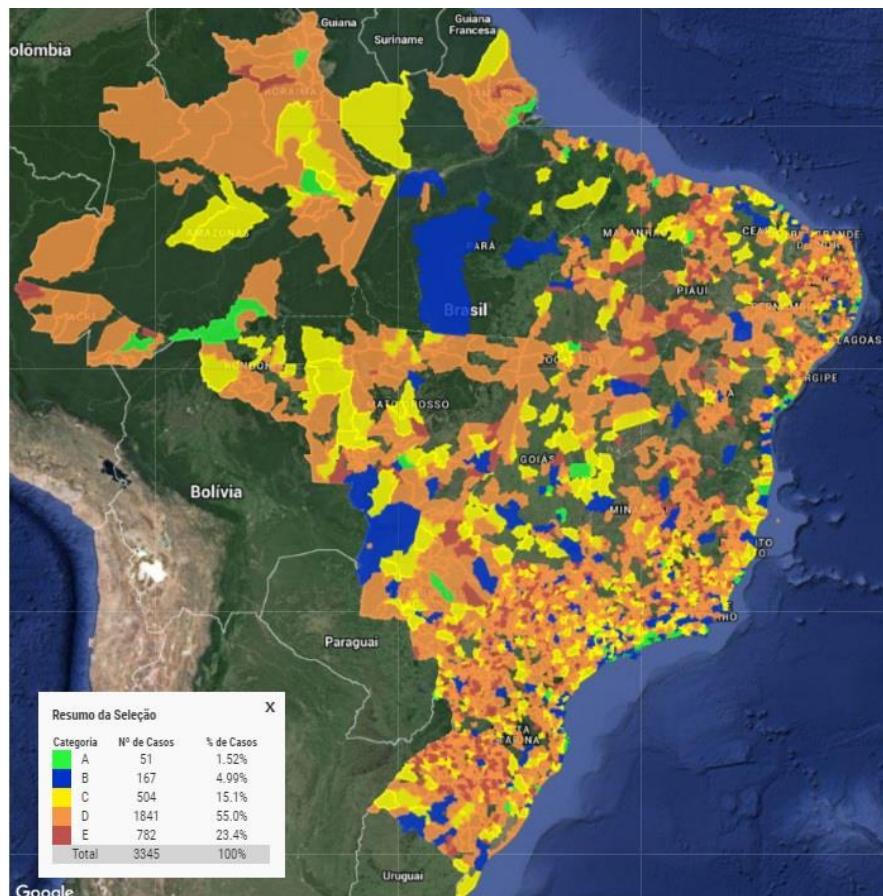


Figura 1: Mapa do Turismo Brasileiro.

Fonte: BRASIL. Ministério do Turismo. Disponível em:
<http://www.mapa.turismo.gov.br/mapa/init.html#/home>. Acesso em: 02 de junho de 2016.

Dois anos após o novo Programa de Regionalização do Turismo ser sancionado, a Portaria nº 144/2015 foi de acordo com a terceira estratégia do Programa ao estabelecer a categorização dos municípios das regiões turísticas do Mapa do Turismo Brasileiro supracitado (ver Figura 1). Tendo-se em vista que a categorização se refere ao instrumento de identificação do desempenho da economia do turismo nos municípios, foi usada a metodologia de análise de *cluster* (agrupamento) por meio das seguintes variáveis: o número de estabelecimentos de hospedagem; o número de empregos formais neste setor; e as estimativas de turistas divulgadas pelos Estudo de Demanda Doméstica e Estudo de Demanda Internacional elaborado pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE/Ministério do Turismo). O resultado foi a criação de cinco grupos (categorias A, B, C, D e E) que abrangem municípios com as mesmas características a fim de dar suporte para as decisões estratégicas da gestão pública em políticas específicas para cada categoria com intuito de atender suas especificidades (ver Tabela 2) (Brasil, 2015).

Tabela 2: Caracterização das categorias a partir das variáveis

| Categoria | Nº de municípios | % de municípios do mapa | Valor Médio (não padronizado) | | | |
|-----------|------------------|-------------------------|--|--|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | Qtd. de empregos formais de hospedagem | Qtd. de estabelecimentos formais de hospedagem | Estimativa de turistas internacionais | Estimativa de turistas domésticos |
| A | 51 | 1,52% | 2.401 | 190 | 140.474 | 1.775.071 |
| B | 167 | 4,99% | 458 | 36 | 7.535 | 235.855 |
| C | 504 | 15,10% | 98 | 11 | 587 | 58.851 |
| D | 1.841 | 55,04% | 11 | 2 | 0 | 9.041 |
| E | 782 | 23,38% | 0 | 0 | 0 | 0 |

Redesenhado a partir de: BRASIL. Ministério do Turismo. (s.d.) Cartilha de Categorização dos Municípios das Regiões Turísticas do Mapa do Turismo Brasileiro. Disponível em:

<http://www.mapa.turismo.gov.br/mapa/downloads/pdf/categorizacao/Cartilha_da_Categorizacao.pdf>. Acesso em: 02 de junho de 2016.

A partir dos dados apresentados na Tabela 2, destaca-se que na categoria A incluem-se as capitais das Unidades da Federação e, somada com a categoria B, representam 68% da estimativa do fluxo de turistas domésticos e mais de 96% da estimativa do fluxo de turistas internacionais (Brasil, s.d.). Neste sentido, o transporte aéreo representa um importante papel no desenvolvimento do turismo no país, posto que contribui para a entrada de visitantes internacionais através dos aeroportos internacionais e para a distribuição dos visitantes (domésticos e internacionais) para as demais regiões. Contudo, essa potencialidade ainda não é totalmente explorada, já que os municípios da categoria D e E não têm estimativa de turistas internacionais, além desta segunda categoria também não apresentar nenhum resultado entre as outras variáveis pesquisadas na análise *cluster* (Ministério do Turismo, s.d.). Portanto, há oportunidades de investimento na infraestrutura aeroportuária e na malha aérea, tanto nas regiões onde a atividade já está consolidada, a fim de mantê-las sempre de acordo com a demanda estimada, quanto nas regiões onde a demanda é baixa ou inexistente para estimular o desenvolvimento regional do turismo.

4.2 Relação entre elementos identificados na literatura e alguns aspectos da realidade brasileira no contexto da regionalização do turismo

Antes de identificar os elementos é mister contextualizar que a classificação internacional dos aeródromos advém do ICAO e, pelo fato do Brasil ser um país signatário deste órgão, a classificação da ANAC segue os mesmos padrões. São extensas as características obrigatórias para o lado ar e o lado terra, mas o principal fator determinante é o dimensionamento das aeronaves que o terminal aeroportuário pretende atender, dentre elas

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

estão: a iluminação; a sinalização; o tamanho das pistas de pouso e decolagem, das pistas de rolamento (táxi) e do pátio de estacionamento das aeronaves; o tipo de terminal de passageiros (linear, *finger*, satélites ou *mobile lounge/transporter*) e a área total do mesmo (destinada à circulação das pessoas somada aos espaços ocupados pelos diversos serviços e comércios ofertados). É igualmente imprescindível planejar o lado terra de acordo com a demanda prevista, levando em consideração o conforto dos passageiros, a eficiência dos serviços prestados e tráfego de acesso dos passageiros, proporcionando estacionamentos de veículos, sistemas de vias de acesso, pontos de embarque e desembarque (meio-fio) e a intermodalidade, principalmente com o transporte público, entre outros aspectos (ANAC, 2016; Torres, 2016).

Um aeródromo é formado por toda aérea destinada a pouso, decolagem e movimentação de aeronaves em terra ou água, podendo ser militar ou civil, com a possibilidade deste último ser público ou privado. Já os aeroportos são “aeródromos públicos dotados de instalações e facilidades para apoio de operações de aeronaves e de embarque e desembarque de pessoas e cargas” (Código Brasileiro de Aeronáutica, 1986). Eles são classificados em internacionais, domésticos e regionais, podendo fazer transporte de passageiros e/ou de cargas. Sendo que:

(a) Os regionais costumam ser menores e, consequentemente, recebem aeronaves compatíveis com o seu tamanho. Eles têm grande importância nos locais em que se encontram, pois podem ser a forma mais eficiente para entrega de produtos necessários para a comunidade (como medicamentos e alimentos) caso as vias terrestres sejam precárias (Torres, 2016);

(b) Os domésticos, por sua vez, operam somente voos dentro do território nacional, podendo atender aeronaves de diversos tamanhos dependendo de sua infraestrutura. Já os aeroportos internacionais servem como primeira ou última escala, ao entrar ou sair do país, respectivamente (Comando da Aeronáutica, 2016); têm como principal diferença a obrigatoriedade de serviços alfandegários e do controle de passaportes dos passageiros pelas autoridades competentes, pois a fiscalização dos itens e pessoas que entram e saem de um país são questões de segurança nacional; além de requisitarem, por exemplo, tamanhos de pista e pátio condizentes com as dimensões aeronaves que pretendem receber, visto que os aviões que realizam voos internacionais são maiores (Demant, 2011).

Entre os fatores que influenciam no tráfego aéreo, Demant (2011) destaca a presença de voos regulares e as atrações turísticas. Isto é, uma malha aérea com destinos diversificados e com voos frequentes é essencial no fluxo de passageiros. Do ponto de vista dos destinos turísticos que possuem terminais aeroportuários, isso representa uma vantagem em relação aos que não apresentam estes equipamentos, já que os turistas não terão a necessidade de fazerem grandes deslocamentos após o desembarque para chegar ao destino final. Assim, levando-se em consideração os dados abordados na literatura (ver Seção 3) e a realidade brasileira quanto a regionalização do turismo no país (ver item 4.1), observa-se que há alguns elementos em comum que podem servir como base para estudos futuros (Tabela 3):

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Tabela 3: Comparativo entre a revisão bibliográfica e aspectos da realidade brasileira

| Elementos extraídos da literatura | Aspectos da realidade brasileira |
|---|---|
| Privatização de aeroportos Investir em infraestrutura para satisfazer demanda | Tendência do Governo Federal em privatizar aeroportos em forma de concessão, o que leva ao investimento em infraestrutura por parte da empresa privada (INFRAERO, s.d.). |
| Reforma em terminais de passageiros | |
| Gestão de terminais passageiros | |
| Aeroportos como parte da experiência turística | O aeroporto de Brasília, por exemplo, vem recebendo apresentações musicais (Aeroporto de Brasília, 2015a) e exposições de fotografias (Aeroporto de Brasília, 2015b) |
| Marketing do aeroporto como área de lazer | |
| Descentralização do eixo “Ponte Aérea” | Analisando o Mapa do Turismo Brasileiro e a variável Estimativa de Turistas Domésticos utilizada na categorização, observa-se que há uma grande área de abrangência, indicando o movimento de turistas domésticos no país. |
| Alianças estratégicas | |
| Empresas aéreas de baixo custo e tradicionais | No Brasil, o processo iniciou-se com a entrada da VARIG na <i>Star Alliance</i> , em 1997 (Silveira, 2007), e esta tática continua tendo importância no mercado, uma vez que, recentemente, a TAM se uniu à LAN Chile, formando a LATAM, parte da <i>One World</i> (LATAM, 2016). |
| Necessidade de adaptar a infraestrutura aeroportuária devido à crescente demanda | |
| Infraestrutura aeroportuária como inibidora da entrada de novas companhias aéreas | |
| Infraestrutura como barreira física para atuação de empresas aéreas | |

Fonte: Elaboração própria.

Esta seção destacou o Programa de Regionalização do Turismo, proposto pelo Ministério do Turismo, com intuito de agrupar municípios, o que permite o desenvolvimento

do turismo com vistas de planejar de forma adequada de acordo com as especificidades de cada região. Além disso, a análise das variáveis consideradas na categorização destas regiões apresenta dados importantes do cenário atual da atividade turística no país. Assim, a partir de tais dados e dos fatores que influenciam a infraestrutura aeroportuária encontrados na revisão bibliográfica, foi feito um panorama do contexto brasileiro observado atualmente no que tange o desenvolvimento regional do turismo em consonância com o setor aéreo.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho identificou alguns elementos que possibilitam analisar a infraestrutura aeroportuária nos aeroportos no que se refere à expansão na malha aérea considerando os destinos turísticos brasileiros no contexto da regionalização do turismo definida pelo Ministério do Turismo.

Para a determinação dos elementos que permitem analisar a influência que a malha aérea exerce na infraestrutura aeroportuária, foram observados os fatores mais abordados na literatura e, com intuito de destacar quais destes elementos podem colaborar com o desenvolvimento de destinos turísticos brasileiros, analisou-se a presença dos mesmos no contexto do caso brasileiro.

Este artigo contribui para o conhecimento no âmbito do planejamento de transporte aéreo relacionado ao desenvolvimento regional do turismo, bem como fornece embasamento para que sejam desenvolvidas outras pesquisas, como por exemplo, uma avaliação dos impactos do transporte aéreo em destinos turísticos que estão inseridos em um contexto de regionalização do turismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEROPORTO DE BRASÍLIA. (2015a) Aeroporto de Brasília recebe apresentações musicais da Academia Camerata Real. Disponível em: <<http://www.bsb.aero/br/noticias/aeroporto-de-brasilia-recebe-apresentacoes-musicais-da-academia-camerata-real/1127/>>. Acesso em 13 de junho de 2016.
- _____. (2015b) Exposição “Além da pele” desembarca no Aeroporto de Brasília. Disponível em: <<http://www.bsb.aero/br/noticias/exposicao-alem-da-pele-desembarca-no-aeroporto-de-brasilia/1128/>>. Acesso em: 13 de junho de 2016.
- AIRWAY. (2015) Conheça as companhias aéreas do Brasil que não são famosas. Disponível em: <<http://airway.uol.com.br/conheca-as-companhias-aereas-do-brasil-que-nao-sao-famosas/>>. Disponível em: 13 de junho de 2016.
- ANAC. (2016) Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/>>. Acesso em: 26 de maio de 2016.
- BRASIL. Ministério do Turismo. (2014) Índice de Competitividade do Turismo Nacional. Relatório Brasil 2014. Disponível em: <http://www.dadosefatos.turismo.gov.br/export/sites/default/dadosefatos/outros_estudos/downloads_outrosestudos/Relatorio_Brasil_2014_web.pdf>. Acesso em: 05 de junho de 2016.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

- _____. (2013a) MTur divulga novo mapa turístico do país. Brasília: MTur. Disponível em: <<http://www.turismo.gov.br/ultimas-noticias/4423-mtur-divulga-novo-mapa-turistico-do-pais.html>>. Acesso em: 05 de junho de 2016.
- _____. (2007) Plano Nacional do Turismo 2007-2010. Brasília: MTur. Disponível em: <http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o_ministerio/publicacoes/downloads_publicacoes/plano_nacional_turismo_2007_2010.pdf>. Acesso em 30 de julho de 2016.
- _____. (2013b) Portaria nº 105, de 16 de maio de 2013. Disponível em: <<http://www.turismo.gov.br/legislacao/?p=93>>. Acesso em: 02 de junho de 2016.
- _____. (2013c) Portaria nº 313, de 03 de dezembro de 2013. Disponível em: <<http://www.turismo.gov.br/legislacao/?p=37>>. Acesso em: 02 de junho de 2016
- _____. (2015) Portaria nº 144, de 27 de agosto de 2015. Disponível em: <<http://www.turismo.gov.br/legislacao/?p=822>>. Acesso em: 02 de junho de 2016.
- _____. (s.d.) Cartilha de Categorização dos Municípios das Regiões Turísticas do Mapa do Turismo Brasileiro. Brasília: MTur. Disponível em: <http://www.mapa.turismo.gov.br/mapa/downloads/pdf/categorizacao/Cartilha_da_Categorizacao.pdf>. Acesso em: 02 de junho de 2016.
- CÁRDENAS GÓMEZ, E. P. (2014) El aeropuerto de Puerto Vallarta: factor de impulso del turismo nacional e internacional. *Cuadernos de Turismo*, num. 34, pp. 53-68.
- CÓDIGO BRASILEIRO DE AERONÁUTICA. (1986) Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7565.htm>. Acesso em: 26 de maio de 2016.
- COMAER-DECEA-ICA COMANDO DA AERONÁUTICA – DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO – INSTITUTO DE CARTOGRAFIA AERONÁUTICA. (2016) Rotaer Brasil – Manual Auxiliar de Rotas Aéreas. Disponível em: <<http://static.aisweb.decea.gov.br/publicacoes/ROTAER/07-DFC953E5-76C0-48D2-AE14D5E20B348E37.pdf>>. Acesso em: 02 de junho de 2016.
- DEMANT, M. A. R. (2011) Infraestrutura aeroportuária e o desenvolvimento do tráfego aéreo regional no Brasil. *Journal of Transport Literature*. Vol. 5, num. 1, pp. 124-160.
- EDRA, F. P. M. (2005) **A relação entre turismo e transporte aéreo no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- EXAME. (2004) O desafio de sair do chão. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/821/noticias/o-desafio-de-sair-do-chao-m0051729>>. Acesso em: 13 de junho de 2016.
- FALCÃO, V. A. (2013) Demanda aeroportuária de Manaus e sua influência para o setor de turismo da região. *Journal of Transport Literature*. Vol. 7, num. 1, pp. 127-146.
- FORÇA AÉREA BRASILEIRA. (2016) Disponível em: <<http://www.fab.mil.br>>. Acesso em: 26 de maio de 2016.
- GAZETA DO POVO. (2015) Aeroportos brasileiros carecem de pistas para atender aumento da demanda. Disponível em <<http://www.gazetadopovo.com.br/blogs/avioes-em-foco/aeroportos-brasileiros-carecem-de-pistas-para-atender-aumento-da-demandam/>>. Acesso em: 13 de junho de 2016.
- HERNÁNDEZ LUIS, J. Á.; SOBRAL GARCÍA, S.; GONZÁLEZ MORALES, A.; ARMENGOL MARTÍN, M. (2011) El hándicap del transporte aéreo para el desarrollo inicial del turismo de masas en las islas Canarias. *Cuadernos de Turismo*, num. 28, pp. 75-91.
- IATA. (2016) Disponível em: <<http://www.iata.org/about/>>. Acesso em: 26 de maio de 2016.
- ICAO. (2016) Disponível em: <<http://www.icao.int/about-icao/>>. Acesso em: 26 de maio de 2016.
- INFRAERO. (2016) Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/>>. Acesso em: 26 de maio de 2016.
- _____. (2015) Estatuto Social. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/images/stories/Infraero/Estatuto/estatuto.pdf>>. Acesso em 26 de maio de 2016.
- _____. (s.d.) Concessão de aeroportos. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/transparencia/concessao.html>>. Acesso em: 13 de junho de 2016.
- LATAM. (2016) Disponível em: <<http://www.latamairlinesgroup.net/phoenix.zhtml?c=251290&p=irol-homeProfile2>>. Acesso em: 13 de junho de 2016.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

- LOHMANN, G.; CASTRO, R. (2013) Transportes e desenvolvimento de destinos turísticos. In: LOHMANN, G.; FRAGA, C.; CASTRO R. (eds.) **Transportes e Destinos Turísticos: Planejamento e Gestão**. Elsevier/Campus, Rio de Janeiro.
- LOHMANN, G.; FRAGA, C.; CASTRO R. (eds.) (2013) **Transportes e Destinos Turísticos: Planejamento e Gestão**. Elsevier/Campus, Rio de Janeiro.
- OMT. (2014) Glossary of tourism terms. Disponível em: <<http://cf.cdn.unwto.org/sites/all/files/Glossary+of+terms.pdf>>. Acesso em: 22 de maio de 2016.
- PAGE, S. J. (2008) **Transporte e Turismo: Perspectivas Globais**; tradução Juliana de Souza Dartora. 2 Ed, Bookman, Porto Alegre.
- PALHARES, G. L. (2002) **Transportes Turísticos**. Aleph, São Paulo.
- PORTAL BRASIL. (2015) Aeroportos concedidos atendem demanda por melhores serviços. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/06/aeroportos-concedidos-atendem-demanda-por-melhores-servicos>>. Acesso em: 13 de junho de 2016.
- SECRETARIA DE AVIAÇÃO CIVIL. (2016) Disponível em: <<http://www.aviacao.gov.br/>>. Acesso em: 26 de maio de 2015.
- SILVEIRA, D. M. S. (2007) **Análise dos Benefícios das Alianças Internacionais entre Empresas de Transporte Aéreo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- TORRES, R. R. (2016) Infraestrutura aeroportuária. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). (Comunicação oral).
- URRY, J. (2001) **O olhar do turista: lazer e viagens nas sociedades contemporâneas**. Studio Nobel: SESC, São Paulo.

MEDIDAS DE GESTÃO DA DEMANDA COMO APOIO AO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

Marcele Dorneles Bravo

Guilherme Furtado Carvalho

Melina Yumi Fujiwara

Shadia Silveira Assaf Bortolazzo

Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Transportes e Gestão Territorial

RESUMO

A mobilidade urbana continua sendo um dos principais desafios das cidades, pois, de forma equivocada, os esforços na provisão de infraestrutura se concentram muitas vezes no alargamento das vias, atendendo à demanda por transporte individual motorizado e, consequentemente, piorando os congestionamentos a médio e longo prazos. Uma tendência que se consolida no âmbito do planejamento urbano e de transportes é o emprego de estratégias de gestão de demanda de transportes. Tais estratégias visam modificar o comportamento das viagens e aumentar a eficiência dos sistemas de transportes, otimizando o uso da infraestrutura para promover modos sustentáveis e lançando mão de estratégias para restringir a utilização acentuada do automóvel. Esse artigo apresenta uma revisão da literatura existente no que se refere à gestão de demanda, abordando tanto as medidas promoção do transporte ativo e coletivo, quanto os tipos de restrição ao transporte individual motorizado, visto que, para ter um bom resultado, tais medidas devem ser aplicadas em conjunto. Ao longo desse trabalho também são referenciados alguns casos onde essas medidas obtiveram êxito, sempre levando em consideração a cultura da população e as especificidades de cada local.

ABSTRACT

Urban mobility remains one of the key challenge for cities, since, equivocally, the efforts in the provision of infrastructure are concentrated often in widening roads, meeting the demand for motorized individual transport and, consequently, worsening congestion in medium and long term. A trend that is consolidating in the fields of urban and transport planning is the use of transportation demand management strategies. Such strategies aim to modify travel behavior and increase the efficiency of transport systems, optimizing the use of infrastructure to promote sustainable modes of transport and making use of strategies to restrict car use. This article presents a review of the literature regarding transportation demand management, addressing both the measures that promote active and public transport, and those that focus on traffic restraint of individual motorized transport, since, in order to produce good results, such measures should be implemented together. Additionally, throughout this work are referenced some cases where these measures achieved success, always taking into account the culture of the population and the characteristics of each particular place.

PALAVRAS-CHAVE:

Gestão de demanda de transportes, transporte sustentável, restrição de tráfego.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano guiado pela infraestrutura rodoviária vem sendo amplamente discutido nas médias e grandes cidades brasileiras. Hoje, sofrendo com congestionamento, poluição e elevado índice de acidentes, elas vêm aprendendo com o erro já antecipado principalmente por cidades europeias: de que ao direcionar investimentos para construções voltadas a acomodar tráfego de veículos particulares, o resultado gerado não é

maior fluidez e sim, mais congestionamentos devido à demanda induzida.

A configuração do sistema de transporte afeta diretamente os padrões de uso do solo e vice-versa. Quanto mais território é destinado ao transporte individual, mais distantes ficam as moradias dos demais destinos (trabalho, lazer, compras, etc.), obrigando as pessoas a utilizarem o automóvel para suas viagens. O planejamento de transporte integrado à gestão de uso do solo é imprescindível para conter esse quadro. (LITMAN et al., 2009)

O planejamento de transportes apresenta ferramentas que podem contribuir na correta aplicação de recursos, como a gestão da demanda de transportes (em inglês, *Transportation Demand Management ou TDM*). De acordo com Litman et al. (2009), a tríade infalível para uma boa gestão de demanda de transporte, visando a mobilidade sustentável é: 1) a melhoria das opções de mobilidade (medidas “pull”); 2) a tomada de medidas econômicas que afetem o uso do automóvel, como taxas, multas, pedágios, etc. (medidas “push”); e 3) a implementação de políticas de uso do solo com vistas a um crescimento inteligente, em inglês, *Smart Growth* (reúne medidas “pull” e “push”).

O objetivo deste estudo é apresentar uma revisão bibliográfica sobre o estado da arte em gestão da demanda de transporte, identificando os métodos de apoio ao planejamento que promovem a melhoria dos transportes públicos e ativos, bem como os diversos tipos de medidas que podem ser aplicadas na restrição ao transporte individual motorizado e veículos de carga.

2. GESTÃO DA DEMANDA DE TRANSPORTE

Litman et al. (2009) define a gestão da demanda de transporte como um conjunto de estratégias que visam maximizar a eficiência, alcance e variedade de modos de transporte, desencorajando viagens por automóvel e melhorando a mobilidade. Em uma abordagem comportamental, Loukopoulos et al. (2004) defende que essas medidas alteram custo, tempo e conveniência das viagens, afetando as opções de transporte e, por isso, é necessário conhecer de que forma as estratégias aplicadas interferem nas escolhas dos usuários.

Basicamente, as medidas a serem tomadas para melhorar a eficiência dos transportes sustentáveis são classificadas em dois tipos: as medidas “push”, que significa “empurrar” os automóveis para fora das ruas, tornando-os menos atrativos. Alguns subsídios que podem ser úteis nesse cenário são: a redução e taxação de locais para estacionamento, a cobrança de pedágio para circulação de veículos em determinados horários e locais, a aplicação de rodízio de placas, a limitação de velocidades com fiscalização eletrônica, zonas 30 e *traffic calming*, dentre outros. (SHOUP 1997)

O segundo tipo, são as medidas “pull”, que têm o intuito de “puxar” os outros modos de transporte, estimulando-os através de melhorias de qualidade, conforto, confiabilidade e infraestrutura. Esses incentivos se dão através da melhora no nível de serviço de transportes públicos e táxis, integração tarifária e modal, agilidade e redução do tempo de viagem,

implantação de sistema de informação ao usuário, ferramentas legais para compartilhamento (*carsharing, carpooling, bikesharing*), facilidades disponíveis para ciclistas (bicicletários, paraciclos, armários, chuveiros, etc.), *parklets* no auxílio à redução de estacionamentos e promoção de espaços de convivência, incentivo a planos de mobilidade corporativa, etc. (TAYLOR et al., 2003; PUCHER et al., 2003; PESSANHA et al. 2010).

Segundo Litman et al. (2009), quando apenas medidas “*pull*” são consideradas, é percebida uma pequena mudança no comportamento dos usuários, pois dirigir muitas vezes ainda é uma alternativa barata e mais confortável. Por outro lado, quando apenas medidas “*push*” são impostas, os usuários ficam frustrados e tendem a reagir contra as políticas implantadas, uma vez que nenhuma outra opção atende os deslocamentos necessários e se os faz, geralmente apresenta-se em condições ruins. Para um planejamento coerente, medidas “*push*” jamais podem ser cogitadas sem estarem acompanhadas por um leque de medidas “*pull*”, por isso tais medidas sempre devem ser implantadas em conjunto.

3. MEDIDAS DE PROMOÇÃO DOS TRANSPORTES PÚBLICO E NÃO-MOTORIZADO

Diversificar as opções de mobilidade muitas vezes é uma tarefa que requer grandes investimentos em melhoria na qualidade da infraestrutura e de serviços, a fim de promover modos alternativos que sejam competitivos com o automóvel em conveniência e tempo. Portanto, a tomada de decisão acerca dessas medidas requer estudos que levam em consideração as especificidades de cada local (LITMAN, 2009)

Apesar das medidas onerosas prevalecerem e trazerem mais retorno, também existem formas simples para promover os modos ativos e coletivos, fazendo uso de campanhas de marketing, com o intuito de mostrar as vantagens de utilizar o transporte público, acesso facilitado às informações referentes à rotas e horários e a promoção de eventos como “Dia sem carro”. O trabalho de Bortolazzo et al. (2015), cita a importância de iniciativas temporárias, como *Car-free Days*, uma vez que são eventos importantes para conhecer e avaliar o comportamento dos usuários, bem como evidenciar o problema dos congestionamentos e discutir formas de planejamento urbano.

3.1. Promoção da caminhabilidade e do ciclismo

Grandes construções voltadas para o automóvel, como rodovias, viadutos e estacionamentos, frequentemente acabam formando barreiras para o tráfego não motorizado, resultando em comunidades divididas, tirando a vitalidade da região e tornando-a insegura. A reconquista desses espaços é importante para promover um acesso mais justo e equitativo a eles, através de modos acessíveis a todos (LITMAN, 2009; PUCHER et al., 2003).

Delgado et al. (2014), identificou alguns fatores básicos que estão presentes no meio ambiente construído e que oferecem boas condições para a realização de análises espaciais com relação à caminhabilidade, são eles: qualidade dos passeios e calçadas (conservação e manutenção), continuidade (conexões diretas, sem interrupção de deslocamentos), conforto; segurança; elementos de orientação (localização, direcionamento, identificação dos destinos e estações. Para o modo cicloviário, Oliveira (2012) cita como critérios de escolha dos trajetos pelos usuários: continuidade (trajeto sem interrupções), trânsito, manutenção da alta velocidade dos automóveis, extensão do trajeto, horário, condições do piso, condições climáticas, topografia e segurança.

Além disso, fatores comportamentais influenciam a escolha do modo e da rota por pedestres e ciclistas. Sabe-se que aspectos socioeconômicos, uso e ocupação do solo, tempo de viagem, vias segregadas, podem determinar a propensão ao uso da bicicleta. A sensibilidade ao tempo se mostra bastante importante para os modos não motorizados, denotando o efeito da fadiga física que aumenta com o tempo de viagem. Por isso, a infraestrutura pedonal e cicloviária, bem como a integração entre esses modos com o transporte público pode minimizar os conflitos e incentivar sua utilização. (KAWAMOTO et al. 2014; BUEHLER et al. 2016)

Buehler et al. (2016) cita políticas de promoção dos modos ativos que contribuíram para a redução da dependência dos automóveis em cidades europeias. As políticas aplicadas foram:

- a. Zonas exclusivamente pedonais em áreas centrais e/ou comerciais;
- b. Rotas planejadas e conectadas;
- c. Ruas de lazer (*play streets/home zones*): apresentam velocidade máxima permitida de 10 km/h e, normalmente, são implementadas em conjunto com os princípios de *Traffic Calming*;
- d. Sinalização e acessibilidade: sinalização indicativa de direção e distância do local até locais de interesse, como pontos turísticos e estações de transporte público;
- e. Ruas compartilhadas (*shared streets/encounter zones*): ruas, calçadas e ciclovias niveladas e unificadas, sem distinção de espaços, porém com significativa redução de velocidade para os veículos;
- f. Melhoria na infraestrutura e facilidades: alargamento de calçadas e ciclovias com melhorias na superfície, mobiliário urbano adequado e bem posicionado, iluminação em escala humana, melhorias nos cruzamentos através de faixas elevadas, ilhas de refúgio entre pistas, tempos de espera reduzidos nas interseções;
- g. Políticas de *bike-sharing*, *bike parking* e *bike-and-ride* (para integração em estações);
- h. Educação e engajamento: educação para o trânsito nas escolas.

Hoje conhecida como a cidade dos ciclistas, a cidade também sofreu com a intrusão do automóvel após a Segunda Guerra Mundial, porém a partir de 1970, com a crise do petróleo e recessão, a cidade desistiu de realizar investimentos em infraestrutura voltada aos automóveis e passou a incentivar o ciclismo, que na época, já se apresentava como um modo socialmente justo. (GÖSSLING, 2013). Paralelamente, de acordo com Gehl (2002) apud Bortolazzo (2015), Copenhagen começou um processo de introdução de vias exclusivas para pedestres e a retirada de estacionamentos que iniciaram na rua principal do centro, chamada *Stroget*, que

hoje faz parte de um conjunto de ruas e parques que totalizam 100.000 m² exclusivos para modos ativos. Além da pré-disposição ao uso da bicicleta, diversas medidas “push” e “pull” foram utilizadas para priorizar os modos ativos, segundo Gössling (2013).

O atual plano de mobilidade da cidade aposta em investimentos para dar mais velocidade e facilitar a utilização da bicicleta, por meio de integração modal com ônibus e metrô, ampliação de espaços para bicicleta nas vias nas horas-pico, rotas alternativas para evitar congestionamentos, vias com sentido único para automóveis e sentido duplo para bicicletas, redução dos tempos de viagem com a construção de pontes e túneis exclusivos para ciclistas e pedestres, garantia de ondas verdes os semáforos destinados à bicicletas, estratégias de redução de velocidade dos automóveis para maior segurança (CITY OF COPENHAGEN, 2011). Sendo a viagem por bicicleta uma cultura arraigada, a gestão da demanda de transporte vem sendo realizada visando à migração dos usuários que necessitam realizar longas viagens para o transporte coletivo via integração modal, sendo a bicicleta um condutor desse processo.

3.2. Promoção do transporte público

Políticas de governo e medidas regulatórias na maioria das vezes são grandes entraves para a melhoria do transporte público. Além da infraestrutura dispendiosa, a complexidade da operação dos serviços pode refletir em limitações no sistema. Nos países em desenvolvimento, é comum encontrar cidades que implantaram sistemas de transporte público sem planejamento, sem infraestrutura mínima e sem capacidade de expandir para acomodar o aumento da demanda. Esses problemas tornam mais evidente a utilização exacerbada do automóvel, uma vez que, nessas condições, o transporte público não consegue suprir as necessidades da população. (MEAKIN, 2004)

Para a promoção do transporte público, existem diversos tipos de medidas a serem aplicadas e, de acordo com sua influência, são classificadas em físicas, operacionais, fiscais e regulamentares. Muitas vezes, estas podem ser distribuídas em mais de uma classificação. Litman et al. (2009) lista as seguintes medidas para melhoria do transporte público:

- a. Rotas adicionais, aumento da área de abrangência do serviço, aumento da frequência;
- b. Corredores exclusivos e semáforos com prioridade para ônibus; melhoria no acesso dos transportes não motorizados às estações;
- c. *Design Universal* para os veículos, estações e facilidades, para tornar o ambiente amigável e de fácil entendimento;
- d. Integração com bicicletas através de *racks* nos ônibus, estacionamento para bicicletas nas estações ou próximo delas;
- e. Facilidades para *park and ride*;
- f. Maior conveniência em relação aos preços de passagens, com descontos para usuários frequentes, com pagamento eletrônico para facilitar a integração entre modos;
- g. Fornecimento de informações em tempo real nas estações e dentro dos veículos;
- h. Guias com mapas, roteiros, contatos e informações relevantes sobre as linhas de

- transporte público e também de pontos de interesse da cidade;
- i. Campanhas de Marketing evidenciando vantagens do transporte público;
 - j. Segurança para os usuários de transporte público, no entorno e dentro das estações;
 - k. Faixas com prioridade para veículos com alta ocupação (*HOV priority lanes*), com o intuito de favorecer *carpooling*;
 - l. Serviços direcionados às viagens particulares, como ônibus executivos ou para eventos especiais.

Juntamente com o BRT de Curitiba, o TransMilenio de Bogotá é um exemplo emblemático da gestão de demanda de transporte por ônibus. Estudos realizados por Rodríguez et al. (2009), mostraram que a melhoria das condições de caminhabilidade e conexão entre os acessos no entorno das estações do TransMilenio proporcionaram a atração de usuários e consequentemente de serviços para atendê-los, ocasionando a densificação e o uso misto do solo nessas regiões. Além de melhorias inerentes como esta, Bogotá implementou medidas complementares à mobilidade que apoiaram o uso do transporte público e reduziram o uso do transporte individual, como: 300 km de ciclovias, fechamento dominical de 120 km de rodovias aos automóveis e o maior “dia sem carro” do mundo, realizado em um dia de semana. Embora não apresente políticas de exclusão total do carro, em diversas áreas, principalmente no centro, a infraestrutura de transporte é compartilhada (*shared space*), dando preferência ao BRT e ao pedestre. Dentre as políticas de controle do tráfego motorizado, estão as restrições de estacionamento e um programa de baseado no número da placa do carro, denominado “*Placa y pico*”. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008).

Algumas estratégias de planejamento podem ser bastante efetivas para a aplicação das medidas descritas acima, vinculando a melhoria do transporte público com o uso do solo. O Desenvolvimento Orientado ao Transporte (*Transit Oriented Development*), por exemplo, tem como premissa básica levar os corredores de transporte a áreas que necessitam de qualificação (ITDP, 2013). Outra forma de planejamento são as zonas livres de carros ou *Car-free*. Essas áreas limitam a entrada dos automóveis em determinado perímetro ou utilizam subsídios para reduzir sua circulação. Devido a isto, essas áreas precisam ser muito bem servidas de transportes públicos para que obtenham sucesso na redução do tráfego motorizado (VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE, 2014; BORTOLAZZO et al., 2015).

4. MEDIDAS DE RESTRIÇÃO AO TRÁFEGO

Um grupo mais específico das medidas de gestão da demanda de transporte tem como objetivo reduzir diretamente o uso de veículos, frequentemente denominadas de medidas de restrição de tráfego. De acordo com May (1992), tais medidas incluem restrições físicas, regulamentares e fiscais sobre os veículos, sejam eles estacionados ou em movimento. Essas técnicas têm objetivo de atingir uma mudança significativa no modo de transporte, tempo, rotas ou destinos de viagens.

4.1. Restrição ao estacionamento

O estacionamento atinge quase todos os aspectos referentes à vida e economia de uma cidade. Para Tumlin (2011), se uma cidade deseja se focar em um único tópico para reduzir o congestionamento, fornecer moradias a preço acessível, melhorar a qualidade do ar, frear as mudanças climáticas, tornar o governo mais eficiente e aliviar a economia, então esse tópico deveria ser estacionamento. Na resolução dos problemas relacionados aos estacionamentos de uma cidade, é importante pensar como um economista, uma vez que o estacionamento deve ser tratado como uma mercadoria.

A destinação do espaço viário para a utilização como estacionamento pode vir a interferir na capacidade de fluxo das vias. Entende-se que o espaço viário, pelo fato de ser um bem comum, pode servir para uma multiplicidade de usos, que muitas vezes são conflitantes entre si (PORTUGAL, 1990). A disponibilidade de áreas reservadas para estacionamento encoraja o uso do automóvel ao passo que o aumento do tráfego com destino final a uma determinada área aumenta a procura por estacionamento.

As primeiras políticas de estacionamento tinham como principal preocupação a obstrução do fluxo de tráfego nas ruas. A abordagem tradicional foi exigir requisitos mínimos de estacionamento nos novos empreendimentos, considerando o estacionamento como um bem público, sendo que a oferta de estacionamentos deveria sempre atender a demanda. Entretanto, como apresentado extensivamente por Shoup (1997), esse planejamento não leva em conta diversos fatores como espaço, elevação dos custos, aumento do preço de moradia, subsídio ao uso do transporte individual e consequente demanda induzida do mesmo, além de todos os problemas decorrentes, como congestionamento, poluição e piora da qualidade do ar.

Dessa forma, estas políticas de estacionamento continuam a exacerbar a expansão urbana, diminuindo a densidade de áreas comerciais e residenciais e encorajando ainda mais a dependência do carro. O novo paradigma que vai se consolidando é o de entender o estacionamento como uma mercadoria ao invés de bem comum, e a demanda por estacionamento como sendo elástica e flexível. Dessa forma, já se sabe que existe a necessidade de limitar o número de vagas de estacionamento quando da implantação de um pólo gerador de viagens e exigir que a contrapartida seja realizada de maneira a promover o transporte ativo e coletivo no seu entorno, como forma de minimizar os impactos à mobilidade que o pólo traz para a região.

As políticas de estacionamento devem ser inseridas nos planos diretores e interagir com o planejamento de uso do solo, de modo a evitar os problemas de congestionamento observados normalmente em áreas urbanas (VIANNA et al., 2004). Políticas de estacionamento devem objetivar: utilizar de forma eficiente os espaços públicos existentes; alavancar a melhoria da mobilidade urbana, reduzindo congestionamento e contribuindo com a melhoria da qualidade ambiental; bem como assegurar receita suficiente proveniente do estacionamento para cobrir custos ou para subsidiar outras atividades (TOPP, 1995). De acordo com Cruz (2006), os tipos de restrição de estacionamento são classificados da seguinte

forma:

- a. Eliminação ou restrição da oferta de vagas, denominada restrição física;
- b. Limitação de horários de estacionamento, limitação de períodos de estacionamento e restrição pelo tipo de veículo ou de usuário, denominada restrição regulamentar;
- c. Tarifação pelo uso das vagas, denominada restrição fiscal.

Segundo Vianna et al. (2004), além do decréscimo considerável na utilização dos veículos onde incorrem as restrições citadas devido à quantidade de vagas reduzida e à cobrança, também é incentivada uma maior rotatividade através da limitação de períodos para estacionamento, tendo em vista uma maior equidade na utilização do espaço. A restrição por tipo de veículo impede que veículos de maior porte ocupem espaços em locais inapropriados e garante que usuários com necessidades especiais, idosos e gestantes tenham seu acesso facilitado em locais em que há prioridade das vagas.

Um exemplo de restrição física de estacionamentos é a política adotada na cidade de Zurique, na Suíça. Em 1996, foi criado o “Historischer Parkplatz Kompromiss”, na tradução literal, “Compromisso Histórico de Estacionamento”, que impôs um limite máximo na oferta de estacionamento na cidade. De acordo com essa política, no centro da cidade não podem ser criadas vagas de estacionamento em uma via pública sem que o número correspondente de vagas seja retirado de outras vias, mantendo a oferta de estacionamento constante (KODRANSKY e HERMANN, 2011). De forma complementar, o número de estacionamentos em novas construções é definido de acordo com a acessibilidade ao transporte público, isto é, a proximidade do estabelecimento à rede de transporte público municipal (MINGARDO et al, 2015). Segundo Kodransky e Hermann (2011), uma pessoa em Zurique, independente da localização, se encontra, no máximo, trezentos metros distante de uma parada de tram ou ônibus.

Em Amsterdam, na Holanda, ocorrem restrições fiscais por meio de valor cobrado por hora nas vagas de estacionamento nas ruas que é regulamentado de acordo com a proximidade em relação ao centro da cidade (MINGARDO et al, 2015). Segundo Shoup (2004), para evitar a oposição da opinião pública à cobrança, as cidades devem reverter as receitas obtidas com a restrição fiscal para subsidiar benefícios na área da cidade que as gerou. A exemplo disto, a cidade de Barcelona, na Espanha, reverte a receita excedente proveniente do estacionamento rotativo da cidade em subsídio para o sistema de aluguel de bicicletas públicas. Desde 2007, a cidade opera um dos maiores sistemas de compartilhamento de bicicletas, denominado *Bicing*, que possui 6000 bicicletas distribuídas em 400 estações ao redor da cidade. (KALTENBRUNNER et al, 2010).

4.2. Restrição à circulação

A restrição referente à circulação consiste em proibir o trânsito ou limitar o acesso de certos veículos a áreas pré-definidas, de forma permanente ou apenas em determinados períodos de tempo. Os alvos dessas restrições geralmente são as vias com altos níveis de

congestionamento ou vias com muitos conflitos.

Podem-se utilizar diversos instrumentos de gestão de demanda para restringir os volumes de trânsito em movimento. A classificação dos tipos de restrição de circulação adotadas nesse trabalho está baseada no exposto em Jones et al. (1992) e May (1986):

- a. Limitação da capacidade de uma via ou de parte da malha viária, restringindo o espaço ou tempo disponível de permissão para o fluxo dos veículos, de modo controlado e seletivo, denominado restrição física;
- b. Controle de trânsito através de regulamentações, que permitam o acesso à determinada via ou área somente a certas classes, denominado restrição regulamentar;
- c. Cobrança pelo uso do espaço viário para circulação, denominado restrição fiscal.

De acordo com May (1986), medidas de restrição física têm como características gerais: pouca flexibilidade para mudanças, alto custo de implantação e baixo custo de operação, normalmente não são seletivas, embora possam ser implantados sistemas com detectores que permitam certos veículos a não estarem sujeitos às restrições impostas. Segundo Cruz (2006), os principais controles físicos de restrição de veículos automotores podem ser agrupados em: 1) redução dos volumes de tráfego, através da implementação de células de tráfego, *ramp metering* e moderação de tráfego; e 2) a proibição completa do trânsito de veículos automotores em áreas da malha viária, como por exemplo, a implementação da pedestrianização.

As células de tráfego são áreas da malha viária, delimitadas por obstáculos físicos ou sinalização na pista, em que há apenas uma entrada e uma saída aos veículos automotores. O objetivo é preservar o trânsito nas vias selecionadas, transferindo-o para vias com hierarquia maior, ou seja, vias de maior capacidade. (CRUZ, 2006; MAY, 1986; JONES e HERVIK, 1992). *Ramp Metering* é o controle do fluxo de tráfego através de dispositivos de sinalização luminosa de trânsito, tais como semáforos especiais. O objetivo dessa medida é melhorar as condições de tráfego no local. Em português é conhecido como imposição de atrasos ou portões semafóricos (MIDDELHAM E TAALE, 2006).

O conceito de moderação de tráfego, ou do inglês, *traffic calming*, está fundamentalmente ligado à redução dos impactos da circulação de veículos motorizados em zonas urbanizadas. Isso envolve a redução da velocidade dos veículos, expansão dos espaços fornecidos à pedestres e ciclistas e a melhoria do lugar em questão, deixando-o mais agradável. A moderação de tráfego tem em suas origens o conceito holandês “Woonerf”, que traduzido significa “ruas compartilhadas”. As ruas compartilhadas introduziram o conceito do compartilhamento de espaços entre pedestres e veículos. Vários elementos de restrição física são adotados quando se busca uma moderação de tráfego, tal como lombadas, estreitamento de faixas, lombo faixas, chicanes, entre outros. (HARVEY, 1992). Exemplos de ruas compartilhadas adotadas na Holanda datam desde a década de 70, sendo esse conceito expandido e aprimorado em outros países e cidades desde então.

A pedestrianização é uma medida de total restrição aos veículos, havendo divergências na

literatura se tal medida é de fato uma restrição, uma vez que bane em definitivo o uso de veículos ao invés de se reduzir seu uso. A pedestrianização refere-se à destinação de áreas exclusivamente para circulação de pessoas, impedindo veículos motorizados. Várias cidades utilizam a pedestrianização para restringir o trânsito em centros históricos e tornar o ambiente mais agradável aos pedestres. Áreas “pedestrianizadas” tem o potencial de trazer um aumento de 20% a 40% no número de pessoas que entram em lojas de varejo, com um aumento médio de 32%. Tais áreas também mostram ter um impacto positivo nas vendas, se comparados com os valores antes da pedestrianização. Estudos mostram um aumento médio de 17%, com o potencial de aumento de vendas variando entre 10% a 25% (WHITEHEAD et al, 2006).

Implantação de faixas exclusivas de ônibus também pode ser vista como uma medida de restrição de tráfego, uma vez que o tráfego geral fica impedido de circular no corredor. Outro tipo de restrição de circulação de veículos de forma regulamentar é a restrição através de placas de licenciamento. A cada dia, ou então, nos horários de pico, veículos com placa de determinado final estão proibidos de circular em uma área da malha viária. Na cidade de São Paulo, a restrição funciona de segunda a sexta, acontecendo no horário de pico matutino, das 7h às 10h, e vespertino, das 17h às 20h. (BORTOLAZZO et al. 2015)

Uma medida fiscal que vem sendo cada vez mais debatida acerca da restrição ao transporte individual motorizado é o pedágio urbano. O pedágio urbano, ou taxação do congestionamento, já vem sendo referenciado por vários economistas e planejadores de transporte como um instrumento eficiente de combate ao congestionamento em centros urbanos (MAY et al., 2010). Porém, de acordo com Parry (2002), restrições fiscais impostas devem objetivar substituir o uso de automóveis nos horários de pico por outros modos de transporte ou então outros horários de circulação, sendo esse resultado muito mais importante do que a geração de receitas pura e simplesmente.

4.3 Restrição ao transporte de cargas

A utilização de medidas de restrição de tráfego objetiva especialmente a melhoria da qualidade do ambiente, melhoria nas condições oferecidas a pedestres e ciclistas, redução da poluição e ruídos e possibilidade de outros usos para os espaços públicos. Essas restrições de tráfego são usualmente aplicadas ao transporte individual motorizado, como apresentado anteriormente, e também ao transporte de cargas. No caso do transporte de cargas, o intuito é regulamentar seu uso, minimizando os impactos da logística urbana, principalmente, nos centros das cidades.

Tanto dentro do limite geográfico das cidades quanto nas regiões conurbadas, caminhões são uma causa particular de inconveniência e impacto ambiental. É comum nas principais rodovias e avenidas o tráfego pesado representar uma porcentagem considerável do volume total de tráfego. Ao mesmo tempo, contudo, o transporte de cargas se constitui como uma das atividades essenciais de uma cidade, de acordo com Topp (1995). A regulamentação do transporte urbano de cargas tem sido uma das principais preocupações referentes à circulação em uma cidade. Tal atividade é de extrema importância econômica para uma

cidade e também causadora de conflitos locais. Entretanto, em muitos casos existe uma dificuldade por parte da gestão municipal em implantar tais medidas de maneira eficaz. (PORTO, 2015).

Para o controle do transporte de carga dentro da cidade, podem-se instaurar restrições através da demarcação das rotas permitidas por veículos pesados, estabelecendo locais adequados de parada para carga e descarga; limitação de horário, tamanho e peso de veículos; proibição de entrada, permanente ou temporária, em determinadas áreas da cidade; criação de centros de distribuição de pequenas cargas, que ficam próximos às áreas centrais, mas causam menos interferência no tráfego da região. Essas restrições podem ser dispensadas e/ou flexibilizadas em caso de uso de veículos menores ou veículos eco-eficientes (TOPP, 1995).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento da mobilidade urbana voltada às necessidades do transporte individual motorizado teve como resultado o aumento dos congestionamentos, a piora da qualidade do ar, elevados investimentos em infraestrutura viária, aumento do número de acidentes, aumento de consumo energético, além de uma série de outras externalidades que resultam, de modo geral, na desumanização da cidade.

Nesse trabalho foram estudadas algumas das principais medidas de promoção dos transportes ativos e coletivos, bem como as possíveis restrições de tráfego, com o intuito de reduzir o tráfego de automóveis e veículos de carga motorizado nas cidades. De modo geral, pode-se afirmar que no âmbito técnico há um consenso sobre a importância da implementação de medidas de gestão de demanda de transporte, desde que medidas de promoção e restrição sejam aplicadas em conjunto e que sejam adequadas à realizada de cada local. Essas medidas se fazem necessárias para mudar a lógica de mobilidade observada nos centros urbanos, sendo afirmado repetidamente que tais medidas podem resultar numa diminuição no número total de viagens realizadas, sendo ainda o instrumento mais eficaz para uma redistribuição modal.

Entretanto, na prática, observa-se uma resistência considerável para a efetiva implantação das medidas propostas pelos planejadores urbanos e gestores de trânsito no que diz respeito às restrições, possivelmente pela falta de participação social na concepção das medidas e/ou falta de compreensão da população quanto às melhorias futuras. Consequentemente, essas medidas tornam-se impopulares, contribuindo para que não haja esforço e nem respaldo do poder político na sua implementação. Dessa forma, políticas condizentes com a cultura do local, bem como medidas progressivas e informativas podem ser o caminho para tornar a comunicação entre o poder público, corpo técnico e sociedade civil mais esclarecedora e participativa.

A preocupação de diversos autores em relação com o tráfego excessivo de veículos dentro dos centros urbanos e em outras áreas da cidade não é recente, como pode ser observado pela revisão de literatura exposta nesse trabalho. Mesmo com todas as dificuldades

observadas para a implantação integral de medidas técnicas propostas, observa-se que medidas de gestão de demanda de transporte estão sendo adotadas por cidades em várias regiões do mundo, de forma bastante acelerada. Dessa forma, a tendência é que a conscientização dos órgãos públicos e da sociedade como um todo em relação à questão da mobilidade possa resultar em uma mobilidade mais eficiente e equidade no uso do espaço público.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORTOLAZZO, S. S. A., FUJIWARA, M. (2015) **Centros livres de carros como metodologia ao planejamento urbano a favor da sustentabilidade e igualdade.** *Anais do XXIX Congresso Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes*, ANPET, Ouro Preto, p. 2692-2705.
- BUEHLER, R.; PUCHER, J.; GERICKE, R.; GÖTSCHI, T. (2016) **Reducing car dependence in the heart of Europe: lessons from Germany, Austria, and Switzerland.** *Transport Reviews*, p. 1-25.
- CITY OF COPENHAGEN. PLUSNET 2011-2025: **The City of Copenhagen's bicycle strategy.** Disponível em: <http://kk.sites.iteira.dk/apps/kk_pub2/pdf/823_Bg65v7UH2t.pdf>/ Acesso em: 11 maio 2016.
- CRUZ, M. M. L. (2006) **Avaliação dos impactos de restrições ao trânsito de veículos.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, SP.
- DELGADO, J. P. M.; PAIXÃO, R. C. (2014) **Análise espacial das condições de deslocamento do pedestre na Integração com o Transporte Público.** *Anais do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Curitiba, p. 1-12.
- GÖSSLING, E. (2013) **Urban transport transitions: Copenhagen, City of Cyclists.** *Journal of Transport Geography*. v. 33, p. 196-206. Elsevier.
- HARVEY, T. A. (1992) **Review of Current Traffic Calming Techniques.** Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds, UK.
- ITDP (Institute for Transportation and Development Policy) **Padrão de Qualidade TOD**, v. 2. Disponível em: https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/03/TOD2_Portuguese.pdf, Acesso em: 15 jun. 2016
- JONES, P.; HERVIK, A. (1992) **Restraining car traffic in European Cities: an emerging role for road pricing.** *Transportation Research, Part A*, vol. 26A, n. 2, p. 133-145.
- KALTENBRUNNER, A.; MEZA, R.; GRIVOLLA, J.; CODINA, J.; BANCHS, R. (2010) **Urban cycles and mobility patterns: exploring and predicting trends in a bicycle-based public transport system.** *IEEE Pervasive and Mobile Computing*, p. 455-466.
- KAWAMOTO, E.; SOUSA, P. B. (2014) **Análise dos fatores que influem no uso da bicicleta para fins de planejamento cicloviário.** *Anais do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Curitiba, 2014, p. 1-12.
- KODRANSKY, M. e HERMANN, G. (2011). **Europe's Parking U-Turn: from Accommodation to Regulation.** Institute for Transportation and Development Policy, New York.
- LITMAN, T., BROADDUS, A., MENON, G. (2009) **Transportation Demand Management: Training Document.** Federal Ministry for Economic Cooperation and Development of Germany.
- LOUKOPOULOS, P.; JAKOBSSON, C.; GÄRLING, T., SCHNEIDER, C.; FUJII, S. (2004) **Car-user responses to travel demand management measures: goal setting and choice of adaptation alternatives.** *Transportation Research Part D*, p. 263-280.
- MAY, A.; KOH, A.; BLACKLEDGE, D.; FIORETTI, M. (2010). **Overcoming the barriers to implementing urban road user charging schemes.** *European Transportation Research Review*, v. 2, p. 53-68.
- MAY, A. (1992) **Road pricing: An international perspective.** *Transportation*, v. 19, p. 313-333
- MAY, A. (1986) **Traffic restraint: a review of the alternatives.** *Transportation Research Part A*, v. 20, n. 2, p. 109-121.
- MEAKIN, R. (2004) **Sustainable Transport: A sourcebook for policy-makers in developing cities, Bus Regulation and Planning.** Federal Ministry for Economic Cooperation and Development of Germany.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

- MIDDLEHAM, F.; TAALE, H. (2006) **Ramp metering in the Netherlands: an overview.** Rijkswaterstaat, AVV Transport Research Centre.
- MINGARDO, G.; VAN WEE, B.; RYE, T. (2015) **Urban parking policy in Europe: a conceptualization of past and possible future trends.** *Transportation Research Board Part A*, n. 74, pp. 268–281.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES (2008) **Manual de BRT (Bus Rapid Transit): Guia de Planejamento.** Brasília
- OLIVEIRA, J. M. (2012) **Identificação de fatores que contribuem para o uso da bicicleta como transporte urbano.** Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- PARRY, I. W. H. (2002) **Comparing the efficiency of alternative policies for reducing traffic congestion.** *Journal of Public Economics*, n. 85, p. 333-362.
- PESSANHA, S. M.; ROCHA, C. V. C.; DIAS, T. M. S. (2015) **Gestão de demanda: Novas tendências e suas aplicações em cidades brasileiras.** *Anais do XIII Rio de Transportes*, Rio de Janeiro.
- PORTO, E. R. (2015) **Análise dos impactos gerados pela restrição de tráfego de veículos de carga em ambiente urbano através de microssimulação.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis.
- PORTUGAL, L. da S. (1990) **Métodos para estabelecimento do número de vagas em áreas centrais: uma análise crítica e algumas proposições.** *Revista dos Transportes Públicos*, São Paulo, n. 90, p. 37-58.
- PUCHER, J.; DIJKSTRA, L. (2003). **Promoting safe walking and cycling to improve public health: Lessons from The Netherlands and Germany.** *American Journal of Public Health*, n. 93(9), p. 1509-1516.
- RODRÍGUEZ, D. A., BRISSON, E. M., ESTUPIÑAN, N. **The relationship between segment-level built environment attributes and pedestrian activity around Bogota's BRT stations.** *Transportation Research Board Part D*. Elsevier, 2009.
- SHOUP, D. C. (1997) **The high cost of free parking.** Disponível em: <<http://www.uctc.net/papers/351.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2015.
- TAYLOR, B. D.; FINK, C. N. Y. (2003). **The factors influencing transit ridership: A review and analysis of the ridership literature.** UCLA Department of Urban Planning Working Paper.
- TOPP, H. (1995) **A critical review of current illusions in traffic management and control.** *Transport Policy*, v.2, n.1, p. 33-42.
- TUMLIN, J. (2011) **Sustainable transportation planning: Tools for creating vibrant, healthy, and resilient communities.** John Wiley & Sons.
- VIANNA, M. M. B.; PORTUGAL, L. S.; BALASSIANO, R. (2004) **Intelligent transportation systems and parking management: implementation potential in Brazilian city.** *Cities*, v. 21, n. 2, p. 137-148.
- VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE (2016). **Car-Free Planning: Reducing Automobile Travel at Particular Times and Places.** TDM Encyclopedia. Disponível em: <<http://www.vtpi.org/tdm/tdm6.htm>> / Acesso em: 12 jun. 2016.
- WHITEHEAD, T.; SIMMONDS, D.; PRESTON, J. (2006) **The effect of urban quality improvements on economic activity.** *Journal of Environmental Management*, n. 80 , p. 1-12.



USO E SELEÇÃO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

**Juliane Érika Cavalcante Bender
Carlos David Nassi**

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes

RESUMO

Indicadores e índices são ferramentas empregadas para medir o progresso em direção a um objetivo. No contexto da mobilidade urbana sustentável, estes figuram como um passo dentro de todo um processo de planejamento. Dessa forma, a seleção dessas ferramentas deve ser baseada em uma metodologia que consiga refletir os objetivos e metas tidos como prioridade pela sociedade e pelos gestores. Este estudo busca sintetizar os artigos e relatórios produzidos nesta temática, além de analisar uma série de indicadores segundo o conceito de mobilidade urbana sustentável definido no corpo do trabalho.

ABSTRACT

Indicators and indices are tools applied to measure progress towards a goal. In the context of sustainable urban mobility, these appear as a step in a whole planning process. Thus, the selection of these tools should be based on a methodology that can reflect the goals and targets taken as priorities by the society and city planners. This study aims to summarize papers and reports regarding this subject. In addition it aims to analyze a range of indicators according to the concept of sustainable urban mobility to be defined further in this paper.

PALAVRAS CHAVE

Indicadores, mobilidade urbana, sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

As grandes metrópoles vem enfrentando uma crise de mobilidade resultante de um modelo de circulação baseado nos automóveis, da defasagem do sistema de transporte coletivo e planejamento fragmentado destes problemas (Boareto, 2003). É neste contexto que surge a necessidade de planejamento integrado, considerando as várias dimensões da vida na cidade (Miranda e Rodrigues da Silva, 2012).

Este novo paradigma, o da mobilidade urbana sustentável, promove a investigação da complexidade das cidades e da ligação que existe entre uso do solo e transporte (Banister, 2008). Litman (2007) defende que este tipo de planejamento necessita de indicadores

mensuráveis, tendo em vista que essas medidas de performance auxiliam no estabelecimento de cenários base, na identificação de tendências, na prevenção de problemas, na avaliação de opções, entre outras funções.

Entretanto, apesar da popularidade do termo “sustentabilidade”, ainda não existe uma definição formal do seu significado quando empregado na mobilidade ou transporte (Jeon *et al.*, 2013). Este fato abre uma brecha no processo de avaliação ou mensuração do avanço de políticas ou medidas de promoção da mobilidade sustentável, existindo um grande número de estudos que utilizam diferentes grupos de indicadores e índices para este fim.

O artigo possui dois principais objetivos: apresentar uma síntese dos estudos relacionados ao uso e seleção de indicadores e construção de índices de mobilidade sustentável, e revisar publicações que tratem do tema buscando apurar se mesmo entre essas diferentes abordagens existe um grupo destes elementos mais utilizado e avaliá-los de acordo com a definição de mobilidade sustentável adotada.

2. MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

O modelo tradicional de planejamento de transporte, muito utilizado no século passado, foi baseado no denominado “prever e prover” (Owens, 1995): planejar e dimensionar o sistema e infraestrutura de transporte de forma a atender a demanda futura estimada; não havendo preocupação na gestão da mesma, sendo as tendências identificadas somente aceitas (Azevedo Filho, 2012). Soma-se a este fato, a valorização dos modos rodoviários como forma de promoção da mobilidade e a falta de planejamento urbano articulado (González Villada, 2016). O resultado desse modelo de desenvolvimento baseado na valorização do transporte individual é o aumento dos custos externos do transporte urbano, como congestionamentos, poluição e acidentes de trânsito (Vasconcellos e Lima, 1998) e a consequente diminuição da qualidade de vida nas cidades.

De acordo com Maciel (2012) somente a partir da década de 1970, motivados pela crise do petróleo, e mais tarde pela questão do aquecimento global, as externalidades do transporte motorizado individual passaram a serem discutidas. Caracteriza-se, então, o início da preocupação com um novo modelo de mobilidade: aquela que é sustentável (González Villada, 2016).

Metz (2000) argumenta que a expressão mobilidade é empregada em diferentes contextos: ora denominando viagem, ora ligada ao indivíduo, conotando uma capacidade de movimento que varia de pessoa para pessoa. Partindo do fato que não existe uma definição operacional de mobilidade que possibilite a sua quantificação, o que pode ser mensurado são os padrões de viagem existentes (Metz, 2000).

Estes padrões de viagem são influenciados por fatores dos indivíduos, tais como as condições físicas e socioeconômicas, e das cidades, tais como características espaciais do

ambiente em que o indivíduo se insere (González Villada, 2016). Neste contexto, a ocupação do território somada à infraestrutura e serviços de transporte disponíveis resultam na acessibilidade, sendo fatores relativos à cidade; ao passo que a necessidade de acesso às atividades e a capacidade de acesso às mesmas caracterizam a necessidade de mobilidade, sendo elementos ligados ao indivíduo, estes ao interagirem entre si definem a mobilidade praticada (González Villada, 2016).

A sustentabilidade, por vezes, é utilizada no sentido ambiental, denotando o esgotamento de recursos e poluição (Litman, 2007; Maciel, 2012). Entretanto, em publicações mais recentes percebe-se uma concordância dos autores em relação a existência de três aspectos fundamentais da sustentabilidade na mobilidade: social, ambiental e econômico (Litman, 2007; Marletto e Mameli, 2012; Santos e Ribeiro, 2013). Jeon, Amekudzi, & Guensler (2013) adicionam outro fator a considerar, no caso da publicação citada: a eficiência do sistema. Já Zegras (2005) adiciona o fator institucional. Litman (2007) alerta que definindo a sustentabilidade de forma limitada, pode se perder a oportunidade de visualizar conexões entre problemas e possíveis soluções integradas.

O conceito de mobilidade sustentável possui abrangência e complexidade superior daquele praticado pela abordagem tradicional, empregando uma visão holística do problema, ou seja, considera-se não somente o transporte, mas as relações dele com outros setores da vida urbana (González Villada & Portugal, 2015). Banister (2008) defende que essa abordagem demanda ações que reduzam o número de viagens e diminuam a extensão das mesmas, encorajem a mudança para modos sustentáveis de transporte, e estimulem maior eficiência do sistema de transporte.

Boareto (2003) define que a mobilidade sustentável é “resultado de um conjunto de políticas de transporte e circulação que visam proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, através da priorização dos modos não motorizados e coletivos de transportes, de forma efetiva, socialmente inclusiva e ecológica”. A partir da consideração de que a mobilidade sustentável deve ser: segura, inclusiva, conveniente, justa socialmente, produtiva e verde (Mello, 2015), González Villada (2016) define mobilidade sustentável como aquela que “permite o acesso às oportunidades por meio da realização de viagens de maneira segura, inclusiva, conveniente, saudável, econômica e acessível para todos, garantindo o desenvolvimento das pessoas e das comunidades em igual maneira para as gerações presentes e futuras”, sendo esta a interpretação a ser utilizada neste artigo. A Tabela 1 resume e comenta os cinco atributos da mobilidade sustentável.

3. INDICADORES DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

De forma a avaliar ou medir a performance de algo, é necessário que este seja definido de forma operacional (Gudmundsson, 2003). É neste contexto que estão inseridos os indicadores e índices de mobilidade. Litman (2007) os descreve como variáveis definidas e selecionadas de forma a medir o progresso em direção a um objetivo. Já Gudmundsson (2003)

os define como elementos construídos e selecionados com o objetivo de descrever algo sobre um fenômeno em particular, e identifica três funções principais para os mesmos: simplificação, quantificação e comunicação. González Villada (2016) utiliza-os como uma forma de estudar a “compatibilidade entre a prática atual da mobilidade nas zonas de estudo e o esperado na mobilidade sustentável”.

Tabela 1: Atributos da mobilidade sustentável

| Atributo | Descrição |
|---------------------------------|--|
| Segura | Representa o respeito à vida que é um direito do cidadão afetado fortemente pelas condições de insegurança nos deslocamentos de transportes e pela violência do trânsito |
| Inclusiva | Se expressa pelo montante de pessoas que não se deslocam ou o fazem em condições altamente desfavoráveis e excluientes, em particular os segmentos mais frágeis e aqueles com restrições físicas, como cadeirantes, resultando em altas taxas de imobilidade |
| Conveniente - Justa socialmente | Realçada pelos tempos excessivos gastos em transportes que restringem a participação em outras atividades, como as de lazer e mesmo com a família, afetando o exercício da cidadania e a qualidade de vida em particular das parcelas mais pobres da população |
| Produtiva | Busca um uso eficiente e equilibrado dos recursos públicos, como a infraestrutura de transporte e espaço viário, refletida por um balanceamento entre demanda e oferta de transporte |
| Verde - Saudável | Comprometida com a qualidade ambiental e energética, bem como pela saúde das pessoas |

Fonte: González Villada & Portugal (2015)

Dentro do processo de planejamento de transporte, o uso dos indicadores corresponde somente a um passo que inclui a consulta às partes interessadas, os chamados *stakeholders*, definição de problemas, objetivos e metas, desenvolvimento de políticas e planos, e implementação (Litman, 2007).

Dado o emprego destas ferramentas é importante frisar que a seleção dos mesmos pode afetar a forma como a análise é realizada e as medidas a serem tomadas (Litman, 2007). A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OECD (1999), reconhece que não existe um conjunto internacionalmente aceito de indicadores, mas sim grupos que correspondem a diferentes fins e visões. Gudmundsson (2003) adiciona que a interpretação ou visão de sustentabilidade escolhida afeta o conjunto de indicadores selecionados que, por sua vez, ocasiona em diferentes formas de entender e mensurar o problema.

Ao se selecionar quais indicadores serão utilizados deve ser levada em consideração a facilidade de coleta e de utilização destes no processo de decisão (Litman, 2007). Castillo & Pitfield (2010), ao comentarem sobre os critérios de seleção destas ferramentas, enumeram cinco atributos desejáveis aos mesmos, sendo estes apresentados pela Tabela 2.

Jeon et al. (2013) comentam sobre a participação da população no processo de

planejamento da mobilidade. Para os autores, a visão e objetivos definidos com a comunidade podem ser divididos em diversos temas ou dimensões, assim os indicadores e medidas de performance podem ser identificados com base nas prioridades eleitas. Uma vez tendo em mãos as informações fornecidas pelos indicadores, estes podem ser agrupados em índices que fornecem uma visão integrada da evolução das políticas empregadas em direção à sustentabilidade, e é o que o apresenta o prisma dos indicadores sustentáveis, conforme Figura 2, elaborada por Zegras (2005).

Tabela 2: Atributos dos indicadores

| Atributo | Descrição |
|--|---|
| Mensurabilidade | Um indicador de transporte sustentável deve ser capaz de ser medido de uma maneira segura e de fácil compreensão |
| Disponibilidade | De uma forma fácil e a um custo razoável deve ser possível de obter dados confiáveis ou calcular/estimar a informação desejada |
| Velocidade de disponibilidade | Os dados a partir do qual o indicador é derivado ou calculado devem ser regularmente atualizados para assegurar o mais curto espaço de tempo entre o estado atual do fenômeno a ser medido e o indicador a ser calculado/estimado |
| Facilidade de interpretação | Um indicador e seu cálculo devem fornecer informação clara, inequívoca, sendo esta facilmente entendida por todas as partes interessadas |
| Facilidade de identificação dos impactos | Deve ser possível identificar a participação do impacto no transporte que o indicador está pretendendo medir |

Fonte: Castillo & Pitfield (2010)

O prisma acima tem por objetivo elucidar a relação entre os quatro elementos apresentados: os dados disponíveis alimentam o desenvolvimento de indicadores, que podem representar um ou mais aspectos da mobilidade sustentável. Estes, por sua vez, podem ser combinados em um único ou diferentes índices, dependendo da finalidade do estudo. Por fim, o índice oferece uma medida comprensiva do andamento em direção ao objetivo definido.

Litman (2011) elucida a importância de agregar indicadores que representem diferentes aspectos da sustentabilidade na composição de índices de mobilidade sustentável. Segundo o autor, ao se utilizar indicadores que considerem apenas os aspectos ambientais podem ser estabelecidas medidas não economicamente viáveis, ao passo que ao enxergar prioritariamente a dimensão econômica do problema, atitudes que pioram as condições ambientais tem chances de serem consideradas. Considerando esta problemática, Jeon et al. (2013) elaboraram uma ferramenta visual em que se torna possível avaliar o alinhamento de políticas em relação às dimensões da sustentabilidade. Utilizando esta técnica a tomada de decisão pode considerar os *trade-offs* entre diferentes cenários e as alternativas com melhor resultado.

Ainda em relação à utilização de índices de avaliação da mobilidade urbana, González Villada (2016) identifica que geralmente estes agregam em si indicadores que podem ser classificados em dois grupos: aqueles que refletem a mobilidade praticada e aqueles que ocasionam o estado atual da mobilidade.

4. GRUPOS DE INDICADORES E ÍNDICES NA LITERATURA

É possível reconhecer que não existe um conceito formal de mobilidade urbana sustentável. Este fato delineia uma problemática: não é aceita também uma metodologia universal ou regional para avaliação das medidas tomadas para promoção da mesma.

Litman (2007) apresenta um dilema envolvido na seleção e uso destas ferramentas: a tensão entre a conveniência e a facilidade de compreensão no momento da escolha, tendo em vista que um grupo pequeno utilizando dados de fácil obtenção pode negligenciar impactos importantes. Por outro lado, um conjunto maior pode ser mais comprehensivo, mas demanda alta coleta de dados e custos excessivos. Sob este ponto de vista diversos estudos buscam apresentar conjuntos e formas de agrupar estes elementos de forma a definir e medir o progresso em direção à sustentabilidade na mobilidade.

Buscando clarificar estas diferentes abordagens foram selecionados dez artigos e relatórios de diferentes países que retratam as formas de abordagem, metodologias e objetivos em relação ao uso de indicadores e índices. Os indicadores utilizados formam um banco de dados para a criação de uma relação daqueles mais utilizados dentre os estudos, o que, provavelmente, demonstrará uma convergência em relação a alguns aspectos da sustentabilidade.

Tendo em vista que a escolha destes afeta a forma de análise e reflete os conceitos de mobilidade urbana sustentável, o objetivo é analisar se a relação obtida com a revisão bibliográfica consegue refletir os cinco atributos da mobilidade sustentável adotados.

4.1 Estudos Selecionados

O relatório elaborado pela OECD (1999) integra parte dos estudos do grupo de trabalho da instituição focado no desenvolvimento de indicadores ambientais. O documento escolhido tem como objetivo apresentar medidas de performance buscando promover a integração das questões ambientais nas políticas e tomadas de decisão da área de transporte. Uma lista com 32 indicadores divididos entre três aspectos é apresentada no corpo da publicação, entretanto, apenas 15 são estimados, pois alguns dos dados brutos necessários para o cálculo não se encontravam disponíveis para todos os países integrantes da organização.

O estudo de Litman (2007) possui uma abordagem diferente do anterior. Neste são apresentadas boas práticas como forma de orientar na escolha de indicadores, como, por exemplo: os referenciais de medida a serem adotados (per capita, por quilômetro, por ano), considerações sobre abrangência, facilidade de coleta *versus* qualidade da informação fornecida, facilidade de entendimento pela população dos dados fornecidos, formas de desagregar a informação (fatores demográficos, geográficos, modo de transporte, tipo de viagem) e entre outros. Por fim, ainda buscando auxiliar nas escolhas, é apresentado um grupo

de indicadores separados por ordem de relevância e por aspecto da mobilidade a que diz respeito. Já em um estudo mais recente, Litman (2011) traz definições de termos relacionados ao tema e sugere uma nova lista de indicadores, desta vez relacionando-os segundo metas e objetivos.

Castillo & Pitfield (2010) apresentam uma metodologia para a seleção de indicadores de transporte sustentável. Os autores, em seu trabalho, tomaram como banco de dados dez publicações, somando ao todo 233 indicadores. Estes foram avaliados segundo sua capacidade de contribuir nos cinco critérios apresentados na Tabela 2. Em seguida foram realizadas pesquisas com especialistas e acadêmicos da área de transporte a fim de selecionar as medidas com as melhores pontuações após a consulta realizada.

O trabalho apresentado por Rodrigues da Silva, Costa, & Ramos (2010) tem como objetivo a criação do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS ou I_SUM). Para a obtenção dos 87 indicadores integrantes deste índice foram realizados, inicialmente, workshops em 11 cidades brasileiras com técnicos e gestores da área de transporte a fim de levantar as principais questões acerca do assunto e fornecer base para a construção do mesmo. Para testar a viabilidade do uso do IMUS, este foi aplicado para avaliação da mobilidade na cidade de São Carlos (SP). Desde então, este índice vem sendo aplicado em outras cidades brasileiras como demonstrado no trabalho de Abdala & Pasqualetto (2013).

Utilizando dados disponibilizados pela União Internacional do Transporte Públco (UITP) e revisão bibliográfica de indicadores mais citados, Haghshenas & Vaziri (2012) desenvolvem uma metodologia que possibilite comparar aspectos da sustentabilidade no transporte de diferentes cidades do mundo. Já Marletto & Mameli (2012) abordam a questão da seleção desses elementos incluindo a participação da população no processo.

Jeon et al. (2013) demonstram a aplicação de uma metodologia para avaliação e predição dos efeitos que mudanças no sistema de transporte terão em dimensões fundamentais da sustentabilidade. De forma a exemplificar a aplicação desta sistemática são expostos os resultados para a região metropolitana de Atlanta. Ao final do estudo, tem-se três resultados que possibilitam a avaliação de *trade-offs* entre os cenários avaliados: os índices de cada um em relação às quatro dimensões de sustentabilidade consideradas, índice final de cada hipótese, e um gráfico, em forma de prisma, onde é apresentada a pontuação dos cenários desmembrada em relação a cada um dos quatro aspectos considerados.

Em Gudmundsson & Sørensen (2013) temos outra abordagem em relação ao uso dos indicadores. O artigo tem como foco identificar como essas ferramentas são utilizadas e a magnitude do uso, e examinar em quais condições influenciam o planejamento estratégico e a tomada de decisão buscando promover o transporte sustentável. A metodologia consiste em definir os pontos principais da política em questão, e somente então apresentar o conjunto de indicadores a serem analisados. Em seguida, é avaliado o uso e a influência dos mesmos, entre outros fatores que ajudem a entender o resultado real da política empregada.

Por fim, em seu trabalho González Villada (2016) elabora um procedimento metodológico para aplicação do Desenvolvimento Orientado ao Transporte (TOD) para o contexto das cidades latino-americanas e utiliza indicadores que podem ser obtidos pelo padrão de viagem da população.

4.2 Discussão

Os indicadores citados nos estudos relacionados no item anterior foram agrupados segundo as dimensões básicas da sustentabilidade, autor e aparições em publicações. A Tabela 3 apresenta o quadro resumo resultado deste processo, e por meio dele podem ser tecidas algumas considerações acerca da consideração da sustentabilidade na mobilidade.

Conforme citado anteriormente, a primeira preocupação em relação à sustentabilidade surge derivada da crise do petróleo e, posteriormente, com a questão do aquecimento global. Percebe-se, de fato, que há um foco maior na dimensão verde, tendo em vista que aqueles indicadores que fazem referência a este aspecto aparecem frequentemente nos artigos pesquisados. Por exemplo, o parâmetro “emissões de gases do efeito estufa” é citado em oito das dez publicações e “emissões de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) e NO” aparecem em seis.

A parcela saudável da mobilidade sustentável pode ser traduzida pelos conceitos de *walkability*, chamado muitas vezes de caminhabilidade, e *cyclability*, tendo em vista que estes modos de transporte não motorizados são aqueles que promovem a mobilidade ativa (Teixeira, 2012).

Quanto ao atributo segurança, há um foco em relação aos acidentes. Pela tabela podem ser identificados três indicadores, citados ao todo dez vezes, que buscam contabilizar, em parâmetros diferentes, o efeito destas casualidades na construção da mobilidade sustentável, traduzindo em parte a dimensão referenciada. Por outro lado, se considerado o atributo inclusivo, que pondera sobre o montante de pessoas que não se deslocam ou o fazem em condições altamente desfavoráveis e excludentes, parâmetros para medi-lo somente aparecem em duas das publicações selecionadas.

A propriedade conveniente ou justa socialmente é representada pelos indicadores: tempo gasto no trânsito (congestionamento) que é encontrado em cinco das publicações e tempo de viagem por transporte público que só figura em duas. O atributo produtivo é evidenciado pelos itens porcentagem de viagens realizadas por transporte individual que figura cinco vezes entre os documentos pesquisados, e custos sociais do transporte aparecendo somente duas vezes.

Tabela 3: Quadro resumo de indicadores

| Indicadores | OECD (1999) | Litman (2007) | Castillo & Pitfield (2010) | Rodrigues da Silva, Costa & Ramos (2010) | Litman (2011) | Haghshenas & Vaziri (2012) | Marletto & Mameli (2012) | Jeon et al. (2013) | Gudmundsson & Sørensen (2013) | González Villada (2016) | Total |
|--|-------------|---------------|----------------------------|--|---------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------|-------|
| Emissão de gases efeito estufa (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFC's) | x | x | x | x | x | | x | x | x | | 8 |
| Espaço urbano dedicado à infraestrutura de transporte (estacionamento, rodovias..) | | | x | | x | x | x | x | x | | 6 |
| Exposição aos ruídos de trânsito | x | x | | x | x | | x | | x | | 6 |
| Emissão de VOC, NO | x | | | | x | x | x | x | x | | 6 |
| Consumo de energia per capita e por modo | x | x | x | | x | x | | | x | | 6 |
| % de viagens realizadas por transporte público | | x | x | | x | | x | | x | x | 6 |
| Tempo gasto no trânsito (congestionamentos) | | x | | x | | x | x | | x | | 5 |
| % de viagens realizadas por transporte individual | x | x | x | | | | | | x | x | 5 |
| Quantidade de acidentes de trânsito | x | x | | x | | | | | x | | 4 |
| Número de mortes em acidentes de trânsito | | | x | | x | x | x | | | | 4 |
| Renda dedicada ao transporte | | x | | x | x | | x | | | | 4 |
| Acesso aos serviços essenciais | x | | x | x | x | | | | | | 4 |

| Indicadores | OECD (1999) | Litman (2007) | Castillo & Pitfield (2010) | Rodrigues da Silva, Costa & Ramos (2010) | Litman (2011) | Haghshenas & Vaziri (2012) | Marletto & Mameli (2012) | Jeon et al. (2013) | Gudmundsson & Sørensen (2013) | González Villada (2016) | Total |
|--|-------------|---------------|----------------------------|--|---------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------|-------|
| Ambiente favorável ao transporte não motorizado (<i>walkability</i> e <i>cyclability</i>) | | | x | x | x | | x | | | | 4 |
| Quantidade de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas | | | x | x | | | | | | | 2 |
| Tempo de viagem por transporte público | | x | | | | | | | | x | 2 |
| Quilometragem percorrida (VKT) | | | | | | | | x | | x | 2 |
| Custos sociais do transporte | x | | x | | | | | | | | 2 |
| % de viagens por modos não motorizados | | | | | x | | | | | x | 2 |
| Subsídios para transporte | x | | | x | | | | | | | 2 |
| Consumo de combustível | | | | x | x | | | | | | 2 |
| Acesso ao transporte público | | | x | x | | | | | | | 2 |
| Qualidade do transporte para pessoas em situação de desvantagem (PNE, baixa renda, crianças) | | x | | x | | | | | | | 2 |
| Viagens autônomas por pessoas com necessidades especiais | | | | | | | | | | x | 1 |
| Quantidade de destinos acessíveis a pessoas em situação de desvantagem | | | | | x | | | | | | 1 |

Até o momento os indicadores presentes no quadro resumo foram analisados em relação a sua capacidade de traduzir alguns atributos da sustentabilidade. Entretanto, no processo de planejamento também deve ser pesada a facilidade de obtenção destes dados, a clareza, entre outros. Ao analisar desta forma a tabela apresentada conclui-se que alguns dos elementos listados poderiam expressar de forma mais clara seu objetivo e forma de mensuração, por exemplo, o item “subsídios ao transporte” e “custos sociais do transporte”.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão de publicações que com temas relacionados ao uso e seleção de índices e indicadores possibilitou identificar e sintetizar as principais vertentes de estudos nesta área, um dos objetivos deste artigo. Nota-se que entre os estudos analisados há uma predominância de metodologias para auxiliar e desenvolver conjuntos destes elementos de modo que consigam traduzir os aspectos da mobilidade e critérios de seleção adotados.

Outro ponto identificado é que um conjunto bem estruturado e forte de indicadores demanda uma grande quantidade de dados de pesquisa e de informações de difícil obtenção ou estimativa, dificultando o processo de planejamento. Tem se como exemplo o IMUS que relaciona 87 elementos. Entretanto nos estudos em que este índice é empregado, nem todos os dados necessários para a estimativa completa foram obtidos. Neste caso, pode ser considerado como vantagem o emprego de um conjunto mais compacto em que é gasto um menor tempo de coleta, validação, processamento e avaliação dos dados obtidos.

Pelo quadro resumo identifica-se que uma das principais preocupações quanto à mobilidade urbana sustentável é em relação ao seu atributo verde, ao passo que existem poucos indicadores que refletem as propriedades produtiva e inclusiva, conceitos estes que passaram a figurar somente em estudos mais recentes.

A limitação deste artigo reside no número de publicações pesquisadas. No caso deste trabalho foram avaliados dez artigos e relatórios. Considera-se que um conjunto maior de dados proporcionaria uma melhor avaliação das tendências em relação aos indicadores utilizados. Logo, contemplar uma maior quantidade de informações é uma sugestão para próximos estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdala, I. M. de R., e Pasqualetto, A. (2013) Índice de mobilidade urbana sustentável em Goiânia como ferramenta para políticas públicas. *Cadernos Metrópole*, 15(30), 489–511.
- Azevedo Filho, M. A. N. de. (2012) **Análise do processo de planejamento dos transportes como contribuição para a mobilidade urbana sustentável.** Escola de Engenharia de São Carlos. Obtido de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-11122012-091904/pt-br.php>
- Banister, D. (2008) The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. doi:10.1016/j.tranpol.2007.10.005
- Boareto, R. (2003) A mobilidade urbana sustentável. *Revista dos Transportes Públicos - ANTP - Ano 25 - 3º Trimestre*, 45–56.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

- Castillo, H., e Pitfield, D. E. (2010) ELASTIC - A methodological framework for identifying and selecting sustainable transport indicators. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 15(4), 179–188. doi:10.1016/j.trd.2009.09.002
- Gonzalez Villada, C. A. (2016) **Procedimento metodológico para a aplicação do TOD em países em desenvolvimento.** Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Gonzalez Villada, C. A., e Portugal, L. da S. (2015) Mobilidade sustentável e o desenvolvimento orientado ao transporte sustentável. *XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte*, 2743–2754.
- Gudmundsson, H. (2003) Making concepts matter: sustainable mobility and indicator systems in transport policy. *International Social Science Journal*, 55(176), 199–217. doi:10.1111/j.1468-2451.2003.05502003.x
- Gudmundsson, H., e Sørensen, C. H. (2013) Some use - Little influence? on the roles of indicators in European sustainable transport policy. *Ecological Indicators*, 35, 43–51. doi:10.1016/j.ecolind.2012.08.015
- Haghshenas, H., e Vaziri, M. (2012) Urban sustainable transportation indicators for global comparison. *Ecological Indicators*, 15(1), 115–121. doi:10.1016/j.ecolind.2011.09.010
- Jeon, C. M., Amekudzi, A. A., e Guensler, R. L. (2013) Sustainability assessment at the transportation planning level: Performance measures and indexes. *Transport Policy*, 25, 10–21. doi:10.1016/j.tranpol.2012.10.004
- Litman, T. (2007) Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning. *Transportation Research Record*, 2017(-1), 10–15. doi:10.3141/2017-02
- Litman, T. (2011) Sustainability and Livability: summary of definitions, goals, objectives and performance indicators. *Victoria Transport Policy Institute*, 1–5.
- Maciel, M. S. D. (2012) **Externalidades negativas do transporte motORIZADO individual em zonas urbanas do Brasil: uma análise do potencial de economia de recursos para 2020.**
- Marletto, G., e Mameli, F. (2012) A participative procedure to select indicators of policies for sustainable urban mobility. Outcomes of a national test. *European Transport Research Review*, 4(2), 79–89. doi:10.1007/s12544-012-0075-8
- Mello, A. J. R. (2015) **A acessibilidade ao emprego e sua relação com a mobilidade e o desenvolvimento sustentáveis: o caso da região metropolitana do Rio de Janeiro.** Programa de Pos-graduação em Engenharia de Transportes. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Metz, D. H. (2000) Mobility of older people and their quality of life. *Transport Policy*, 7(2), 149–152. doi:10.1016/S0967-070X(00)00004-4
- Miranda, H. de F., e Rodrigues da Silva, A. N. (2012) Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil. *Transport Policy*, 21, 141–151. doi:10.1016/j.tranpol.2012.03.009
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (1999) Indicators for the Integration of Environmental Concerns Into Transport Policies. *Environment Policy Committee*.
- Owens, S. (1995) From “predict and provide” to “predict and prevent”? Pricing and planning in transport policy. *Transport Policy*, 2(1), 43–49. doi:10.1016/0967-070X(95)93245-T
- Rodrigues da Silva, A. N., Costa, M. da S., e Ramos, R. A. R. (2010) Development and Application of I_SUM an index of Sustainable Urban Mobility. *Transportation Research Board*, (2).
- Santos, A. S., e Ribeiro, S. K. (2013) The use of sustainability indicators in urban passenger transport during the decision-making process: The case of Rio de Janeiro, Brazil. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(2), 251–260. doi:10.1016/j.cosust.2013.04.010
- Teixeira, I. P. (2012) **Percepção do ambiente e prática de atividade física em adultos residentes em Rio Claro - SP.** Programa de Pós-graduação em ciências da motricidade - Universidade Estadual Paulista.
- Vasconcellos, E. de A., e Lima, I. M. de O. (1998) Quantificação das deseconomias do transporte urbano: uma resenha das experiências internacionais. *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)*, 49. Obtido de http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2448/1/td_0586.pdf
- Zegras, P. C. (2005) *Sustainable urban mobility: exploring the role of the built environment.* Massachusetts Institute of Technology. Obtido de <http://18.7.29.232/handle/1721.1/34170>

AVALIAÇÃO DA OFERTA DE VOOS DOMÉSTICOS REGULARES NO BRASIL

Hugo Vieira de Vasconcelos
Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)

Marcelino Aurélio Vieira da Silva
Programa de Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PET/COPPE/UFRJ)

RESUMO

Este texto contém avaliações acerca da abrangência da oferta de transporte aéreo doméstico regular de passageiros no Brasil, apresentando uma avaliação da distribuição dos voos regulares, no período de 2012 a 2016. Buscou-se avaliar a evolução da oferta de voos regulares neste período como função da distância às cidades e à população atendida. Ainda, buscou-se verificar o potencial aumento na capilaridade da oferta no caso do Programa de Desenvolvimento da Aviação Regional obter sucesso na geração de voos regulares para todos os aeroportos por ele abrangidos.

PALAVRAS-CHAVE: transporte aéreo, oferta de transporte aéreo, planejamento de transporte.

ABSTRACT

This text contains analysis about the coverage of the offer of regular domestic passenger flights in Brazil, with an assessment of the distribution of scheduled flights, in the period from 2012 to 2016. The aim was to assess the evolution of the offer of regular flights as a function of the distance to cities and population served. The text also tries to investigate the potential increase in offer capillarity in the case of Regional Aviation Development Program succeed in generating regular flights to all airports covered by it.

KEYWORDS: air transport, air transport offer, transport planning.

1. INTRODUÇÃO

O setor de aviação civil, no Brasil, é regulado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e pelo Comando da Aeronáutica (no que diz respeito ao Espaço Aéreo). A ANAC divulga, periodicamente, dados estatísticos do setor de aviação civil. Dentre estes dados, observa-se as séries históricas de oferta e demanda de passageiros em voos domésticos.

A Figura 1 apresenta a evolução da oferta (em assentos x quilômetros) e da demanda (em passageiros x quilômetros) dos voos domésticos de passageiros, no período de 2000 a 2015. Neste contexto, nota-se que apesar de a demanda doméstica de passageiros ter tido crescimento elevado em todos os anos da última década, a oferta tem se mantido relativamente num mesmo patamar desde 2011, de forma que as taxas de ocupação (aproveitamentos dos voos) tornaram-se mais elevadas.

Neste período, o setor de aviação civil passou por acentuado crescimento e por transformações estruturais, dentre as quais pode-se citar: a criação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) – inicialmente vinculada ao Ministério da Defesa e posteriormente à Secretaria de Aviação Civil, hoje ligada ao Ministério dos Transportes; e os processos de concessões de

grandes aeroportos, o qual gerou investimentos obrigatórios pelos vencedores dos leilões e ampliou a capacidade de processamento de passageiros nestes aeroportos.

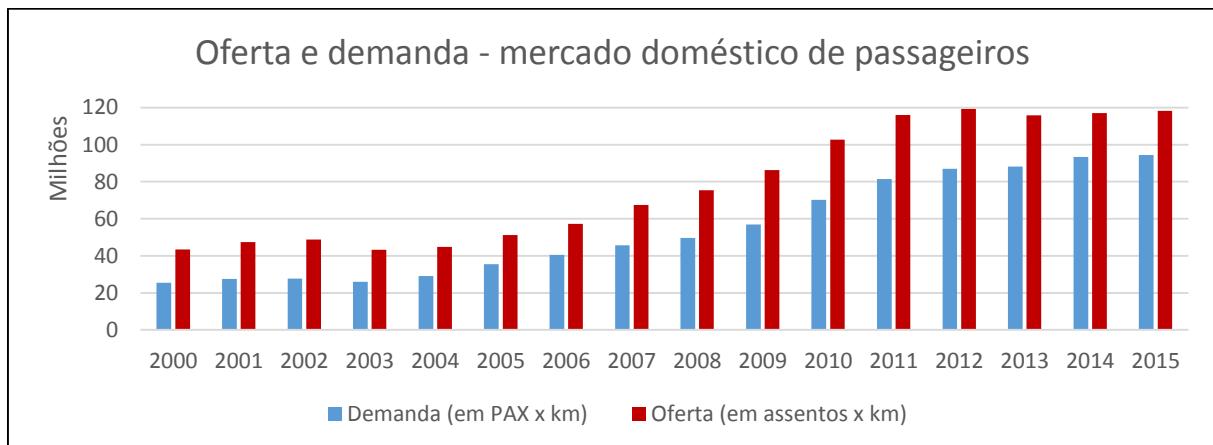


Figura 1: Evolução da Oferta e da Demanda no mercado doméstico de passageiros

Fonte: ANAC, 2016

O presente artigo visa avaliar a disponibilidade de transporte aéreo para a população brasileira, motivo pelo qual está focado nos voos domésticos regulares de passageiros. Assim, o artigo possui um aspecto geográfico e social, na medida em que busca avaliar a parcela da população que possui voos regulares à sua disposição, como função da distância ao aeroporto mais próximo, isto é, busca-se verificar de que forma a oferta de voos está distribuída. Além disso, buscou-se fazer um levantamento com dados históricos, para avaliar como essa distribuição de voos regulares à população evoluiu nos últimos 5 anos, bem como observar as perspectivas futuras.

2. INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA DISPONÍVEL

Inicialmente, observa-se que a Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986, que dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica define e classifica os aeródromos civis em *públicos* e *privados*, sendo que os aeródromos privados “*só poderão ser utilizados com permissão de seu proprietário, vedada a exploração comercial*”. Ainda, a lei define que os aeroportos são “*os aeródromos públicos, dotados de instalações e facilidades para apoio de operações de aeronaves e de embarque e desembarque de pessoas e cargas*”. Neste contexto, frequentemente neste artigo refere-se aos aeródromos públicos dotados de voos regulares como *aeroportos*, uma vez que os mesmos necessariamente são dotados de instalações para o processamento de passageiros.

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) divulga e atualiza periodicamente, em sua página, a lista de aeródromos públicos e privados cadastrados (abertos ao tráfego). A Figura 2 apresenta o número total de aeródromos públicos cadastrados, de março de 2010 a março de 2016.

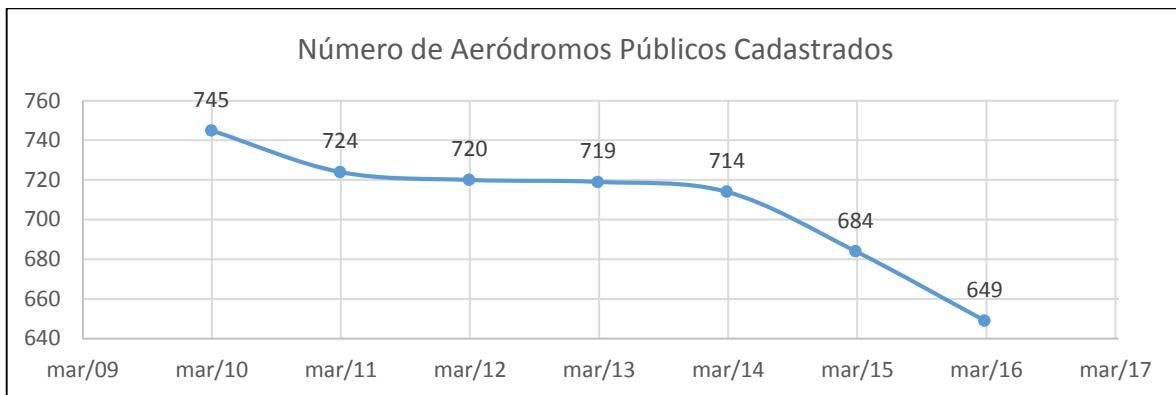


Figura 2: Histórico de Aeródromos Públicos Cadastrados

Fonte: ANAC

Observa-se que a partir de 2014, iniciou-se um declínio mais acentuado no número de aeródromos públicos abertos ao tráfego. Neste contexto, deve-se destacar que a Secretaria de Aviação Civil foi criada a partir da Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011. Em consonância com o artigo 24-D, inciso IV desta lei (“À Secretaria de Aviação Civil compete: elaborar e aprovar os planos de outorgas para exploração da infraestrutura aeroportuária, ouvida a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)”), a Secretaria de Aviação Civil vem promovendo a regularização dos instrumentos de outorga de exploração dos aeródromos civis públicos brasileiros. Com a regularização das outorgas (Convênios de Delegação com Estados e Municípios), notadamente a partir de 2014, alguns aeródromos estão sendo excluídos do cadastro de aeródromos públicos (fechados ao tráfego ou transformados em aeródromos privados).

2.1. Aeródromos Públicos com Oferta de Voos Regulares

Após esta primeira avaliação, deve-se levar em consideração que o fato de haver uma determinada infraestrutura aeroportuária disponível não significa que necessariamente há oferta de voos regulares nesta infraestrutura.

Neste contexto, é importante observar que a Lei 11.182, de 2005, estabelece em seu artigo 48, § 1º que “fica assegurada às empresas concessionárias de serviços aéreos domésticos a exploração de quaisquer linhas aéreas, mediante prévio registro na ANAC, observada exclusivamente a capacidade operacional de cada aeroporto e as normas regulamentares de prestação de serviço adequado expedidas pela ANAC”, ou seja, as empresas aéreas possuem livre iniciativa para escolherem onde ofertam voos regulares e com que frequência os oferta (desde que atendidas normas expedidas pela ANAC, incluindo as relativas à segurança operacional).

Desta forma, para melhor caracterizar a oferta de transporte aéreo regular, mais importante do que avaliar o quantitativo de aeródromos públicos é avaliar em quais destes aeródromos há oferta de voos regulares.

A ANAC também divulga em sua página, os Horários de Transporte Vigentes (HOTRAN), de onde é possível extraír dados dos voos regulares autorizados pela Agência em uma determinada data. Para as análises apresentadas no presente artigo, foram obtidas as planilhas de HOTRAN de 2012 a 2016, sempre em dias úteis da segunda semana de março, observando que as datas das planilhas obtidas não coincidem com feriados prolongados, notadamente o carnaval, o que poderia ter algum efeito na oferta de voos.

Na Figura 3, observa-se a tendência (no período de 2012 a 2016) de diminuição tanto no número de aeródromos providos por voos domésticos regulares de passageiros – de 125 para 108 –, quanto no número de ligações domésticas regulares distintas – de 795 linhas para 703 linhas. Destaca-se que, conforme verificado anteriormente, no mesmo período a oferta de assentos quilômetros manteve-se relativamente constante, o que indica maior concentração do mercado em poucos aeroportos.

Importante observar que o gráfico da Figura 3 apresenta apenas o número de ligações diretas regulares distintas, sem entrar no mérito da frequência destas ligações, sendo que algumas das ligações observadas apresentam poucas frequências semanais.

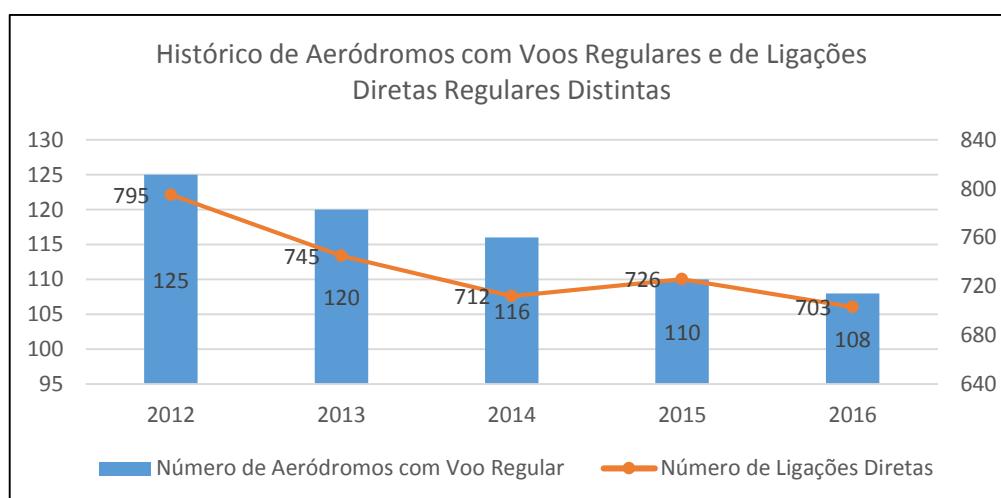


Figura 3: Histórico de Aeródromos Públicos Servidos por Voos Domésticos Regulares de Passageiros e do Número Total de Ligações Regulares Distintas de Voos Regulares de Passageiros

Torres (2015) observou esta tendência de concentração, no período de 2000 a 2012, período em que houve redução de 189 para 122 aeroportos atendidos pela aviação regular, mesmo com aumento da demanda (de cerca de 25 milhões de passageiros quilômetros para 87 milhões de passageiros quilômetros).

Segundo Oliveira (2007), após o período de desregulamentação do setor aéreo vivido pelo Brasil nas últimas décadas, há uma tendência à concentração da rede em poucos aeroportos concentradores de tráfego (os chamados “hubs”), uma vez que as empresas aéreas buscam gerar economias de escopo e densidade, estimulando-se a ampliação do mix de passageiros com diferentes origens e destinos em uma mesma aeronave. Oliveira (2007) conclui que a combinação de livre mercado para o setor aéreo com o estrito controle e regulação das

infraestruturas relacionadas mostrou-se fortemente indutora de perdas de bem-estar econômico, sugerindo a necessidade de avançar na desregulamentação econômica com a flexibilização também das infraestruturas. Desta forma a melhor precificação das infraestruturas poderia reduzir o poder de mercado das empresas aéreas e induzir melhor alocação das instalações escassas do setor. Além disso, Oliveira (2007) sugere para a necessidade de haver mecanismos de fomento à aviação regional e de indução de tráfego em aeroportos subutilizados.

Neste contexto, observa-se que algumas ações estratégicas adotadas posteriormente no setor (no âmbito do Programa de Investimentos em Logística – PIL, do Governo Federal) vão ao encontro destas propostas, em especial no que diz respeito:

- a) ao lançamento do Programa de Desenvolvimento da Aviação Regional (PDAR), em 2012, pela Secretaria de Aviação Civil. Segundo a SAC, o Programa está apoiado em 3 pilares: infraestrutura aeroportuária, gestão e subsídios, e tem como objetivo aumentar o acesso da população brasileira ao sistema de transporte aéreo brasileiro. O programa visa elevar o número de frequências das rotas regionais operadas regularmente e aumentar o número de cidades e rotas atendidas por transporte aéreo regular de passageiros, com prioridade aos residentes nas regiões menos desenvolvidas do País. Assim, o Programa selecionou 270 localidades (algumas ainda sem aeródromos, outras com aeródromos já existentes – com operação de voos regulares ou não) para receberem investimentos, seja na implantação da infraestrutura em si, seja na aquisição de equipamentos, ou na formação e capacitação de pessoal; e
- b) às concessões de aeroportos: foram concedidos para a administração da iniciativa privada os aeroportos de São Gonçalo do Amarante/Natal (em 2011), Guarulhos, Campinas e Brasília (em 2012), Galeão e Confins (em 2013), além dos aeroportos de Salvador, Fortaleza, Florianópolis e Porto Alegre (com previsão de acontecerem ainda em 2016). No entanto, não é possível afirmar que as concessões ocorridas até o momento já tiveram o efeito sugerido por Oliveira (2007), isto é, de melhor precificar as infraestruturas, reduzindo o poder de mercado das empresas aéreas, uma vez que as tarifas aeroportuárias praticadas nos aeroportos concedidos (que estão entre os aeroportos mais movimentados) ainda são reguladas pela ANAC e, em geral, são menores que as tarifas praticadas por aeroportos de grande porte que ainda estão sob a gestão da Infraero.

Pode-se também verificar a tendência da concentração de voos em alguns aeroportos a partir dos dados de HOTRAN ao se elaborar um histograma da quantidade de aeroportos em função do número de destinos distintos atendidos por voo regular em cada aeroporto. A Figura 4 apresenta os histogramas, de 2012 a 2016. A série histórica (de março de 2012 a março de 2016) indica a tendência de crescente concentração do mercado em alguns aeroportos, uma vez que o número de destinos distintos nos aeroportos com mais ligações teve uma tendência de aumento no período, isto é, os aeroportos considerados “hubs” domésticos passaram a ter ainda mais opções de destinos, fazendo com que os histogramas passassem a ter amplitude maior. Assim, nota-se que havia no máximo 44 destinos diferentes para um único aeroporto em 2012 (no Aeroporto de Guarulhos), passando para 52 destinos diferentes em um único aeroporto em 2016 (no Aeroporto de Campinas), mesmo com uma diminuição no número total de aeroportos atendidos por voos regulares. Outra evidência da concentração está no fato de que os aeroportos com apenas uma opção de destino passaram a ser mais frequentes no histograma: até 2013, o

valor mais observado era 2 destinos (30 aeroportos possuíam 2 destinos distintos, enquanto 25 aeroportos operavam para apenas 1 destino), tendência que se modificou a partir de 2014 (quando 37 aeroportos estavam operando para apenas um destino e 22 aeroportos possuíam 2 destinos distintos).

3. ABRANGÊNCIA DOS VOOS REGULARES

Outra forma de se avaliar a oferta de voos regulares à população é verificar a distância da população aos aeródromos públicos providos de voos regulares. Torres (2015) observa que existem algumas definições para a área de polarização (*catchment area*), a qual busca delimitar as áreas de captação de demanda por transporte aéreo em torno de um determinado aeroporto, destacando que os níveis de demanda e a *catchment area* são altamente dependentes um do outro e que a acessibilidade representa um papel fundamental nesse binômio (motivo pelo qual alguns autores definem a área de polarização pela distância ou pelo tempo de deslocamento até o aeroporto). Quanto maior a *catchment area* maior será o potencial de demanda para o aeroporto. Evidentemente, aeroportos distintos possuem diferentes características de acessibilidade, motivo pelo qual a área de polarização varia muito de um aeródromo para outro.

Segundo a ACI (2012), considera-se 100 km de distância ou 1 hora de condução via rodoviária uma estimativa conservadora para a *catchment area* de um aeroporto. Muito embora esta medida varie de aeroporto para aeroporto, em razão da acessibilidade e até mesmo do propósito da viagem (lazer, trabalho ou visita a amigos e parentes) – conforme observado no estudo do CAA (2011) –, esta medida de 100 km ou 1 hora de trânsito vem sendo também adotada em alguns estudos (Prazeres e Ferreira, 2012; Torres, 2015).

Desta forma, buscou-se analisar, de forma simplificada, a distância (em linha reta) da população aos aeroportos brasileiros providos por voos regulares. Para realizar este estudo, foram utilizadas as seguintes bases de dados: a) base de municípios brasileiros (base do IBGE) – o IBGE disponibiliza em sua página um arquivo georreferenciado (extensão .kmz), a partir do qual é possível obter as coordenadas de referência de cada município; b) população dos municípios brasileiros determinada pelo censo de 2013 (base do IBGE); e c) aeródromos com voos regulares (base da ANAC) – a partir da planilha de HOTRAN divulgada na página da ANAC (data base de 10 de março de 2016), obteve-se os aeroportos com operações de voos regulares.

A Figura 5 mostra parte da visualização (com foco no Estado do Rio de Janeiro) da base de municípios brasileiros do IBGE e dos aeroportos com voos regulares no Estado (Galeão, Santos-Dumont, Cabo Frio e Campos).

Com estes dados (coordenadas de aeroportos, coordenadas de municípios e populações dos municípios), adotou-se as seguintes simplificações para os cálculos: a) que toda a população de um determinado município está concentrada no ponto referência (coordenada) definido pelo IBGE; e b) que a Terra é uma esfera de raio 6.371 quilômetros (de forma a se obter a distância entre as coordenadas de um município e as coordenadas de um aeroporto com base na geometria esférica. Assim, pode-se definir a população existente dentro de um círculo com um

determinado raio R e com centro em um determinado aeroporto (que corresponde à população dentro da área de polarização de um aeroporto específico), ou ainda – o que mais interessa a este estudo –, toda a população que esteja dentro de um determinado raio R de qualquer aeroporto, isto é, para um determinado raio R, toda a população que tem à sua disposição pelo menos um aeroporto com voo regular a uma distância menor que R.

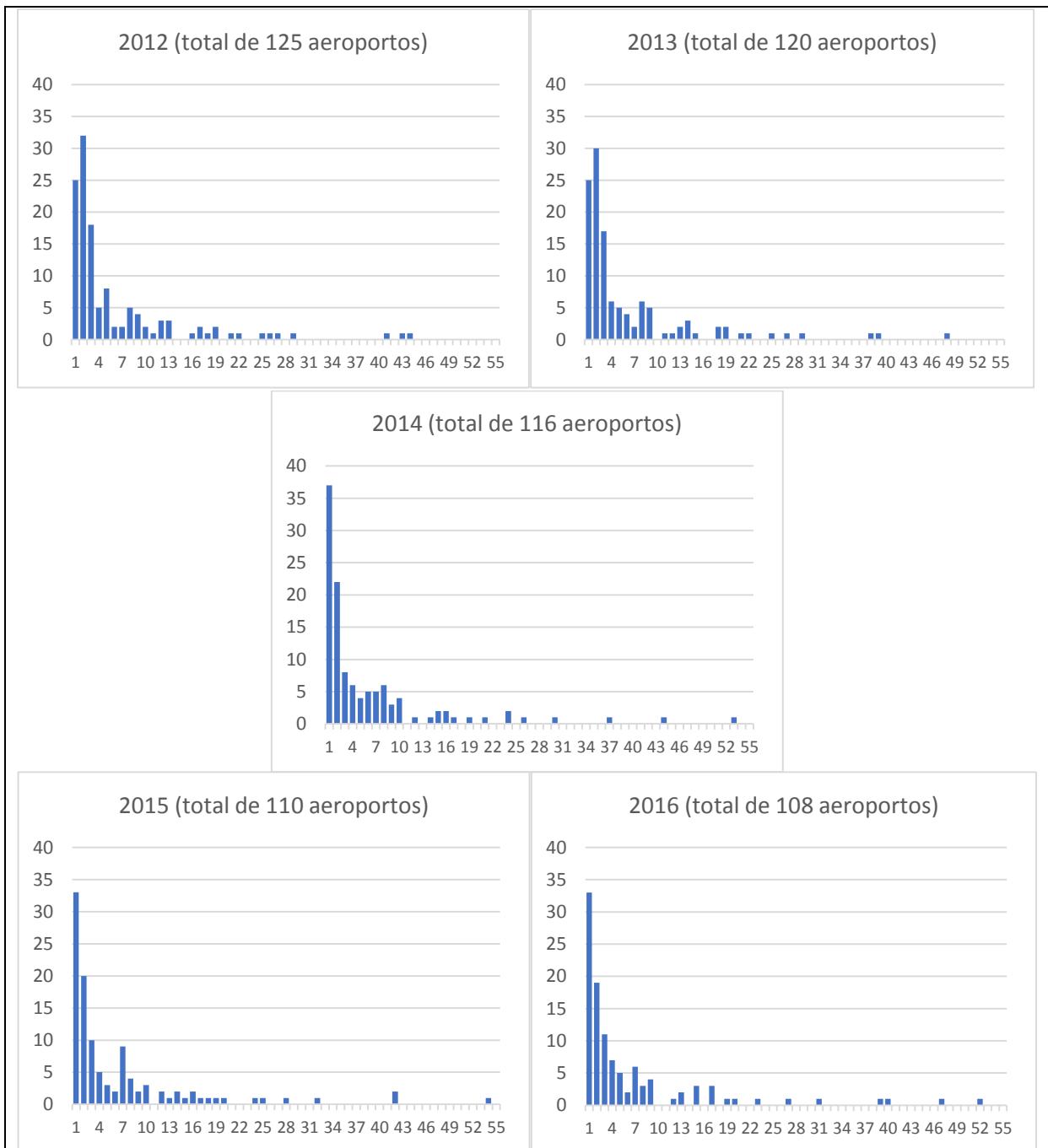


Figura 4: Série de histogramas, de março de 2012 a março de 2016, do número de aeroportos em função do número de destino distintos



Figura 5: Visualização das Coordenadas de Referência dos Municípios e dos Aeroportos com Voos Regulares do Estado do Rio de Janeiro. **FONTE:** IBGE, 2013 e ANAC, 2016

Desta forma, a partir das coordenadas de todos os 5.570 municípios e de todos os 108 aeroportos com voos regulares, é possível determinar uma matriz com as distâncias de todos os municípios (e a população de cada município) a todos os aeroportos com voos regulares. Com isto, pode-se elaborar o gráfico da Figura 6, no qual é apresentado o percentual da população brasileira atendida por aeroportos com voos regulares, em função da distância ao aeroporto mais próximo. Da mesma maneira, é apresentado o percentual de municípios atendidos por aeroportos com voos regulares, em função da distância ao aeroporto mais próximo. Assim, como exemplo, 56,25% dos municípios brasileiros (correspondentes a uma população de 78,47% da população brasileira) tem à sua disposição pelo menos um aeroporto com voo(s) regular(es) (entre os 108 aeroportos com oferta de voos regulares) a no máximo 100 km de distância.

Nota-se que o gráfico apresenta um crescimento muito acentuado da população atendida entre 0 km a 30 km, enquanto o número de cidades atendidas neste intervalo apresenta um crescimento mais discreto. Isto é coerente se pensarmos que há uma tendência de as cidades com maiores populações possuírem aeroportos próximos a elas dotados de voos regulares.

Esta análise não leva em consideração o alcance desta oferta (isto é, quais as possibilidades de destinos oferecidos para esta parcela da população), nem a frequência de voos oferecidos. Trata-se apenas de analisar se há ou não a disponibilidade de pelo menos um aeroporto, com pelo menos uma linha de voo regular a uma determinada distância da população.

A mesma análise pode ser feita segregando os dados por empresa aérea, conforme ilustrado na Figura 7. A análise segregada por empresa aérea tem relevância, uma vez que do ponto de vista do passageiro, existe a possibilidade de, dentro de um mesmo contrato de transporte, realizar conexões, ampliando-se as possibilidades de destinos sem a necessidade de comprar mais de um bilhete de passagem. Novamente, não se considerou nesta análise a questão das frequências dos voos, e obviamente pode ser considerado que conexões muito demoradas podem inviabilizar deslocamentos via aérea, fazendo com que os passageiros optem por outro modo de transporte (notadamente o rodoviário, que no caso brasileiro é o principal competidor do modo aéreo). Assim, na análise segregada por empresa, pode-se pensar também na abrangência dos municípios atendidos como possíveis destinos. Apenas como exemplo, pode-se dizer que

46% da população brasileira tem à sua disposição com menos de 100 km de distância, aeroportos que operam voos da Avianca, e que estes voos proporcionam aos seus passageiros uma cobertura de 21% dos municípios brasileiros como destino (considerando também os 100 km de distância entre o aeroporto de destino e o município de destino).

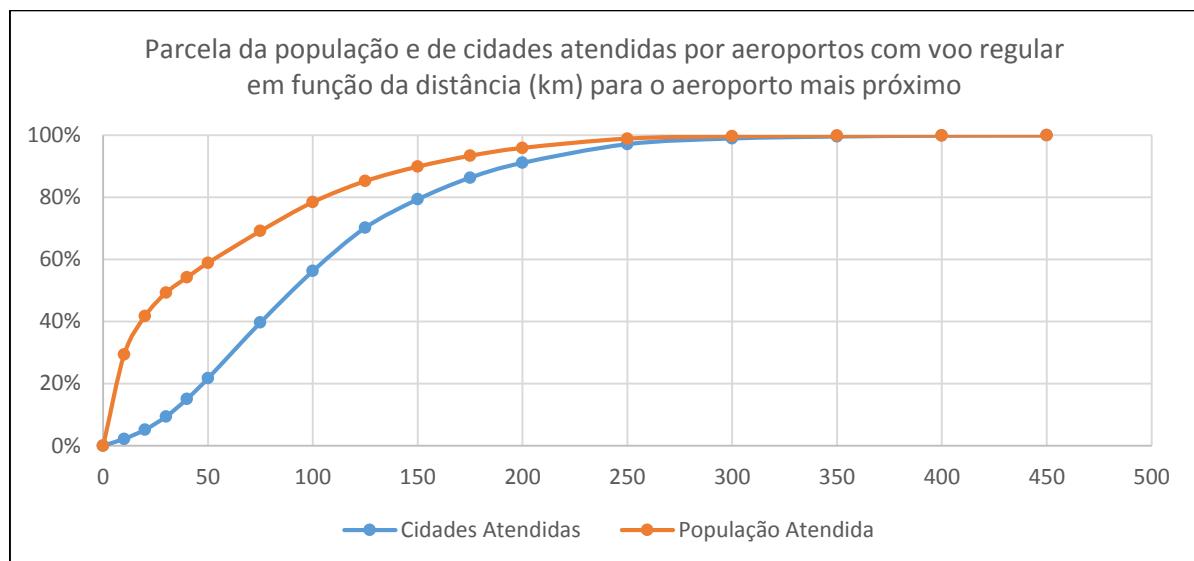


Figura 6: Porcentagem da população e das cidades atendidas por aeroportos com voos regulares em função da distância (km) para o aeroporto mais próximo

3.1. Avaliação histórica da abrangência dos voos regulares

Para avaliação da tendência histórica, a partir das planilhas de HOTRAN de anos anteriores (2012 a 2016), pode-se verificar o efeito da concentração da oferta na diminuição de cidades e de população atendidas.

Observando a Figura 8, pode-se verificar que a diminuição da oferta de aeroportos com voos regulares é mais nítida no gráfico que apresenta o percentual de municípios atendidos, e quase imperceptível no gráfico que representa a parcela da população atendida. Como exemplo, de 2012 a 2016, houve uma queda de 3,97% de municípios (correspondente a 221 municípios) atendidos por um aeroporto a até 100 km de distância. No entanto, essa queda representa apenas 0,03% da população brasileira (cerca de 60 mil habitantes). Para explicar este fato, deve-se levar em consideração que no ambiente competitivo e de livre escolha de as empresas aéreas determinarem suas ofertas, as empresas aéreas buscam operar próximo das maiores cidades, que tendem a gerar maior demanda. Desta forma, a redução de cerca de 13% (de 125 para 108) de aeroportos com voos regulares entre 2012 e 2016 teve impacto relativamente pequeno na redução da população atendida (independente da distância considerada ao aeroporto mais próximo).

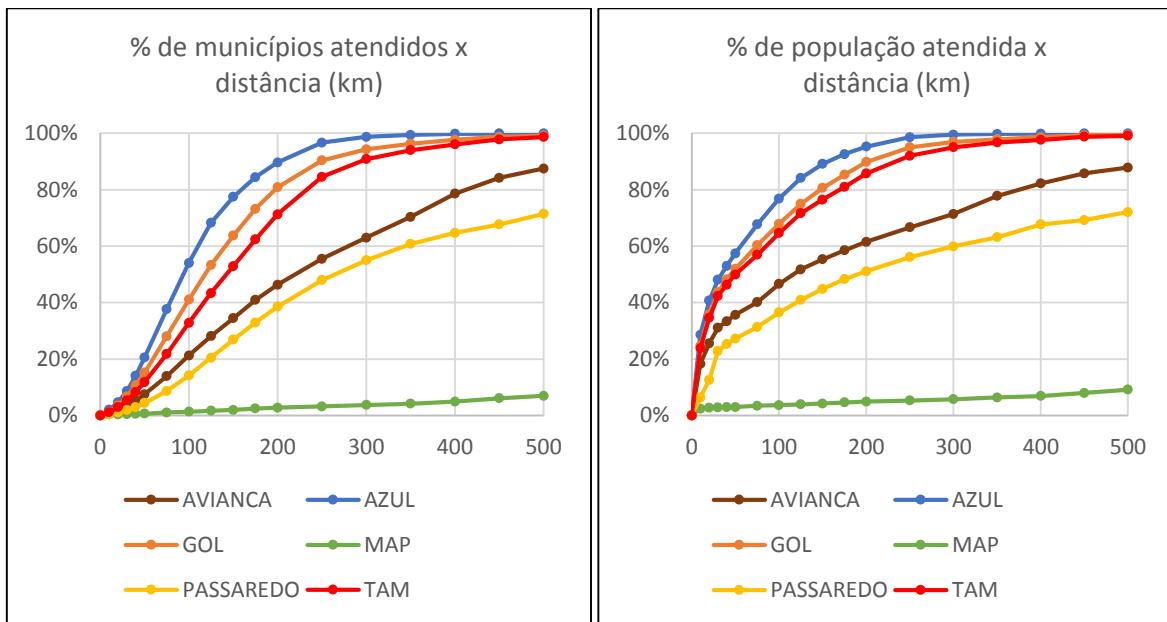


Figura 7: Porcentagem da população e das cidades atendidas por aeroportos com voos regulares em função da distância para o aeroporto mais próximo (segregado por empresa aérea)

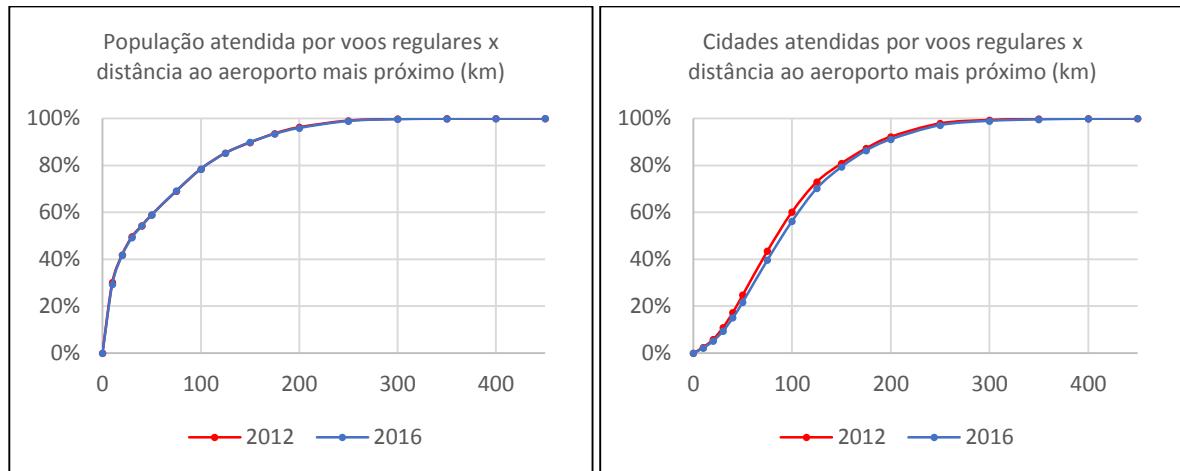


Figura 8: Comparação da oferta de voos regulares em 2012 e em 2016

3.2. Avaliação de tendências futuras para a abrangência dos voos regulares

Para avaliações acerca de tendências futuras, considerou-se que, no contexto do Programa de Desenvolvimento da Aviação Regional – PDAR, conforme destacado anteriormente, o Governo Federal pretende investir em 270 aeroportos regionais. O Programa prevê inclusive subsídios em rotas regionais como forma exercer o papel do Estado de indutor do desenvolvimento.

Assim, a Figura 9 mostra como seria a distribuição da oferta de voos regulares para a população brasileira, na hipótese de que todos os aeroportos do Programa viessem a receber voos

regulares. Observa-se, na Figura 9, que o PDAR tem um potencial de gerar um maior benefício para distâncias entre 50 km e 100 km, isto é, de gerar um aumento considerável de população atendida por aeroportos a estas distâncias.

Deve-se observar que das 270 localidades, 73 delas já constam da lista de 108 aeródromos públicos que recebem voos regulares (em março de 2016), e, desta forma, o total de aeródromos com oferta de voo regular subiria para 305. Nisto, observa-se que um dos objetivos do Programa (de atender 96% da população com aeroportos a menos de 100 quilômetros de distância) é cumprido com a disponibilidade de voos regulares nos 270 aeródromos. Poder-se-ia, entretanto, avaliar se são necessários investimentos em todos estes 270 aeródromos para atender esta parcela da população, o que fica aqui como sugestão para trabalhos futuros.

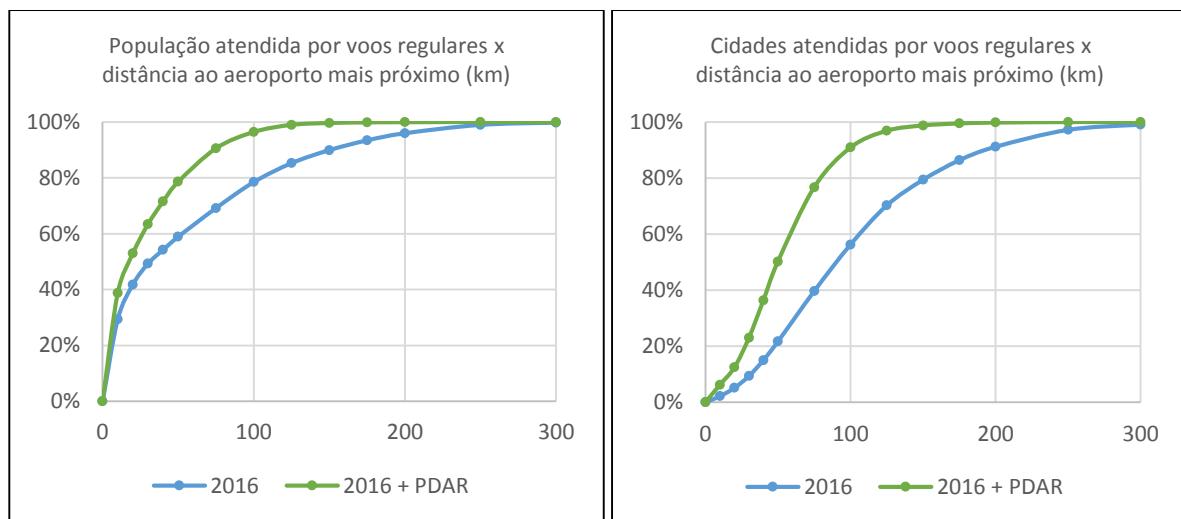


Figura 9: Comparação da oferta de voos regulares atual (2016) com o potencial gerado pelo PDAR

4. CONCLUSÕES

Este texto buscou avaliar a abrangência dos voos domésticos regulares de passageiros, isto é, a disponibilidade de aeroportos com voos regulares de passageiros para a população brasileira, em função da distância ao aeroporto com operações de voos regulares mais próximo.

Algumas simplificações foram adotadas para o estudo, pois adotou-se a distância em linha reta entre a coordenada de cada município e a coordenada de cada aeródromo, e considerou-se que toda a população do município está concentrada na coordenada do mesmo. Além disso, considerou-se apenas a distância ao aeroporto, sem avaliações acerca do tempo de deslocamento entre um município e um aeroporto.

Verificou-se que no período de 2012 a 2016 houve uma tendência de concentração da oferta em alguns aeroportos (os chamados “*hubs*”) e de queda no número de aeroportos atendidos por voos regulares. No entanto, não houve diminuição significativa da oferta em termos da população atendida por voos regulares. Observou-se que a redução de cerca de 13% (de 125 para 108) de aeroportos com voos regulares entre 2012 e 2016 teve impacto muito pequeno na

redução da população atendida (independente da distância considerada ao aeroporto mais próximo). Neste ponto, importante destacar que esta avaliação delimitou-se ao estudo da existência ou não de voos regulares, sem verificar frequências de voos ou as opções de destinos (sejam diretos ou com conexões).

Por fim, como prognóstico, buscou-se apontar o potencial aumento da população atendida por voos regulares domésticos de passageiros na hipótese de todos os aeródromos incluídos no Programa de Desenvolvimento da Aviação Regional receberem voos regulares. Observou-se que há grande ganho na parcela da população atendida (com ganhos mais significativos para distâncias entre 50km e 100km). Uma sugestão para trabalhos futuros seria analisar os aeroportos ou localidades incluídas no Programa, de forma a avaliar se há aeródromos cuja retirada do Programa traria pouco impacto em termos da população atendida, e se há cidades não contempladas no Programa que trariam maior incremento de população atendida do que cidades contempladas no Programa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAC, (2016) *Lista de Aeródromos Públícos*. ANAC, Brasil. Disponível em <<http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/acesso-rapido/lista-de-aerodromos-publicos>>.
- ANAC, (2012, 2013, 2014, 2015 e 2016). *Voos autorizados vigentes (HOTRAN)*. ANAC, Brasil. Disponível em <<http://www.anac.gov.br/hotran>>.
- CAA (2011) *Catchment Area Analysis – Working Paper*. Civil Aviation Authority – Airport Market Power Assessments.
- Copenhagen Economics, ACI Europe (2012). *Airport Competition in Europe*. Disponível em <https://www.aci-europe.org/component/downloads/downloads/3302.html> Acesso em 29/05/2016.
- IBGE (2016) *IBGE – Estimativas de População*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2013/estimativa_tcu.shtml>. Acesso em 14/03/2016.
- IBGE (2016) *IBGE – Arquivos Google Earth*. Disponível em <ftp://geoftp.ibge.gov.br/arquivos_google_earth/cidades_do_Brasil_2013.kmz>. Acesso em 14/03/2016.
- OLIVEIRA, A. V. M. (2007). *Regulação da oferta no transporte aéreo: do comportamento de operadoras em mercados liberalizados aos atritos que emergem da interface público-privado*. Journal of Transport Literature, vol. 1, n. 2, pp. 22-46.
- PRAZERES, D. L. FERREIRA, J. E. T. (2012) *Critérios Mínimos para se Identificar Infraestruturas Prioritárias a Receber Investimentos de Fundos Federais e Estaduais*. XI SITRAER.
- TORRES, R. R. *Procedimento Metodológico para Definir a Potencialidade dos Municípios quanto a Implantação de Sítios Aeroportuários Regionais*. 2015. 247 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro.

Hugo Vieira de Vasconcelos (hugo.vasconcelos@anac.gov.br)

Marcelino Aurélio Vieira da Silva (marcelino@pet.coppe.ufrj.br)

Programa de Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PET/COPPE UFRJ)

Centro de Tecnologia Bloco H – Sala 106 – Cidade Universitária - RJ – Brasil. CEP 21949-900



21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

QUALIDADE NOS SERVIÇOS DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO URBANO EM VOLTA REDONDA

Brayan Adan Koengkan
Ilton Curty Leal Junior
Universidade Federal Fluminense

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados de uma pesquisa de qualidade no transporte público coletivo urbano de Volta Redonda. A avaliação foi feita por meio de questionários aplicados aos usuários do transporte público na cidade. Foi feito um cálculo da amostra para identificar o número de questionários que deveriam ser aplicados. Posteriormente todas as respostas foram tabuladas em planilha eletrônica. Com os resultados dos questionários em mãos foi feita uma análise das respostas para identificar os pontos negativos e positivos apontados pelos usuários do serviço. Foi utilizada a escala SERVQUAL para avaliação das cinco dimensões: tangibilidade, responsabilidade, confiabilidade, segurança e empatia cujos resultados foram demonstrados em gráfico. Foi calculado e analisado o *gap* entre a percepção do usuário e o nível máximo de qualidade do serviço na referida escala. Realizando-se ainda, análises do nível de qualidade entre as duas principais empresas operadoras de transporte por ônibus da cidade. A análise foi realizada ainda com a identificação dos níveis de qualidade agrupando os bairros em zonas. Apesar dos resultados parecidos entre as duas empresas, uma delas teve melhor desempenho em duas zonas na dimensão responsabilidade.

PALAVRAS CHAVE: Qualidade, transporte público coletivo, SERVQUAL, Volta Redonda

ABSTRACT

In this paper are shown the results of a public transport quality research in Volta Redonda. The evaluation was made through questionnaires applied to public transportation users. The sample size was estimated to identify the amount of questionnaires that should have been applied on field and electronic format. Afterwards, all the answers were tabulated. The answers were analyzed in order to identify the negative and positive aspects pointed by users. The SERVQUAL scale was used to evaluate the five dimensions: tangibility, responsibility, reliability, security and empathy, shown in a graphic. The gap between the user's perception and the maximum level of service quality in that scale was calculated and analyzed. Another analysis was carried on the quality level between the two main companies of public bus transport in the city. The analysis was carried dividing the neighborhoods in zones. Despite the similar result between the two companies, one of them presented better results in two zones referring to responsibility dimension.

KEYWORDS: Quality, Public Transport, SERVQUAL, Volta Redonda

1. Introdução

O modo rodoviário é utilizado para o transporte de mercadorias e pessoas por veículos automotores (ônibus, caminhões, veículos de passeio, etc.). Algumas características como baixo



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

custo inicial de implantação, maior flexibilidade, grande extensão da malha e adequação para curtas e médias distâncias influenciaram na decisão de se priorizar tal modalidade. De acordo com Pereira Neto (2001), o sistema de transporte de passageiros deve considerar a relação entre o poder público, empresas (operadores) e usuários. Enquanto os usuários esperam receber um serviço de transporte de qualidade, as prestadoras de serviços buscam atingir suas demandas particulares, cabendo ao poder público legislar e fiscalizar sobre os serviços prestados. O transporte público deve garantir o direito de ir e vir dos cidadãos. Além disso, pode contribuir para a diminuição da poluição do ar porque consome menos energia que um veículo de transporte individual, comparado ao número de pessoas transportadas. Também pode melhorar a qualidade de vida urbana e mobilidade, de modo que se utilizem menos veículos para a locomoção de pessoas, evitando congestionamentos (FERRAZ, 1998).

As cidades de médio porte no Brasil são dependentes do transporte rodoviário (coletivo e individual), como é o caso de Volta Redonda. O Município está localizado na Mesorregião Sul Fluminense, no interior do Estado do Rio de Janeiro, sendo uma das cidades mais industrializadas do interior, destacando-se a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). A relevância para o estudo de tal município consiste no fato de Volta Redonda possuir a maior malha urbana do interior do Rio de Janeiro (PMVR, 2012) e ser a cidade da região que mais possui carros registrados (130.433 veículos), uma média de um carro para 2,2 habitantes (Diário do Vale, 2014).

De acordo com informações disponibilizadas pelo IBGE, o município em tela possui uma população estimada em 262.970 habitantes. Também conta com duas empresas de transporte municipal, sendo Viação Sul Fluminense e Viação Elite, atendendo cerca de 75 bairros. Além destas empresas, outras duas, intermunicipais, devem ser consideradas, já que passam pela cidade e servem de locomoção entre os bairros com um valor acessível: Viação Cidade do Aço e Viação Pinheiral. As demais prestadoras não foram consideradas neste artigo pelo fato de não se enquadarem nos requisitos da pesquisa.

A definição do conceito de qualidade de um serviço é um dilema existente, por ser algo heterogêneo, subjetivo e intangível, incluindo o caso do transporte de passageiros. Segundo Ferraz e Torres (2004), existem fatores caracterizadores que influenciam, do ponto de vista do usuário, a qualidade desse serviço. São eles: acessibilidade, características dos veículos e dos locais de parada, confiabilidade, frequência de atendimento, lotação, tempo de viagem, segurança, comportamento dos operadores, sistema de informação, conectividade e estado das vias.

Assim, considerando a necessidade de se avaliar a qualidade dos serviços de transporte público do ponto de vista dos usuários e as características da cidade em estudo, este artigo tem as seguintes perguntas para representar o problema de pesquisa: qual o nível de qualidade dos

serviços de transporte público em Volta Redonda? Este serviço atende as necessidades da população?

O objetivo da pesquisa é analisar se as empresas que atualmente fazem o serviço do transporte público de Volta Redonda estão de fato prestando um serviço de boa qualidade, na visão dos usuários. Com os resultados da pesquisa é possível identificar quais são os maiores problemas apontados pelos usuários do transporte coletivo, o que possibilitaria a tomada de ações para melhoria dos mesmos por parte dos operadores de transporte e até mesmo do governo municipal.

Para a consecução da pesquisa foi realizado trabalho de campo com aplicação de questionários aos usuários do transporte público de Volta Redonda para identificar a percepção da qualidade deste serviço. Utilizou-se como instrumento o SERVQUAL, que consiste em questionário com uma escala de múltiplos itens que procura medir cinco dimensões da qualidade em serviços, compreendendo segurança, confiabilidade, responsabilidade, empatia, aspectos tangíveis Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005).

Este artigo está organizado da seguinte forma: a primeira seção, representada por esta introdução trata do contexto e problema da pesquisa, objetivo e justificativa para o estudo. A segunda seção aborda a qualidade do serviço de transporte público, englobando alguns conceitos e definições. Na terceira seção são descritos os procedimentos metodológicos. Na quarta seção é demonstrada a aplicação e resultado da pesquisa bem como as análises dos mesmos. Por fim, na última seção são apresentadas as conclusões e considerações finais do trabalho.

2. Qualidade no serviço de transporte urbano coletivo

Para analisar a qualidade do transporte coletivo urbano na cidade de Volta Redonda, foram verificados outros trabalhos aplicados em diferentes localidades. Rodrigues e Sorratini (2008) analisam a qualidade do transporte coletivo de Uberlândia utilizando indicadores. Os autores realizaram a coleta de dados junto a SETTRAN (Secretaria Municipal de Transito e Transportes) e um questionário foi aplicado a 500 usuários do transporte coletivo. Foi possível verificar nessa pesquisa os pontos de insatisfação dos usuários.

Rodrigues (2006) avaliou a qualidade do transporte coletivo de São Carlos. Foi utilizada como referência a pesquisa de Ferraz e Torres (2004), uma pesquisa de opinião com três especialistas e outra com os usuários do serviço. Foram levantados dados que demonstram maior utilização do carro particular para viagens urbanas, refletindo negativamente no transporte coletivo. O autor conclui que os fatores que têm maior importância para os usuários são: estado das vias, características dos locais de parada e lotação dos veículos.

Borchardt, Sellito e Pereira (2007) desenvolveram um instrumento para avaliação de melhoria da qualidade. Os autores avaliaram os critérios de excelência do prêmio ANTP de qualidade, sistema enxuto e *Lean Management*, com base na percepção dos usuários. Na pesquisa foi desenvolvido um instrumento de avaliação específico para Porto Alegre e concluiu-se que existe defasagem entre pontos importantes para as empresas prestadoras do serviço e notou-se a fragilidade no conhecimento do cliente por parte de uma das empresas.

Ferreira (2014) mostra uma avaliação da percepção do usuário sobre qualidade no sistema de transporte público no bairro do Recreio dos Bandeirantes, localizado na cidade do Rio de Janeiro. Foi aplicado um questionário para moradores e não moradores do bairro, usando indicadores recomendados por Ferraz e Torres (2004) e Lima Jr. (1995). Na conclusão de seu trabalho fica claro que os moradores preferem não utilizar o transporte coletivo pela distância dos bairros, falta de segurança, demora, falta de regularidade no horário e precariedade no serviço oferecido.

Terra e Duarte (2014) apresentam um estudo sobre a qualidade do transporte coletivo em Pelotas-RS. Foram utilizados os indicadores de Ferraz e Torres (2004) para caracterizar a qualidade no transporte público e entrevistas com os usuários. Foram considerados fatores positivos pelos usuários os indicadores de acessibilidade e comportamento dos operadores. Dentre os fatores negativos destacaram-se a confiabilidade, segurança, lotação, frequência dos ônibus e sistema de informação, e o que mais chamou a atenção foram as queixas sobre o conforto dos bancos nos pontos de ônibus.

Santos (2014) mostra um estudo que utiliza a escala SERVQUAL com aplicação em Brasília, que é uma das cidades com o maior índice de automóveis registrados no Brasil. Para a construção do questionário, Santos (2014) utilizou indicadores de Ferraz e Torres (2004), TCRP (2003) e Lima Jr. (1995). Foram respondidos 136 questionários com a dimensão confiança obtendo o maior gap.

Silva *et al.* (2008) verificaram expectativas e percepções dos usuários sobre o serviço prestado em Unaí-MG. Nesse trabalho foi utilizada a escala SERVQUAL. Na conclusão das pesquisas, todas as dimensões analisadas tiveram uma percepção menor do que a expectativa, sendo a confiabilidade a de menor pontuação.

Lima, Costa Filho e Vasconcelos (2013) mostram uma pesquisa de qualidade sobre a implementação de um sistema inteligente de transporte para auxiliar o transporte coletivo. Foram aplicados questionários aos usuários do serviço de transporte público e especialistas da área, utilizando a escala SERVQUAL. Utilizaram como base Ferraz e Torres (2004), Meirelles (1999), Silva (2000), Schein (2003). Os resultados demonstraram que os usuários tiveram uma reação negativa com problemas em atendimento, falta de informações, insegurança e desconforto dos terminais e dos ônibus, além de impontualidade.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Lubeck *et al.* (2011) apresentaram um trabalho com a aplicação de 360 questionários aos usuários do transporte coletivo. Foi utilizada a escala SERVQUAL com adaptações de Domingues (1999) e Salomi (2005) e indicadores sobre qualidade de Ferraz e Tores (2004) e Lima Jr. (1995). Constatou-se que os usuários estão mais satisfeitos com o tratamento dos motoristas e cobradores e o respeito às leis de trânsito. As insatisfações se destacam quanto aos pontos de ônibus, conformidade do preço pago e o serviço oferecido.

Rubistein (2004) realizou uma avaliação de qualidade para o transporte coletivo em Montevidéu no Uruguai, utilizando a escala SERVQUAL. Os indicadores de qualidade utilizados foram dos autores Lima Jr. (1994), Lindau e Rosado (1992), Alvez (1995) e Bertozzi e Lima Jr. (1998). A conclusão da pesquisa é que a população está satisfeita com as facilidades oferecidas e as características dos ônibus no sistema, porém existe insatisfação com a confiabilidade do sistema, conforto, preço e segurança.

A tabela 1 apresenta todos os autores, cidades onde foram feitas as pesquisas, as técnicas utilizadas, pontos estudados e a quantidade de usuários entrevistados.

Tabela 1: Referente a trabalhos de outros autores que aplicaram questionários

| Autor | Local | Técnica utilizada | Pontos estudados | Amostra |
|------------------------------|-------------------|---|--|---------|
| Rodrigues e Sorratini (2008) | Uberlândia - MG | Pesquisa de opinião, indicadores de qualidade tendo como referencial parâmetros quantitativos e qualitativos | Acessibilidade; frequência de atendimento; tempo de viagem; lotação; confiabilidade; segurança; características dos veículos; características de locais de parada; sistemas de informação; conectividade; comportamento dos operadores; estados das vias | 500 |
| Rodrigues (2006) | São Carlos - SP | Três métodos, o primeiro avalia desempenho e importância dos principais fatores de qualidade, o segundo acompanha a metodologia utilizada pela prefeitura para verificar o serviço prestado e o terceiro método é a entrevista com três especialistas | Acessibilidade; Frequência; tempo de viagem; lotação; confiabilidade; segurança; veículos; locais de parada; sistema de informação; conectividade; operadores; vias | 1050 |
| Borchard, Sellito e | Porto Alegre - RS | Instrumento para avaliar a qualidade | Liderança; planejamento estratégico; foco no cliente e na sociedade; mensuração, análise e | - |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

| Autor | Local | Técnica utilizada | Pontos estudados | Amostra |
|--|-------------------------------|--|--|---------|
| Pereira (2007) | | baseado nos critérios de excelência ANTP, sistema enxuto e Lean Management | gestão do conhecimento; gestão de pessoas; gestão de processos; resultados da organização | |
| Ferreira (2014) | Recreio dos Bandeirantes - RJ | Aplicação de questionários | Sistema de informação; Confiança no serviço; Pontualidade do serviço; Qualidade do serviço nos horários de pico; Trajeto; Tempo de Viagem; Frequência das linhas; Conservação dos ônibus; Limpeza dos ônibus; Conforto; Lotação; Segurança durante a viagem; Educação dos funcionários; Forma de direção do motorista; Caminho e segurança do ponto de ônibus. | 388 |
| Terra e Duarte (2014) | Pelotas - RS | Entrevistas e questionários | Acessibilidade; Frequência de atendimento; tempo de viagem; lotação; confiabilidade; segurança; características dos veículos; características dos locais de parada; sistema de informação; comportamento dos operadores; estado das vias; mobilidade | 100 |
| Santos (2014) | Brasília - DF | SERVQUAL | Confiança; conforto; acessibilidade; segurança; conveniência; comunicação | 136 |
| Silva <i>et al.</i> (2008) | Unaí - MG | SERVQUAL | Empatia; segurança; Confiabilidade; Tangibilidade | 102 |
| Lima, Costa Filho e Vasconcelos (2013) | Goiânia - GO | SERVQUAL | Confiança; tempestividade; acesso; cortesia; comunicação; credibilidade; segurança; entendimento do consumidor; tangíveis | - |
| Lubeck <i>et al.</i> (2011) | Santa Maria - RS | SERVQUAL com adaptações | Empatia; segurança; Confiabilidade; Tangibilidade; Responsividade | 360 |
| Rubistein (2004) | Montevideu | SERVQUAL | Empatia; Garantia; Confiabilidade; Tangibilidade; Prestabilidade | 528 |

Fonte: Elaboração própria.

3. Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento deste trabalho realizou-se pesquisa bibliográfica que permitiu levantar a base conceitual referente ao tema de pesquisa e caracterizar o transporte público urbano no município de aplicação.

O estudo teve como abordagem uma análise qualitativa para levantamento da percepção dos usuários com relação ao serviço prestado. Foi aplicado um questionário a um grupo de usuários do serviço baseado no modelo SERVQUAL que, segundo Erdmann (2012), “trata-se de uma escala de múltiplos itens que procura medir cinco dimensões da qualidade em serviços”, que pode ser adaptado para atender às características do pesquisador.

Conforme Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005) compreende as seguintes dimensões: (1) Segurança: está relacionada ao conhecimento e a cortesia dos funcionários, bem como sua capacidade de transmitir confiança e confidencialidade. (2) Confiabilidade: capacidade de prestar o serviço prometido com confiança e exatidão. (3) Responsabilidade: disposição para auxiliar os clientes e fornecer o serviço. (4) Empatia: é demonstrar interesse, atenção personalizada aos clientes. (5) Aspectos tangíveis: é a aparência das instalações físicas, equipamentos, pessoal e materiais para comunicação.

O questionário é composto por 22 questões e é aplicado em duas etapas: na primeira são mensuradas as expectativas do usuário e na segunda, as percepções dos mesmos com relação ao serviço prestado. No caso desta pesquisa o questionário não foi utilizado para avaliar as expectativas, as quais foram consideradas as mesmas (o valor máximo da escala) para todas as dimensões. A diferença entre a pontuação obtida referente a expectativa e percepção é chamada de *gap*.

Utilizou-se uma escala intervalar de 1 a 7 para cada questão, segundo a qual cada respondente deveria quantificar sua percepção sendo 1 para o nível mais baixo de qualidade e 7 para o mais alto. Para o cálculo do *gap* considerou-se que todas as dimensões teriam como expectativa o valor 7. As dimensões utilizadas foram as mesmas do modelo original e foram divididas em blocos: As questões de 1 a 5 aspectos tangíveis, 6 a 9 responsabilidade, 10 a 13 confiabilidade, 14 a 18 segurança e 19 a 22 empatia. Ainda, o questionário foi aplicado de forma impressa e *online* por meio do formulário *Google Docs*.

Para determinar a quantidade de questionários (tamanho da amostra n) a serem aplicados, foi utilizada a Equação 1. Considerou-se uma amostragem estratificada, levando em conta a proporção de moradores por bairro/região. Considerou-se um erro de +/- 5% e confiança de 98%. Após a coleta de dados, todos os questionários respondidos foram avaliados com o intuito de analisar se haviam inconsistências nas respostas. Aqueles que as tiveram foram descartados.

$$n = \left(\frac{Z\alpha/2\sigma}{E} \right)^2 \quad (1)$$

4. Desenvolvimento da pesquisa

Segundo o site da Prefeitura de Volta Redonda (2016), quatro empresas realizam o transporte coletivo urbano da cidade: Viação Cidade do Aço, Pinheiral, Sul Fluminense e Elite, sendo as duas últimas as responsáveis pela maioria das linhas.

Segundo dados do Relatório de Gestão de Saúde de 2009, as quatro empresas de transporte coletivo em atividade no município de Volta Redonda possuem um total aproximado de 200 veículos, 43 linhas municipais, média de 120 mil viagens e 65 mil passageiros/dia. Os horários de pico de movimento são os do início da manhã e o do final da tarde. Durante a pesquisa, o preço da tarifa municipal era de R\$2,95. Existem cartões que permitem uma cobrança diferenciada para certo grupo de usuários: (1) SindCard Escolar, pelo qual os estudantes podem pagar a passagem por metade do valor; (2) SindCard Melhor Idade com gratuidade para maiores de 65 anos e o (3) SindCard Especial com gratuidade para portadores de necessidades especiais.

Segundo Sindpass (2016), a cidade conta com um aplicativo gratuito para celulares chamado Cittamobi, que permite o monitoramento dos ônibus por meio de GPS e a previsão de chegada ao ponto esperado. O município foi o primeiro do estado a implantar essa tecnologia.

O questionário foi aplicado a 421 pessoas (conforme equação 1 aplicada a cada região da cidade), sendo: 93 (região leste), 30 (região sul), 61 (região central), 96 (região oeste) e 142 (região norte). O público que respondeu ao questionário foi composto por 170 homens e 251 mulheres. A maioria dos entrevistados (224 pessoas) estavam na faixa de idade entre 21 a 40 anos, constatando que o número maior de usuários é a população economicamente ativa na cidade. Quando questionados sobre a frequência da utilização do transporte público, as respostas foram: 32,7% utilizam de seis a sete vezes por semana, 26,3% de quatro a cinco vezes por semana, 24,3% de duas a três vezes por semana e 16,7% uma vez por semana.

Os destinos e origens mais apontados pelos entrevistados foram os bairros Vila Santa Cecília e Aterrado. A linha mais utilizada foi a 440 (Açude x Santo Agostinho), da viação Sul Fluminense, que condiz com a realidade da cidade, pois em seu trajeto passa pelos bairros Retiro e Santo Agostinho que são considerados os bairros mais populosos do município, tendo respectivamente 28.550 e 26.194 habitantes.

Foi constatado que a empresa mais utilizada é a Viação Sul Fluminense, seguida pela Viação Elite. Foram apontadas ainda as viagens Pinheiral, Cidade do Aço, Agulhas Negras e Princesa da Serra, sendo que as duas últimas não fazem linhas municipais, mas passam por Volta Redonda. Além disso, a maioria dos usuários tem como motivo da utilização do transporte a locomoção até o trabalho ou estudo, com percentuais de 41,2% e 40,4%, respectivamente.

Os resultados da avaliação da qualidade por meio da escala SERVQUAL estão apresentados nos Gráficos de 1 a 5. No gráfico 1 destaca-se a questão sobre ar condicionado no

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

interior dos ônibus, com mais de 80% das respostas indicando a nota 1. Isso se dá porque poucos veículos possuem esse tipo de equipamento e a região, na maior parte do ano, apresenta temperaturas altas. A questão sobre os veículos serem silenciosos também merece destaque, pois recebeu mais de 30% de notas 1.

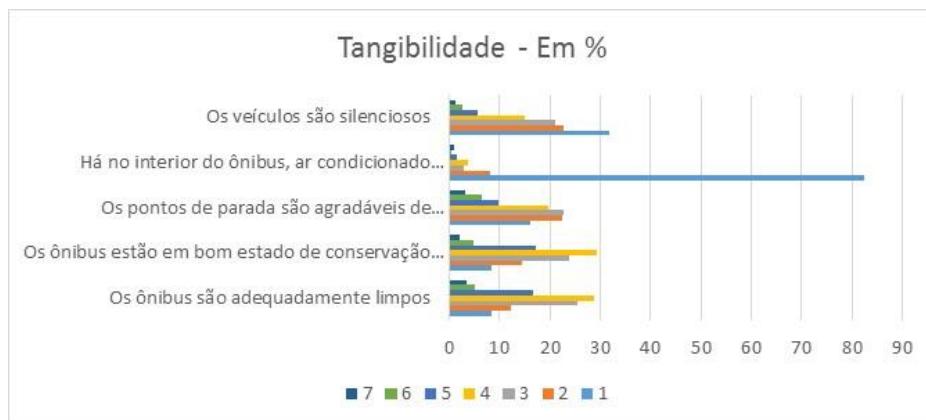


Gráfico 1: Resultado da avaliação da dimensão Tangibilidade.

No gráfico 2 a questão sobre horário das linhas nos pontos de parada também teve um percentual alto na nota 1, pois os pontos não possuem horários divulgados. O fato desses horários estarem disponíveis na internet pode justificar outras notas diferentes de 1. O número de paradas foi bem avaliado em comparação as outras, recebendo mais de 50% de notas 5, 6 e 7.

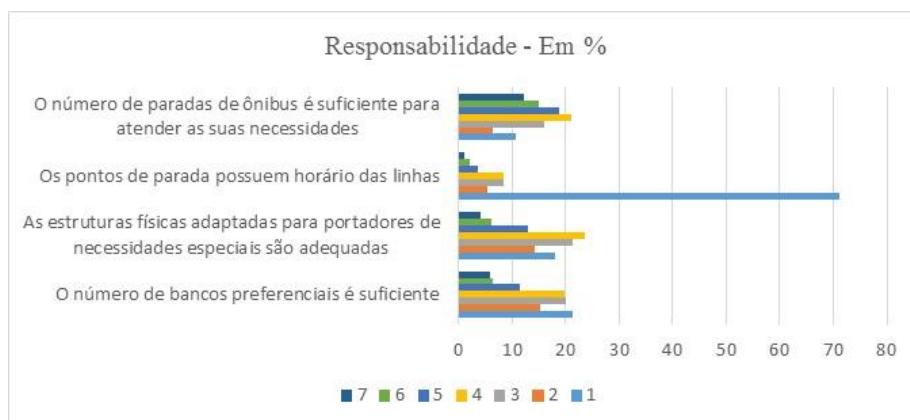


Gráfico 2: Resultado da avaliação da dimensão Responsabilidade.

No gráfico 3 (confiabilidade) verifica-se uma porcentagem maior na nota 4 em todas as questões. Ressalta-se que pode não ter havido pleno entendimento da questão, pois muitos respondentes demonstraram dúvidas durante a aplicação do questionário. A questão sobre a disponibilidade de informação na internet recebeu mais de 15% de notas 7.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

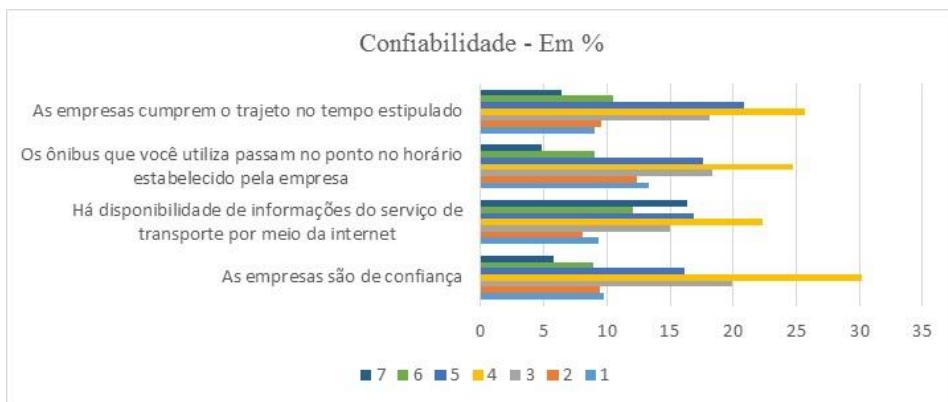


Gráfico 3: Resultado da avaliação da dimensão Confiabilidade.

No gráfico 4, a questão sobre os equipamentos de segurança é destacada pois as notas se concentram entre 1 e 3. Os respondentes consideram que os itens de segurança como cinto e extintores de incêndio não estão disponíveis (ou visíveis).

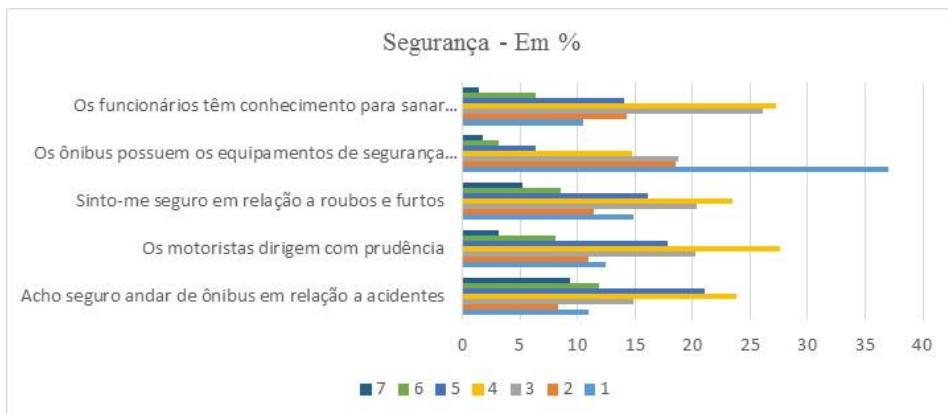


Gráfico 4: Resultado da avaliação da dimensão Segurança.

O gráfico 5 assim como o de confiabilidade (3) apresenta alta porcentagem na nota 4, mas com uma preocupação nas questões de cuidado com a entrada e saída de pessoas e assistência aos portadores de necessidades especiais com a nota 1 ultrapassando os 10%.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

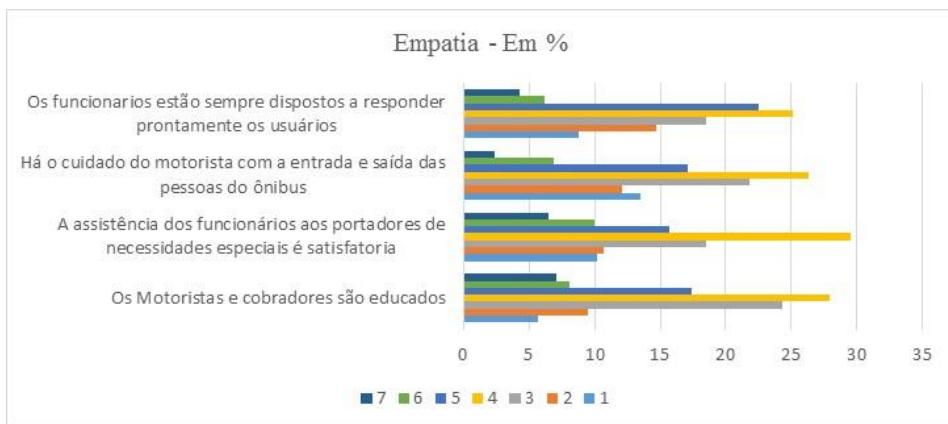


Gráfico 5: Resultado da avaliação da dimensão Empatia.

Foi realizada uma análise mais abrangente, considerando a mediana de cada uma das questões, o *gap* (a diferença entre a expectativa máxima - nota 7), conforme Tabela 3, que também contém os mesmos resultados para as duas principais operadoras de transporte público na cidade, por região. Ressalta-se que quanto maior o *gap*, maior a distância entre a expectativa e a percepção do usuário do serviço estudado.

Numa análise geral, verifica-se que o menor *gap* foi de três em todas as dimensões analisadas. Portanto, a análise irá se concentrar em *gaps* superiores a este valor. Assim, na dimensão aspectos tangíveis destacam-se as questões relacionadas aos pontos de paradas, a temperatura e ao nível de ruído dos veículos. Verificam-se que essas questões estão relacionadas ao nível de conforto do usuário tanto na espera quanto na viagem.

Tabela 2: Análise das medianas e *gaps*

| Dimensão | Questões Abordadas (Percepções) | Med | <i>g</i> | MedG | VSF | Elite |
|--------------------|---|-----|----------|------|-------|-------|
| ASPECTOS TANGÍVEIS | 1. Os ônibus são adequadamente limpos | 4 | 3 | 3 | ZL- 3 | ZL- 3 |
| | 2. Os ônibus estão em bom estado de conservação e com boa aparência | 4 | 3 | | ZS- 3 | ZS- 3 |
| | 3. Os pontos de parada são agradáveis de permanecer | 3 | 4 | | ZC- 3 | ZC- 3 |
| | 4. Há, no interior do ônibus, ar-condicionado mantendo a temperatura agradável em dias de calor | 1 | 6 | | ZO- 3 | ZO- 3 |
| | 5. Os veículos são silenciosos | 2 | 5 | | ZN- 3 | ZN- 3 |
| | 6. O número de bancos preferenciais é suficiente | 3 | 4 | 3 | ZL- 3 | ZL- 3 |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

| | | | | | | |
|-------------------|--|---|---|--|---------|---------|
| RESPONSABILIDADE | 7. As estruturas físicas adaptadas para portadores de necessidades especiais são adequadas | 3 | 4 | | ZS- 3 | ZS- 3 |
| | 8. Os pontos de parada possuem horários das linhas | 1 | 6 | | ZC- 3,5 | ZC- 3 |
| | 9. O número de paradas de ônibus é suficiente para atender as suas necessidades | 4 | 3 | | ZO- 3,5 | ZO- 3,5 |
| CONFIDENCIALIDADE | 10. As empresas são de confiança | 4 | 3 | | ZN- 3,5 | ZN- 3 |
| | 11. Há disponibilidade de informações do serviço de transporte por meio da internet | 4 | 3 | | ZL- 4 | ZL- 4 |
| | 12. Os ônibus que você utiliza passam no ponto no horário | 4 | 3 | | ZS- 4 | ZS- 4 |
| | 13. As empresas cumprem o trajeto no tempo estipulado | 4 | 3 | | ZC- 4 | ZC- 4 |
| SEGURANÇA | 14. Acho seguro andar de ônibus em relação a acidentes | 4 | 3 | | ZO- 4 | ZO- 4 |
| | 15. Os Motoristas dirigem com prudência | 4 | 3 | | ZN- 4 | ZN- 4 |
| | 16. Sinto-me seguro em relação a roubos e furtos | 4 | 3 | | ZL- 4 | ZL- 4 |
| | 17. Os ônibus possuem os equipamentos de segurança (extintores, cinto de segurança, etc.) | 2 | 5 | | ZS- 4 | ZS- 4 |
| | 18. Os funcionários têm conhecimentos para sanar possíveis problemas, não só no interior dos ônibus quanto no embarque e desembarque | 3 | 4 | | ZC- 4 | ZC- 4 |
| EMPATIA | 19. Os motoristas e cobradores são educados | 4 | 3 | | ZO- 4 | ZO- 4 |
| | 20. A assistência dos funcionários aos portadores de necessidades especiais é satisfatória | 4 | 3 | | ZN- 4 | ZN- 4 |
| | 21. Há o cuidado do motorista com a entrada e saída das pessoas do ônibus | 4 | 3 | | ZL- 4 | ZL- 4 |
| | 22. Os funcionários estão sempre dispostos a responder prontamente os usuários. | 4 | 3 | | ZS- 4 | ZS- 4 |

Siglas: VSF – Viação Sul Fluminense; ZL – Zona Leste; ZS – Zona Sul; ZC – Zona central; ZO – Zona Oeste; ZN – Zona Norte; Med – Mediana; MedG – Mediana Geral; g - gap

Com relação à responsabilidade, verificam-se maiores insatisfações com questões de acessibilidade de pessoas deficientes e idosas, levando em consideração o número de bancos preferenciais e a estrutura física para deficientes. As informações sobre horários das linhas dos pontos foram a questão que apresentou menor nível de qualidade. Destaca-se que várias cidades no mundo já possuem sistemas automatizados com esse tipo de informação e que o que se tem atualmente disponibilizado para celular poderia estar disponível nos referidos pontos.

Quanto à confiabilidade e empatia, todas as questões apresentaram o *gap* três. Entretanto, a mediana geral dessas dimensões, juntamente com a segurança, foram as mais altas (4). Com relação a esta última, os maiores gaps foram relacionados aos equipamentos de segurança (extintores e cinto de segurança), o que poderia ser facilmente resolvido colocando-os em locais visíveis ou comunicando aos usuários a existência dos mesmos, já que estes são obrigatórios por lei.

O desempenho entre as duas principais operadoras de transporte foi praticamente o mesmo, sendo que a VSF teve uma mediana maior nas zonas central e norte com relação à responsabilidade.

5. Conclusão

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a identificação da percepção dos usuários em relação à qualidade do transporte público na cidade pesquisada, atingindo-se assim o objetivo geral da pesquisa.

Constatou-se que há moderada satisfação com relação ao serviço prestado pelos funcionários nos ônibus. Essas questões afetam diretamente a interpretação dos usuários quanto à experiência vivida, uma vez que o transporte pode apresentar ótimas condições físicas, mas obtendo uma avaliação não tão favorável por causa do atendimento recebido. Curiosamente, a acessibilidade é percebida negativamente em relação aos serviços específicos prestados aos portadores de deficiência, mesmo que os respondentes em sua maioria nunca tivessem utilizado este tipo de serviço. Observa-se que mesmo possuindo recursos para atendimento desse específico público, a inclusão e acessibilidade não ocorre de forma satisfatória.

Não houve nenhuma questão que se destacou como melhor avaliada, o que se refletiu nas notas por região ou por operador do serviço. Apenas na dimensão responsabilidade que a Viação Sul Fluminense conseguiu medianas melhores que a Viação Elite em duas zonas. Assim, A qualidade do transporte público de Volta Redonda apresenta pontos fortes como a informação sobre as linhas serem disponíveis na internet e o número de paradas ser suficiente. Porém, apresenta pontos mal avaliados como a questão do ar condicionado nos veículos, os horários nos pontos de ônibus e a existência de equipamento de segurança.

Como limitação da pesquisa, destaca-se a dificuldade de compreensão do questionário, por alguns dos entrevistados, apesar deste ter sido feito teste antes de sua efetiva aplicação e ser elaborado de forma mais simplificada possível.

Sugere-se para trabalhos futuros a utilização outros métodos de pesquisa no intuito de realizar comparação entre os resultados e deduzir qual é a melhor forma de avaliar a qualidade

no transporte público. Recomenda-se também, o levantamento de políticas públicas que visem a melhoria do serviço prestado em suas diferentes dimensões. Além disso, poderia ser avaliada a integração entre os diferentes tipos de transportes utilizados no município, em conjunto com a criação participativa de um plano diretor de transporte e mobilidade, para a promoção de um equilíbrio entre os mesmos e não a sobrecarga de um único modo.

6. Referências

- Borchardt, M.; Sellito, M. A.; Pereira, G. M. **Instrumento de avaliação para melhorias em processos organizacionais: caso do transporte coletivo rodoviário urbano de Porto Alegre.** São Leopoldo. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. 2007.
- Ferreira, B. L. G. **Avaliação da percepção do usuário sobre a qualidade do sistema de transporte público do recreio dos bandeirantes.** Trabalho de graduação, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 2014. Salesiana n. 1, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2014. pp. 6-10.
- Lima, M. R. S.; Filho, B. A. C.; Vasconcelos, C. R. M. **Qualidade e inovação em serviços de transporte coletivo público em Goiânia-GO-Brasil.** Goiania. Faculdade Alves Faria. 2013.
- Lubeck, R. M.; Wittman, M. L.; Battistella, L. F.; Richter, A. S.; Schendler, S. G. **Qualidade no transporte coletivo urbano.** Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria. 2011.
- Malhotra, N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada.** Porto Alegre: Bookman, 2011.
- Portal VR.** Disponível em: <http://www.portalvr.com/suser/index.php/8/20> . Acessado em: 04/jan/2016
- Relatório de Gestão de Saúde,** 2009. Disponível em: <http://www.portalvr.com/saude/arquivos/relatorio_de_gestao200904.07.2010.pdf> Acessado em: 04 de jan de 2016.
- Rodrigues, M. A; Serratin, J. A. **A qualidade no transporte coletivo urbano.** In: XXII CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, Fortaleza, 2008. Anais, v. 22, p. 1081- 1092
- Rodrigues, M. O. **Avaliação da qualidade do transporte coletivo da cidade de São Carlos.** Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. SP. 2006.
- Santos, R. G. **Avaliação da qualidade do serviço de transporte público coletivo utilizando a escala Servqual adaptada.** Universidade de Brasilia. In: XXIII CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES – ANPET, Curitiba, 2014.
- Silva, W.H.; Silva, M. A.; Teixeira, P. S. D.; Junior, L. P. S; Brando, V. S. **Avaliação do nível de qualidade do serviço de transporte público em Unaí-MG na percepção dos usuários.** In: XXII CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES – ANPET, Fortaleza, 2008.



21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

Sindpass. Disponível em: <<http://www.sindpass.com.br/cittamobi.html>> Acessado em: 04/jan/2016

Rubinstein, E. **Avaliação da qualidade demandada para o transporte público coletivo por ônibus na cidade de Montevidéu.** Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2004.

Terra, S. X.; Duarte, P. C. **Estudo da qualidade no sistema de transporte coletivo urbano por ônibus na cidade de Pelotas, RS.** Revista de Engenharia da Faculdade. Pelotas, RS. 2014.



APLICAÇÃO DO MÉTODO ESTATÍSTICO ANOVA QUANTO À PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS NA FILA DO CHECK-IN EM AEROPORTOS PÚBLICOS E CONCESSIONADOS

Reinaldo Moreira Del Fiacó

Vânia Barcellos Gouvêa Campos

Paulo Afonso Lopes da Silva

Instituto Militar de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Transportes

RESUMO

O presente trabalho é motivado pela necessidade da reflexão crítica sobre a percepção dos usuários do transporte aéreo brasileiro, quanto à recente privatização dos aeroportos. O objetivo é comparar a percepção dos usuários em relação ao tempo de fila no check-in e o tempo físico médio na fila no check-in entre aeroportos de administração pública e aeroportos concessionados. Os dados analisados foram obtidos no Relatório Geral dos Indicadores de Desempenho Operacional, publicado trimestralmente pela Secretaria de Aviação Civil. O Método das Categorias Sucessivas é utilizado para transformar dados qualitativos sobre a percepção dos usuários em dados quantitativos, sendo as ferramentas estatísticas aplicadas a ANOVA e Regressão Linear Simples. O resultado mostra que não há relação do valor-p tanto quanto à percepção dos usuários quanto ao tempo de fila de check-in e o tempo físico médio da fila de check-in. A regressão linear indica que os aeroportos concessionados têm, em geral, média de satisfação maior do que os aeroportos públicos, como também um tempo físico médio de fila maior, porém há uma tendência para que os aeroportos concessionados atinjam a eficiência dos aeroportos públicos no que se refere ao tempo físico médio da fila de check-in.

PALAVRAS CHAVE: **Aeroportos, Percepção dos usuários, Sistemas de Terminais de Passageiros.**

ABSTRACT

This work is motivated by the need for critical reflection on the perception of the users of the Brazilian air transport, as the recent privatization of airports. The goal is to compare the perception of users over time queue at check-in and the average physical time in line at check-in between airports of public administration and airports under concession. Data were obtained in the General Report of the Operational Performance Indicators, published quarterly by the Department of Civil Aviation. The method of successive categories is used to transform qualitative data on the perception of users on quantitative data, and the statistical tools applied to ANOVA and Simple Linear Regression. The result shows that there is no relationship factor-p as the perception of users about the check-in queue time and the average physical time of check-in queue. Linear regression shows that the concessioned airports generally have an average of greater satisfaction than public airports, as well as average time longer check-in queue than public airports, but there is a tendency for the concessioned airports achieve the efficiency of airports public in average physical time of check-in queue

KEY WORDS: **Airports, Terminal Passenger System, User's Perception**

1. INTRODUÇÃO

Ao analisar a literatura internacional, nota-se uma tendência na adoção de privatizações aeroportuárias como maneira de melhorar os níveis de serviços prestados. Entretanto, existe o interesse, tanto da administração pública quanto da administração privada, de melhorar e medir continuamente a eficiência dos processos aeroportuários. As pesquisas para avaliar a qualidade dos serviços nos Terminais de Passageiros (TPS) começaram por iniciativa da Federal Aviation Administration (FAA) em 1968, nos Estados Unidos, considerando o aumento, àquela época, do volume de passageiros e da complexidade das atividades aeroportuárias a partir do início das operações das aeronaves com motor à reação (Chilembwe, 2014).

Para Bandeira (2008), a percepção dos usuários quanto à satisfação sobre os diversos componentes do TPS motiva a administração aeroportuária a priorizar investimentos com maior precisão e analisar o desempenho de suas ações. Segundo Wanke (2012), os aeroportos privados tendem a serem mais eficientes do que os aeroportos da administração pública. A necessidade do mercado por melhores níveis de serviços e eficiência de operação levou com que o Governo Federal Brasileiro buscassem a prática de concessão dos aeroportos (Cappa, 2013).

Para Fodness e Murray (2007), os passageiros das empresas aéreas são os usuários finais do serviço prestado nos aeroportos, e suas percepções quanto aos serviços aeroportuários dependem de suas crenças, expectativas, condições sociais, do tipo de viagem e de outras circunstâncias voltadas a infraestrutura e ergonomia.

O presente trabalho é motivado pela necessidade da reflexão crítica sobre a percepção dos usuários do transporte aéreo brasileiro, quanto à recente privatização dos aeroportos. O objetivo é comparar a percepção dos usuários em relação ao tempo de fila no *check-in* em aeroportos de administração pública e aeroportos concessionados. Os dados analisados foram obtidos no Relatório Geral dos Indicadores de Desempenho Operacional, publicado trimestralmente pela Secretaria de Aviação Civil.

O item 2 apresenta uma revisão sistêmica da literatura quanto aos modelos de pesquisas em Sistemas Terminais de Passageiros (TPS). Na metodologia, foi detalhado o emprego dos dados do Relatório Geral dos Indicadores de Desempenho Operacional dos Aeroportos, os métodos usados da Análise da Variância (ANOVA) e da regressão linear. O artigo finaliza com resultados, conclusão e as referências bibliográficas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Modelos de pesquisas em Sistemas Terminais de Passageiros (TPS)

Para Bandeira e Correia (2012), a administração de TPS deve ter suas filosofias empresariais orientadas à busca de entender e satisfazer os usuários em níveis de serviços adequados quanto as exigências nacionais do mercado. Vasconcelos (2007) diz que os administradores aeroportuários devem enxergar o marketing nos aeroportos como um processo de inovação e industrialização no qual é necessário identificar e antecipar os desejos dos usuários quanto aos serviços praticados. Portanto, as organizações mesmo dentro de um ambiente regulamentado como o da aviação, precisam ser dinâmicas para acompanhar as necessidades de seus usuários.

Os terminais aeroportuários, bem como as empresas aéreas que os utilizam, precisam considerar o envolvimento dos usuários com o meio, e nesse sentido, mensurar o desempenho dos terminais de passageiros em toda a sua dimensão para que a infraestrutura seja melhorada nas especificações de tamanho da estrutura física, ergonomia e quantidade de recursos para os processos de embarque e desembarque (Bandeira, 2014).

Para Bandeira e Correia (2012), os gargalos provocados no processamento dos passageiros em fase de *check-in* e inspeção de segurança podem causar filas e levar a níveis intoleráveis ou de insatisfação dos usuários quanto ao aeroporto. Os níveis de tolerância e o tamanho da fila são relacionados à capacidade teórica de processamento e ao nível de serviço proposto pela administração do TPS.

Para Abreu (2008), a análise sistêmica quanto às metodologias utilizadas para pesquisas em aeroportos contribui para o avanço do setor aéreo ao mesmo tempo que autores e empresas do setor passam a perceberem necessidades quanto a eficiência e investimento em equipamentos, construção e melhorias na infraestrutura aeroportuária. A Tabela 1 apresenta as principais metodologias de pesquisa para avaliação de eficiência aeroportuária.

Tabela 1 – Análise sistêmica quanto às metodologias utilizadas para pesquisa em aeroportos

| Foco da Pesquisa | Análise Envoltória de Dados | Analytical <i>Hierarchy</i> <i>Process</i> | Metodologia de Fodness e Murray | Método das Categorias Sucessivas | Regressão Baseada em eventos |
|--|---|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Mensuração de performance da produtividade quanto aos aspectos econômicos de mercado | Gillen; Lall (1997); Curi, et al (2010); Thiebaut; Torres (2013); | - | Farahani; Törmä (2010); | Silva; Cunha (2009); Machado (2012); | Lange; Samoilov ich; Rhee (2013); |
| Relação da performance | Gillen; Lall | - | - | Bevilacqua; | Rolim, |

| | | | |
|--|---|---|--|
| entre o lado ar e o lado terra | (2001); Wanke (2012a); | Ciarapica (2010); | Bettini e Oliveira (2016); |
| | Pakker (1999); Bandeira; Fernandes; Correia; Pacheco, Wirasingue (2002); (2007); Yoshida; Bandeira Fujimoto (2004); (2008); Almeida; Maia et al. Mariano (2007); (2010); Wanke (2012); Bandeira; Rodrigues; Correira Castro (2012); (2012); | Fodness; Murray (2007); Tozi et al. (2010); Mattozo et al (2012); | Ronzani (2009); Pereira; Moreira; Souza (2014); Bandeira et al. Falcão (2012); Holanda (2013); |
| Relação entre processamento de passageiro e/ou carga quanto a infraestrutura aeroportuária | | | |

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 1 divide os autores conforme o foco de suas pesquisas que são: mensuração de desempenho da produtividade quanto aos aspectos econômicos; relação do desempenho quanto ao lado ar e terra do aeroporto; e a relação entre o processamento de passageiro e/ou carga quanto a infraestrutura, sendo utilizadas as seguintes técnicas: Análise Envoltória de Dados; *Analytical Hierarchy Process* (AHP); Metodologia de Fodness e Murray; Metodologia das Categorias Sucessivas; e Método de Regressão Baseada em Eventos.

Autores como Curi, et al (2010), Wanke (2012), Rodrigues e Castro (2012) utilizaram a Análise Envoltória de Dados (DEA) para analisar a quantidade de componentes físicos dos aeroportos quanto à eficiência operacional. Segundo Gois et al (2015), o método DEA analisa um conjunto de unidades tomadoras de decisão no qual necessitam de *inputs* de recursos e *outputs* de produtos dentro de um sistema.

Wanke (2012) utilizou o DEA para mensurar a eficiência operacional quanto à atratividade dos voos, e para isso dividiu os aeroportos brasileiros em quatro grupos: (1) Aeroportos localizados em áreas metropolitanas e que operam como *hub*; (2) Aeroportos pequenos, com poucas infraestrutura e consolidação de voos; (3) e Aeroportos com pouca infraestrutura e localizado próximo às áreas metropolitanas; (4) Aeroportos de infraestrutura média e localizados em regiões turísticas. Os aeroportos do grupo 1 concentram 80% dos passageiros e 60% da movimentação de aeronaves; os do grupo 2 representam 2% dos passageiros e 5%

da movimentação de aeronaves; já o grupo 3 representa 22% da movimentação de aeronaves e não são representativos quanto a passageiro porque concentram operação de pequenas aeronaves; por fim, o grupo 4 apresenta uma sobrecarga quanto ao processamento de passageiro e de movimentação de aeronaves, o que afeta a infraestrutura e o nível de serviço.

A metodologia *Analytical Hierarchy Process* (AHP) é um método de decisão multicritério, criado por Saaty (1980), sendo utilizado por Bandeira, Correia e Wirasingue (2007); Bandeira (2008); Maia et al. (2010); Bandeira e Correia (2012) para realizarem análises dos serviços aeroportuários. Essa metodologia atribui um valor de importância, obtém uma medida do Nível de Serviço Global e a compara com os valores encontrados para cada componente de serviço do aeroporto. Para Bandeira, Correia e Wirasingue (2007), deve-se considerar passos para mensurar variáveis em uma escala física, podendo ser tempo, espaço, distância e depois realizar múltiplas regressões lineares em uma matriz quadrada para comparar os componentes pesquisados.

Fodness e Murray (2007) desenvolveram sua metodologia para avaliar a percepção dos usuários quanto aos serviços prestados pelos serviços do transporte aéreo, com o objetivo de construir um panorama da atratividade dos aeroportos quanto as suas demandas, orientação aos usuários e competitividade industrial. A metodologia consistiu em enviar um questionário online para usuários que irão viajar, no qual as perguntas foram baseadas na expectativa dos usuários quanto às comodidades, confiança, qualidade externa, qualidade interna e serviços prestados. As hipóteses de Fodness e Murray (2007) eram para verificar se a percepção da expectativa dos usuários contribui diretamente para a percepção da satisfação geral dos aeroportos. Após a viagem, os usuários recebem o mesmo questionário, a diferença entre as respostas é analisada por meio de técnicas estatísticas multivariadas, metodologia conhecida como Método de Fodness e Murray, referenciado por Farahani e Törmä (2010), Tozi et al. (2010), e Mattozo et al (2012).

Segundo Falcão (2012), o Método das Categorias Sucessivas é utilizado para transformar dados qualitativos sobre a percepção dos usuários em dados quantitativos sobre uma escala de tempo, sendo aplicado teste estatístico de agrupamento de dados, cálculo de desvio padrão e variância, e por fim uma regressão linear para determinar a relação entre o tempo médio e o nível de serviço entre os aeroportos.

Holanda (2013) aplicou o Método de Categorias Sucessivas nos resultados do Relatório de Desempenho Operacional de 2013 da Secretaria de Aviação Civil, com o objetivo de encontrar relações matemáticas entre a percepção do usuário quanto ao intervalo de desembarque com o tempo de chegada da aeronave, e a percepção quanto ao tempo de chegada da bagagem com o tempo de parada total da aeronave, sendo esses dados de múltiplos aeroportos.

O Método de Regressão Baseada em Eventos foi o modelo escolhido por Rolim et al. (2016) para aplicar nos resultados da demanda do número de passageiros entre 2011 e 2012 nos principais aeroportos de saída internacional, sendo estes SBBR (Galeão), SBGR (Guarulhos) e Viracopos (SBKP), cujo o objetivo foi avaliar a privatização dos aeroportos quanto à produtividade e ao impacto sobre o tráfego aéreo. Os autores chegaram a três resultados. No primeiro, concluíram que, quanto mais flexível a administração aeroportuária, melhor é o desenvolvimento de estratégias para as empresas aéreas; no segundo resultado, os autores mostraram que um aeroporto bem representado tem um bom potencial de penetração no mercado, e o terceiro tratou da notícia da privatização das empresas aéreas, que adiantaram estratégias para se fortalecerem perante aos concorrentes, estabelecendo políticas com os representantes das concessões.

Conforme Abreu (2008), as necessidades dos aeroportos devem ser observadas pela ciência a fim de contribuir com o equilíbrio do mercado por meio da prática da concorrência, ao estabelecer um *benchmarking* e de parâmetros que componham o sistema do transporte aéreo.

3. METODOLOGIA

Neste trabalho o foco principal é determinar a relação do real tempo de fila relativamente à percepção dos usuários na fase do processo de *check-in*. A metodologia é baseada no Método das Categorias Sucessivas, no qual se propõe obter, apresentar e analisar os meios qualitativos e quantitativos para a tomada de decisão.

Os métodos estatísticos escolhidos para aplicação dos resultados foram a Análise da Variância (ANOVA) e de Regressão Linear Simples, com base em gráfico de dispersão, conforme aplicado por Falcão (2012), Holanda (2013) e Bandeira et al. (2014) para avaliar os processos quanto aos serviços prestados e as suas relações no aeroporto.

3.1 Relatório geral dos indicadores de desempenho operacional

O Relatório de Desempenho Operacional dos Aeroportos é uma publicação trimestral da Secretaria da Aviação Civil (SAC), as mais recentes nos anos de 2013, 2014 e 2015, e tem caráter contínuo. A pesquisa da SAC é realizada em 15 aeroportos, tanto de administração pública quanto privada, tendo como objetivo medir a percepção dos usuários a fim de aumentar a competitividade entre os aeroportos brasileiros.

Os aeroportos contidos no Relatório de Desempenho Operacional são: Manaus (SBEG), Cuiabá (SBCY), Guarulhos (SBGR), Congonhas (SBSP), Viracopos (SBKP), Curitiba (SBCT), Fortaleza (SBFZ), Recife (SBRF), Salvador (SBSV), Brasília (SBBR), Confins (SBCF), Galeão (SBGL), Santos Dumont (SBRJ) e Porto Alegre (SBPA).

A metodologia de pesquisa utilizada pela SAC consiste em entrevistas presenciais por meio de um formulário padrão, e é aplicado nas salas de embarque dos aeroportos. A amostragem é planejada anualmente em função do fluxo de passageiros no embarque doméstico e internacional, e as conclusões têm um nível de confiança de 95%. A coleta de dados nos três anos obteve 198.376 entrevistados, e o total de passageiros nestes aeroportos foi de 483.217.655 usuários (INFRAERO 2013; 2014; 2015; SAC 2013; 2014; 2015).

No formulário de pesquisa, os usuários atribuem nota qualitativa de 1 a 5 para cada questão, conforme escala Likert, também usada por Falcão (2012). O Relatório de Desempenho Operacional dos Aeroportos é dividido em indicadores para as responsabilidades do seguinte: Aeroporto, Aeroporto Comercial, Companhias Aéreas, Órgãos Públicos, Transportes e Satisfação Geral.

Este trabalho tem como foco os resultados sobre a responsabilidade das Companhias Aéreas. Os indicadores analisados são: Percepção do Tempo de fila no check-in; e Tempo Medido na fila do check-in.

3.2 Análise da Variância (ANOVA) e Regressão Linear Simples

Segundo Matozo et al. (2012), a ANOVA é baseada na decomposição da soma dos quadrados e no grau de liberdade entre as variáveis de resposta Y . Este modelo de regressão simples observa o desvio em relação à média que é decomposta e ajustada pela regressão, e somada ao desvio do valor ajustado em relação à média. O valor de resposta Y é representado por $(Y_i - \hat{Y})$ e sua formula com a soma dos quadrados apresentada pela equação 1.

$$(1) \quad \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y})^2$$

Equação 1 – Soma dos quadrados

A ANOVA permite que grupos sejam comparados ao utilizar variáveis contínuas, sendo a análise um teste paramétrico com grupos independentes. A influência dos fatores constitui o aspecto onde se busca verificar a veracidade das hipóteses H_0 ou H_1 , em que os níveis dos fatores são iguais ou pelo menos um nível do fator é diferente, respectivamente (Costa Neto, 2002).

A partir de Holanda (2013), consideramos que os resultados do Relatório de Desempenho Operacional dos Aeroportos são valores contínuos, no qual muitas vezes são contidos em conjuntos limitados e podem ser inferidos por grandezas de tempo ou controladas por no máximo 2 variáveis. Neste artigo a variável dependente será o tempo de fila e a variável resposta a percepção do usuário quanto ao tempo de fila no check-in.

A ANOVA é construída dentro de uma tabela que facilita a análise dos resultados, usualmente com base no valor do F calculado, comparado com o F critico que depende do Erro α e dos Graus de Liberdade (GL) entre grupos (1) e dentro dos grupos ($\eta - 2$). O Erro α considerado neste trabalho é de 0,05, ou 95% de confiança, mantendo o utilizado por Bandeira (2014). Como regressão é considerado o tempo medido do item 4.2 - Tempo de fila na inspeção, e os resíduos como a média da percepção dos usuários (Costa Neto, 2002).

| Fonte da Variação | SQ | Gl | MQ | F | Valor-P | F critico |
|-------------------|---|------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Entre Grupos | $SQR = \beta_1 \sum_{i=1}^n (xi - \bar{X})Y_1$ | 1 | SQR/GL entre Grupos | $f_0 = \frac{MQR}{MQE}$ | $p = 1 - \Phi(\frac{f_0}{\sigma})$ | $\alpha = 0,05$ |
| Dentro dos Grupos | $SQE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y})^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_1 \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{X})Y_1)^2$ | $\eta - 2$ | SQE/De ntro dos Grupos | | | |

Fonte: Adaptado de Costa Neto (2002)

4. RESULTADOS

4.1 Relatório geral dos indicadores de desempenho operacional

A tabela 2 corresponde às médias da percepção e do tempo de fila no check-in. Para cada aeroporto a variável da linha superior é a média da percepção quanto a satisfação dos usuários quanto ao Tempo de Fila no Check-in, e a inferior é o Tempo Médio da Fila de Check-in em valores decimais, ou seja, 60 minutos correspondem a 1,0.

Tabela 2 – Médias da percepção e do tempo de fila no check-in

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

| Aeroporto público | 2.2 – Tempo de fila no check-in | | | Aeroporto Concessionado | 2.2 – Tempo de fila no check-in | | |
|----------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | | 2013 | 2014 | 2015 |
| SBEG | 3,70 0,216 | 3,85 0,373 | 4,12 0,209 | SBGR | 3,60 0,277 | 3,65 0,263 | 4,10 0,170 |
| SBCY | 3,95 0,122 | 4,15 0,095 | 4,12 0,041 | SBKP | 4,25 0,069 | 4,42 0,177 | 4,40 0,106 |
| SBRF | 4,12 0,122 | 4,20 0,095 | 4,10 0,1041 | SBBR | 4,17 0,169 | 4,32 0,141 | 4,52 0,122 |
| SBSP | 4,30 0,833 | 4,47 0,142 | 4,02 0,016 | SBCF | 4,27 0,122 | 4,47 0,120 | 4,02 0,107 |
| SBCT | 4,47 0,075 | 4,25 0,142 | 4,02 0,016 | SBGL | 4,20 0,488 | 3,97 0,200 | 4,23 0,145 |
| SBFZ | 3,90 0,161 | 3,72 0,200 | 4,12 0,029 | MÉDIA | 4,20 0,230 | 4,33 0,200 | 4,23 0,145 |
| SBSV | 4,22 0,230 | 3,90 0,257 | 4,12 0,029 | | | | |
| SBRJ | 4,32 0,127 | 4,32 0,122 | 4,00 0,065 | | | | |
| SBPA | 3,85 0,190 | 4,30 0,138 | 4,40 0,050 | | | | |
| MÉDIA | 4,12 0,148 | 4,20 0,179 | 4,18 0,058 | | | | |

Fonte: Adaptado de SAC (2014; 2015; 2016)

4.2 Percepção quanto à fila e ao tempo medido no check-in

As tabelas 4 e 5 mostram a percepção dos usuários e o tempo medido de check-in entre os anos de 2013 até 2015. Os aeroportos de administração concessionada (A.C.) possuem uma média maior e o tempo em fila menor do que os de administração pública (A.P.), (4,1653; 0,008601) e (4,1359; 0,005556) respectivamente. As variâncias da percepção nos A.P. são maiores que o de A.C, e a variância do tempo de check-in dos A.C é menor do que a dos A.P. (0,05608; 0,008601) e (0,0303022; 0,0055569), respectivamente.

Tabela 4 – ANOVA quanto à fila e o tempo medido de check-in – Aeroportos Concessionados

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

| Aeroporto de administração Concessionada | | | | | | |
|--|------------|--------|----------|-----------|---------|-----------|
| Grupo | Contagem | Soma | Média | Variância | | |
| 2.2. Percepção | 5 | 20,826 | 4,1653 | 0,05608 | | |
| 2.2. Tempo | 5 | 0,9436 | 0,1887 | 0,008601 | | |
| Fonte da Variação | SQ | Gl | MQ | F | Valor-P | F crítico |
| Entre Grupos | 39,5333689 | 1 | 39,533 | 1222,27 | 4,9E-10 | 5,31766 |
| Dentro dos Grupos | 0,25875432 | 8 | 0,000628 | | | |
| Total | 46,6893588 | 9 | | | | |

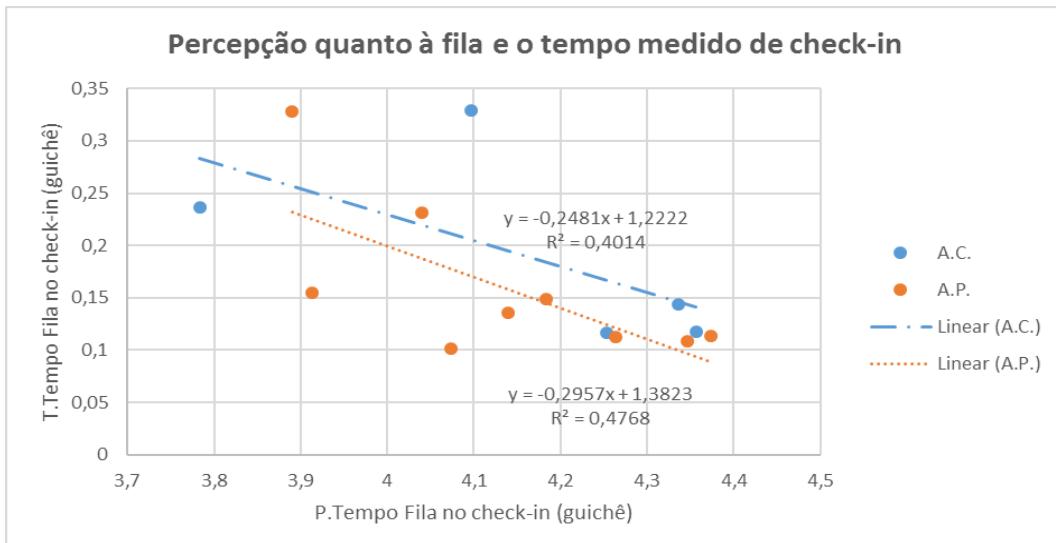
Os resultados das tabelas 4 e 5 e os P-valores (4,9E-10; 1,3E-20) mostram que não há relação entre os níveis da média, porque são muito inferiores ao nível de significância α (0,05). Portanto, pode-se rejeitar a hipótese nula de igualdade entre elas, ou seja, não é possível evidenciar qual a influência do tempo de fila quanto à percepção dos usuários.

Tabela 5 – ANOVA quanto à fila e o tempo medido de check-in – Aeroportos Públicos

| Aeroporto de administração Pública | | | | | | |
|------------------------------------|------------|--------|--------|-----------|---------|-----------|
| Grupo | Contagem | Soma | Média | Variância | | |
| 2.2. Percepção | 9 | 37,223 | 4,1359 | 0,0303022 | | |
| 2.2. Tempo | 9 | 0,4338 | 0,1593 | 0,0055569 | | |
| Fonte da Variação | SQ | Gl | MQ | F | Valor-P | F crítico |
| Entre Grupos | 71,1604616 | 1 | 71,16 | 396,895 | 1,3E-20 | 4,494 |
| Dentro dos Grupos | 0,28687264 | 16 | 0,0179 | | | |
| Total | 71,4473343 | 17 | | | | |

A figura 1 mostra que os Aeroportos Públicos (A.P.), linha laranja, são mais eficientes quanto ao tempo de fila em comparação com os Aeroportos Concessionados (A.C.), linha azul, sendo demonstrado pela equação $y = -0,2957x + 1,23823$.

Figura 1 – Percepção quanto à fila e ao tempo medido no check-in



Na Figura 1 também é possível observar que o Coeficiente de Determinação dos A.P. é maior do que dos A.C., indicando menor dispersão entre as médias dos A.P. Na regressão linear, por outro lado, não é possível determinar uma relação entre os fatores tempo e percepção.

5. CONCLUSÃO

A concessão dos principais aeroportos brasileiros é um evento recente, entretanto, vários modelos podem ser desenvolvidos para contribuir para a melhoria dos serviços com os usuários.

Os resultados obtidos com a Análise da Variância (ANOVA) mostraram que não são ideais para relacionar as percepções dos usuários com o tempo medido de fila, pois em todas as comparações o Valor-p ficou muito abaixo do nível de significância da hipótese.

O resultado do Coeficiente de Determinação na figura 1 indica não haver relação significante entre a nota da percepção dos usuários, tanto nos aeroportos públicos quanto nos concessionados. Há uma divergência na percepção dos usuários quanto ao tempo de fila, ou seja, não há evidências de que o tempo de fila influencia na pontuação dos usuários.

Como sugestão de prosseguimento deste artigo, novos testes podem ser feitos a partir do relatório desenvolvido pela Secretaria de Aviação Civil (SAC) e a eficiência dos funcionários dos funcionários do check-in. Adicionalmente, melhores relações estatísticas quanto ao volume dos usuários nos aeroportos e as médias entre os itens avaliados pela SAC, assim como sugerido por Bandeira (2014), e a inclusão de novas ferramentas e parcerias com empresas aéreas para aumentar a amostra estatística sobre o total de passageiros embarcados e desembarcados nos aeroportos brasileiros.

Sugere-se também que seja feita uma comparação entre os aeroportos concessionados e os de administração pública que concentram mais de 15 milhões de usuários ao mês/ano, de 5 a 15 milhões de passageiros/ano, e até 5 milhões de passageiros/ano. A SAC poderia disponibilizar a quantidade de recursos nos aeroportos para o atendimento aos usuários em cada item de sua pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, F.E.L.V. (2008). Análise Sistêmica do Setor Aéreo Brasileiro: Propostas para o planejamento do setor. Dissertação de Mestrado em Transportes. Universidade de Brasília, Brasília, 157 f.
- ALMEIDA, M.R.; MARIANO, E.B. (2007). Avaliação de Eficiência dos Aeroportos Internacionais Brasileiros. *Anais do XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Foz do Iguaçu.
- BARAT, Josef. (2012). **Globalização, Logística e Transporte Aéreo**. São Paulo, editora SENAC, ed. 1, p. 267.
- BANDEIRA, M.C.G. (1998). *Análise do Nível de Serviço em Terminais de Passageiros Aeroportuários*. Tese de Mestrado. Infraestrutura aeronáutica. Instituto Tecnológico da Aeronáutica: São José dos Campos.
- BANDEIRA, M.C.G. (2008). Análise do Nível de Serviço em Terminais de Passageiros Aeroportuários. Tese de Mestrado. Infraestrutura aeronáutica. Instituto Tecnológico da Aeronáutica: São José dos Campos.
- BANDEIRA, M.C.G.; BORILLE, G.M.R.; MAIA, M.C.D.; MOSER, R.F. (2014). *Principais indicadores que afetam a percepção da qualidade de serviços em áreas críticas do embarque de passageiros aeroportuários*. Journal of Transport Literature, 8:4:7-36.
- BANDEIRA, M.C.G.; CORREIRA, A.R. (2012). *Qualitative Analysis of the Relationship Between the Profile of Departing Passengers and Their Perception of the Airport Terminal*. Journal of Air Transport Studies. Athens: January, 3:1:78-102.
- BANDEIRA, M.C.G.; CORREIA, A.R.; WIRASINGHE, S. C. (2007). *Degree of Importance of Airport Passenger Terminal Components and Their Attributes*. In: Air Transport Research Society - World Conference, 2007, Berkeley - USA. 2007 ATRS World Conference, v. I. p. 1-13.
- BEVILACQUA, M. CIARAPICA, F.E. (2010). *Analysis of check-in procedure using simulation: a case study*. Int Conf. Industrial Engineering and Engineering Management IEEM. p. 1621-1625.
- BNDS. (2010). **Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil**: Relatório Consolidado. Rio de Janeiro: McKinsey & Company.
- BRASIL. Lei 7565, de 19 de novembro de 1986. Dispõe o Código Brasileiro de Aeronáutica. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7565.htm>. Acesso em: 20 de abril de 2016.
- BRASIL. Lei 7624, de 22 de novembro de 2011. Dispõe sobre as condições de exploração pela iniciativa privada da infraestrutura aeroportuária, por meio de concessão. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7624.htm>. Acesso em: 20 de abril 2016.
- CAPPA, Josmar. (2013). **Cidades e Aeroportos no Século XXI**. Campinas, editora Alínea, ed. 1.
- CURI, C., GITTO, S., MANCUSO, P. (2010). *New evidence on the efficiency of Italian airports: A bootstrapped DEA analysis*. Socio-Economic Planning Sciences, 45, 84-93.
- FALCÃO, V.A. (2012). *Análise do Tempo de Espera pela Bagagem na Área de Restituição de Bagagem de Terminais de Passageiros Aeroportuários*. Tese de Mestrado. Infraestrutura aeronáutica. Instituto Tecnológico da Aeronáutica: São José dos Campos.

- FARAHANI, A.F.; TÖRMÄ, E. (2010). *Assessment of Customers' Service Quality Expectations*. Master's Thesis. Marketing Department of Umeå School of Business. Umeå.
- FERNANDES, E.; PACHECO, R. R. (2002). *Efficient use of airport capacity*. Transportation Research Part A: Policy and Practices. 36:225-238.
- FODNESS, D., MURRAY, B. (2007). Passenger's Expectations of Airport Service Quality. Journal of Services Marketing, v. 12, p. 492-506.
- GILLEN, D., LALL, A. (1997). *Developing Measures of Airport Productivity and Performance: An Application of Data Envelopment Analysis*. Transportation Research Part E, 33 (4), 261-273.
- GILLEN, D., LALL, A. (2001). *Non-Parametric Measures of Efficiency of US Airports*. International Journal of Transport Economics, 28 (3), 283-306.
- GOIS, T.C., FIACO, R.M.D., PIRES, J.S., SILVA, R.B., SILVA, T.S.V., COSTA, P.H.S. (2015). Ports Efficiency Analysis of Rio de Janeiro Operating with Containerized Cargo Transportation Using the Technique Data Envelopment Analysis. Business Management Review, v.5(03), pp. 68-77.
- HOLANDA, S. C. L. (2013). **Análise da Avaliação de Passageiros e da Eficiência Operacional em Aeroportos com base em Indicadores de Desempenho**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Instituto Tecnológico da Aeronáutica. São José dos Campos, p. 112.
- ICAO, International Civil Aviation Organization. International. (2009). *Standards and Recommended Practices. Annex 14 to the convention on International Civil Aviation – Aerodromes*. Vol. I. Fifth Edition. Montreal.
- INFRAERO. (2015). **Anuário Estatístico Operacional 2014**. Diretoria de Planejamento e Gestão – DG. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/images/stories/Estatistica/anuario_2014.pdf>. Acesso em: 15 de janeiro de 2016.
- INFRAERO. (2016). **Movimento de Passageiro da Rede Infraero em dezembro de 2015**. Superintendência de Desenvolvimento Aeroportuário – DGDR. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/es/estadisticas-de-los-aeropuertos.html>>. Acesso: 15 de janeiro de 2016.
- LANGE, R.; SAMOILOVICH, I. RHEE, V.V. (2013). *Virtual Queuing at Airport Security Lanes*. European Journal of Operational Research. ONLINE, 225:153-165.
- MACHADO, I.C.T. (2012). *Comparação do Desempenho dos Aeroportos Brasileiros de Médio Porte a Nível Internacional*. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- MAIA, C. M.; BANDEIRA, M. C. G. S. P.; BORILLE; G. M. R.; MOSER, R. F. (2010). *Cenários Alternativos para Melhoria de Serviço no Check-in de Importantes Aeroportos Brasileiros*. IX Simpósio de Transporte Aéreo. Manaus, p. 645-657, Tr. 71.
- MATTOZO, T. C.; SILVA, G. S.; COSTA, J. A. F.; FERNANDES NETO, A. P. (2012). *Aplicação Adaptativa do Modelo Fodness e Murrey na Avaliação da Satisfação de Passageiros no Aeroporto Internacional Augusto Severo Utilizando Regressão Multivariada*. v. 2, n. 1, p. 58-74. Penedo: Revista Iberoamericana de Turismo. Acesso: 5 dez. 2014.
- MENDONÇA, F.V.T. (2009). *Níveis de Serviços nos Terminais de Passageiros nos Aeroportos*. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Engenharia de Transporte, COPPE. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Parker, D. (1999). *The performance of BAA before and after privatisation: A DEA study*. Journal of Transport Economics and Policy 33 (2), 133–145.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

PEREIRA, A.C.C.; MOREIRA, C.M.; SOUZA, A.A. (2011). *Avaliação da Percepção dos Passageiros Quanto à Qualidade dos Serviços Prestados pelas Empresas Aéreas e Pelo Aeroporto Internacional Tancredo Neves, em Confins/MG*. Anais do XIV Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. São Paulo.

RENZETTI, B. P. (2015). *Concessão e Concorrência nos Aeroportos Brasileiros*. Revista de Defesa da Concorrência. Rio de Janeiro, 3:2:133-155.

RODRIGUES, A.C.; CASTRO, M.R. (2012). *Eficiência Operacional dos Aeroportos Brasileiros*. Anais do XV Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. São Paulo.

ROLIM, P.S.W.; BETTINI, H.F.A. J. OLIVEIRA, A.V.M. (2016). *Estimating the impact of airport privatization and this stages on passenger demand: a regression-based event study*. Journal of Air Transport Management. 54:31-41.

RONZANI, G.M. (2007). *Análise dos Principais Aeroportos Brasileiros Quanto à Orientação aos Passageiros*. Tese de Mestrado. Infraestrutura aeronáutica. Instituto Tecnológico da Aeronáutica: São José dos Campos.

SAATY, T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation (Decision Making Series). Mcgraw-Hill. ISBN 10: 0070543712 ISBN 13: 9780070543713

SAC ONLINE. (2015). Concessões. Secretaria de Aviação Civil. Presidência da República. Disponível em: <<http://www.aviacao.gov.br/assuntos/concessoes-de-aeroportos>>. Acesso: 10 de janeiro de 2016.

SILVA, I.M.; CUNHA, M.R. (2009). *Gestão Aeroportuária em Cabo Verde: um estudo de caso sobre a ASA*. Anais do XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador.

SPOLJARIC, F. A. (1998). *Qualidade dos Terminais de Passageiros de Aeroportos*. Tese de Mestrado. Infraestrutura aeronáutica. Instituto Tecnológico da Aeronáutica: São José dos Campos.

STOLZER, A. J.; HALFORD, C. D; GOGLIA, J. J. (2011). *Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional na Aviação*. São Paulo: Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica.

THIEBAUT, A. A; TORRES, T. G. A. (2013). **Análise das Operações Aeroportuárias sob as óticas de demanda e oferta de serviços ao passageiro: estudo de caso aeroporto internacional de Guarulhos**. Projeto de Graduação. Engenharia de Produção da Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

TOZI, A. L.; CORREIA, A. R.; CRAVO, C. A.; PICCHIELLO, E. C.; SOUZA, V. J. (2010). *Avaliação de Oportunidade de Melhoria no Nível de Serviço Oferecido a Passageiro Estrangeiro em Aeroporto Internacional*. IX Simpósio de Transporte Aéreo. Manaus, p. 411-421, Tr. 43.

VASCONCELOS, L.F.S. (2007). O Aeroporto como Integrante de um Projeto de Desenvolvimento Regional: A experiência brasileira. Dissertação do Mestrado em Transportes Urbanos. Universidade de Brasília, Brasília. 136 f.

WANKE, P. (2012). *Capacity shortfall and efficiency determinants in Brazilian airports: Evidence from bootstrapped DEA estimates*. Socio-Economic Planning Sciences. 1-14.

WANKE, P. (2012a). *Physical infrastructure and flight consolidation efficiency drivers in Brazilian airports: A two-stage network-DEA approach*. Journal of Air Transport Management, 31, 1-5.

YOSHIDA, Y., FUJIMOTO, H. (2004). *Japanese-Airport Benchmarking with the DEA and Endogenous-Weight Tfp Methods: Testing the Criticism of Overinvestment in Japanese Regional Airports*. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 40(6): 533-546.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

A DINÂMICA DE SISTEMAS COMO METODOLOGIA PARA A MODELAGEM DO COMPORTAMENTO INDIVIDUAL DE ESCOLHA MODAL

Nathalia Boa Tonini
Gisele de Lorena Diniz Chaves
Universidade Federal do Espírito Santo

RESUMO

Dentre as inúmeras questões relacionadas à mobilidade nos grandes centros, destaca-se a crescente utilização dos carros. Os impactos de uma tradição político-econômica que incentiva o transporte privado são verificados em um sistema de transporte urbano ineficiente. Para lidar com essa problemática, é necessário o gerenciamento da demanda por viagens visando administrar com eficiência os deslocamentos e os meios de transporte disponíveis nas cidades. O comportamento dos indivíduos, juntamente com o desenvolvimento urbano, afeta o desempenho do sistema de transporte; enquanto as manifestações do sistema, por sua vez, afetam o desempenho urbano e as decisões individuais. Este trabalho apresenta a Dinâmica de Sistemas como uma metodologia para modelar a relação entre o enfoque comportamental e a escolha modal. Essa metodologia, que já tem sido utilizada com sucesso na área de transportes, é proposta como uma ferramenta para representar o desempenho dinâmico e preencher a lacuna existente na literatura sobre o comportamento individual de escolha do modo de transporte.

ABSTRACT

Among many issues related to mobility in large cities, the increasing use of cars stands out. The impacts of a political and economic tradition that encourages private transport are verified on an inefficient urban transport system. To deal with this problem, it is necessary travel demand management aiming to efficiently administrate the displacements and the modes of transportation available in the cities. The behavior of the individuals, along with urban development, affects the performance of the transport system; in turn, the system manifestations affect the urban development and individual decisions. This paper presents System Dynamics as a methodology for modeling the relationship between the behavioral approach and modal choice. This methodology, which has been successfully used in the transport sector, is proposed as a tool to represent the dynamic performance and fill the gap in the literature about the individual mode choice behavior.

PALAVRAS CHAVE

Escolha modal, Comportamento individual, Dinâmica de Sistemas

1. INTRODUÇÃO

O crescimento econômico e a procura por mais mobilidade nos países em desenvolvimento têm aumentado as preocupações relacionadas à quota modal no transporte urbano. Um dos desafios apontados como entrave para alcançar uma matriz de transporte urbano equilibrada em termos de seus modais e uma rede de transporte e infraestruturas eficiente é o excessivo uso de automóveis particulares em detrimento da utilização dos transportes públicos (Bajracharya, 2016).

A perda de competitividade do transporte público urbano rodoviário é uma tendência observada por Vasconcellos et al (2011). Estímulos ao transporte privado, aliados ao aumento das gratuidades e dos custos do transporte público, alimentam um ciclo que contribui para a contínua decadência e ineficiência do sistema de transporte urbano. Outra tendência verificada pelos autores é o aumento das frotas de automóveis, incentivado pelas democracias desenvolvimentistas na década de 50 e reforçado por políticas econômicas recentes. Os impactos dessa tradição, aliados à ausência de políticas de priorização do transporte coletivo, traz efeitos para a qualidade de vida dos cidadãos e para a economia dos grandes centros.

Tendo em vista a crescente tendência de utilização do automóvel e as inter-relações entre o comportamento dos indivíduos, o desenvolvimento urbano, e o desempenho do sistema de transporte, este trabalho visa apresentar a Dinâmica de Sistemas como uma importante ferramenta para a modelagem do comportamento individual de escolha modal para auxílio à elaboração de políticas públicas voltadas para a melhoria do transporte público, promoção da mobilidade sustentável e de um planejamento urbano mais inclusivo.

2. INFLUÊNCIAS AO TRANSPORTE URBANO

O crescimento do número de veículos motorizados nas cidades, mais rápido que o crescimento da população, afeta a funcionalidade e a sustentabilidade do sistema de transportes. Segundo Ortúzar e Willumsem (2011, p. 7, tradução nossa), o incentivo à utilização do automóvel é, assim como a perda de competitividade do transporte urbano, alimentado por um ciclo em que:

O crescimento econômico proporciona o primeiro impulso para aumentar a aquisição de automóveis. Mais proprietários de veículos significa mais pessoas que querem migrar de transportes públicos para o carro; isso por sua vez significa menos passageiros de transporte público, ao qual os operadores podem responder aumentando as tarifas, reduzindo a frequência (nível de serviço) ou ambos. Essas medidas tornam o uso do carro ainda mais atraente do que antes e induz mais pessoas a comprar carros, acelerando assim, o círculo vicioso. Depois de alguns ciclos (anos) motoristas estão enfrentando o aumento dos níveis de congestionamento; os ônibus estão atrasados, se tornando cada vez mais caros e funcionando com menos frequência; a acumulação de sensíveis decisões individuais resulta em um estado final em que quase todo mundo está pior do que inicialmente.

Segundo Jifeng et al (2008), além da economia e dos setores de transporte, a população e o meio ambiente também influenciam o sistema de transporte urbano. A escala da população determina a escala da cidade e, portanto, influencia o desenvolvimento econômico e a demanda total de transporte. O fator ambiental, por sua vez, é uma função dos poluentes lançados pelos veículos e suas condições afetam a migração da população. Os autores retratam o sistema de transporte urbano como um sistema complexo e apresentam o modelo desse sistema por meio de sete submodelos: população, economia, ambiente, número de veículos, demanda de viagens, oferta de transporte e congestionamento do tráfego. As relações entre os submodelos são

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

apresentadas na Figura 1. O submodelo “Demanda de Viagem” desempenha um papel fundamental nessa estrutura e tem grande influência sobre o sistema de transporte, sendo o seu estudo essencial para que as viagens de carro possam ser mantidas em níveis suportáveis.

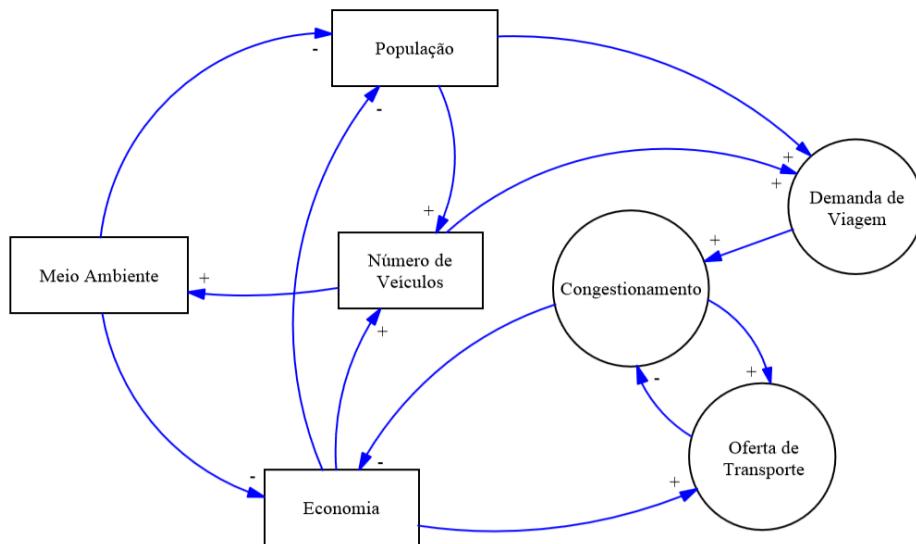


Figura 1: Relações entre os submodelos do sistema de transporte urbano.

Fonte: Adaptado de Jifeng et al (2008).

Costa (2013) destaca que o estudo da escolha modal está diretamente relacionado ao estudo da demanda de viagem, o qual é fundamental para o planejamento do sistema. O planejamento de transportes tem como objetivo adequar as necessidades de transporte de uma região ao seu desenvolvimento de acordo com suas características estruturais. O procedimento clássico utilizado para tal finalidade compreende inicialmente a coleta de dados e, em seguida, a identificação da demanda futura de transportes (Pereira, 2007). Ortúzar e Willumsem (2011) apresentam o estudo da demanda baseado em um modelo sequencial de quatro etapas: 1) Modelos de Geração de Viagens; 2) Modelos de Distribuição de Viagens; 3) Modelos de Divisão Modal; e 4) Modelos de Alocação de Fluxo.

A terceira etapa do modelo de Ortúzar e Willumsem envolve a modelagem da escolha do modo de transporte com base nas variáveis que os usuários utilizam na tentativa de suprir, da melhor forma possível, suas necessidades referentes ao transporte. Paiva Júnior (2006) salienta que é necessário conhecer e entender o comportamento humano relativo a viagens para a concepção estratégica de políticas públicas.

3. A ESCOLHA MODAL E O COMPORTAMENTO DOS USUÁRIOS

Teorias de diversas áreas científicas foram utilizadas a fim de analisar as características individuais que influenciam a escolha modal. Singleton (2013) apresenta teorias das áreas de economia, geografia e psicologia que são relevantes para explicar a tomada de decisão relativa à escolha modal e que influenciam o estudo do comportamento de viagem e da previsão de demanda de viagens.

No campo da economia, destaca-se a Teoria de Utilidade, a qual assume que quanto maior a utilidade da escolha, maior o valor e o benefício que o consumidor irá obter a partir dela e, portanto, maior a possibilidade de que esta escolha será selecionada (Singleton, 2013). Basicamente, quantifica-se a desejabilidade do decisor por meio da associação de valores aos objetos de avaliação, proporcionando um critério de escolha. Costa (2013) salienta que a Teoria de Utilidade assume um tomador de decisão racional, que vai sempre escolher a melhor alternativa, dada a informação disponível para ele no momento.

No ramo da geografia, o Prisma do Espaço-Tempo de Hägerstrand e o Modelo de Padrão de Atividade de Chapin são apontados como contribuições fundamentais para o desenvolvimento da geração de modelos de previsão de demanda de viagens baseada em atividades. Hägerstrand (1970) propôs que o comportamento dos indivíduos pode ser descrito em termos de tempo e espaço, e introduziu três limites ou restrições espaciotemporais que regem as atividades dos indivíduos, que em combinação com a localização das diferentes atividades e com a velocidade que os indivíduos se movimentam, a depender do modo escolhido, determinam o prisma do espaço-tempo dentro do qual o indivíduo age:

- *Restrições de capacidade*: limites biológicos relacionados às necessidades vitais dos indivíduos e também, no caso dos meios de transporte, limites relacionados às capacidades tecnológicas;
- *Restrições de dependência*: limites que definem quando, onde e como os indivíduos devem realizar atividades em conjunto no tempo e no espaço;
- *Restrições de autoridade*: limites previamente estabelecidos por lei, pelas organizações ou outros domínios em que as atividades são organizadas ou o acesso é limitado.

Os estudos de Chapin Junior (1974) contribuíram para explicar os padrões de atividades individuais, sugerindo que esses padrões são determinados por meio de dois fatores: a propensão e a oportunidade de se envolver em uma atividade. A propensão é afetada pelos fatores limitantes (como necessidades fisiológicas e características pessoais) e pelos fatores facilitadores (como motivação e formas de pensar). Já a oportunidade é afetada pela disponibilidade e pela qualidade das instalações e serviços. Assim, no modelo de Chapin, os padrões de atividade são o resultado dos efeitos da demanda (propensão) e da oferta (oportunidade) (Singleton, 2013).

Na área da psicologia, os estudos levaram à mudança da análise da demanda de viagens, antes realizada em nível agregado da população, para níveis individuais. Fatores como

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

percepções, atitudes, crenças e preferências foram reconhecidos como fatores não objetivos que podem desempenhar papéis-chave no processo de tomada de decisão de viagens. A Teoria da Hierarquia das Necessidades de Maslow introduziu um dos conceitos mais influentes da psicologia: a pirâmide das necessidades. Na escala de Maslow, as necessidades que motivam os seres humanos a agir são organizadas em uma hierarquia em que as necessidades inferiores, devem ser satisfeitas antes das necessidades de níveis superiores. As necessidades fisiológicas são consideradas de nível mais baixo e, portanto, as primeiras a se manifestarem. Em seguida, tem-se as necessidades de segurança, sociais, de estima e de auto realização (Singleton, 2013).

Outras teorias psicológicas, como a Teoria da Ação Racional (TAR), a Teoria do Comportamento Planejado (TCP), a Teoria do Comportamento Interpessoal (TCI), e a Teoria do Comportamento Repetido (TCR), descrevem vários fatores que influenciam a intenção comportamental. A TAR postula que a intenção de realizar um comportamento é o maior condutor do comportamento real, admitindo que a intenção comportamental é diretamente influenciada por atitudes e normas sociais relacionadas ao comportamento. Nessa teoria, as atitudes são afetadas pelas crenças sobre os resultados comportamentais e pela positividade das avaliações sobre os resultados de comportamento; enquanto as normas sociais são afetadas pela força das crenças sobre a aprovação do comportamento pelos outros e pela força das motivações para atender às expectativas dos outros (Roazzi et al, 2014; Singleton, 2013).

A reformulação e ampliação da TAR levou à elaboração da TCP a qual postula que fatores fora do controle do indivíduo, também afetam as intenções e, consequentemente, os comportamentos. A TCP admite que o comportamento humano é influenciado por três tipos de crenças que levam à constituição de uma intenção de comportamento: comportamentais, normativas e de controle. As crenças comportamentais produzem uma atitude favorável ou desfavorável em relação ao comportamento, as crenças normativas produzem uma pressão social para assumir ou não certo comportamento, e as crenças de controle produzem um controle comportamental percebido que pode facilitar ou impedir a performance de um comportamento (Roazzi et al, 2014; Singleton, 2013).

Paralelamente à TCP, a TCI introduziu o hábito como um importante preditor do comportamento, explicando a inércia da mudança de opção modal (Bertazzo, 2016; Singleton, 2013). Essa abordagem do hábito dada pela força do comportamento passado sobre o comportamento futuro, segundo Bertazzo (2016), é o aspecto da teoria TCI que tem sido mais explorado nos estudos de escolha modal. A TCI admite que a intenção é influenciada por atitudes, fatores sociais e fatores afetivos. As atitudes, assim como na TAR, são definidas pelas crenças comportamentais e pela avaliação dos resultados. Os fatores sociais incluem as normas subjetivas, os papéis sociais e o autoconceito. Os fatores afetivos, por sua vez, são as respostas emocionais ao comportamento. A TCI ainda sugere que condições facilitadoras, como a facilidade de uso e o controle percebido, atuam como moderadores na influência das intenções e dos hábitos sobre o comportamento (Singleton, 2013).

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Enquanto a TRA, a TCP e a TCI assumem que o comportamento é resultado de processos elaborados de decisão baseados em crenças, atitudes e intenções, a TCR sugere que um comportamento, quando desempenhado frequentemente e repetidamente, torna-se habitual passando a ser guiado por processos cognitivos automáticos (Cristo e Günther, 2015). Essa teoria propõe que, apesar da intenção dar início a um comportamento, o hábito é o maior determinante do comportamento repetido. Dessa forma, o comportamento pode ser determinado por influências racionais (como intenções), influências irracionais (como hábitos), e fatores capacitantes (como dinheiro e habilidade). Além disso, certos estímulos (como campanhas informativas) podem resultar em decisões conscientes e em possíveis desvios de comportamento habitual (Singleton, 2013). Ronis et al (1989) salientam que o próprio comportamento também influencia as outras variáveis, ou seja, os indivíduos podem aprender a partir de experiências anteriores.

Além de teorias gerais de comportamento na área da psicologia, a literatura em psicologia social no campo da cultura material aponta que a explicação para o uso do carro está vinculada a três fatores principais: instrumentais, simbólicos e afetivos (Steg, 2005). O fator instrumental sugere que o carro é basicamente um meio de transporte que propicia certo grau de mobilidade. Já o fator simbólico explica que a posse e o uso do carro expõem a identidade social e o *status* dos indivíduos. O fator afetivo, por sua vez, está relacionado a sensações físicas e emocionais experimentadas ao utilizar o carro, que reforçam o desejo de possuir e utilizar o carro (Bajracharya, 2016).

Teorias de comportamento de viagens têm sido desenvolvidas para explicar as relações e os fatores que influenciam as escolhas de transporte. Schneider (2013) propõe cinco passos para o processo de decisão de escolha do modo de transporte para viagens de rotina, não profissionais e não escolares. O primeiro passo, “Consciência e Disponibilidade”, determina quais modos de transporte são possíveis de serem escolhidos para a realização da viagem. Além da disponibilidade do veículo, as pessoas devem estar cientes de uma opção modal para considerá-la para uma atividade.

No segundo passo, “Segurança Básica e Proteção”, as pessoas consideram a segurança dos modos em relação às colisões de trânsito e à criminalidade. Em “Conveniência e Custo”, terceiro passo do processo de decisão, os viajantes comparam cada um dos modos procurando usar aquele que requer menos tempo, esforço e dinheiro. No quarto passo, “Prazer”, as pessoas procuram um modo que as ofereçam benefícios pessoais físicos, mentais e emocionais (benefícios individuais); que as ajudem a alcançar *status* social (benefícios sociais); ou as façam se sentir bem por estar beneficiando a sociedade ou o ambiente (benefícios globais) (Schneider, 2013). Os fatores socioeconômicos influenciam como os indivíduos avaliam os quatro primeiros passos do processo. Por fim, o quinto passo, “Hábito”, permite que as escolhas anteriores influenciem as decisões futuras encerrando o ciclo de decisão. Entretanto, segundo Schneider (2013) hábitos podem ser interrompidos e reconstruídos de acordo com mudanças experimentadas pelo tomador da decisão.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Singleton (2013) também apresenta uma teoria de como as pessoas tomam decisões de viagens em uma estrutura conceitual unificada. O autor assume que a demanda por viagens é derivada de uma demanda por atividades, e que o processo de tomada de decisão é iniciado com a hierarquia das necessidades de viagem. Nessa hierarquia, cinco categorias gerais de fatores influenciam as decisões: viabilidade, acessibilidade, segurança e proteção, custo e prazer. Os fatores demográficos, socioeconômicos e o estágio da vida do decisor atuam como moderadores, desempenhando apenas papéis indiretos no processo de tomada de decisão. Por outro lado, as percepções individuais atuam como mediadoras entre a hierarquia das necessidades de viagem e o comportamento observado, explicando as diferenças na forma como as pessoas avaliam as diferentes necessidades de viagem em relação à opção de viagem em consideração. A decisão é, então, tomada a partir de diferentes regras de decisão. A fase final da teoria envolve a aplicação da decisão, em que a regra utilizada implementa uma intenção em um comportamento. Após o processo de tomada de decisão, os resultados da decisão atual são retroalimentados, em forma de hábito ou novas informações, e influenciarão decisões futuras.

Muitos trabalhos relacionados à escolha modal atualmente seguem a ideia de Bruton (1979) que destaca três características principais compreendendo vários atributos que influenciam a escolha do modo de transporte pelos indivíduos: características da viagem (atributos como distância a ser percorrida), características do usuário (atributos como renda do viajante) e características do sistema de transporte (atributos como custos e acessibilidade). A inclusão dos atributos na formulação de modelos de escolha do modo de transporte é limitada pelas informações disponíveis de calibração (tipo, quantidade e qualidade). Pereira (2007) salienta que “o elemento mais restritivo é a necessidade de se obter dados com os quais se possam fazer projeções consistentes”.

4. MODELOS DE ESCOLHA MODAL

Conforme Pereira (2007), os modelos determinísticos e probabilísticos são os dois tipos de modelos mais utilizados para entender o comportamento de escolha do modo de transporte. Os modelos determinísticos utilizam métodos quantitativos simples, como regressão linear, classificação cruzada e curvas de desvio, para determinar a proporção de viagens por cada modo. Os modelos probabilísticos, por outro lado, relacionam a fração de viagem destinada a cada modo com a probabilidade de escolha de cada um, destacando-se os modelos Logit Multinomial e o Logit Binomial. O modelo Logit Multinomial relaciona a probabilidade de escolha de uma alternativa (metrô, ônibus, carro, bicicleta, etc.) por uma unidade de decisão (indivíduo, residência, comunidade, etc.) de acordo com a utilidade destas alternativas; enquanto o modelo Logit Binomial é uma simplificação em que se avalia apenas duas alternativas (coletivo e individual, por exemplo) (Campos, 2013).

Apesar da abordagem Logit ser bastante disseminada para estudos de análise de escolha do modo, outras abordagens também têm sido usadas. Bajracharya (2016) menciona os estudos de Scheiner e Holz-Rau (2007), Anable e Gatersleben (2005), Lu e Pas (1999) da abordagem

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

estatística; e os estudos de Beirao e Cabral (2007), Stone et al (2003) e Hiscock et al (2002) da abordagem qualitativa. O autor ainda faz referência ao trabalho de Kitamura (2009) sobre a utilização da metodologia de dados em painel para observar o comportamento do modo de escolha ao longo do tempo. Essas diferentes metodologias e abordagens, ainda que ajudem a desenvolver a compreensão substancial na área de estudo, apresentam algumas deficiências. Cao e Mokhtarian (2005) revelam que os comportamentos individuais de escolha do modo de transporte são influenciados por uma grande variedade de variáveis qualitativas e experimentais que raramente são medidas. Com o objetivo de preencher as lacunas quanto ao comportamento a nível individual no contexto de transporte, Bajracharya (2016) utilizou a abordagem de Dinâmica de Sistemas para apresentar a dinâmica do uso do carro particular (CP) e a dinâmica do uso do transporte público (TP).

Na estrutura da Figura 2, proposta por Bajracharya (2016), a conotação motivacional para possuir e utilizar carro particular foi representada por “Desejo de possuir e usar CP”. A ligação entre a “Necessidade de possuir CP” e o “Desejo de possuir e usar CP” representa o motivo instrumental de possuir e utilizar carro particular, em que o desejo aumenta se existir uma real necessidade de possuir carro para uso pessoal e familiar. O motivo simbólico é representado pela ligação entre o “Desejo de possuir e usar CP” e a “Necessidade Social”, em que a necessidade de manter a identidade e *status* na sociedade também influencia o desejo de possuir e utilizar o carro. Uma vez que o desejo é traduzido em posse real do carro, ele desencadeia algumas dinâmicas de uso do carro que retratam o motivo afetivo.

Dirigir o próprio carro fornece um nível de “Satisfação em dirigir CP” que aumenta o desejo de continuar possuindo e utilizando carro particular. Isso aumenta ainda mais o “Uso do CP” na cidade, reforçando a “Satisfação em dirigir CP” que, por sua vez, reforça o “Desejo de possuir e usar CP”. A satisfação com a condução ainda incentiva o usuário a usar mais o carro. Bajracharya (2016) apresenta o motivo afetivo como a combinação desses dois ciclos de reforço denominados pelo autor como efeito contínuo (R1) e efeito amplificador (R2).

Segundo Steg (2005), os motivos instrumentais, simbólicos e afetivos, que separadamente explicam a dependência do carro particular, estão inter-relacionados. Além disso, o uso do carro é influenciado por outros fatores que são interligados a esses três motivos básicos (Bajracharya, 2016). Primeiramente, pode ser observado na estrutura de Bajracharya que o desejo de possuir e utilizar carro particular é afetado pela acessibilidade de compra do carro; a renda do indivíduo e o preço do carro são os principais impulsos à posse do automóvel. Outro fator é a disponibilidade de carros no mercado; quanto mais opções de automóveis existem no mercado, em termos de design e modelos, maior é o desejo de possuir e usar carro particular.

A “Qualidade da Infraestrutura Rodoviária” e a “Qualidade do CP” influenciam a “Satisfação em dirigir CP” e, consequentemente, influenciam o desejo afetivo de possuir e usar carro. Entretanto, enquanto um carro confortável e boa infraestrutura rodoviária pode proporcionar satisfação na condução, o “Tempo de viagem CP” (em termos de distância) e o

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

“Congestionamento do Tráfego” podem proporcionar “Insatisfação em dirigir CP” e desencorajar diretamente o uso do carro (B1); a experiência contínua de tal insatisfação pode diminuir o desejo de possuir e usar carro (B2). As despesas de operação e manutenção do carro (“Despesas de O&M do CP”) também diminuem o desejo de possuir e usar carro, e acabam por diminuir o uso do carro particular (B3).

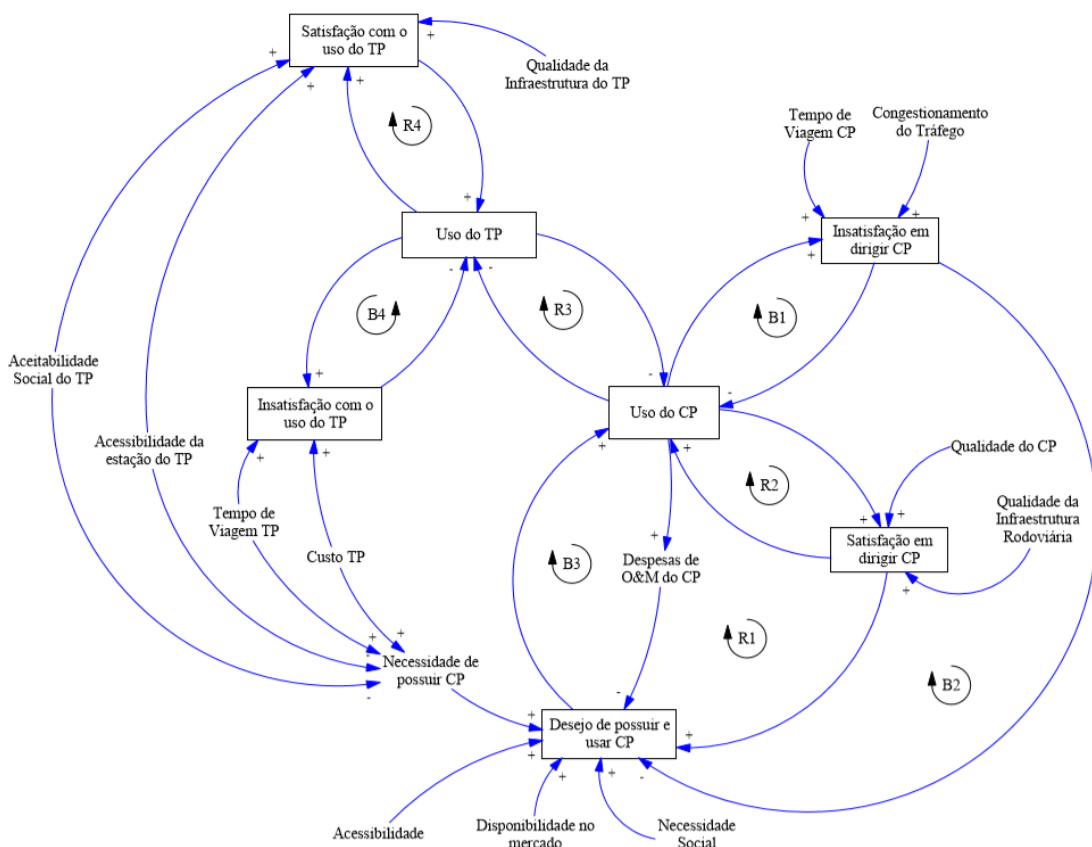


Figura 2: Dinâmicas do uso do carro particular e do transporte público.

Fonte: Adaptado de Bajracharya (2016).

Enquanto os dois conjuntos de reforço (R1 e R2) explicam o fenômeno do aumento contínuo no uso do carro particular, os três conjuntos de balanceamento (B1, B2 e B3) indicam as possíveis situações que limitam a posse e uso do carro. Nessa dinâmica, se um indivíduo perde o estímulo de possuir e utilizar carro particular, o modo alternativo de transporte é o transporte público. O uso do transporte público e do carro privado são mutuamente exclusivos, ou seja, o número de viagens realizadas pelo transporte público exclui o uso do carro particular para as mesmas viagens, ou vice-versa (Bajracharya, 2016). Esse ciclo de reforço, representado pelo conjunto R3, ajuda a explicar a influência do hábito na escolha do modo de transporte pelos indivíduos.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

O uso do transporte público também fornece diferentes experiências de satisfação e insatisfação. Quanto maior “Satisfação com o uso do TP”, mais incentivo ao “Uso do TP” é fornecido (R4). Por outro lado, quanto maior a “Insatisfação com o uso do TP”, menor incentivo ao “Uso do TP” é fornecido (B4). Os fatores que influenciam a satisfação de uso PT, propostos por Bajracharya (2016), são “Qualidade da Infraestrutura do TP”, “Acessibilidade da estação do TP” e “Aceitabilidade Social do TP”. Já a insatisfação com o transporte público é influenciada pelo “Custo TP” e pelo “Tempo de Viagem TP”. O modelo também propõe que se o custo do transporte público é alto, o tempo de viagem é mais longo, o acesso à estação é difícil e o uso não é aceito socialmente, então o indivíduo sente uma necessidade real de possuir um carro e, consequentemente, desenvolve um desejo de possuir e usar carro privado.

O diferencial da Dinâmica de Sistemas, em relação às outras abordagens, é a utilização de ciclos de realimentação (*feedbacks*) para o estudo de sistemas complexos, estabelecendo relações causais circulares entre um número relevante de variáveis e inserindo a dinâmica na modelagem do sistema. Além disso, Reinalde et al (2005) afirmam que a Dinâmica de Sistemas auxilia a visualização dos fenômenos sistêmicos melhorando a compreensão dos mesmos.

5. O POTENCIAL DA DINÂMICA DE SISTEMAS PARA SISTEMAS COMPLEXOS NA ÁREA DE TRANSPORTES

A Dinâmica de Sistemas (DS) é uma abordagem para solução de problemas que busca entender a evolução de um sistema ao longo do tempo, permitindo a avaliação das consequências das decisões por meio de cenários, e é baseada nos conceitos de “sistema”, “estrutura”, “comportamento” e “dinâmico” (Rizzetti et al, 2016). Um sistema é um conjunto interligado de elementos que interagem continuamente ao longo do tempo produzindo seu próprio padrão de comportamento. As relações e as conexões entre os elementos são chamadas de estruturas do sistema, e a forma como os elementos ou variáveis do sistema variam ao longo do tempo é chamada de comportamento do sistema. O termo dinâmico, por sua vez, refere-se à constante mutação das variáveis. A DS relaciona a estrutura de um sistema com o seu comportamento ao longo do tempo (Martin e Forrester, 1997).

A utilização da Dinâmica de Sistemas permite melhor compreensão da realidade, estimulando a identificação das variáveis de sistemas complexos e reconhecendo que o comportamento do sistema afeta o próprio sistema, tornando os ciclos de realimentação (*feedback loops*) evidentes. Essa metodologia passou a ser empregada para sistemas de transporte a partir dos anos 1990 e foi retratada no estudo de Abbas e Bell (1994), que apresenta a abordagem de modelagem utilizada na DS e aponta suas vantagens em relação à modelagem de transporte tradicional.

Segundo Abbas e Bell (1994), os sistemas reais são adaptáveis (as capacidades de decisão e regras dos agentes mudam ao longo do tempo), contraditórios (o resultado de uma ação realizada pode trazer resultados opostos aos esperados) e autocorretivos (a forma como os

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

diversos subsistemas estão ligados determina como o sistema se comportará), características essas que dão origem à complexidade dinâmica. Os autores destacam que a DS, diferente das outras abordagens, representa o desempenho dinâmico dos sistemas de maneira realista, como um resultado das estruturas de *feedback* causais, e sugerem a DS como uma metodologia apropriada para análise de políticas estratégicas e como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão.

Estudos têm utilizado com sucesso a DS para modelar problemas de transporte. Shepherd (2014) apresenta uma revisão de modelos de Dinâmica de Sistemas aplicados no transporte desde o trabalho de Abbas e Bell (1994) até 2013, retratando exemplos de boas práticas que demonstram o diferencial da aplicação da DS em relação às abordagens mais tradicionais.

O uso de ciclos de realimentação, primeiro ponto forte da DS mencionado na revisão de Shepherd, é apresentado como uma ferramenta útil para comunicar as potenciais consequências não intencionais ou resistências políticas que podem ocorrer em resposta às interações do sistema. O modelo proposto por Stepp et al (2009) para investigar potenciais implicações políticas de apoio a veículos de alta eficiência, por exemplo, revela que a implementação de um subsídio aumenta a demanda por veículos de alta eficiência podendo aumentar também o preço de tais veículos, contradizendo o impacto pretendido do subsídio. Shepherd (2014) ainda destaca a capacidade da DS em incorporar elementos que descreve o comportamento humano e a capacidade em demonstrar rapidamente a sensibilidade dos resultados para assumir parâmetros.

A DS também tem destaque na gestão de cadeias de suprimento ao representar fielmente a tendência de oscilações cada vez maiores no estoque em resposta a mudanças na demanda dos clientes (*efeito chicote*). Enquanto o *efeito chicote* dificulta o julgamento dos transportadores quanto aos investimentos em sua frota em comparação com a quantidade de subcontratação, a DS auxilia a investigação do planejamento de capacidade e apoia a tomada de decisão para otimizar o número de caminhões e, consequentemente, minimizar os custos totais de transporte (Shepherd, 2014).

Com base nos problemas de construção e manutenção de estradas, Shepherd (2014) revela que os modelos da DS propiciam melhor compreensão de *trade-offs* nos projetos de construção e melhor compreensão dos efeitos das manutenções corretiva e preventiva, promovendo estratégias alternativas à abordagem tradicional. O modelo de Friedman (2006), por exemplo, demonstra que políticas de manutenção de estradas para reduzir acidentes podem, em contrapartida, aumentar os acidentes devido ao aumento das velocidades e aos efeitos de polimento dos asfaltos, demonstrando o diferencial da DS no auxílio à visualização dos fenômenos sistêmicos.

De acordo com a revisão de Shepherd, há uma série de modelos desenvolvidos para tratar questões de políticas estratégicas relacionando o transporte com economia, população,

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

ambiente, congestionamento, oferta de infraestrutura e uso do solo que salientam a importância da DS. Entretanto, os modelos de comportamento de viagens não explicam o processo de escolha do indivíduo. Apesar do trabalho de Bajracharya (2016) iniciar uma compreensão de tal processo, ainda é necessário preencher a lacuna existente na literatura sobre o comportamento individual de escolha modal.

O comportamento dos indivíduos, juntamente com o desenvolvimento urbano, afeta o desempenho do sistema de transporte, provocando interferências nos volumes de viagem, nas velocidades, no congestionamento e no impacto ambiental. A percepção de que essas manifestações de desempenho do sistema de transporte também afetam o desenvolvimento urbano e as decisões individuais, permite destaque à DS como uma metodologia a ser utilizada para modelar o comportamento individual de escolha do modo de transporte, visto que essa abordagem tem grande preocupação com os efeitos dos *feedbacks* no comportamento do sistema.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento expressivo da motorização individual surge como um desafio para alcançar uma matriz de transporte urbano equilibrada. O transporte público torna-se cada vez menos competitivo em relação ao transporte privado, gerando efeitos negativos para a sociedade. Diante do atual estado da matriz de transporte urbano, a gestão eficiente da demanda por viagens é essencial para racionalizar o uso do automóvel e aumentar a qualidade de vida dos cidadãos. O estudo da demanda por transportes está diretamente relacionado ao estudo da escolha modal; e esse, por sua vez, está relacionado ao comportamento dos indivíduos. Dessa forma, o entendimento da relação entre o enfoque comportamental e a escolha modal é essencial para o planejamento eficiente do sistema de transporte.

A Dinâmica de Sistemas apresenta-se como uma metodologia adequada para estudar o comportamento individual de escolha do modo no contexto de uma cidade, pois considera a complexidade dinâmica dos sistemas. Essa ferramenta de apoio à tomada de decisão, utilizada na área de transporte há mais de uma década, mostrou relevante sucesso quando aplicada à política estratégica a nível urbano e pode auxiliar trabalhos futuros na elaboração de mecanismos cognitivos para explicar o processo de escolha modal do indivíduo. Os poucos estudos utilizando esta metodologia para o estudo do comportamento individual de escolha do modo de transporte ressaltam uma oportunidade para pesquisas futuras.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, K. A. e Bell, M. G. H. (1994) System Dynamics Applicability to Transportation Modeling. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, n. 28, n. 5, p. 373–390.
Amaral, J. A. A. (2012) **Desvendando sistemas**. Edição do Autor, São Paulo.
Anable, J. e Gatersleben, B. (2005). All Works and No Play? The Roles of Instrumental and Affective Factors in

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

- Work and Leisure Journeys by Different Travel Modes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 39, n. 2-3, p. 163–181.
- Bajracharya, A. (2016) Public transportation and private car: A system dynamics approach in understanding the mode choice. *International Journal of System Dynamics Applications*, v. 5, n. 2, p. 1-18.
- Beirão, G. e Cabral, J. A. S. (2007) Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*, v. 14, n. 6, p. 478–489.
- Bertazzo, Â. B. S. (2016) **Procedimento para estudo da escolha modal em viagens realizadas por estudantes de instituições de ensino médio, mediado pela psicologia social**. 347f. Tese (Doutorado em Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília.
- Bruton, M. J. (1979) **Introdução ao Planejamento dos Transportes**. Ed. USP, São Paulo.
- Campos, V. B. G. (2013) **Planejamento de transportes: conceitos e modelos**. 1. ed. Interciência, Rio de Janeiro.
- Cao, X. e Mokhtarian, P. L. (2005) How do individuals adapt their personal travel? Objective and subjective influences on the consideration of travel-related strategies for San Francisco Bay Area commuters. *Transport Policy*, v. 12, n. 4, p. 291–302.
- Chapin Junior, F. S. (1974) **Human Activity Patterns in the City**: Things People Do in Time and in Space. John Wiley & Sons, Nova York.
- Costa, A. S. G. da (2013) **Proposta de um método para estimativa de escolha modal através da geoestatística**. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Cristo, F. de e Günther, H. (2015) Hábito: por que devemos estudá-lo e o que podemos fazer?. *Psico*, v. 46, n. 2, p. 233-242.
- Friedman, S. (2006) Is Counter-Productive Policy Creating Serious Consequences? The Case of Highway Maintenance. *System Dynamics Review*, v. 22, n. 4, p. 371–394.
- Hägerstrand, T. (1970) What about people in regional science?. *Papers in regional science*, v. 24, n. 1, p. 7-24.
- Hiscock, R; Macintyre, S.; Kearns, A. e Ellaway, A. (2002) Means of transport and ontological security: do cars provide psycho-social benefits to their users?. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 7, n. 2, p. 119–135.
- Jifeng, W.; Huapu, L. e Hu, P. (2008) System dynamics model of urban transportation system and its application. *Journal of Transportation Systems engineering and information technology*, v. 8, n. 3, p. 83-89.
- Kitamura, R. (2009) A dynamic model system of household car ownership, trip generation, and modal split: model development and simulation experiment. *Transportation*, v. 36, n. 6, p. 711–732.
- Lu, X. e Pas, E. I. (1999) Socio-demographics, activity participation and travel behaviour. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 33, n. 1, p. 1–18.
- Maani, K. E. e Cavana, R. S. (2000) **System Thinking and Modeling**: Understanding Change and Complexity. Pearson Education New Zealand, New Zealand.
- Martin, L. A. e Forrester, J. W. (1997) *The First Step*. Material da disciplina Systems Dynamics Self Study ofertada pelo Massachusetts Institute of Technology, Cambridge. Disponível em: <<http://ocw.mit.edu/courses/sloan-school-of-management/15-988-system-dynamics-self-study-fall-1998-spring-1999/readings/step.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2016.
- Naim, M. M. e Towill, D. R. (1994) Establishing a Framework for Effective Materials Logistics Management. *The International Journal of Logistics Management*, v. 5, n. 1, p. 81-88.
- Ortúzar, J. D. e Willumsen, L. G. (2011) **Modelling Transport**. 4 ed. John Wiley & Sons, Chichester.
- Paiva Júnior, H. de (2006) **Segmentação e modelagem comportamental de usuários dos serviços de transporte urbano brasileiros**. 176 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Pereira, C. M. C. (2007) **Contribuição para modelagem da divisão modal multinomial com base em estimativa de valor do tempo em transportes associada a um sistema de informação geográfica**. 166 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Transportes) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Reinalde, C. F.; Vicentini, L.; Pereira, M. B. C. e Yonenaga, W. (2005) Dinâmica de Sistemas: uma abordagem computacional para visualizar problemas complexos. *Anais do 1º Congresso Brasileiro de Sistemas*, FEA-



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

RP, Ribeirão Preto.

- Rizzetti, T. A.; Rodrigues, G. O.; Simonetto, E. O. e Gil, R. C. (2016) Uso de dinâmica de sistemas para avaliação de cenários de reaproveitamento de óleo de cozinha na produção de biodiesel em uma IES pública. *Sistemas & Gestão*, v. 11, n. 1, p. 112-119.
- Roazzi, A.; Almeida, N. D.; Nascimento, A. M. do; Souza, B. C. de; Souza, M. G. T. C. de e Roazzi, M. M. (2014) Da Teoria da Ação Racional à Teoria da Ação Planejada: modelos para explicar e predizer o comportamento. *Revista Amazônica*, ano 7, vol. 13, n. 1, p. 175-208.
- Ronis, D. L.; Yates, J. F. e Kirscht, J. P. (1989) Attitudes, decisions, and habits as determinants of repeated behavior. In: Pratkanis, A. R.; Breckler, S. J. e Greenwald, A. G. (eds.). **Attitude structure and function**. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.
- Scheiner, J. e Holz-Rau, C. (2007) Travel mode choice: affected by objective or subjective determinants?. *Transportation*, v. 34, n. 4, p. 487-511.
- Schneider, R. J. (2013) Theory of routine mode choice decisions: an operational framework to increase sustainable transportation. *Transport Policy*, v. 25, p. 128-137.
- Shepherd, S. P. (2014) A review of system dynamics models applied in transportation. *Transportmetrica B: Transport Dynamics*, v. 2, n. 2, p. 83-105.
- Singleton, P. A. (2013) **A Theory of travel decision-making with applications for modeling active travel demand**. 245 f. Dissertação (Mestrado em Ciência em Engenharia Civil e Ambiental) - Portland State University, Portland.
- Stepp, M. D.; Winebrake, J. J.; Hawker, J. S. e Skerlos, S. J. (2009) Greenhouse Gas Mitigation Policies and the Transportation Sector: The Role of Feedback Effects on Policy Effectiveness. *Energy Policy*, v. 37, n. 7, p. 2774-2787.
- Sterman, J. D. (2000) **Business dynamics**: systems thinking and modeling for a complex world. McGraw-Hill, Nova York.
- Steg, L. (2005) Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 39, n. 2, p. 147-162.
- Stone, G.; Giles-Corti, B.; McBride, S. e Jackson, B. (2003) 'Walk it, Bike it, Bus it': perception of active modes of transport. *World Transport Policy and Practice*, v. 9, n. 3, p. 15-25.
- Vasconcellos, E. A. de; Carvalho, C. H. R de e Pereira, R. H. M. (2011) Transporte e mobilidade urbana. **Textos para Discussão CEPAL-IPEA**, 34, CEPAL-IPEA, Brasília.

CENTRALIDADE E MOBILIDADE URBANA EM GOIÂNIA (GO): O CAMINHAR NA APREENSÃO E DESENHO DE ESPAÇOS PÚBLICOS BRASILEIROS

Ângelica Carvalho Bandeira

Universidade Federal de Goiás

Mestranda do PPG Projeto e Cidade, Arquitetura e Urbanismo

Erika Cristine Kneib

Universidade Federal de Goiás

Professora do PPG Projeto e Cidade, Arquitetura e Urbanismo

RESUMO

Este artigo procura desenvolver a relação entre mobilidade e centralidade urbanas, através do reconhecimento e aplicação de critérios-chave votados para a potencialização da mobilidade intra-subcentro e entre os subcentros com foco, especialmente, nos deslocamentos a pé. Para tal, é apresentado um procedimento de análise com aplicação prática - na Avenida Deputado Jamel Cecílio, Setor Jardim Goiás, Goiânia (GO), Brasil - objetivando-se direcionar alternativas de atuação pública para a reversão da matriz modal atual, baseada no modo motorizado individual. O estudo por fim, demonstra que a (re) estruturação espacial dos subcentros, sob os preceitos do deslocamento a pé, pode ser planejada para a adoção de medidas que evitem a sua decadência e que potencializem os espaços públicos da cidade.

ABSTRACT

This article seeks to develop the relationship between mobility and urban centrality, through the recognition and implementation of key criteria voted for the enhancement of intra-sub-center mobility and between sub-centers focusing especially on trips on foot. To this end, we present a review procedure with practical application - at Avenida Mr Jamel Cecilio, Sector Jardim Goiás, Goiânia (GO), Brazil - aiming to direct alternatives to public action to reverse the current modal matrix, based on the motor way individual. The study finally shows that the (re) spatial structure of the sub-centers under the precepts of the foot displacement, can be planned to adopt measures to prevent their decay and that enhance the public spaces of the city.

PALAVRAS CHAVE

Pedestres, Deslocamento a pé, Caminhar, Espaço público, Rua, Centralidade Urbana.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo faz parte de uma pesquisa abrangente sobre o potencial das práticas cotidianas do cidadão ou habitante da cidade, especificamente o caminhar, como uma (nova) forma de apreender e desenhar os espaços públicos em contraste com as propostas atuais nas cidades brasileiras (funcionalistas, segregacionistas, sob um ponto de vista do alto, dominadas

As autoras agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora.

por interesses políticos e comerciais, concebidas para o trânsito e para o automóvel).

Constata-se que apesar de serem essenciais para a vida humana e para a cidade, já que a cidade é feita pelos e para os cidadãos ao nível do chão (Certeau, 1994), o espaço público nas cidades brasileiras, de um modo geral, negligencia os pedestres. E ainda que, a organização espacial das cidades brasileiras se apoia no conjunto de centro principal (ou histórico) e subcentros, podendo definir os deslocamentos urbanos, inclusive, o caminhar.

Nesse contexto, este artigo, tem como objetivo a construção de um procedimento de análise os espaços públicos brasileiros para o deslocamento a pé. O que envolve além de infraestrutura para tal, uma organização espacial específica e a integração com os diferentes modos de deslocamento.

Assim, a partir de critérios extraídos de referências, nacionais e internacionais, pretende-se direcionar o diagnóstico para a proposição de ações mitigadoras e, consequentemente, para a implantação de planos e projetos urbanos. Para atingir tais objetivos, este artigo é estruturado a partir de referencial teórico e estudo de caso. O referencial teórico abrange duas etapas: uma breve síntese do contexto brasileiro de mobilidade urbana, do deslocamento a pé e de centralidades urbanas; e a identificação dos critérios.

Por fim, o procedimento de análise é aplicado a Avenida Deputado Jamel Cecílio, Setor Jardim Goiás, Goiânia (GO), Brasil. Enquanto uma das principais ruas da centralidade que conforma o bairro, é o caminho para equipamentos comerciais importantes para a região metropolitana, como o Shopping Flamboyant. Sendo que no Plano Diretor (Prefeitura Municipal, 2007) há previsões de implantação de ciclovia na avenida e corredor para transporte público. A justificativa da sua escolha, também, se deve pelo alto tráfego de transportes e deslocamentos de pedestres que, diferente do primeiro, não tem recebido tanta atenção municipal, implicando em insegurança, baixa acessibilidade, congestionamentos, acidentes, entre outros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

2.1. Mobilidade e Centralidade urbana

A definição de mobilidade urbana, principalmente no Brasil, é ampla e abrange diversas variáveis associadas, sendo por isso não consolidada. No entanto, o Ministério das Cidades ao longo dos anos estabeleceu qualificações para o termo, consideradas como base para estudo. A conceituação mais atual se refere às respostas dadas às necessidades de deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano, visando o acesso democrático ao espaço da cidade, a prioridade aos modos coletivos e não motorizados de transporte justificado pela busca da redução da segregação sócio-espacial e da sustentabilidade ambiental (Ministério das Cidades,

2007).

Relacionada à acessibilidade, a mobilidade urbana envolve fatores que determinam a escolha e o uso dos modos de transporte, além das entre o indivíduo (ou grupo social) com o espaço público: como aspectos históricos e culturais; renda, escolaridade, idade e gênero; estilo de vida; aspectos essenciais de conforto, segurança, tempo de trajetória e de espera, custo, acessibilidade, distância percorrida, disponibilidade de recursos, entre outros (Ministério das Cidades, 2004).

A acessibilidade, segundo Lemos et al. (2004) e Morris et al. (1979), possibilita a conexão entre pontos espacialmente separados. Isto é, pode ser entendida como a facilidade de se alcançar as atividades presentes em um determinado espaço, através dos deslocamentos o que infere à mobilidade urbana. Mas também está relacionada à localização dos edifícios e das atividades realizadas em seu interior, aos serviços públicos - como saneamento e infraestrutura - e a existência de equipamentos urbanos de lazer, cultura, educação e saúde (Kneib, 2004).

No contexto dos Planos Diretores, a mobilidade urbana está ainda relacionada com a formação e consolidação de centralidades urbanas (ou subcentros urbanos), pois enquanto aglomerações diversificadas de comércio e serviços (Villaça, 2001), são capazes de proporcionar aos cidadãos o acesso a serviços essenciais em distâncias menores, logo, em deslocamentos mais rápidos. Em consequência ao gasto de tempo reduzido, tem-se a atração de fluxos e pessoas, a diminuição do número de viagens motorizadas e a possibilidade de uso de transportes coletivos, deslocamentos a pé e/ou de bicicleta (Ferrari, 1991; Ministério das Cidades, 2004; Kneib, 2008).

Para tanto, trabalha-se com dois tipos de deslocamentos. O “intra-subcentro” quanto à infraestrutura e deslocamentos que ocorrem em uma mesma centralidade, ou próximo a ela, favorecendo o deslocamento a pé e de bicicleta. E o “entre subcentros”, os percursos de média ou longa distância que ocorrem para ligar diferentes centralidades, podendo ser favorecidos o uso do transporte público coletivo complementar com o uso racional dos veículos motorizados (Diesendorf, 2000; McMillen, 2001; Bandeira e Kneib, 2013).

A década de 60 marcou em todas as metrópoles brasileiras e mesmo nas cidades médias, o processo de criação de um novo centro, provido de propriedades semelhantes ao centro principal ou histórico. Assim, desenvolveram-se aglomerações cujas principais peculiaridades são a concentração de comércios e serviços diversificados, os denominados subcentros ou centralidades (Novaes, 1981; Villaça, 2001). Processo que também corresponde atualmente, às camadas de baixa e média renda.

Na teoria sobre a formação de centralidades ainda, é abordado o processo de esvaziamento, desvalorização ou decadência de centros antigos (históricos ou não), dentre outros fatores,

pela saturação ou perda de acessibilidade e mobilidade urbana. O ciclo é contínuo, esse novo centro deixa de ser, pois também entra em processo de saturação implicando no surgimento de outro centro. Logo, há o surgimento, ascensão, saturação e declínio de todos os centros urbanos (Kneib, 2004).

De forma que a policentralidade ou multicentralidade está relacionada à sustentabilidade e ao crescimento sadio das cidades (Ferrari, 1991). Seus efeitos variam não apenas em relação à acessibilidade e mobilidade urbana, mas as características socioeconômicas, aos usos, a densidade populacional e ao número de empregos na área (Kneib, 2011). Também ao tamanho, densidade das centralidades e a sua localização em relação aos eixos de transporte, (Aguilera e Mignot, 2004; Ministério das Cidades, 2005). Por tudo isso, conclui-se a necessidade urgente de ações para evitar o processo de saturação ou decadência das centralidades.

2.2. Ponto de partida e chegada: o deslocamento a pé

Com relação aos modos de transporte, o deslocamento a pé abrange o primeiro lugar na quantidade de viagens feitas por ano no Brasil, com 36%, enquanto que o transporte coletivo apresenta 29% e a bicicleta 4%. O que resulta num total de 69% contra 27% do automóvel e 4% de moto (Antp, 2015).

É relevante a constatação ainda, de que os ciclistas, os usuários do transporte público e até os usuários do automóvel particular podem se tornar pedestres para chegar ao seu destino, seja em andar até o ponto de ônibus ou atravessar um estacionamento (Gdot, 2003). E apesar do intenso uso dos transportes motorizados individuais, de acordo com os dados apresentados anteriormente, a condição natural de andar a pé não foi abandonada, podendo-se afirmar a relevância do seu papel nos espaços públicos brasileiros.

A definição de pedestre de acordo com a Abraspe (2000) é todo aquele que anda a pé no espaço público sem distinção, incluindo os portadores de deficiência física, de mobilidade reduzida e aqueles que carregam objetos, praticam exercícios, passeiam com crianças e com animais de estimação, utilizam skates, patins, patinetes, empurram carrinhos de bebê ou outro pequeno veículo, que caminham para terminais ou pontos de parada de transporte coletivo e para alcançar as atividades de comércio e serviços (Ministério das cidades, 2007).

São ainda, caracterizados por grande liberdade de movimento, pela imprevisibilidade e possibilidade de escolha por um trajeto próprio, nem sempre de forma racional (Melo, 2005). Os homens geralmente escolhem os caminhos mais curtos. As crianças e mulheres, frequentemente, escolhem rotas mais complexas de acordo com a atratividade e construções existentes (Ronald, 2007).

O deslocar-se sem o uso do transporte motorizado pode beneficiar a comunidade em questão

de economia, saúde (como atividade física), turismo, preservação do patrimônio histórico e cultural, desenvolvimento local, convívio e coesão social, melhoria ambiental, planejamento urbano e intervenções urbanas, lazer, acesso às atividades, ao combate a pobreza e a violência, para a redução do congestionamento e do tráfego, de custo com estacionamento e abastecimento, da poluição, do consumo de energia e de risco de acidentes (Melo, 2005).

Entretanto, apesar dos seus benefícios, as viagens a pé não são consideradas relevantes nas cidades brasileiras e a qualidade dos espaços públicos para os pedestres recebe pouca ou nenhuma atenção do poder público. Talvez em decorrência da tecnologia empregada que implica em baixos custos de investimentos e efeitos econômicos menos impactantes (Rietveld, 2000).

Também, vale afirmar que apesar da promoção dos deslocamentos sustentáveis, o abandono total da utilização de transportes motorizados individuais é inviável. Por isso, são necessárias estratégias para a racionalização do seu uso pela população, a criação de vias pedonais e medidas de moderação do tráfego (Frenkel, 2008).

2.3. Critérios-chave

Com base nos conceitos e teorias apresentados anteriormente, são extraídos de referenciais os critérios-chave favoráveis ao deslocamento a pé, para que o procedimento torne-se uma abordagem aplicável ao reconhecimento de problemas e potencialidades enfrentados pelas pessoas nos espaços públicos brasileiros.

De acordo com Kowaltowski *et al.* (2006), Kowaltowski e Pereira (2012), no campo da arquitetura e urbanismo, os procedimentos de análise podem ser caracterizados em ferramentas de avaliação, listas de verificação ou métodos de avaliação. Foi adotado neste trabalho o último, pois considera parâmetros conhecidos, estruturação de critérios de desempenho e pontos ou pesos.

Em relação à revisão empírica, existe uma ampla gama de estudos teóricos e práticos que se destinam a estabelecer indicadores e medidas para a mobilidade urbana (Santos, 2011). No entanto, foram selecionados para o procedimento de análise aqueles mais abrangentes (que englobem critérios presentes nos demais) e referentes à relação estabelecida neste estudo entre centralidades, espaço público, deslocamento a pé e desenho urbano como influenciador do comportamento dos pedestres.

Para tanto, são utilizados os seguintes referenciais: Jacobs e Appleyard (1987), Alexander *et al.* (1997), Khattak e Stone (2004), Fontes *et al.* (2005), Gehl et al (2006), Jacobs (2007), Costa (2008), ITE (2010), Moura (2010), PlanArq (2010), Schützer (2010), Urplan (2011) e Gehl (2014).

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Os critérios são ainda agrupados segundo temáticas principais e comuns a grande parte dos estudos analisados: Estrutura Urbana, Deslocamento a pé e Intermodalidade. No grupo “Estrutura Urbana” é ressaltado, especialmente, o aspecto de uso e ocupação do solo e a proximidade entre atividades, com a presença de centralidades, que potencializam os deslocamentos a pé. No grupo “Deslocamento a pé”, destacam-se os elementos na escala micro que influenciam tal deslocamento e as características do espaço público.

O grupo “Intermodalidade” procura englobar as diversas características do espaço que favoreçam os deslocamentos das pessoas por outros modos de transportes, nas escalas meso (intermediária) e macro, além de sua integração com deslocamento a pé. Logo, procura englobar as diversas características do espaço características que favoreçam os deslocamentos das pessoas:

- Por bicicleta, para curtas e médias distâncias em deslocamentos intra-subcentros, além de longas distâncias, em deslocamentos entre subcentros. Considerando que as pessoas estão dispostas a percorrer a pé de 1 a 1,5km, distâncias maiores (de 800 a 3 km, podendo chegar até a 6km) podem ser alcançadas por bicicleta (Gondim, 2010);
- Por transporte coletivo, para deslocamentos a médias distâncias, em deslocamentos intra-subcentros substituindo a bicicleta, ou em deslocamentos mais longos, entre subcentros;
- E por transporte não motorizado, uma vez que é inviável exclui-los totalmente, podendo racionalizar seu uso, principalmente em distâncias cobertas a pé, por bicicleta ou transporte público.

A vista do exposto, por fim, define-se a abrangência de atuação do procedimento (ou escalas de atuação) com foco na microescala, mas em conexão com as demais: a Macroescala - abrangendo o contexto da metrópole ou cidade formada por vários subcentros interligados (rede) e bairros; a Mesoescala – nível intermediário que corresponde ao contexto das centralidades e/ou a delimitação de bairros; e a Microescala (ou microlocal) que engloba o entorno imediato (ou vizinhança, de raio de 1 km) e o espaço público em si ou trechos dele. Isto é, a menor unidade dentro do limite espacial que o pedestre consegue deslocar e onde ocorre a vida pública intensa no cotidiano (a rua, a praça, o quarteirão, o parque).

3. PROCEDIMENTO DE ANÁLISE

O procedimento de análise, para avaliação dos espaços públicos brasileiros nas centralidades urbanas em função do caminhar, pode ser definido pelas etapas basilares:

- Levantamento de referências nacionais e internacionais para a identificação de critérios-chave para a avaliação de espaços públicos em função do deslocamento a pé (item 2.3);
- Agrupamento dos critérios segundo temáticas similares para auxiliar e facilitar na interpretação dos resultados (tabela 1);
- Identificação de centralidades, com o apoio de referenciais existentes e definição dos

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

subcentros alvos de intervenção e seus respectivos espaços públicos;

- Aplicação do procedimento em um estudo de caso considerando, além dos critérios, o levantamento das características do contexto e localização (aspectos histórico, de uso e ocupação do solo, malha urbana, sistemas de transporte, etc.), e a utilização de mapas e fotografias;
- Atribuição de valores aos critérios pelos pesquisadores (neste caso, as próprias autoras) em observações sistemáticas e medições em campo, além de usos de dados existentes. Considera-se uma pontuação de 0 a 4 (correspondente a condições nulas, ruins, regulares, boas ou ideais), como apresentado na tabela 1.

Considera-se ainda enquanto espaço público aqueles abertos teoricamente a todas as pessoas, de propriedade do Estado, que apresenta esfera pública, isto é, no qual os cidadãos engajados politicamente podem ver, ser vistos e se relacionarem socialmente. E enquanto signo das relações e representações com fatores subjetivos e objetivos (Gulick, 1998 *apud* Leite, 2008). Podem incluir diferentes tipologias: como aqueles predominantemente de circulação, como ruas, avenidas, etc.; predominantemente de convívio ou lazer, como praças, parques; de preservação ambiental (florestas, rios, orlas, etc.); e para fins específicos (cemitérios, estações de tratamento d'água e de esgoto, etc.).

4. ESTUDO DE CASO: ANÁLISE E RESULTADOS

Foi realizada a identificação dos subcentros na metrópole de Goiânia (GO), com o apoio do estudo desenvolvido por Kneib (2014) e sintetizado na figura 1. A posterior definição do a Avenida Jamel Cecílio no subcentro Jardim Goiás, como estudo de caso, a realização do seu diagnóstico e prognóstico. E por fim, apontamentos para ações mitigadoras.

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

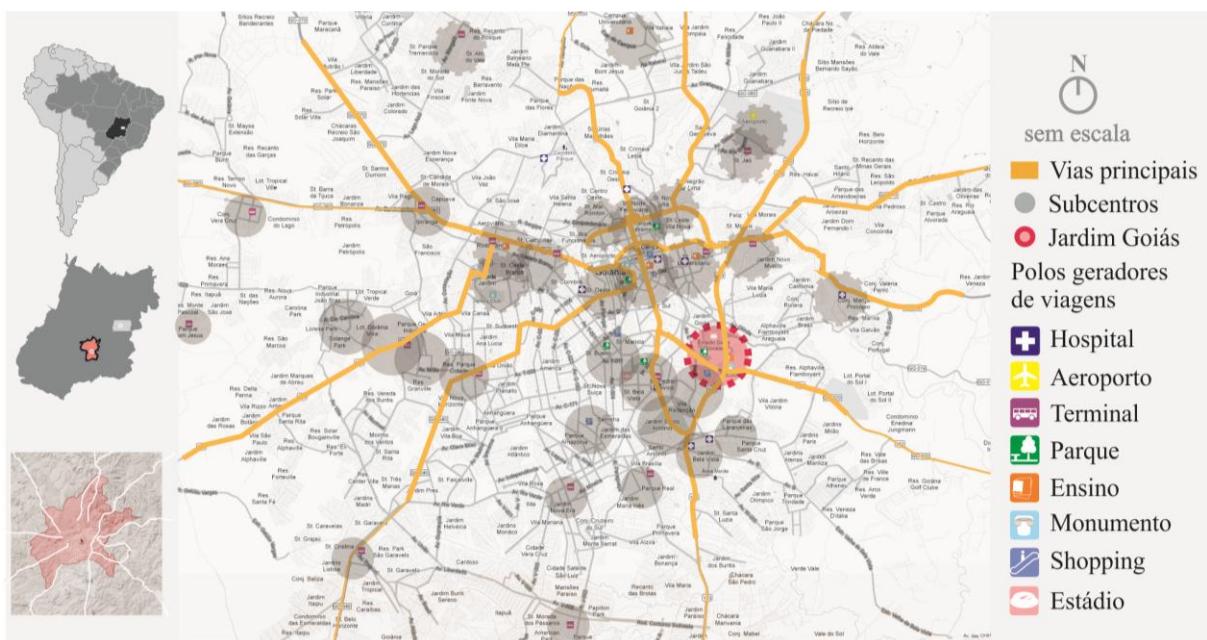


Figura 1: Identificação de subcentros e localização do Jardim Goiás

O setor Jardim Goiás foi planejado em 1950, sendo uma área de valorização desde a origem da cidade de Goiânia - com o planejamento elaborado por Attílio Correia Lima e, posteriormente, Armando de Godoy - pois nessa região estavam as terras pertencentes ao governo do Estado de Goiás (Marinho, 2006). A partir de 1980, houve a construção de grandes equipamentos como o primeiro shopping da cidade, o Flamboyant. A partir de então ao tornar-se local privilegiado para lazer e compras, há um gradativo processo de urbanização e valorização, principalmente por atrair camadas de alta renda (Alarcón, 2004), além da formação de um espaço valorizado e para a segregação sócio espacial da metrópole (Vaz, 2002).

Até 1994, a centralidade apresentava baixa densidade (com no máximo 4 pavimentos), mas em 1992, quando no Plano Diretor passou a constar como área prioritária para ocupação admitiu-se alta densidade (de mais de 20 pavimentos), como pode ser percebido na figura 2 (Prefeitura Municipal, 2007).

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

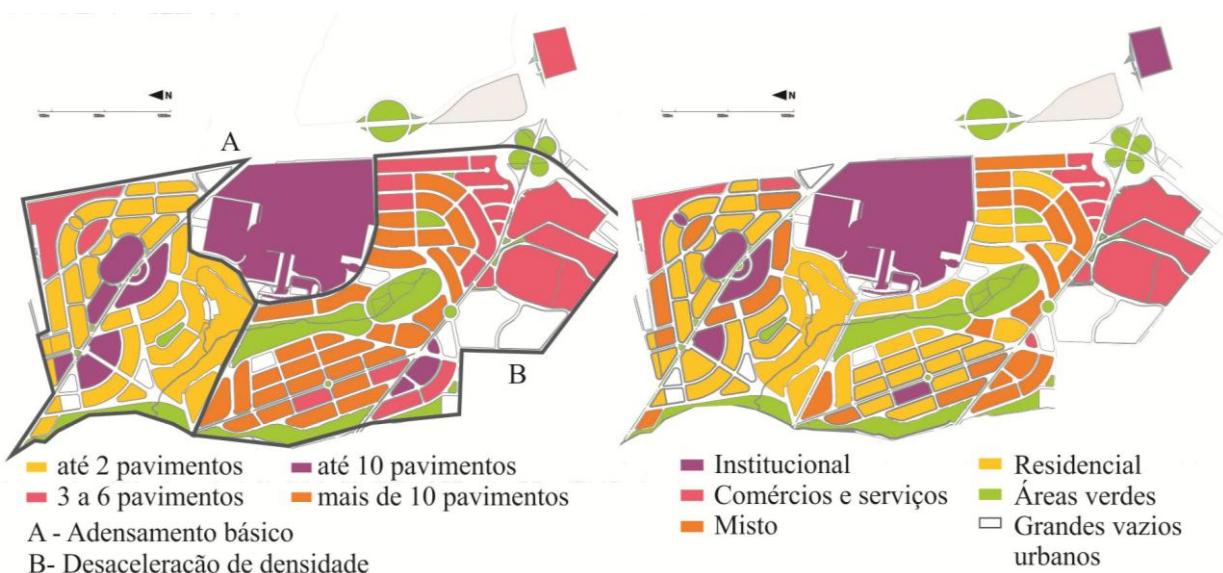


Figura 2: Densidade, à esquerda e usos, à direita

Para acrescentar, em 2007, com o anúncio da construção do Parque Lourival Louza, conhecido como Parque Flamboyant, houve uma grande especulação imobiliária na disputa para adquirir lotes no entorno (Peres, 2010). Esses fatores influenciaram não só o deslocamento de parte da elite do Setor Central para o Jardim Goiás, mas o tornou a principal área de crescimento e valorização da região sudeste de Goiânia em 24 anos (Souza, 2006).

O bairro possui como áreas verdes duas nascentes que desaguam no Córrego Botafogo e duas unidades de conservação, o Bosque de Fundo de Vale e o Parque Linear Botafogo (Prefeitura de Goiânia, 2007). Possui área de aproximadamente 369,53 ha, população de 6.111 habitantes com renda predominante entre 3 a 10 salários mínimos. Os bairros, além da Rodovia BR-153, são caracterizados pela ocupação de moradores de classe baixa à média, enquanto, ao norte, sul e oeste há predominância social de classes média à alta (Souza, 2006).

O Jardim Goiás corresponde a um sítio ainda não consolidado (com alguns vazios urbanos), próximo ao Centro principal e, mesmo tendo o uso predominantemente residencial como mostra a figura 3, apresenta grandes equipamentos como: o Shopping Flamboyant, um supermercado Carrefour; uma grande loja de material para construção (Tend Tudo); o Estádio Serra Dourada; o ginásio de esportes, Goiânia Arena; um supermercado WalMart; o Centro Cultural Oscar Niemeyer; o Parque Flamboyant, entre outros (figura 3).

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

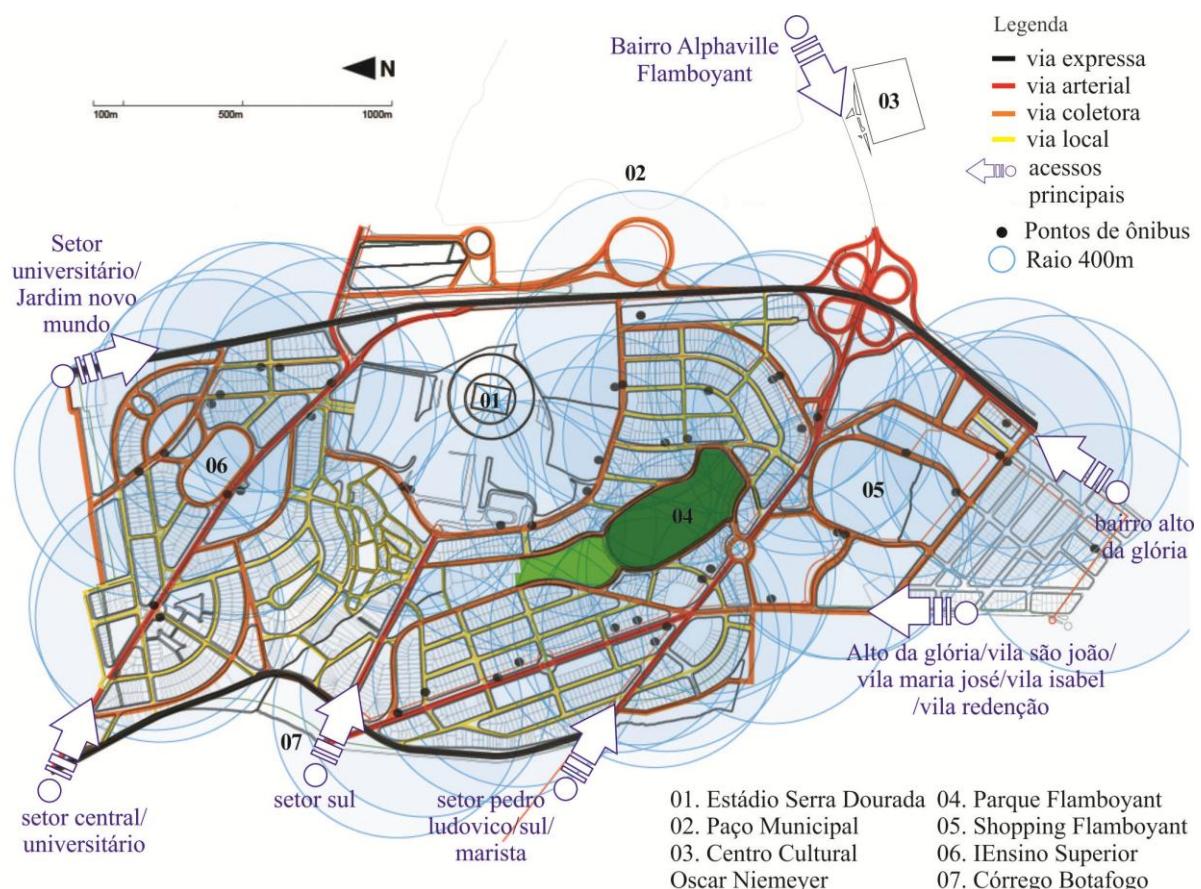


Figura 3: Hierarquia viária, pontos de ônibus e equipamentos principais

A Avenida Jamel Cecílio é uma das principais vias do Setor Jardim Goiás, apresenta uma alta intensificação das atividades comerciais e de prestação de serviços, além de promover a conexão com outros bairros como o setor Pedro Ludovico, setor Sul, setor Marista, bairros Alphaville e Flamboyant.

Caracteriza-se como uma via arterial, de alto tráfego de transportes motorizados individuais, alto uso comercial e de serviços, predominantemente, de baixa densidade (1 a 3 pavimentos). Contudo, não apresenta estrutura satisfatória de serviços básicos como panificadoras, açougues, academias, entre outros, se mostrando deficiente para o abastecimento cotidiano da população atual e futura (figura 4).

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

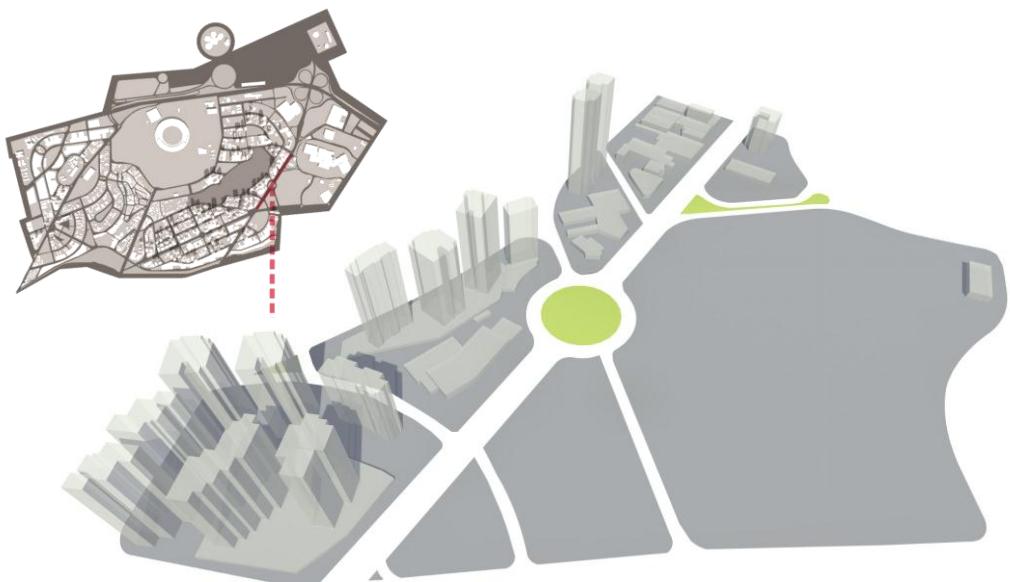


Figura 4: Trecho do espaço público em estudo.

Apresenta um tamanho de caixa com no mínimo 25 metros, com canteiro central, pista de mão dupla com 4 faixas de rolamento (sendo 2 em cada pista), 2 faixas de estacionamento (sendo 1 em cada pista) e acesso direto a pontos de ônibus. Não apresenta ciclofaixa ou ciclopista e nem corredor de transporte público. No entanto, os raios de abrangência dos pontos de parada e linhas de transporte público atendem, predominantemente, a Avenida e o bairro, como pode ser percebido na figura 3.

Quanto às calçadas, a maioria apresenta largura acima dos padrões para circulação de pedestres, principalmente, aquelas junto aos comércios e serviços. A verticalidade dos edifícios de múltiplos pavimentos cria corredores densos que, para o pedestre, ciclista, e até mesmo para os usuários de transportes motorizados (coletivos e individuais), mostra-se como bloqueio a visão (figura 5).



Figura 5: Perspectivas da Avenida

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

A via não apresenta, ainda, uma uniformidade e manutenção nos portes arbóreos, vegetação e mobiliários. O fluxo de pessoas, veículos, mercadorias e informações são intensos, tanto de segunda a sexta-feira, quanto nos final de semana. No entanto, a ausência de vitalidade é evidente no período noturno quando o espaço público encontra-se inseguro, pela iluminação ruim e pelas poucas atividades noturnas.

Apesar do alto potencial de desenvolvimento urbano, social e econômico, possui ainda os problemas: de congestionamentos e geração de ruídos, ocasionados pela área comercial e quando há o funcionamento do Estádio Serra Dourada para jogos, feirão de automóveis ou eventos musicais; pouca valorização das áreas de lazer e ausência de espaços públicos abertos, como praças; poluição do ar; barreiras físicas nas calçadas; falta de segurança no tráfego e contra violência.

A partir das análises anteriores, a avaliação do trecho da Avenida Jamel Cecílio é finalizada com a pontuação dos critérios-chave, sistematizada na tabela 1:

Tabela 1: Avaliação pelos critérios-chave

| ESTRUTURA URBANA | Pontuação 0 - 4 |
|---|----------------------------|
| Uso misto do solo urbano | 2 |
| Sobreposição de funções de dia e à noite | 1 |
| Atividades 24 horas (diurna e noturna) | 1 |
| Usos nos finais de semana | 1 |
| Atividades próximas umas das outras | 3 |
| Nós de atividades conectados por passeios públicos | 3 |
| Oferta variada de tipos de habitações tanto em locais mais movimentados quanto mais reclusos* | 1 |
| Oferta de equipamentos comunitários* | 3 |
| Os moradores conseguem fazer a maioria das compras* | 2 |
| Existem escolas perto de residências* | 2 |
| Os moradores trabalham na vizinhança* | 2 |
| Edificações relativamente compactas (com usos residenciais e comerciais) | 1 |
| Mistura de densidades | 2 |
| Presença de áreas verdes (como árvores, jardins, etc.) | 2 |
| Provisão de espaços públicos compactos como praças* | 1 |
| Provisão de espaços públicos compactos como parques* | 4 |
| Ausência de vazios urbanos | 0 |
| Permeabilidade (tem aberturas, como portas e janelas, mas não inclui entrada de veículos) | 2 |
| Visibilidade (tem transparência e/ou vitrines) | 2 |
| Fachadas com aparência atraente e visualmente ativa | 2 |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

| | |
|---|----------------------------|
| Diferentes tipos edilícios (em idade, estado de conservação, estilo, etc.) | 3 |
| Zonas de transição entre áreas públicas e privadas (reentrâncias, degraus, apoios, etc.) | 1 |
| Edifícios orientados de frente uns para os outros | 3 |
| Edifícios com frentes voltadas para o espaço público | 3 |
| As dimensões das edificações e espaços públicos respeitam a escala humana | 1 |
| Cafés de rua e quiosques de comida | 1 |
| Possui quadras curtas | 2 |
| Ausência de trechos mortos como terrenos baldios, muros e paredes cegas | 1 |
| Elementos que se relacionam à história do lugar, ou representem sua comunidade ou ainda deem identidade ao lugar* | 2 |
| ESTRUTURA URBANA (28 itens) | 54 pontos |
| % em relação ao Valor Ideal (112 pontos) | 48,21 % |
| DESLOCAMENTO A PÉ | |
| | Pontuação 0 - 5 |
| Disponibilidade e qualidade da infraestrutura para pedestres (calçada) | 2 |
| Apresenta áreas exclusivas para pedestres | 0 |
| Possui vias compartilhadas | 0 |
| Requisitos de acessibilidade para idoso e portadores de necessidades especiais, como sinalização, rampas, etc. | 1 |
| Ausência de obstáculos nas calçadas (mobiliário, degraus, árvores). | 1 |
| Calçadas completas, com faixa de mobiliário, faixa de circulação livre e faixa de acesso ao lote | 1 |
| Calçadas largas, com largura efetiva mínima de 1,53m | 2 |
| Presença de pessoas (ou vitalidade) | 2 |
| Sinalização, especialmente nas regiões de conflito como travessias e interseções | 1 |
| Travessias com ilhas de refúgio para o pedestre | 2 |
| Ausência de congestionamentos e acidentes de trânsito | 1 |
| Possui árvores que permitem o sombreamento | 1 |
| Ausência de arbustos próximos às travessias e intersecções que funcionam como barreira visual | 1 |
| Ausência de árvores inadequadas para serem implantadas na calçada, em relação à raiz, porte, etc. | 0 |
| Proteção contra intempéries (sol, chuva, vento, etc.) | 1 |
| Experiência sensorial aproveitada com o sol, chuva, vento, etc. | 0 |
| Presença de mobiliário urbano de apoio ao pedestre (bancos, lixeiras, etc.) | 1 |
| Ausência de lixo nas áreas para pedestres | 1 |
| Iluminação específica para as áreas de pedestre | 0 |
| Iluminação noturna | 1 |
| Ausência de veículos estacionados na calçada | 2 |
| Ausência de água caindo dos telhados, calhas ou aparelhos de ar condicionado | 2 |
| Revestimento adequado | 2 |
| Tratamento adequado e seguro para pedestres em entradas de garagem | 2 |
| Devida manutenção das áreas para pedestres | 1 |
| Caminhos conectados, diretos e rápidos * | 2 |
| Existência de caminhos alternativos seguros* | 2 |
| Presença de atrativos naturais ao longo da caminhada | 2 |
| Vistas desobstruídas | 1 |
| Ausência de poluição (visual, sonora, atmosférica, etc.) | 2 |

21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

| | |
|--|----------------------------|
| Espaços e infraestrutura para a permanência, como atividade física, brincadeira de crianças, etc. | 1 |
| Ruas tratadas como lugares, com trechos de largura ampliada | 0 |
| Espaços públicos que possibilitem a realização de eventos programados e não programados | 0 |
| DESLOCAMENTO A PÉ (33 itens) | 39 pontos |
| % em relação ao Valor Ideal (132) | 28,75% |
| INTERMODALIDADE | Pontuação 0 - 5 |
| Ausência de estacionamento ao longo da via | 0 |
| Vagas de estacionamento para pessoas com necessidades especiais | 1 |
| Apresenta medidas de moderação de tráfego, como rotatórias nas interseções | 1 |
| Estacionamento público que encoraje estrategicamente a caminhada e evite o estacionamento nas vias | 0 |
| Desenho da via que acomode os pedestres, ciclistas, e transporte público | 1 |
| Disponibilidade e qualidade dos serviços de transporte público | 2 |
| É fácil caminhar da casa até um ponto de ônibus* | 3 |
| Estruturas especiais para ônibus, tais como faixa exclusiva e baias nas paradas | 0 |
| Estrutura nas calçadas para passageiros do transporte público, tais como bancos, árvores que provejam sombra, iluminação, etc. | 2 |
| Acesso dos pedestres às estações de transporte público e transporte de massa | 2 |
| Disponibilidade e qualidade da infraestrutura para ciclistas, como ciclovias e ciclofaixas | 0 |
| Apresenta sinalização específica em relação aos ciclistas | 0 |
| Presença de mobiliário urbano de apoio ao ciclista (como bicicletários, lixeiras, etc.) | 1 |
| Edifícios fornecem estacionamento para bicicletas | 1 |
| Integração entre os modais de transporte (a pé, de bicicleta e transporte público) | 1 |
| INTERMOBILIDADE (15 itens) | 15 pontos |
| % em relação ao Valor Ideal (60 pontos) | 25% |

*Critérios considerados em relação ao bairro ou centralidade.

A partir da tabela, pode ser concluído que o trecho em análise da Avenida Deputado Jamel Cecílio apresenta uma avaliação, predominantemente, negativa. Sendo esta uma rua que apresenta uma estrutura urbana com potencialidade inicial para atrair os pedestres alcançando quase 50% do valor ideal. Mas ainda faltam muitos incrementos, inclusive infraestrutura para pedestres e intermodalidade. Por isso, é possível realizar uma série de apontamentos que indicam medidas necessárias à Avenida. As principais são:

- Incentivo a redução do uso de carros e estacionamentos, através da proibição de estacionamento ao longo da via e na calçada, provisão de bolsões de estacionamentos públicos, aumento da largura de calçadas e tratamento das mesmas não apenas para a passagem, mas também para a permanência de pedestres;
- atenção aos espaços públicos existentes e criação de novos, compactos e bem distribuídos;
- incentivo à diversidade de uso de solo e de atividades complementares;
- criação de ambientes com uso 24 horas por dia e que funcionem nos finais de semana;
- tratamento adequado para as calçadas, com provisão de sinalização, mobiliário,

- arborização, travessias, acessibilidade aos P.N.E. (Portadores de necessidades especiais), etc.;
- aumento de áreas verdes, como jardins e árvores;
 - criação de percursos exclusivos para pedestres;
 - desenvolvimento de uma rede integrada de ciclovias;
 - melhoria do acesso e deslocamento do transporte público, com, por exemplo, faixas exclusivas ou preferenciais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho, a partir de uma abordagem exploratória, apresentou a possibilidade de identificar características que podem fomentar e contribuir para que os deslocamentos nas centralidades ocorram, predominantemente, pelo caminhar conectado aos deslocamentos por bicicleta e transporte público, além da redução do transporte individual. E por fim, permitiu identificar que para a área analisada é necessário rever infraestrutura para fomentar e potencializar deslocamentos a pé, possivelmente uma herança histórica dos processos de urbanização brasileiros tão focados em garantir a fluidez ao automóvel.

Como trabalhos futuros sugere-se a adoção de pontuação específica para cada critério, à hierarquização dentro de cada temática, a identificação detalhada das medidas prioritárias e técnicas de participação comunitária no processo (com entrevistas, questionários, etc.). Além da aplicação do procedimento em outros espaços públicos da centralidade no Setor Jardim Goiás, de outras centralidades de Goiânia, (Go) e outras cidades brasileiras, podendo haver comparação dos mesmos. Assim como a adaptação, complementação e amadurecimento do procedimento. E por fim, tentar transcender a teoria para a prática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRASPE, Associação Brasileira de Pedestre (2000) Disponível em:<www.pedestre.org.br>. Acesso em junho de 2016.
- ANTP (2015) Sistema de Informações da Mobilidade Urbana, Relatório Geral 2013. Portal ANTP, 2015. Disponível em: < <http://www.antp.org.br/sistema-de-informacoes-da-mobilidade/relatorios.html>>. Acesso em junho de 2016.
- ALARCÓN, L. E. L. (2004) **A centralidade em Goiânia**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.
- ALEXANDER, C., ISHIKAWA, S., SILVERSTEIN, M. (1977) **A pattern Language**. Oxford University Press, New York.
- AGUILERA, A., MIGNOT, D. (2004) **Urban sprawl, polycentrism and commuting**. A comparison of seven french urban areas. *Urban Public Economics Review*. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- BANDEIRA, Â. C.; KNEIB, E. C. (2013) Potencializar a mobilidade nos subcentros: foco nos modos não

motorizados e coletivos. In: *19º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito*, Brasília, DF.

CERTEAU, Michel de (1994) **A invenção do cotidiano**: 1. Artes de fazer. Vozes, Petrópolis, p. 37-53 e 169-217.

COSTA, M. da S. (2008) **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DIESENDORF, M. (2000) **Urban Transportation in the 21st Century**. Environmental Science & Policy.

FERRARI, C. (1991) **Curso de Planejamento Municipal Integrado, Urbanismo** (7ª ed.). Livraria Pioneira, São Paulo.

FONTES, A. M. L. C., RAMOS, R. A. R., LOURENÇO, J. M. B. B. (2005) Qualidade Pedonal Urbana - O Caso de Braga. Anais do *1º Congresso Luso-Brasileiro para Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, PLURIS.

FRENKEL, Denise Beer (2008) **A revitalização urbana e as viagens a pé**: uma proposta de procedimento auxiliar na análise de projetos. Dissertação de pós-graduação de engenharia da universidade federal do rio de janeiro.

GDOT (2003) **Pedestrian and Streetscape Guide**. Georgia Department of Transport, EUA.

GEHL, Jan (2014) Cidades Para Pessoas. 2.ed. São Paulo: Perspectiva.

GEHL, Jan, GEMZØE, Lars, KARNAES, Sia e SØNDERGAARD, Britt Sternhagen (2006) **New city life**. The Danish Architectural Press, Copenhagen.

GODIM, M. F. (2010) **Cadernos de desenho Ciclovias**. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2010/01/24%20-%20BRASIL_Caderno%20de%20Desenho_Ciclovias.pdf. Acesso em: em junho de 2016.

ITE (2010) **Design Walkable Urban Thoroughfares** - A Context Sensitive Approach. Institute of Transportation Engineers and Congress for the New Urbanism.

JACOBS, JanE (2007) **Morte e vida de grandes Cidades**. São Paulo: Martins Fontes.

JACOBS, A. e APPLEYARD, D. (1987) Toward an Urban Deisng Manifesto. *Journal of the American Planning Association*, p. 112-120.

KHATTAK, A. J. e STONE, J. (2004) **Tradicional Neighborhood Development - Trip Generation Study**. Center for Urban and Regional Studies, Department of City and Regional Planning University of North Carolina, Carolina Transportation Program, USA.

KNEIB, E. C. (2014) Identificação de centralidades urbanas: aprimoramento de metodologia e aplicação em Goiânia, Brasil. Anais do *6º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, PLURIS.

KNEIB, E. C. (2011) Centralidades urbanas e geração de viagens: análise hierárquica no contexto do planejamento de transportes. In: *XXV Congresso de pesquisa e ensino em transportes*, ANPET, Belo Horizonte.

KNEIB, E. C. (2008) **Subcentros urbanos:** contribuição conceitual e metodológica à sua definição e identificação para planejamento de transportes. Tese de Doutorado em Transportes, UNB, Brasília, DF.

KNEIB, E. C. (2004) **Caracterização de empreendimentos geradores de viagens:** contribuição conceitual à análise de seus impactos no uso, ocupação e valorização do solo urbano. Dissertação de Mestrado em Transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornelie Knatz; CELANI, Maria Gabriela Caffarena; MOREIRA, Daniel de Carvalho; PINA, Silvia Aparecida Mikami G.; RUSCHEL, Regina Coeli; SILVA, Vanessa Gomes da; LABAKI, Lucila Chebel e PETRECHE, João Roberto D. (2006) Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 07 – 19.

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornelie Knatz e PEREIRA, Paula Roberta Pizarro (2012) Análises de métodos de avaliação de projetos. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 03 -19.

LEITE, R. P. (2008) Localizando o espaço público: Gentrification e cultura urbana. In: *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 83, p. 35-54.

LEMOS, D. S. da C. P.da S.; SANTOS, M. P. de S. e PORTUGAL, L. da S. (2004) Análise da relação entre o sistema de transporte e a exclusão social na cidade do Rio de Janeiro. *Engevista*, v. 6, n. 3, p. 36-53.

MARINHO, Clorisneta Borges (2006) Região sul de Goiânia: um lugar valorizado na Metrópole. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 19, p. 113 – 129.

MCMILLEN, D. P. (2001) **Polycentric urban structure:** The case of Milwaukee. *Economic Perspectives*, Federal Reserve Bank of Chicago.

MELO F. B. (2005) **Proposição de medidas favorecedoras à acessibilidade e mobilidade de pedestres em áreas urbanas.** Estudo de Caso: Centro de Fortaleza. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes. Universidade Federal do Ceará, Ceará.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (2004). *Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável*. Secretaria Nacional de Transportes e Mobilidade Urbana, SeMob.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (2005) Mobilidade e Política Urbana: Subsídio para uma Gestão Integrada. Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana, IBAM, Brasil.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007). Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, SeMob.

MORRIS, J.M.; DUMBLE, P.L.; WIGAN, M.R. Accessibility Indicators for Transport Planning. *Transportation Research. Part A*, Vol. 12, 1979, 91-109.

MOURA, M. V. D. (2010) **Estudo dos impactos causados por polos geradores de viagens na circulação de pedestres.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Brasília, Brasília.

NOVAES, A. G. (1981) **Modelos em Planejamento Urbano, Regional e de Transportes.** São Paulo: Editora Edigar Blucher Ltda.

PERES, Maria de Lourdes Corsino (2010) O imaginário na reprodução da natureza no espaço urbano: Parques Vaca Brava e Flamboyant. *Contemporânea*, ed.14, v. 8, n. 1.

PLANARQ (2010) **Estudo de Impacto Urbano ambiental (EIUA) para o empreendimento Horto Bela Vista, localizado em Salvador/BA.** vol. 2. JHSF Salvador Empreendimentos e Incorporações S/A, Salvador.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA (2007) Plano Diretor Municipal, Lei Complementar 171, de 29 de maio de 2007.

RIETVELD, P. (2000) Non-motorized Modes in Transport Systems: A Multimodal Chain Perspective for The Netherlands. *Transportation Research Part D.*, n. 5, p. 31-36.

RONALD, N. A. (2007) **Agent – based Approaches to Pedestrian Modeling.** Master of Engineering Science in the Department of Computer Science and Software Engineering of the University of Melbourne. Australia.

SANTOS, D. V. de C. S. (2011) **Polos geradores de viagens sustentáveis:** uma proposta para o licenciamento e análise de projetos. Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SCHÜTZER, K (2010) **A percepção do pedestre sobre a qualidade da paisagem urbana.** Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SOUZA, Valéria Morais Baldoíno de (2006) **A Influência da Ocupação do Solo no Comportamento da Ventilação Natural e na Eficiência Energética em Edificações.** Estudo de Caso em Goiânia – Clima Tropical de Altitude. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Departamento de pós-graduação da fau-UNB. Brasília, DF.

URPLAN (2011) **Estudo Plano Urbanístico Centro Municipal Retiro, Acesso Norte** – Recomendações para o empreendimento Horto Bela Vista. Estudos requeridos pelo Ministério Público Estadual ao empreendedor JHSF, Salvador, Bahia.

VAZ, Maria Diva Araújo Coelho (2002) **Transformação do centro de Goiânia:** renovação ou reestruturação? Dissertação de Mestrado em Geografia, Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

VILLAÇA, Flávio (2001) **Espaço intra-urbano.** Studio Nobel, São Paulo.

PREVISÃO DO TEMPO DE VIAGEM NA GESTÃO DO TRÁFEGO URBANO COM O USO DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES

Lívia Brito Jambo

Programa de Engenharia de Transportes
COPPE/UFRJ

RESUMO

O presente trabalho apresenta conceitos a respeito dos Sistemas Inteligentes de Transportes, com foco na previsão do tempo de viagem. O objetivo é destacar a importância de sua discussão e implementação nos sistemas viários urbanos brasileiros, a fim de reduzir o tempo de viagem dos condutores e usuários do transporte público, proporcionando a capacidade de prever a distância a ser percorrida bem como o tempo gasto no trajeto, de acordo com as condições das vias no momento. São apresentados alguns exemplos práticos utilizados que resultaram em grandes mudanças benéficas ao trânsito e como a gestão e o planejamento do tráfego impactam as condições do mesmo.

ABSTRACT

This paper presents concepts about the Intelligent Transportation Systems, focusing on prediction of travel time. The aim is to highlight the importance of discussion and implementation in Brazilian urban road systems in order to reduce the travel time for drivers and users of public transport, providing the ability to predict the distance to be traveled and time spent on the path according to the conditions of the roads in time. Some practical examples are shown that resulted in significant beneficial changes to traffic and the management and traffic planning impact the same conditions.

1. INTRODUÇÃO

O transporte está intimamente ligado ao cotidiano das cidades, principalmente pela necessidade de deslocamento de produtos e pessoas. Para que estas necessidades sejam atendidas, o tráfego urbano necessita de adequadas condições de mobilidade e acessibilidade. O transporte urbano e os seus decorrentes problemas no cotidiano da população têm se tornado uma questão de fundamental discussão, uma vez que, na maioria das cidades brasileiras, os requisitos básicos de desempenho dos modais, das vias, das sinalizações etc. não têm sido atendidos.

Tomando-se como exemplo o trânsito da cidade do Rio de Janeiro, pode-se verificar que um dos principais problemas atuais na mobilidade se deve ao fato de o tempo de viagem estar cada vez mais longo, impactando a qualidade de vida da população e aumentando os custos relacionados aos transportes. Desta forma, é fundamental que o tráfego seja planejado de modo a mitigar os eventuais problemas e contornar as ocorrências a fim de reduzir seus impactos.

Para isso, é essencial que sejam planejados e implementados sistemas de monitoramento de congestionamentos, de acidentes de trânsito, da qualidade do transporte público etc., sendo intrínseca a adequação de Sistemas Inteligentes de Transportes.

Diversos países já possuem essa visão e preocupação, sendo visíveis os benefícios de intervenções ‘inteligentes’ ao tráfego urbano. A cada dia o Brasil dá um passo nesta direção, o que é importantíssimo para a evolução das nossas cidades. “Os países que têm boa infraestrutura de transportes não a têm por serem desenvolvidos. Antes, são desenvolvidos porque cuidaram, no devido tempo, das suas estradas e das vias de transporte de todo tipo” (Vianna, 2007). Este conceito pode remeter-se à infraestrutura de transportes, mas também à sua operação.

Pela Figura 1 podemos verificar que a quantidade de veículos no Brasil apresenta valores bastante significativos em relação a outros países que possuem malhas viárias mais bem

monitoradas. Assim, é imprescindível que pensemos em formas inteligentes de gerenciar o tráfego nas cidades brasileiras.

| Frota de Veículos Automotores | | |
|-------------------------------|----------------|-------------------|
| (Unidades) | | |
| 1 | Estados Unidos | 237.242.616 |
| 2 | Japão | 74.880.689 |
| 3 | Alemanha | 47.874.954 |
| 4 | França | 36.039.000 |
| 5 | Itália | 35.248.190 |
| 6 | Brasil | 31.231.043 |
| 7 | Reino Unido | 30.518.226 |
| 8 | Rússia | 25.393.700 |
| 9 | Espanha | 23.107.730 |
| 10 | México | 21.871.190 |

Figura 1: Os 10 países com as maiores quantidades de veículos (Vianna, 2007)

É notória que a ampliação da infraestrutura de transportes como meio de solucionar o problema dos congestionamentos é um conceito ultrapassado. Assim, é fundamental que os agentes integrantes do sistema se comuniquem, sendo este o foco do ITS (sigla em inglês) e que este seja cada vez mais eficiente, inteligente, instrumentalizado e interligado.

2. OS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES

2.1. Caracterização

A aplicação do ITS é bastante ampla, como nos sistemas de informações para usuários, no gerenciamento de rodovias e de transporte coletivo, no controle de tráfego e semafórico, no gerenciamento de serviços de emergência, arrecadação automática de tarifas no transporte coletivo, nos estacionamentos e nos pedágios, no rastreamento de frotas de veículos de carga, de transporte público e de emergência, na coleta automática de dados, fiscalização eletrônica etc. (Meirelles, 1999).

Os Sistemas Inteligentes de Transportes coletam, armazenam, processam e distribuem informações relativas à movimentação de pessoas e mercadorias. Podem incluir sistemas para o gerenciamento de tráfego, gerenciamento de transporte público, gerenciamento de emergências, informações ao viajante, controle e segurança avançado dos veículos, operações de veículos comerciais, pagamentos eletrônicos e segurança nos cruzamentos rodoviários (U.S. DOT). O desenvolvimento e implementação de ITS requer conhecimentos de várias áreas como eletrônica, engenharia civil, fatores humanos, gerenciamento de informações, tecnologia de satélites, desenvolvimento de políticas públicas e privadas e gestão financeira.

Existem informações que, se obtidas e distribuídas rapidamente, podem afetar positivamente o funcionamento do sistema de transporte e sua segurança. A informação coletada e usada em ITS pode beneficiar a um ou todos os usuários, como o motorista de um veículo, pedestres, usuários de transporte público e encarregados do setor público responsáveis pelo gerenciamento do sistema de transporte. O ITS só pode ser verdadeiramente efetivo

nacionalmente se uma estrutura para integração dos vários componentes do sistema, chamada arquitetura do sistema, for desenvolvida e colocada em prática.

2.2. Estrutura e Aspectos a considerar

O ITS vem sendo amplamente discutido no Brasil e a ANTP (Agência Nacional de Transportes Públicos) vem divulgando índices e estudos a respeito. Em 2006, com a Comissão Técnica de ITS, definiu-se como área de interesse as aplicações de tecnologia de informação no transporte e no trânsito, sendo claro o potencial do uso integrado da informática e das telecomunicações na gestão de informações e na automatização de processos. Nos anos seguintes, a disseminação da internet e a ampliação do acesso a recursos móveis pelos usuários (celulares e computadores pessoais) incorporou milhões de pessoas ao mundo virtual, mudando os patamares tradicionais de exigência (ANTP, 2012).

Analisando a matriz de ITS, pode-se ter uma noção abrangente das etapas necessárias para sua elaboração e implantação, como se pode ver na Figura 2.

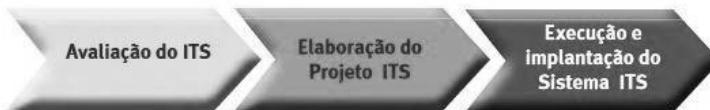


Figura 2: Matriz de ITS (ANTP, 2012)

A Etapa 1 (Avaliação) consiste em avaliar a estrutura atual da localidade em estudo, identificar a necessidade de intervenção e planejar as alterações. A Etapa 2 (Elaboração) consiste em elaborar e projetar o sistema, definindo o que será feito e como será operado. A Etapa 3 (Execução e Implantação) consiste na execução e implementação do projeto, atendendo as necessidades verificadas. Após estas etapas e decorrido o tempo necessário para a verificação, é preciso analisar os índices de atendimento.

Para que seja elaborada e implementada a solução mais adequada, é imprescindível conhecer os serviços de ITS. De acordo com o Departamento de Transportes dos Estados Unidos, deve haver uma integração entre as camadas da arquitetura de ITS.

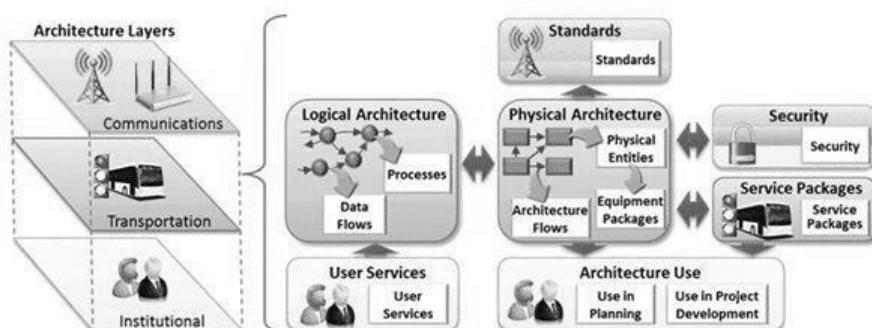


Figura 3: Arquitetura de ITS (U.S. DOT)

Existem 31 tipos de serviços que devem ser analisados e levados em consideração quando do planejamento da arquitetura do sistema ITS (Ribeiro, 2008). São eles:

- **Gerenciamento de Tráfego e Viagens:**
 Informação anterior à viagem (*Pre-trip Travel information*);
 Informação ao condutor simultânea à viagem (*En-route Driver Information*);
 Informações sobre rotas (*Route Guidance*);
 Reservas e combinação de viagens (*Ride Matching And Reservation*);
 Serviços de informação ao passageiro (*Traveler Services Information*);
 Controle de tráfego (*Traffic Control*);
 Gerenciamento de incidentes (*Incident Management*);
 Gerenciamento da demanda de viagens (*Travel Demand Management*);
 Controle e mitigação de emissão (*Emissions Testing and Mitigation*);
 Controle de cruzamentos rodoviários (*Highway Rail Intersection*).
- **Gerenciamento de Transporte Público:**
 Gerenciamento integrado do transporte público (*Public Transportation Management*);
 Transporte coletivo personalizado (*Personalized Public Transit*);
 Informação simultânea à viagem (*En-route Transit Information*);
 Segurança pública nos transportes (*Public Travel Security*).
- **Pagamento Eletrônico:**
 Serviços de pagamento eletrônico (*Electronic Payment Services*) – bilhetes de embarque em transporte público, estacionamentos, pedágios etc.
- **Operação de Veículos Comerciais:**
 Liberação eletrônica de veículos comerciais (*Commercial Vehicle Electronic Clearance*);
 Inspeção automatizada da segurança da via (*Automated Roadside Safety Inspection*);
 Monitoramento da segurança a bordo (*On-board Safety and Security Monitoring*);
 Processos administrativos para veículos comerciais (*Commercial Vehicle Administrative Processes*);
 Segurança de veículos de carga perigosa e resposta a incidentes (*Hazardous Materials Security and Incident Response*);
 Mobilidade de frotas (*Freight Mobility*).
- **Gerenciamento de situações de emergência:**
 Notificação de emergências e segurança pessoal (*Emergency Notification and Personal Security*);
 Gerenciamento de frota de emergência (*Emergency Vehicle Management*);
 Resposta a desastres e evacuação (*Disaster Response and Evacuation*).
- **Sistemas avançados de segurança veicular:**
 Prevenção de colisões longitudinais (*Longitudinal Collision Avoidance*);
 Prevenção de colisões laterais (*Lateral Collision Avoidance*);
 Prevenção de colisões em interseções (*Intersection Collision Avoidance*);
 Melhoria da visibilidade para evitar colisões (*Vision Enhancement For Crash Avoidance*);

Prontidão de segurança (*Safety Readiness*);
Desenvolvimento de dispositivos pré-colisão (*Pre-crash Restraint Deployment*);
Operação de veículos automatizados (*Automated Vehicle Operation*).

Como pode-se verificar, os sistemas ITS possuem vários âmbitos de atuação e são necessárias medidas interdisciplinares para que o funcionamento dos mesmos seja coeso.

3. REDUÇÃO DO TEMPO DE VIAGEM

O tema da mobilidade urbana vem sendo foco permanente de discussões no setor público e fora dele, dado o caos em que tem se transformado o trânsito de cargas e pessoas nas grandes e médias cidades brasileiras. Existem vários motivos de deslocamento de pessoas que não dizem respeito diretamente a relação de produção e consumo, como deslocamentos voltados ao lazer, ao turismo, a cultura, a busca por tratamentos de saúde, educação etc. Entretanto, grande parte dos deslocamentos se dá por motivos econômicos diretos. Assim, fica claro que a mobilidade urbana é um dos temas mais importantes no que tange a gestão da cidade. Ela é um dos fatores fundamentais para o desenvolvimento econômico, inclusão social e para a equidade de apropriação do espaço urbano, sendo determinante para a qualidade de vida dos habitantes de qualquer cidade (Vaccari e Fanini, 2011).

A duração das viagens executadas pelas pessoas afeta diretamente a sua percepção de mobilidade. Ao passo que uma pessoa que demora mais tempo para chegar ao trabalho, por exemplo, entende o deslocamento como cansativo, outra que demora menos, não tem a mesma percepção, podendo considerar a experiência como satisfatória. O tempo e o esforço indesejados gastos nesse tipo de atividade são considerados perdas com alto custo. Pesquisas feitas nos transportes públicos, de um modo geral, mostram que os usuários percebem a passagem do tempo, enquanto esperam um ônibus ou trem, como sendo de uma vez e meia a sete vezes mais lenta do que o tempo efetivamente gasto viajando no veículo (Guedes, 2005).

Além do fator humano, existem diversos agravantes econômicos, físicos e ambientais com o tempo de viagem excessivo. O aumento dos gastos com combustíveis e o decorrente ônus ambiental fruto das emissões veiculares são exemplos. Além disso, quanto mais tempo um indivíduo permanece em deslocamento no trânsito, mais indisposto e menos eficiente seu trabalho se torna. Assim, é imprescindível pensar em reduzir o tempo de viagens no cotidiano urbano.

Existem vários sistemas cujos objetivos consistem em reduzir o tempo de viagem. A seguir são listados alguns exemplos e como os mesmos impactam positivamente na mobilidade urbana:

- **Pedágios Automáticos:** O mecanismo consiste em um chip acoplado ao painel do veículo (automóveis, ônibus ou caminhões) para evitar filas em pedágios de estradas e estacionamentos. O mesmo permite a passagem pelas cancelas sem a necessidade de parada ou do manuseio de dinheiro.
O sistema pode ser melhorado, como por exemplo com a leitura automática das placas dos veículos, sem a necessidade de redução da velocidade.

- Corredores BRS: Consiste na criação de corredores específicos para ônibus (Bus Rapid Service), com o intuito de organizar o trânsito, priorizando faixas para o deslocamento dos referidos veículos. Isto reduz a interferência de outros veículos, estando estas restritas somente ao acesso a vagas e ruas quando necessário interferir nas vias específicas.
- Corredores BRT: Consiste na implantação de vias expressas exclusivas para ônibus articulados e biarticulados, com interferência com as vias mistas somente em algumas interseções. Isto reduz o tempo de viagem do ônibus BRT (Bus Rapid Transit) e torna o percurso mais seguro, com a redução da interface com outros veículos fora do sistema.
- Bilhetagem eletrônica: Consiste em utilizar cartões magnéticos (*Smart Cards*) para o acesso ao transporte público. Isto reduz o tempo em filas e o tempo de parada dos veículos. Além disso, aumenta a segurança, pois não há a necessidade do uso de dinheiro no local. O sistema tem outra vantagem: os operadores possuem grande número de informações de viagem através das catracas eletrônicas.
A integração modal e tarifária é imprescindível para a melhora do sistema.
- Sistema de câmeras: O monitoramento do tráfego a partir de câmeras e sensores de detecção de incidentes tem o objetivo de avaliar e atender com mais eficiência quando necessário. Um bom exemplo é o sistema de reconhecimento de incidentes presente o túnel Rebouças (RJ), que verifica um veículo parado e aponta a necessidade de remoção. Isso reduz o tempo de resolução do incidente e, assim, o congestionamento gerado.
- Condução automática de veículos: Veículos guiados de forma automática e em vias segregadas são mais seguros e eficientes, assim é fundamental sua aplicação integrada ao sistema urbano. O tempo de viagem é reduzido e a confiabilidade é aumentada.
- Sistema de informações aos usuários: Inclui todos os serviços desenvolvidos para subsidiar as decisões dos usuários antes e durante seu deslocamento, fornecendo informações como tempo e distância de viagem. Assim, o condutor ou passageiro pode planejar sua viagem a fim de reduzir o tempo de espera ou escolher a melhor rota evitando trechos congestionados.

A fim de que a estrutura do sistema seja integrada, proporcionando as melhores condições para condutores e passageiros, o ideal é que a arquitetura de ITS seja consistente e integrada.

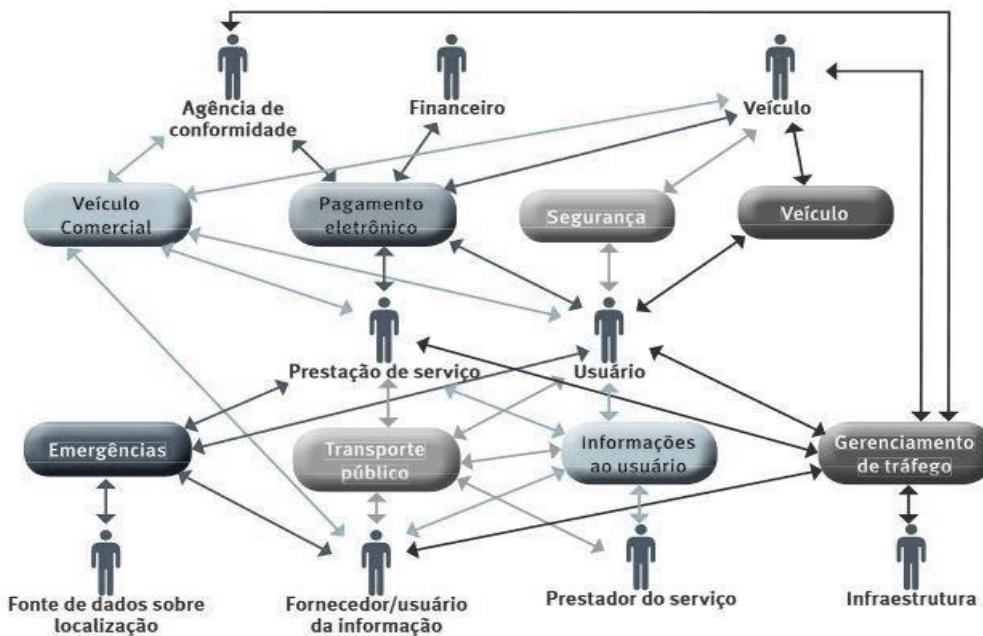


Figura 4: Integração do Sistema de ITS (ANTP, 2012)

4. PREVISÃO DO TEMPO DE VIAGEM

Existem alguns sistemas inteligentes cujo foco é a previsão do tempo de viagem. Com o aumento significativo do número de pessoas com aparelhos celulares e dispositivos móveis com conexão à internet nas cidades, vários aplicativos foram criados no intuito de conectar os usuários do transporte e oferecer mecanismos de planejamento de viagens.

Um dos aplicativos para dispositivos móveis com esta finalidade mais usados de 2008 a 2013 foi o Waze. Sua tecnologia é baseada na navegação por satélite, mas o mesmo não consiste em apenas um software navegador GPS tradicional, mas é uma aplicativo-comunidade. Isto é interessante em um mundo cada vez mais conectado, no qual o usuário tem disponibilidade de saber as condições de tráfego em qualquer local do planeta, inclusive dialogando com os outros usuários. De acordo com Y. Xiao, H.K. Lo (2016), as informações de trânsito compartilhadas em redes sociais têm grande impacto na tomada de decisão dos horários de saída dos locais dos próximos usuários. Nota-se, então, a grande influência destes sistemas, bem como a necessidade de ampliação e aprofundamento dos estudos sobre os mesmos.

O aplicativo funciona como um roteador GPS, mas com o diferencial da possibilidade de enviar informações em tempo real, que são repassadas a todos os usuários conectados. Para que os dados dos veículos sejam fornecidos ao software, basta deixar o aplicativo conectado e o mesmo envia ao servidor dados de velocidade e localização dos veículos dos usuários (anonimamente). Com isso, o mesmo calcula a velocidade média do trânsito (de acordo com o tempo gasto no decorrer do trajeto) onde o veículo se encontra e informa aos outros usuários que descreverão a mesma rota.

Devido a essa grande interatividade e possibilidade de os próprios usuários disponibilizarem dados de novas rotas, o aplicativo tornou-se menos confiável. Em 2013, após a compra do aplicativo pelo Google (integrado ao Google Maps), o mesmo passou a oferecer não só dados físicos de rotas (distâncias e trajetos), mas também dados das condições de tráfego

(congestionamentos, acidentes, radares de velocidade, tempo de viagem de acordo com os trechos selecionados e com as condições no momento etc.). Assim, sendo o Google Maps um software “fechado”, regulado pelos desenvolvedores, as informações tornaram-se mais confiáveis e objetivas.

Os dois sistemas continuam existindo separadamente, o que é interessante pois cada um possui seu nicho. O Waze costuma ser usado por pessoas mais jovens devido à sua aparência amigável e possibilidade de interação com outros usuários, principalmente através de mídias sociais, como o Facebook. Já o Google Maps é mais usado por usuários que prezam pela rapidez e objetividade das informações.



Figura 5: Aplicativo Waze (captura de tela através de smartphone)

Além de informações do trânsito, o Google Maps utiliza dados recebidos, por exemplo pela FETRANSPOR no Rio de Janeiro, para definir as melhores linhas de ônibus a serem utilizadas de acordo com os trajetos selecionados, bem como o tempo de viagem (estimativa feita utilizando os dados dos GPS dos ônibus e dos usuários), o tempo de espera nos pontos de parada (prevê quanto tempo o veículo demorará para chegar onde o usuário se encontra). Inclusive, o aplicativo informa quanto o passageiro irá gastar na viagem, anunciando o valor das tarifas comerciais dos ônibus utilizados. Através do Google Maps é possível planejar a viagem incluindo também o gasto de tempo com paradas a um posto de gasolina, por exemplo, pois o mesmo seleciona e aponta o menor trajeto do ponto em que o motorista se encontra até o posto mais próximo.

Atualmente, o aplicativo também apresenta conectividade com aplicativos externos como 99 Táxis e Uber, facilitando ainda mais a mobilidade dos usuários com o auxílio de uma única plataforma.

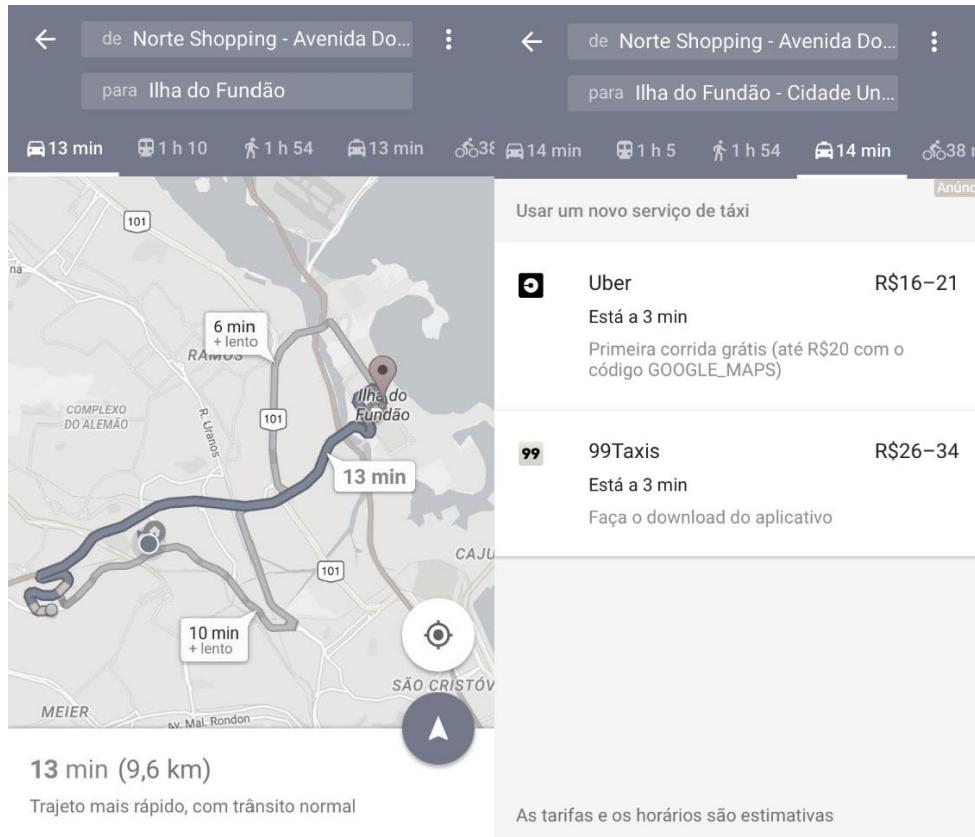


Figura 6: Aplicativo Google Maps (captura de tela através de smartphone)

Para o transporte público, mais especificamente para o uso do modal ônibus, existem aplicativos regionais, como o RioBus, que cruza dados fornecidos pela Prefeitura do Rio de Janeiro e a FETRANSPOR. Da mesma forma, existem os aplicativos Buus, Busão Carioca e o Vá de ônibus.

Outros sistemas, como o Twitter, de acordo com Yiming , G., Zhen, Q., Feng, C. (2016), também constituem ferramenta importante para a obtenção de dados e informações de tráfego. Além disso, sendo uma plataforma aberta, seria fácil a obtenção de dados por órgãos públicos, diferentemente de aplicativos fechados como Waze e Google Maps. Assim, o problema encontra-se justamente nesta diversidade das bases de dados, sendo intrínseca a uniformização das informações, bem como dos próprios dados disponíveis para consulta. Além disso, é intrínseca a interação entre entes públicos e privados em busca de melhorias para o tráfego urbano de forma geral.

Outro obstáculo que ainda existe para o maior uso destes dispositivos é a questão da conectividade. Nos grandes centros urbanos, existe uma qualidade até certo ponto satisfatória de fornecimento de internet móvel (3G-4G) pelas operadoras de telefonia, mas fora dos mesmos existe a barreira do alcance do sinal. Além disso, existe a questão da segurança, uma vez que não se pode utilizar um dispositivo móvel em qualquer local sem que haja o temor da ocorrência de assaltos e furtos, por exemplo.

Uma alternativa para estes entraves para os carros particulares seria a melhor conexão dos automóveis com os dispositivos GPS integrados, para que não seja necessário o

acompanhamento do trânsito pelo smartphone. Para os usuários do transporte público, seria investir em iCenters (com painéis interativos, por exemplo) em pontos estratégicos de acesso. Além disso, painéis eletrônicos podem ser colocados em locais específicos, informando as condições do trânsito nas principais vias, bem como a velocidade média e o tempo de percurso (como existe hoje na Ponte Rio-Niterói, por exemplo), bem como painéis informativos nos pontos de ônibus (informando a localização dos ônibus que farão a parada naquele local, bem como o tempo para que os mesmos cheguem ao mesmo).

Outra sugestão para futuros estudos seria a viabilidade de implementar-se um sistema que avise de forma off-line os usuários sobre as condições do tráfego em suas rotas mais frequentemente utilizadas, como, por exemplo, através de mensagens SMS (através do celular). O usuário poderia cadastrar em algum aplicativo específico o horário de saída de casa para o trabalho (e a volta), bem como o trajeto mais comumente utilizado, e receber informações nestes horários sobre as condições do trânsito, para que seja possível prever o tempo de viagem e efetuar a programação da mesma sem que seja necessário o uso da internet.

CONCLUSÃO

Os ITS têm grande importância para a gestão do tráfego urbano e o seu bom entrosamento com o cotidiano da população. Assim, é fundamental que os mesmos sejam bem planejados, implementados e operados, não só pelo governo, mas com o auxílio das empresas privadas, a fim de gerar ambientes que satisfaçam cada vez mais a mobilidade, a segurança, a rapidez dos serviços e o bem-estar geral.

Estes sistemas estão sendo cada vez mais implementados no Brasil, porém de forma difusa e sem a devida conectividade e integração entre os modais e seus operadores, sendo essencial que sejam implementados de forma eficaz, como ferramenta crucial para o desenvolvimento do referido ambiente.

Os sistemas voltados à previsão do tempo de viagem têm papel fundamental na mobilidade urbana, principalmente com o uso de aplicativos móveis, desde que a conectividade dos usuários seja satisfatória. Assim, é imprescindível integrar cada vez mais o sistema de trânsito ao usuário e pensar em formas de receber e enviar informações ao mesmo de forma direta e sem a dependência de mecanismos ligados propriamente à internet.

Agradecimentos

A autora agradece as sugestões recebidas de professores e colegas, que permitiram aprimorar o texto e focar no real objetivo do presente artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batista, C. (2013) Sistemas Inteligentes de Transporte: Uma Abordagem Voltada ao Contexto – *ABEPRO/XXXII ENEGEP* – Salvador/BA
- Comissão de ITS da ANTP (2012) *Sistemas Inteligentes de Transportes – Série Cadernos Técnicos – Volume 8*
- Guedes, C. (2005) A Percepção do Usuários Sobre o Tempo de Viagem no Metrô-SP – *XV Congresso de Transporte e Trânsito – ANTP – GO*
- ITS Related Organizations (acesso em 23 de maio de 2016) – http://www.its-jp.org/english/links_e
- Lendzion, M. (2013) *Apostila do curso de Sistemas de Transportes. Departamento de Transportes – UFPR*
- Meirelles, A. (1999) Sistemas de Transportes Inteligentes: aplicação da telemática na gestão do trânsito urbano. *Revista iP*, Ano 1, Ed.1 – Belo Horizonte/MG

- Ribeiro, P.C. (2008) Apostila do curso de Sistemas Inteligentes de Transportes. Departamento de Transportes – UFRJ
- Setti, J.; Sória, M. (1997) Como preparar um Trabalho para Apresentação no Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. ANPET – v.5, n.1.
- U.S. DOT (acesso em 23 de maio de 2016) <https://www.standards.its.dot.gov/LearnAboutStandards/NationalITSArchitecture>
- Vaccari, L; Fanini, V. (2011) *Mobilidade Urbana – Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar* – CREA-PR
- Vianna, G. (2007) *O Mito do Rodoviarismo Brasileiro, 2ª Ed*, NTC&LOGÍSTICA – São Paulo/SP
- Y. Xiao, H.K. Lo (2016) Day-to-day departure time modeling under social network influence - *Transportation Research Part B* - <http://dx.doi.org/10.1016/j.trb.2016.05.006>
- Yiming, G.; Zhen, Q.; Feng, C. (2016) From Twitter to detector: Real-time traffic incident detection using social media data - *Transportation Research Part C* - <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2016.02.011>

Lívia Brito Jambo (livia.jambo@pet.coppe.ufrj.br)
Programa de Engenharia de Transportes – PET/COPPE – Universidade de Federal do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia, Bloco H, Cidade Universitária – Rio de Janeiro/RJ

REVISÃO DA LITERATURA SOBRE OS IMPACTOS DOS PROGRAMAS DE COMPARTILHAMENTO DE BICICLETA E CARRO NO MEIO URBANO

**André Borges Randolpho Paiva
Suzana Kahn Ribeiro (Orientadora)**

Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE – Programa de Engenharia de Transporte

RESUMO

Este artigo tem como objetivo identificar as contribuições na literatura a respeito dos impactos dos programas de compartilhamento de bicicleta e carro, no meio urbano, através de uma revisão nas bases de dados Google Acadêmico e "ScienceDirect". Para melhor compreensão dos resultados e contextualização do tema, o resultado da revisão é discorrido no desenvolvimento deste trabalho dividido entre estudos sobre Programas de Bicicleta Compartilhada e Programas de Carro Compartilhado, e posteriormente, subdividido entre impactos ambientais, econômicos e sociais. Os resultados deste artigo demonstram que ainda há poucos estudos da área no Brasil. A grande maioria de pesquisas identificadas é produzida nos Estados Unidos, e os principais pontos identificados como impacto dos sistemas de compartilhamento é de cunho ambiental, na relação de posse e uso de carro, e na utilização do transporte público.

ABSTRACT

This article aims to identify the contributions in the literature regarding the impact of bikesharing and carsharing programs in the urban transport environment, through a literature review on Google Scholar and "ScienceDirect" databases. To better understand the results and the contextualization, the outcome of the review is discussed in the development of this paper, divided in studies on bikesharing and carsharing programs, and subsequently divided on environmental, economic and social impacts. The results of this paper illustrate that there are few studies in the area, particularly in Brazil. The vast majority of identified research is produced in the United States and the main impacts identified in this study are: environmental, in car ownership and use, and in public transport.

PALAVRAS CHAVE

Impactos Bicicleta Compartilhada, Impactos Carro Compartilhado, Revisão compartilhamento em transportes

1. INTRODUÇÃO

De acordo com estimativas das Nações Unidas, a porcentagem da população urbana mundial irá crescer de 54% em 2014 para 66% em 2050, atingindo o número de seis bilhões de pessoas nas cidades (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2014). A essa tendência de urbanização, se somam alguns fatores como a escassez de recursos, digitalização e preocupação ambiental, que incentivam a população urbana a utilizar meios

alternativos de transportes como o compartilhamento (Shaheen e Cohen, 2013; Horstkötter et al., 2014).

Outro importante fator para a busca de meios sustentáveis de transportes é a análise da projeção das consequências do engarrafamento nas grandes regiões metropolitanas pelo mundo. Estima-se que em 2030, os custos diretos e indiretos de congestionamento nos Estados Unidos, Reino Unido, França e Alemanha irão passar de 290 bilhões de dólares, e as emissões equivalentes de C0₂, em termos monetários, será de 1,5 bilhões de dólares, nesses mesmos países (Cebr, 2014).

Acompanhando essa tendência, os programas de compartilhamento em transporte vêm ganhando força desde o início do milênio, apresentando um rápido crescimento nesse período, com novos sistemas sendo implantados em todo o mundo. O princípio desse modo de transporte é bem simples: o usuário dispõe dos serviços de transporte privado, como o carro e a bicicleta, mas sem possuir a responsabilidade e custos relativos à propriedade do ativo (Shaheen e Cohen, 2013).

Existem, atualmente, cerca de mil programas de bicicleta compartilhada em todo o mundo com a frota total de aproximadamente um milhão e 270 mil bicicletas, sendo que algumas cidades dispõem de mais de um programa devido a complexidade urbana e as diferentes modalidades de contratação e prestação de serviços (Meddin, 2016). Enquanto que os sistemas tradicionais de carro compartilhado “one-way” e “return”, até 2014, já dispunham de cerca de 100 mil veículos e cinco milhões de usuários (Shaheen, 2016).

Apesar do rápido crescimento, pouco ainda é encontrado na literatura a respeito dos impactos reais que o compartilhamento traz à sociedade. Diante desse cenário, esse artigo tem como objetivo realizar uma revisão na literatura recente sobre os impactos de programas de compartilhamento de bicicleta e carro já implantados, e analisar a quantidade de estudos e suas origens, avaliar a literatura nacional a respeito do tema e obter informações que possam direcionar futuros estudos na área.

Como resultado, a revisão confirmou a escassez de estudos a respeito dos sistemas de compartilhamento em transporte, sendo a maioria realizada nos Estados Unidos, Canadá e Europa. É também observado que no Brasil ainda é limitado o estudo na área, levando a necessidade no futuro de pesquisas sobre os impactos dos recém-implantados sistemas de compartilhamento brasileiros, com foco no potencial de redução do uso de energia e de redução da emissão de gases do efeito estufa, dois importantes impactos na busca pela mobilidade sustentável.

O artigo está organizado em cinco seções, que inclui a introdução. A seção dois apresenta a metodologia aplicada e os resultados da busca. As descrições dos impactos observados serão discorridas nas seções três e quatro para os programas de bicicleta compartilhada e carro

compartilhado, respectivamente. E por fim, a seção cinco apresenta as conclusões desse artigo, com os agradecimentos e as referências em seguida.

2. METODOLOGIA EMPREGADA

A revisão da literatura aqui estudada tem como foco a literatura recente sobre os impactos ambientais, sociais, econômicos e no uso do carro e transporte público, dos programas de bicicleta e carro compartilhado, pois foi identificada pelo autor uma rápida evolução desses sistemas de compartilhamento em transporte nos últimos anos. Devido a numerosas implantações dos sistemas até o final da primeira década do século XXI, as pesquisas englobam artigos publicados de 2011 até o final de 2015, pois estes se mostram mais relevantes por trabalhar com dados reais obtidos de grande número de programas implantados.

Foram analisados artigos coletados por uma busca em português e inglês no banco de dados do Google Acadêmico e do “ScienceDirect”, que englobam os principais periódicos internacionais sobre o assunto, utilizando-se os seguintes termos de busca: “impacto” + “bicicleta compartilhada”; “bike share impacts”; “bike sharing impacts”; “bikeshare impacts”; “benefits of bikeshare”; “impacto” + “carro compartilhado”; “car sharing impacts” e “carsharing impacts”. O termo foi separado para a busca em português devido a falta de estudos na área no Brasil, talvez por ainda não ser consolidado o compartilhamento de transporte nas cidades brasileiras.

Em seguida, foram selecionados os artigos a partir dos seguintes critérios: que tratam de qualquer impacto causado pelos programas de bicicleta e carro compartilhados já existentes em meio urbano, seja ele de âmbito ambiental, econômico ou social; e metodologia de pesquisa clara, seguido de resultados e avaliações do autor coerentes. Após a seleção, cada artigo foi analisado no que se refere aos impactos e, estes, descritos neste trabalho, com o objetivo de se identificar possíveis lacunas na literatura para futuras análises de impacto dos programas de compartilhamento em transporte.

De acordo com a metodologia empregada, foram obtidos 148 artigos como resultados da busca, e desses, apenas 14 artigos não repetidos se mostraram dentro do tema proposto e com a devida relevância, sendo sete deles sobre impactos de programas de bicicleta compartilhada (PBC) e sete sobre impactos de programas de carro compartilhado (PCC).

Os impactos mais recorrentes e relevantes observados na literatura dos impactos da bicicleta são: econômico, ambiental, na saúde, redução de acidentes e no uso do carro e transporte público. Já em relação aos programas de carro compartilhado, são identificados como principais impactos: econômico, ambiental e mudanças no uso do carro e transporte público. As tabelas 1 e 2 a seguir resumem o resultado da busca.

Tabela 1: Artigos encontrados na literatura sobre bicicleta compartilhada e os impactos.

| Impacto | Artigos |
|-----------------------------------|---|
| Econômico | Gardner e Gaegau (2014); Ricci (2015). |
| Ambiental | Fishman et al. (2014); Ricci (2015). |
| Saúde | Fishman (2015). |
| Acidentes | Fishman (2015); Graves et al. (2014). |
| Uso do carro e transporte público | Fishman et al. (2014); Miñano e dos Santos (2015); Ricci (2015); Martin e Shaheen (2014); Ricci (2015). |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2: Artigos encontrados na literatura sobre carro compartilhado e os impactos.

| Impacto | Artigos |
|-----------------------------------|---|
| Econômico | Duncan (2011) |
| Ambiental | Baptista et al. (2014); Martin e Shaheen (2011a); Namazu e Dowlatabadi (2015) |
| Uso do carro e transporte público | Baptista et al. (2014); Martin e Shaheen (2011b); Stasko et al. (2013); Trépanier et al. (2013) |

Fonte: Elaborado pelo autor.

3. REVISÃO SOBRE OS IMPACTOS DOS PROGRAMAS DE BICICLETA COMPARTILHADA (PBC)

A grande maioria dos estudos de impacto dos PBC foi feita nos Estados Unidos e na Europa, publicados por periódicos internacionais, portanto, os impactos descritos neste artigo serão analisados nessas regiões. Os principais impactos pesquisados na literatura podem ser categorizados como: econômico, ambiental, na saúde, redução de acidentes e no uso do carro e transporte público.

3.1. ECONÔMICO

Os benefícios econômicos dos PBC podem ser observados tanto em macro quanto em micro níveis. Intuitivamente, observa-se que o custo de taxas e de uso das bicicletas públicas é muito mais baixo do que alternativas de transporte como o carro e taxi, por exemplo. E também se pode observar que, em âmbito local, as pessoas tendem a ter mais liberdade para fazer paradas e eventuais compras se estiver de bicicleta, se comparado aos modos motorizados.

Estudos americanos indicam que os custos de operação de um veículo privado são aproximadamente de U\$9,122/ano, enquanto que os custos por usuário de um sistema de bicicleta pública na mesma região geralmente é abaixo de U\$100/ano, e pesquisas com usuários de PBC atestam uma economia de cerca de U\$800 por ano nos custos totais de viagem, e geralmente as viagens de taxi deixam de ser feitas pela substituição da bicicleta (Gardner e Gaegau, 2014).

Outro benefício econômico dos PBC é o aquecimento da economia ao redor das estações dos sistemas de bicicleta. De acordo com Ricci (2015), dois estudos americanos apontam para essa tendência, mostrando que cerca de 25% dos usuários do sistema gastam mais dinheiro no comércio local do que antes, e que 60% dos comerciantes locais veem como benefício ou posição neutra a remoção de estacionamento público para a instalação de estações de bicicleta compartilhada. Outro estudo, também nos Estados Unidos, mostra que quando instalada uma estação do sistema em zonas comerciais, comerciantes experimentaram um aumento total de U\$29.000,00 de abril a novembro em suas vendas (Ricci, 2015).

Dados como esses destacam oportunidades de parcerias entre lojas locais e sistemas de bicicleta pública, através de patrocínio e incentivos. Principalmente para financiamento de novos PBC, que poderiam se iniciar através de iniciativas deste tipo, começando em áreas centrais das cidades, por exemplo (Gardner e Gaegau, 2014).

3.2. AMBIENTAL

A grande maioria dos artigos que tratam do impacto ambiental dos PBC tende a estimar uma grande redução de CO₂ liberado na atmosfera, porém muitos estudos partem do princípio de que toda viagem feita por usuários e toda quilometragem quantificada é um ganho, sem uma análise mais aprofundada dos reais cenários possíveis (Ricci, 2015).

Dentre os artigos sobre o tema, um merece maior atenção, por se aproximar mais ao real impacto ambiental dos PBC em Melbourne, Washington D.C., Minnesota e Londres. Em seu estudo, Fishman et al. (2014) realizaram uma pesquisa entre os usuários para saber a real quantidade dos que migraram do transporte privado de carro para a bicicleta compartilhada. Além disso, foi contabilizada a distância percorrida pelos caminhões de redistribuição das bicicletas no sistema. A redistribuição é feita através de caminhões que levam as bicicletas de estações lotadas para estações vazias. Os seus resultados mostram que dependendo da cidade que o sistema opera, as emissões de CO₂ dos caminhões de redistribuição pode ser maior do que as que deixam de ser emitidas pelos carros que migraram para a bicicleta. Onde já se tem um transporte público com alta taxa de uso e transporte individual motorizado com alta taxa, as emissões aumentaram com a implantação do sistema de bicicleta.

3.3. SAÚDE DO USUÁRIO

Estudos sobre o impacto na saúde dos usuários de PBCs são ainda limitados. Na única referência encontrada nesta revisão, Fishman (2015) identificou que os estudos são focados em obter resultados em relação à atividade física, acidentes e exposição à poluição do ar. Os resultados obtidos mostram diminuição de risco de doenças de coração para homens mais velhos, diminuição de depressão entre as mulheres e em relação à poluição do ar, as taxas nos

corredores de bicicleta se mostraram satisfatórios, não havendo impacto nos usuários por conta da poluição.

3.4. NÚMERO DE ACIDENTES

A partir do grande crescimento dos PBCs no mundo, a percepção geral em relação a segurança dos ciclistas era de que esse aumento do uso causaria também um aumento dos incidentes relacionados à bicicleta. Fishman (2015) enfatiza a grande preocupação internacional em relação à segurança dos PBC, e o debate entre a mídia e a academia, que recentemente começou a fazer estudos a respeito. Esse debate ganhou maior relevância com um estudo feito por Graves et al. (2014), nos Estados Unidos, comparando número de ciclistas feridos envolvendo algum tipo de acidente. O autor coletou dados de ferimentos a ciclistas em hospitais de cinco cidades com PBC e cinco cidades sem o sistema, em um período de 24 meses antes da implantação dos sistemas e 12 meses após a implantação do sistema. Os resultados da pesquisa são fornecidos na figura 1 como forma de ilustração.

Esses dados reportados por Graves et al. (2014) são significativos, considerando que a quantidade de ciclistas nestas cidades sofreu um aumento após a implantação do sistema, mostrando que o aumento de ciclistas não levou ao crescimento de acidentes, muito pelo contrário, foi constatado uma diminuição no número de ciclistas feridos (Fishman, 2015).

Na primeira avaliação multi-cidade de segurança ao ciclista, foram analisados dados de feridos e de quilômetros viajados de 2013, em cidades que possuem PBC dos Estados Unidos, Europa e Austrália. Somente uma morte foi reportada em Londres no uso da bicicleta pública, sendo a taxa baixa demais para se comparar estatísticas. O estudo mostrou que nesse ano, houve 1,9 e 0,3 ferimentos leves e graves por milhão de quilômetro viajado nas bicicletas compartilhadas, números baixos se comparados ao uso da bicicleta privada (Fishman, 2015).

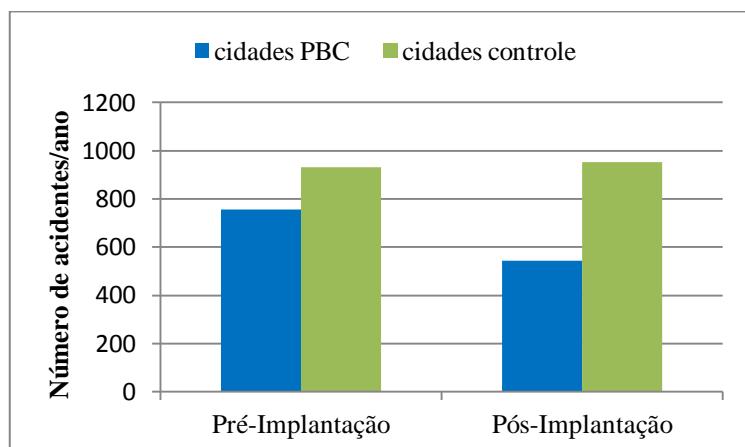


Figura 1: Ferimentos de todos os tipos, cidades com PBC e cidades sem PBC (Controle) Fonte: Graves et al., 2014

Fishman (2015) atribui a baixa taxa de ferimentos aparentemente ao fato que a bicicleta pública não atinge maiores velocidades e possivelmente elas são mais visíveis aos motoristas de veículos motorizados, além da maior percepção de respeito ao ciclista em bicicleta compartilhada.

3.5. USO DO CARRO E TRANSPORTE PÚBLICO

Ao se pensar nos PBC como alternativa de transporte urbano, não se pode deixar de se atentar ao impacto que as viagens de bicicleta terão na quantidade das viagens de outros modos e também ao transporte público em geral. Intuitivamente, tende-se a atribuir imediatamente a redução de viagens de carro com a aparição das bicicletas públicas. Mas estudos recentes mostram que a realidade não é tão linear quanto esse pensamento.

No estudo comparativo entre diferentes cidades do mundo, Fishman et al. (2014) encontraram grandes diferenças na migração do uso do carro para a bicicleta pública. Por exemplo, entre os usuários do PBC, 21% migraram das viagens de carro para bicicleta em Brisbane, enquanto que apenas 2% em Londres. Isso se dá a alta participação do transporte público em Londres se comparado a Brisbane, evidenciando também a grande migração dos usuários de bicicleta compartilhada retirados do transporte público: quase 60% para Londres e pouco mais de 40% em Brisbane (Fishman et al., 2014). As maiores taxas de migração para o PBC em todas as cidades foram do transporte público e dos deslocamentos a pé (Fishman et al., 2014). O que pode ser interpretado como forma de redução da lotação em transportes públicos e maior comodidade para as pessoas que preferem não viajar através de modos motorizados.

Outro fator a ser levado em consideração quando se analisa a mudança do carro para a bicicleta pública, é a redistribuição da frota de bicicleta entre as estações, necessária para manter a qualidade da operação e a atratividade do sistema. Porém, o reposicionamento da frota é feito através de caminhões que levam as bicicletas de estações lotadas para estações vazias, e isso gera impacto ambiental que deve ser levado em conta na análise de quilômetros rodados pelo sistema. Fishman et al. (2014) compararam a redução que o PBC trouxe pela redução de carros na rua e o aumento das viagens de carros de redistribuição de bicicletas do sistema, para diferentes cidades no mundo. Os resultados podem ser observados na figura 2, onde se constata que a estimativa de quilômetros rodados pelos carros de redistribuição é maior do que a estimativa de quilômetros reduzidos pela troca modal a partir do carro, fato ocorrido por Londres ter pouca participação de usuários que trocaram o carro pela bicicleta.

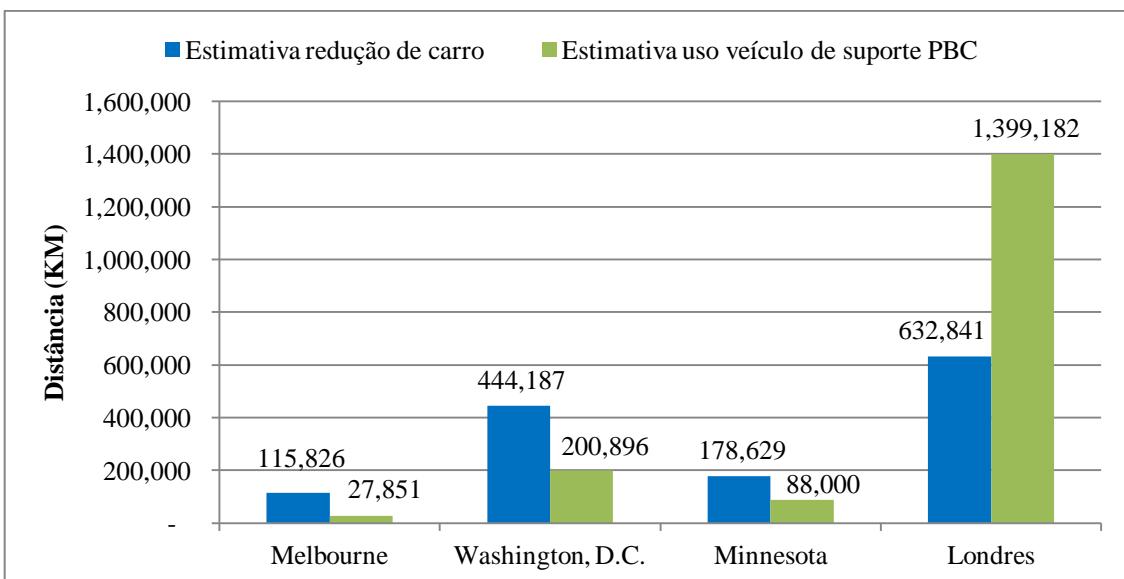


Figura 2: Estimativa da redução do uso do carro e uso de veículos para suporte do sistema
Fonte: Fishman et al., 2014

Quanto à conectividade com os transportes públicos, os PBC podem atuar tanto como estimulador como substituto. Os padrões obtidos, em relação ao transporte público, são uma reunião de vários fatores locais urbanos e dos sistemas implantados. Alguns estudos vêm sendo conduzidos na análise desse impacto e Ricci (2015) fez uma análise da relação entre o uso da bicicleta pública e a possível relação de conectividade ou substituição dos transportes de massa.

Nas cidades de Londres, Washington, D.C. e Paris, os estudos indicam números significativamente maiores de viagens em estações de bicicleta próximas às estações de trem e metrô. Os dados devem ser analisados com base na atratividade das estações de bicicleta próximas às de trem e metrô, e na produção de viagens das estações em zonas residenciais. Enquanto que em Dublin e Montreal, usuários reportaram alta taxa de viagens sem conexão com o transporte público, mostrando a variação de resultados para diferentes cidades (Ricci, 2015).

Já Martin e Shaheen (2014) fizeram uma análise das cidades de Washington D.C. e de Minneapolis, e concluem que em regiões pouco favorecidas de transporte de curta distância, mas com ampla rede de trem, tendem a ter mais viagens atraídas por transporte público, conectadas pela bicicleta. Por outro lado, em cidades grandes com ampla rede de metrô e ônibus instalada, os PBC substituem as viagens de transporte público para bicicleta.

Miñano e Dos Santos (2015) reportaram a única publicação no Brasil sobre impacto de bicicleta compartilhada encontrada nessa revisão, a partir de dados da Serttel (operadora dos principais PBC do Brasil), que entre os usuários de bicicleta pública houve uma redução de

23% das viagens de carro e 29% das viagens feitas por transporte público. Nesse estudo é feita a comparação desses dados com os Europeus, porém não se especifica a metodologia empregada.

4. REVISÃO DOS IMPACTOS DOS PROGRAMAS DE CARRO COMPARTILHADO (PCC)

No caso dos PCC, dos sete artigos relevantes encontrados, seis são da América do Norte e apenas um da Europa. Os Estados Unidos e Canadá vêm investindo muito da mobilidade em transporte privado individual, desde a segunda metade do século passado, por isso a implantação de sistemas de carro compartilhado é mais próxima da realidade das cidades na América do Norte, e, portanto os estudos desses sistemas são mais concentrados nessa região. E os impactos encontrados na literatura a respeito dos PCC são: econômico, ambiental e mudanças no uso do carro e transporte público.

4.1. ECONÔMICO

Apenas um trabalho se dedica ao impacto econômico dos sistemas de carro compartilhado. Duncan (2011) compara os gastos de viagens pendulares na área de São Francisco, e observa que um terço dos residentes da área poderiam se beneficiar economicamente adotando o sistema de carro compartilhado, proporção essa de pessoas que moram próximas ao destino. Porém, o autor ressalta que outros fatores ainda influenciam a escolha da troca do veículo privado para o compartilhado, como as preferências pessoais, características demográficas, entre outros.

4.2. AMBIENTAL

No único estudo europeu sobre impacto de carros compartilhados, Baptista et al. (2014) exploraram os dados do programa instalado em Lisboa e compararam cenários do sistema com carros convencionais, carros híbridos e carros elétricos. Foi constatada uma redução de até 0,6 kg de CO₂ por quilômetro rodado pelos carros do sistema nos cenários de carros híbridos e elétricos, o que significa uma redução de 35% para carros híbridos e 65% para carros elétricos. Os autores ressaltam que o custo inicial do programa se encarece pelo fato dos carros híbridos e elétricos custarem 82% e 150% a mais que carros convencionais, respectivamente.

Nos Estados Unidos e Canadá, estudos indicam que as emissões de gases do efeito estufa (GEE) sofrem uma diminuição entre a população que utiliza sistemas de carro compartilhado, resultado obtido a partir do aumento de emissões dos usuários que não possuem carro, somando-se à diminuição das emissões dos que possuem carro (Martin e Shaheen, 2011).

Apesar da população que não possui carro ser metade do total de usuários, a minoria que possui carro e trocou pelo compartilhamento consegue balancear o cenário, resultando nesse efeito positivo.

Martin e Shaheen (2011) concluíram que dentre os 378 mil usuários registrados dos PCC estudados, foram evitados entre 158 mil e 224 mil t GEE/ano. A variação se deve ao fato de que há certa dependência do resultado em relação ao número de usuários que são ativos quanto ao uso do sistema. Não é possível estimar o número exato de usuários que são inscritos, mas não inativos, pois estes não responderam os questionários para a elaboração da pesquisa, e então foram estimados entre 15% a 40%, de acordo com a experiência dos provedores dos sistemas.

Tabela 3: Redução da emissão de acordo com parcela inativa dos usuários.

| Parcela inativa | Total de usuários ativos | Emissão anual (t GEE/ano) |
|-----------------|--------------------------|---------------------------|
| 15% | 267232 | -224000 |
| 20% | 251512 | -211000 |
| 25% | 235793 | -198000 |
| 30% | 220073 | -185000 |
| 35% | 204354 | -172000 |
| 40% | 188634 | -158000 |

Fonte: adaptado de Martin e Shaheen (2011).

Namazu e Dowlatabadi (2015) abordam outro fator interessante na redução dos GEE devido aos PBB. Seus estudos indicam que um terço das emissões é evitado apenas pelo fato de carros compartilhados serem mais novos e modernos do que os carros privados, independente da troca modal e mudança de comportamento dos usuários.

4.3. USO DO CARRO E TRANSPORTE PÚBLICO

Dentre as principais referências, a análise de “Vehicle’s Kilometers Traveled” (VKT), ou Quilômetros Viajados pelo Veículo, em português, se mostra unânime para a avaliação dos impactos dos PCC na malha urbana.

No estudo dos impactos do sistema de Quebec, Trépanier et al. (2013) obtiveram resultados interessantes em relação ao uso do táxi, veículo privado e a posse de veículo privado. Foi observada maior motivação para o uso de transporte ativo e público, redução no uso de táxi e aluguel de veículo tradicional e estima-se que cada carro da frota do sistema substituiu 18 veículos privados. E no balanço entre o aumento de VKT de quem não possuía um antes da implantação do sistema com a diminuição de VKT das pessoas que passaram a usar menos o modal do veículo privado, observou-se a diminuição de 2.347.450 VKT no ano de 2010.



21 e 22 de setembro de 2016

Rio de Janeiro

Outro estudo que levou em conta o VKT foi conduzido nos Estados Unidos e Canadá, onde se observou uma redução do índice em regiões com densidade populacional abaixo de 10.000 pessoas por quilômetro quadrado, demonstrando bons resultados para áreas pouco densas, enquanto que para áreas mais densas, outros fatores podem influenciar na análise. Em geral, se observou uma diminuição no uso do automóvel privado em torno de 30% entre os usuários, aumentando o uso da bicicleta, deslocamentos a pé e transporte público, caracterizando um novo padrão de viagens à parcela da população atendida pelo PCC (Martin e Shaheen, 2011).

O último estudo identificado nos impactos de padrão de mobilidade foi realizado em Ithaca, Nova York. Stasko et al. (2013) identificaram que houve uma redução local de 15,3 veículos privados para cada carro compartilhado do sistema. Essa redução de veículos levou também à observação da redução da necessidade de estacionamento perto de residências e polos geradores de viagens, com exceção ao comércio. Nessa mesma pesquisa, os autores constataram que o padrão de uso do carro compartilhado de estudantes universitários que moram fora do campus é similar aos demais usuários, assim como demais regiões dos Estados Unidos.

5. CONCLUSÕES

Apesar do grande crescimento dos programas de compartilhamento na área de transporte, poucos estudos foram realizados até então, pelo fato desse crescimento ser muito recente e pela pouca obtenção de dados relevantes para o estudo do assunto. A revisão da literatura pode identificar que, até então, as pesquisas são predominantemente realizadas nos Estados Unidos e Europa, para Programas de Bicicleta Compartilhada, devido à maior disponibilidade de programas e facilidade de obtenção de dados. Já os Programas de Carro Compartilhado são mais bem analisados nos Estados Unidos e Canadá, sendo identificada maior aptidão a esse sistema nesses países, que já têm melhor infraestrutura para carros, uma vez que as políticas de transporte são voltadas para o veículo privado desde a segunda metade do século XX nesses países.

Como resultado da revisão, pode-se observar que os principais impactos dos programas de compartilhamento de bicicleta e carro estudados por especialistas são: ambiental, econômico, no uso e posse do carro e no transporte público. O estudo expõe a grande importância de se fazer análises completas dos sistemas de compartilhamento, somando-se aspectos positivos e negativos, para melhor entender e tornar os resultados das análises dos impactos mais próximos à realidade e imparciais.

Diante do aumento dos programas e da relevância nas grandes cidades brasileiras, é recomendada a análise dos dados dos sistemas de compartilhamento no Brasil em pesquisas futuras. Principalmente com foco no potencial de redução de energia e emissões de gases do efeito estufa do setor de transporte.

REFERÊNCIAS

- Baptista, P., Melo, S. e Rolim, C. (2014) Energy, Environmental and Mobility Impacts of Car-sharing Systems. Empirical Results from Lisbon, Portugal. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **111**, 28–37. doi:10.1016/j.sbspro.2014.01.035
- Cebr. (2014) *The future economic and environmental costs of gridlock in 2030. An assessment of the direct and indirect economic and environmental costs of idling in road traffic congestion to households in the UK, France, Germany and the USA.* Obtido de <http://inrix.com/economic-environment-cost-congestion/>
- Duncan, M. (2011) The cost saving potential of carsharing in a US context. *Transportation*, **38(2)**, 363–382. doi:10.1007/s11116-010-9304-y
- Fishman, E. (2015) Bikeshare: A Review of Recent Literature. *Transport Reviews*, **36(1)**, 92–113. doi:10.1080/01441647.2015.1033036
- Fishman, E., Washington, S. e Haworth, N. (2015) Bikeshare's impact on active travel: Evidence from the United States, Great Britain, and Australia. *Journal of Transport and Health*, **2(2)**, 135–142. doi:10.1016/j.jth.2015.03.004
- Fishman, E., Washington, S. e Haworth, N. (2014) Bike share's impact on car use: Evidence from the United States, Great Britain, and Australia. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, **31**, 13–20. doi:10.1016/j.trd.2014.05.013
- Gardner, C. e Gaegauf, T. (2014) The Impact of Bikesharing: White Paper on the Social, Environmental and Economic Effects of Bikesharing. A2B Bikeshare. Obtido de https://www.academia.edu/7934412/The_Impact_of_Bikesharing_White_Paper_on_the_Social_Environmental_and_Economic_Effects_of_Bikesharing
- Graves, J. M., Pless, B., Moore, L., Nathens, A. B., Hunte, G. e Rivara, F. P. (2014) Public bicycle share programs and head injuries. *American Journal of Public Health*, **104(8)**, 106–111. doi:10.2105/AJPH.2014.302012
- Horstkötter, D., Freese, C. e Schönberg, T. (2014) *Shared mobility: How new businesses are rewriting the rules of the private transportation game.* Think Act. Obtido de http://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_TAB_Shared_Mobility_20140716.pdf
- Martin, E. e Shaheen, S. (2011) Greenhouse gas emissions impacts of carsharing in North America. *Transactions on Intelligent Transportation Systems*, **12(4)**, 1074–1086. doi:10.1109/TITS.2011.2158539
- Martin, E. W. e Shaheen, S. A. (2014) Evaluating public transit modal shift dynamics in response to bikesharing: A tale of two U.S. cities. *Journal of Transport Geography*, **41**, 315–324. doi:10.1016/j.jtrangeo.2014.06.026
- Martin, E. e Shaheen, S. (2011) The Impact of Carsharing on Public Transit and Non-Motorized Travel: An Exploration of North American Carsharing Survey Data. *Energies*, **4**, 2094–2114. doi:10.3390/en4112094
- Meddin, R. (2016) The Bike-sharing World - Year End Data 2015. The Bike-sharing Blog. Obtido de <http://bike-sharing.blogspot.com.br/2016/01/the-bike-sharing-world-year-end-data.html>

Miñano, M. P. e Santos, A. Dos. (2015) Contribuição dos serviços de bicicleta compartilhada na mobilidade sustentável no Brasil . Anais do 20º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. Obtido de http://file-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2015/06/17/7E375856-BFA8-4AB0-9AEE-44E146DE6660.pdf

Namazu, M. e Dowlatabadi, H. (2015) Characterizing the GHG emission impacts of carsharing: a case of Vancouver. *Environmental Research Letters*, **10(12)**, 1–10. doi:10.1088/1748-9326/10/12/124017

Ricci, M. (2015) Bike sharing: A review of evidence on impacts and processes of implementation and operation. *Research in Transportation Business and Management*, 28–38. doi:10.1016/j.rtbm.2015.03.003

Shaheen, S. (2016) Shared Mobility Trends: 2015 – 2016. *Transportation Research Board Annual Meeting*. Workshop 138. Obtido de <http://pt.slideshare.net/susanshaheen/trb-2016-shared-mobility-trends>

Shaheen, S. e Cohen, A. P. (2013) Carsharing and Personal Vehicle Services: Worldwide Market Developments and Emerging Trends. *International Journal of Sustainable Transportation*, **7(1)**, 5–34. doi:10.1080/15568318.2012.660103

Stasko, T. H., Buck, A. B. e Oliver Gao, H. (2013) Carsharing in a University setting: Impacts on vehicle ownership, parking demand, and mobility in Ithaca, NY. *Transport Policy*, **30**, 262–268. doi:10.1016/j.tranpol.2013.09.018

Trépanier, M., Morency, C., Nouri, P. e Braham, A. (2013) Impacts of carsharing on urban mobility: environmental and behavioural evidences. Anais do 13º World Conference on Transport Research. Obtido de <http://www.wctrss.leeds.ac.uk/wp/wp-content/uploads/abstracts/rio/general/1952.pdf>

United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2014) World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. Obtido de <http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>

VIABILIDADE E BENEFÍCIOS DE UM TERMINAL DE TRANSPORTES

INTEGRADO DE PASSAGEIROS: O CASO DO MUNICÍPIO DE SÃO JOAQUIM DE BICAS (MINAS GERAIS)

Ana Maria N. Rezende

Gabriel Victória Tassara

Leandro Cardoso

Thiago Gonçalves da Costa

Victor Lima Migliorini

Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo investigar a viabilidade e os benefícios, para a população e para a mobilidade urbana, mediante a criação de um terminal de transportes integrado de passageiros. Para atender esses objetivos foram utilizados estudos e dados do município de São Joaquim de Bicas, localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), Minas Gerais. O município tem características de cidade dormitório, tornando a população residente dependente do transporte intermunicipal para a realização de suas atividades diárias. Entretanto, em São Joaquim de Bicas não existe um terminal ou local que facilite a integração para os modos que circulam na cidade. Isso pode dificultar a mobilidade e o acesso dos habitantes desse município até os seus pontos de interesse. Nesse sentido, construir um terminal, que abrigaria diversos modos de transportes (coletivo intermunicipal/municipal, individual e cicloviário), contribuiria para ampliar a acessibilidade da população local, inclusive em escala metropolitana.

PALAVRAS CHAVE: Terminal Integrado, Mobilidade Urbana, Cidade Dormitório.

ABSTRACT

The present article objectives to investigate the viability and benefits of an integrated transportation terminal of passengers for the population and urban mobility. To achieve these objectives were used studies and data of São Joaquim de Bicas, located at Metropolitan Region of Belo Horizonte (MRBH), Minas Gerais. This city has characteristics of a commuter town what makes the resident population dependent of the inter-town transportation to their daily activities. However, in São Joaquim de Bicas there is no terminal or local that contributes to the integration of town's transportation modalities. This may hamper inhabitants mobility and access of this county to theirs interests destiny. Therefore, building a terminal which includes divers transportation modalities (collective inter-town, individual and bicycle) would enlarge the local population accessibility including in metropolitan scale.

KEY WORDS: Integrated Terminal, Urban Mobility, Commuter Town.

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana e acessibilidade são fatores de grande importância para uma sociedade contemporânea. Após a segunda guerra mundial, foi uma tendência global, acompanhada inclusive pelo Brasil, os investimentos em automóveis e a motorização individual como solução para a mobilidade e acesso a lugares dentro de centros urbanos. Essa tendência de investimento acarretou em crescentes congestionamentos e queda na mobilidade das pessoas

(Silva, 2013). Dentre muitas soluções estudadas por Silva, (2013) uma propõe a mudança do automóvel para outros modos de transporte, melhorando a eficiência dos sistemas de deslocamentos urbanos. Outra solução para melhorar a mobilidade e diminuir os problemas causados por congestionamentos é promover a intermodalidade, o que significa ter diversos modos de transporte articulados entre si. De acordo com Silva são necessários sistemas que promovam a facilidade da utilização do transporte individual combinada com o coletivo. Isso pode ser feito com a criação de estacionamentos articulados e bicicletários juntamente a oferta de transporte público.

Em uma região metropolitana como a de Belo Horizonte, existem vários municípios que abrigam trabalhadores do grande polo de empregos, localizado na Capital. Grande parte desses municípios não existe uma integração física entre os transportes coletivos municipais e intermunicipais. Esse fato, acrescido ao número de viagens cada vez maior, segundo a pesquisa OD, torna necessária à implantação de melhorias no transporte urbano intermunicipal e intramunicipal dos municípios da RMBH.

A finalidade desse artigo é analisar a viabilidade e os benefícios da criação de um terminal integrado, que atenda as demandas de municípios menores, vinculados às regiões metropolitanas, como São Joaquim de Bicas. De acordo com a última pesquisa OD, mais da metade das viagens do município são não motorizadas, a pé ou de bicicleta e um quarto são feitas a partir do transporte coletivo. O terminal em estudo propõe um ponto de integração entre os transportes coletivos e os meios não motorizados, com a possibilidade da criação de bicicletários, de guarda volumes e uma estrutura básica atrativa para que as pessoas possam optar pelo transporte sustentável.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (BRASIL, 2015), os sistemas integrados de transporte coletivo são uma solução para o atendimento da diversidade de viagens que a população demanda. A implantação de sistemas integrados traz benefícios à rede de transportes, ampliando a mobilidade e a acessibilidade dos usuários. Segundo Lobo, Cardoso e Magalhães (2013) a mobilidade e a acessibilidade são conceitos sinônimos. A mobilidade é definida como a facilidade que um deslocamento pode ser efetuado e pode ser relacionada com a disponibilidade de variados modos de transporte. A acessibilidade é a oportunidade e possibilidade que uma pessoa tem para ir a um determinado local. Isso pode ser potencializado pela disponibilidade de recursos no sistema de transporte.

De acordo com o Caderno Técnico de Mobilidade Urbana (CREA-PR, 2011) a mobilidade urbana é um atributo associado às pessoas e atores econômicos no meio urbano que, de diferentes formas, buscam atender e suprir suas necessidades de deslocamento para a realização das atividades cotidianas como: trabalho, educação, saúde, lazer, cultura e outras características urbanas. Para cumprir tal objetivo, os indivíduos podem empregar o seu esforço direto (deslocamento a pé), recorrer a meios de transporte não motorizados (bicicletas,

carroças, cavalos) ou motorizados (coletivos e individuais). Deste modo, a mobilidade urbana está estreitamente ligada ao contexto contemporâneo do desenvolvimento das cidades e regiões metropolitanas. Ela depende do modo de operação e funcionamento das cidades. Por exemplo, regiões em que há presença maciça de residências seriam cidades dormitórios, porque seu uso é para o descanso após a um dia de trabalho. Portanto, a mobilidade está conectada ao uso da cidade pelos cidadãos, empresas e outros atores presentes no meio urbano.

Para desenvolver uma mobilidade eficiente e ambientalmente aceitável, conforme mencionado o Caderno Técnico de Mobilidade Urbana (CREA-PR, 2011), devem ser planejadas e efetivadas um conjunto de políticas de transporte e circulação que visa proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, através da priorização dos modos não motorizados e coletivos de transporte, de uma forma que não gere segregações espaciais, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável. Ou seja: baseado nas pessoas e não em veículos. Sob este contexto de Mobilidade Urbana Sustentável, a proposição de concepção de terminais de pequeno porte com integração intermodal em regiões metropolitanas é adequada como um dos meios (priorização dos modos coletivos e não motorizados) para chegar a ela. A seguir são apresentados alguns exemplos de concepção e de projetos de terminais de integração, utilizados para subsidiar este trabalho que estuda o caso da cidade de São Joaquim de Bicas município integrante da RMBH.

Amaral *et al.*(2012) realizaram um estudo de viabilidade técnica da implantação do terminal de integração intermodal no município de Ibirité-MG com a finalidade de apresentar, os estudos de pré-dimensionamento e localização do terminal, e uma análise econômica do investimento. O estudo de pré-dimensionamento foi efetuado pelos autores utilizando o Manual de Implantação de Terminais de Ônibus Urbanos e as Normas Para Elaboração de Projetos de Estações de Integração do BHBUS, publicado pela BHTRANS em 1998. Segundo Amaral *et al.* (2012), a escolha do local de implantação do terminal foi determinada por meio do método de ponderação de critérios, considerando os seguintes fatores: acessibilidade, que inclui as condições do pavimento; interação de transporte; condições de uso do solo; necessidade de desapropriação; congestionamento das vias de acesso; disponibilidade de área para expansão; relevo e topografia da área e cobertura vegetal. Os autores apresentam a análise de viabilidade econômica, considerando os custos de construção, desapropriação, demolição e terraplenagem que foram estimados através da tabela de preços da SETOP (Secretaria de Estado dos Transportes e Obras Públicas) para calcular o investimento inicial. Após isso, foi avaliado o retorno financeiro do investimento, o qual é muito longo e desinteressante para a iniciativa privada. Logo, os autores concluem que o investimento deve ser público, viabilizando a implantação do terminal.

O trabalho de Ribeiro *et al.* (2005) apresenta a concepção compartilhada de um terminal multimodal de passageiros para a cidade de Campinas, funcionando como elo integrador do município, da metrópole e de sua macrorregião. Consistiu em demonstrar que a geração de infraestruturas de transportes local, metropolitano e inter-regional por meio de plano de transportes associado à análise multicritério, é possível de se integrar os diferentes agentes no processo. A escolha do local deste terminal multimodal foi definida pelos seguintes fatores

qualitativos: os acessos rodoviários; acesso ao sistema viário local; integração com sistema de ônibus urbano; integração com o futuro sistema de transportes sobre trilhos; centro de gravidade das viagens; inserção no meio urbano e integração com a vizinhança e facilidade de implantação. Percebe-se que o objetivo dos autores é alcançado, demonstrando no artigo a concepção de projeto de um terminal multimodal que propõe soluções até institucionais para a integração nas esferas municipais, metropolitanas e estaduais.

O Manual de Projeto e Dimensionamento de Terminais da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU, 2005) fornece uma orientação para o desenvolvimento de projetos de Terminais de Ônibus Urbanos em suas etapas, estudos preliminares, projeto funcional e projetos básico e executivo. Os estudos preliminares orientam o projetista no pré-dimensionamento e na escolha da localização do terminal que segundo o manual, o estudo de localização e um layout esquemático do terminal devem ser os produtos desta etapa. O projeto funcional é uma etapa em que são detalhadas as ideias do layout produzido nos estudos preliminares, de forma que seja perfeitamente compreendida a solução adotada para que seja validada pela EMTU. Outorgado o projeto funcional, o manual apresenta como deverão ser elaborados os projetos básico e executivo. Desta forma, esse manual fornece um guia para a concepção de terminais de ônibus urbanos, sendo uma boa referência para este trabalho.

Exemplos de Terminais Integrados de transporte coletivo por ônibus convencionais são os terminais do Sistema Estrutural Integrado (SEI), que consiste em uma rede de transporte público composta de linhas de ônibus e metrô da Região Metropolitana de Recife (Pernambuco, 2013). Os terminais desse sistema permitem ao usuário a troca de linha sem pagar nova tarifa e possibilita uma multiplicidade de ligações de origem-destino, através de viagens modais ou multimodais. Dentro desse sistema, um exemplo é o terminal integrado de Xambá na Região Metropolitana de Recife, que foi projetado e executado de modo a organizar os fluxos de usuários. Esse terminal oferece infraestrutura de acessibilidade referente à comunicação e sinalização, acessos e circulação, sanitários e vestiários, equipamentos urbanos e mobiliários aos usuários, além de possuir assentos próximos a pontos de embarque e desembarque para pessoas com mobilidade reduzida. Esse exemplo pode ser usado como base para possíveis projetos e implantações de terminais em municípios como São Joaquim de Bicas. O tamanho do terminal pode ser adaptado de acordo com o número de viagens e projeção da demanda verificada na pesquisa OD.

Segundo Araújo (2003), a pesquisa origem e destino é um instrumento vital para planejamento de transporte, pois fornece dados para o conhecimento da natureza dos deslocamentos da população, considerando sua situação socioeconômica, no espaço urbano. Portanto, neste trabalho a pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Agencia RMBH, 2012) foi utilizada para a estimativa de viagens por transporte coletivo e não motorizadas em São Joaquim de Bicas, afim de que se possa estimar o número de passageiros e fomentar um layout de terminal que tenha capacidade de atendimento e espaço suficiente na circulação dos usuários.

3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

3.1 Caracterização populacional e socioeconômica

Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010), a população de São Joaquim de Bicas-MG era, em 2010 de 25.537, sendo que 75,56% viviam na área urbana e 24,44% viviam na área rural. Segundo o PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2010), o município de São Joaquim de Bicas possui o seu IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) de 0,662, sendo que o IDH do Brasil é de 0,755 e o de Minas Gerais é de 0,731.

3.2 Economia do Município

Segundo dados do IBGE (2010), o setor secundário é o principal setor econômico do município, sendo o mais significativo no produto interno bruto (PIB), contribui com 53,4%, e também se apresenta como o que mais cresce. De acordo com o CEMPRE (Cadastro Central de Empresas do IBGE, 2010), São Joaquim de Bicas possui 371 unidades, que empregam 6.422 pessoas com um salário médio mensal de 2,7 salários mínimos. Segundo o Secretário de Administração do município, a grande maioria das empresas atua na produção de peças e equipamentos fornecidos à FIAT. O setor terciário, ou setor de serviços, de São Joaquim de Bicas é o que possui a segunda maior participação no PIB do município (45,1%). É um setor que está em evolução constante e que gera muitos empregos. Segundo Halabi (2012) os serviços ligados ao transporte podem ser considerados fracos, com poucas linhas de ônibus, fato que agrava é a falta de um terminal de transportes de passageiros no município.

3.3 Pesquisa Origem e Destino

O presente item tem por objetivo apresentar os principais indicadores de mobilidade calculados a partir dos dados consolidados da Pesquisa Origem e Destino de 2012 da Região Metropolitana de Belo Horizonte, considerando os aspectos relativos ao município de São Joaquim de Bicas.

3.3.1 Contextualização e organização espacial

A Pesquisa OD 2012 foi o resultado do trabalho de parceria entre as Secretarias de Gestão Metropolitana (SEGEM) e de Transportes e Obras Públicas e seus resultados constituem relevante ferramenta para o Sistema de Planejamento e Gestão Metropolitano. Operacionalmente, a Pesquisa OD de 2012 foi realizada em todos os trinta e quatro municípios da RMBH, cujas populações foram levantadas através do Censo de 2010, realizado pelo IBGE, com o objetivo principal de coletar dados que permitam conhecer a dinâmica dos deslocamentos das pessoas na RMBH, associando as características das viagens realizadas a variáveis socioeconômicas, permitindo identificar padrões nas viagens urbanas (Minas Gerais, 2013).

Os dados relativos aos deslocamentos dos moradores de São Joaquim de Bicas e aqueles que acontecem no seu território, independentemente do local de residência, foram consolidados e analisados segundo os seguintes contextos geográficos: Intermunicipal: análise dos deslocamentos realizados entre São Joaquim de Bicas e os demais municípios; Municipal: análise dos deslocamentos realizados dentro de São Joaquim de Bicas;

Para se consolidar as principais características dos deslocamentos relativos ao município de São Joaquim de Bicas, foi adotada uma divisão territorial interna baseada nas áreas homogêneas (AH) definidas na Pesquisa Origem Destino RMBH 2012. Para uma melhor análise no presente trabalho, estas AHs foram agrupadas segundo critérios de ocupação, resultando em um total de oito regionais que ganharam o nome do bairro mais representativo de cada agrupamento (Figura 1).

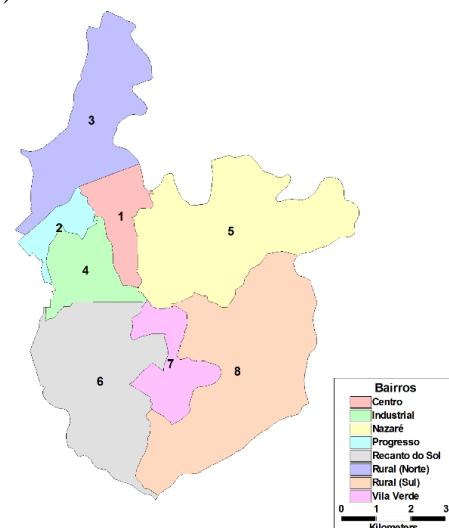


Figura 1: Regionais de São Joaquim de Bicas

3.3.2 Análise da demanda

A partir do banco de dados da Pesquisa Origem e Destino, foram consideradas as viagens intramunicipais e intermunicipais para todos os modos de transporte e para o transporte coletivo para município de São Joaquim de Bicas. Foram extraídos os totais de viagens (deslocamentos) geradas, a divisão modal, os totais de viagens por divisão modal por região e as linhas de desejo, que foram apresentadas a seguir. A Tabela 1 apresenta o total de viagens geradas pelo município de São Joaquim de Bicas em um dia típico, segundo os resultados da Pesquisa OD de 2012, considerando as viagens intramunicipais e intermunicipais no período de 24 horas, na FPM - faixa pico manhã (05:00h-8:59h) e na FPT - faixa pico tarde (16:00h-19:59h).

Tabela 1: Totais de viagens geradas

| Período | Geração | | | |
|---------|-----------|----------------|------------|--------|
| | Municipal | Intermunicipal | (%) Munic. | Total |
| 24h | 49.948 | 24.822 | 67% | 74.770 |
| HPM | 13.449 | 8.789 | 60% | 22.238 |
| HPT | 13.965 | 7.082 | 66% | 21.047 |

De acordo com a Tabela 1, o município gera durante todo dia um total de, aproximadamente, 75 mil viagens, sendo que um terço delas são intermunicipais.

A Figura 2 apresenta a divisão modal de São Joaquim de Bicas considerando os modos principais de transporte (coletivo, individual e não motorizado) definidos na pesquisa Origem Destino de 2012.

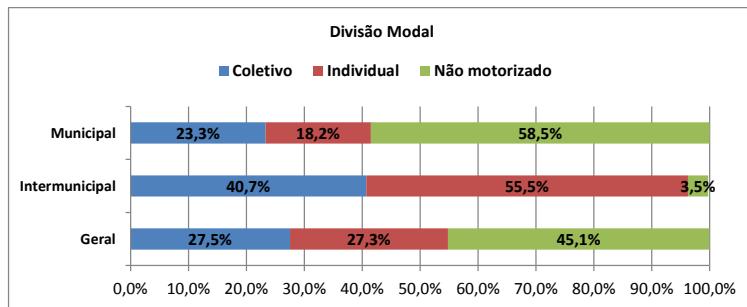


Figura 2: Divisão modal das viagens

A maior parte das viagens dentro do município acontece por modo não motorizado (bicicleta e a pé), e a maior parte das viagens intermunicipais é por modo individual motorizado. Apesar disso, o percentual de viagens intermunicipais, por modo coletivo, é bastante significativo (cerca de 40%). Ao analisar esse dado se fazem necessários investimentos para este modo, a fim de que melhore a qualidade da oferta para a população. No geral, as viagens por modo não motorizado possuem a maior participação na divisão modal do município.

As Figuras 3 e 4 representam gráficos, apresentando a divisão modal do município por região, para os deslocamentos municipais e intermunicipais.

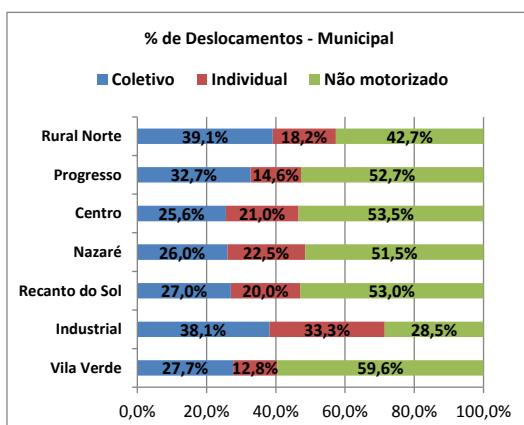


Figura 3: Divisão modal por região – Viagens municipais

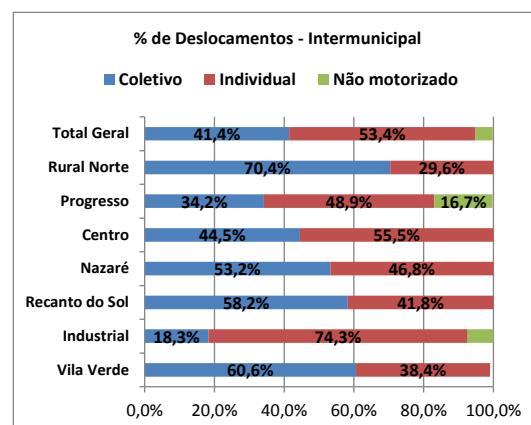


Figura 4: Divisão modal por região – Viagens intermunicipais

Percebe-se que a maior parte dos deslocamentos municipais acontece por modo Não Motorizado em todas as regiões do município, exceto na região Industrial. Já em relação às

viagens intermunicipais, observa-se um predomínio dos modos coletivo e individual. No entanto, a divisão varia significantemente entre as diversas regiões. As regiões mais centrais do município, denominadas Centro, Progresso e Industrial, apresentam uma maior utilização do modo individual. Já nas regiões mais periféricas do município, o modo coletivo ganha destaque nas viagens intermunicipais. No entanto, o atendimento das linhas intermunicipais nestas regiões é muito deficiente, pois são poucas linhas que vão até estes bairros. A maioria dos itinerários atendem apenas os bairros centrais, que margeiam a BR-381. Para uma melhor análise das viagens geradas por cada região, foi elaborado através dos dados da Pesquisa OD 2012 os seguintes mapas de distribuição geográfica das viagens por região (Figura 5 e Figura 6).

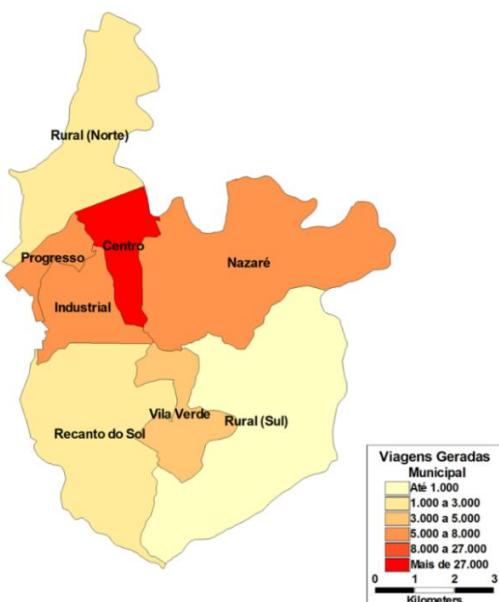


Figura 5: Distribuição das viagens municipais geradas – Geral

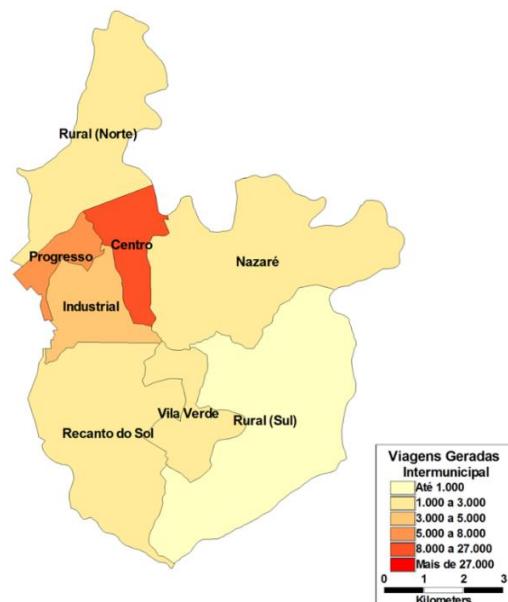


Figura 6: Distribuição das viagens intermunicipais geradas – Geral

A maior parte das viagens municipais geradas está concentrada nas regiões Progresso, Nazaré, Industrial e Centro, todas acima de 8.000, sendo a região do Centro com maior intensidade, com mais de 27.000 viagens. As regiões Nazaré, Industrial e Progresso possuem maior intensidade de viagens intermunicipais geradas em relação às demais regiões do município, acima de 8.000 e menos que 27.000 viagens geradas. No entanto, o número de viagens geradas nas regiões periféricas do município também é significativo.

Após conhecer a intensidade de geração de viagens nas regiões do município de Joaquim de Bicas, é necessário compreender os principais fluxos de viagens entre as regiões do município (Viagens Municipais) e também os fluxos de viagens entre São Joaquim de Bicas e os municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Viagens Intermunicipais). Desta forma, as linhas de desejo apresentam a situação atual do padrão de origens e destinos do cidadão de São Joaquim de Bicas para as viagens municipais e intermunicipais.

As figuras a seguir (Figura 7 e Figura 8) apresentam as linhas de desejo municipais e intermunicipais para o modo coletivo.

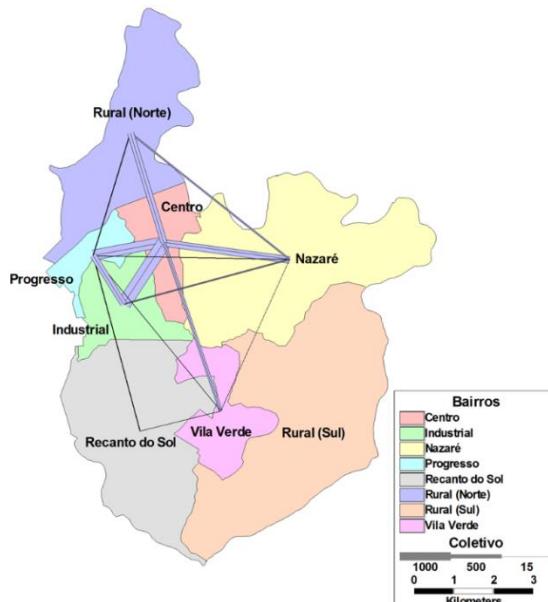


Figura 7: Linhas de desejo municipais – Modo coletivo

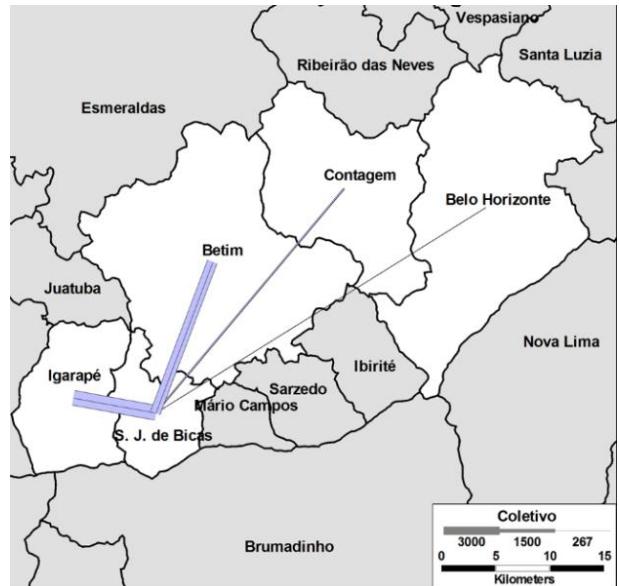


Figura 8: Linhas desejo intermunicipais– Modo coletivo

Em relação aos deslocamentos municipais, observa-se que a região Centro funciona como principal polo atrator e produtor de viagens, muito por conta de ser a região onde se encontra a maioria dos serviços. Além disso, todas as linhas de transporte coletivos municipais e intermunicipais atendem a região. A partir da análise das figuras e principais deslocamentos e linhas de desejo pode-se sugerir a criação do terminal integrado no centro do município.

Já os deslocamentos intermunicipais acontecem entre São Joaquim de Bicas e os municípios de Contagem, Belo Horizonte, Igarapé e Betim. Sendo que eles são mais intensos com os municípios de Betim e principalmente Igarapé, demonstrando a grande ligação entre esses municípios devido à sua conurbação.

3.4 Transporte do Município

O acesso ao município é realizado principalmente por rodovias. A rodovia Fernão Dias (BR-381) atravessa o município e as demais se situam próximas ao seu limite territorial. A BR-381 liga São Joaquim de Bicas às cidades de Belo Horizonte e São Paulo, promovendo o transporte entre as demais cidades margeadas pelo eixo BH/SP. A MG-155, estrada estadual que promove a ligação da BR-381 à MG-040, por sua vez permite o acesso aos municípios de Mário Campos e Brumadinho. A localização de São Joaquim de Bicas, próxima de grandes centros urbanos, favorece o deslocamento de pessoas e mercadorias. Isso, além de fomentar o desenvolvimento desse município, potencializa a demanda pelo uso da infraestrutura de outros municípios, como universidades e hospitais de grande porte. Segundo Halabi (2012)

São Joaquim de Bicas não possui terminal rodoviário ou que integre as linhas dos sistemas de transporte coletivo municipal e intermunicipal, que totalizam 26 linhas da RMBH concedidas ao DER (Departamento de Estradas e Rodagem). Isso pode implicar na dificuldade de deslocamentos intramunicipais e intermunicipais da RMBH. Essa dificuldade pode proporcionar à sua população, a restrição ao acesso a serviços básicos como educação, saúde ou até mesmo a oportunidades de trabalho.

4. PROCESSO METODOLÓGICO

O primeiro passo para a elaboração desse artigo foi o estudo de um referencial teórico com a finalidade de fundamentar a ideia de criação de um terminal de pequeno porte em pequenos municípios de regiões metropolitanas. Foram estudadas diversas publicações, obras, autores, planos de mobilidade, manuais e exemplos vinculados à mobilidade urbana e a terminais integrados existentes. Dentre os conceitos descritos é importante ressaltar a importância da acessibilidade e mobilidade urbana e o desinteresse das autoridades em maiores investimentos no ramo. Sobre os estudos destaca-se a importância de promover a integração de diversos modos de transporte.

Como etapa intermediária foi elaborada uma caracterização do município de São Joaquim de Bicas, dados socioeconômicos, populacionais, pesquisa origem e destino e as principais vias de acesso. A pesquisa Origem e Destino foi incluída com a finalidade de apresentar dados como a quantidade e maneira que são realizadas as viagens intermunicipais e intramunicipais da região. O conhecimento dos modos de transportes mais utilizados, o número de viagens realizadas por dia, as regiões onde se concentram a maior movimentação de pessoas são dados importantes para atender de melhor maneira a população. Ressalta-se que a unidade espacial adotada para a realização dos módulos de pesquisa foi à área homogênea (AH), definida como um conjunto de setores censitários agregados, de acordo com critérios socioeconômicos e de ocupação, em unidades espaciais definidas para serem unidades de coleta adequada a fim de estabelecer amostras mínimas em pesquisas socioeconômicas.

O artigo tem como última etapa a análise dos resultados e dos benefícios que um terminal de transporte integrado pode proporcionar para passageiros. Os resultados e benefícios foram vinculados aos dados da pesquisa OD com a finalidade de ponderar fatores como a localização e os modos de transportes passivos de serem atendidos. Os dados coletados no referencial teórico podem servir como referência e exemplos para futuros empreendimentos relacionados a terminais de integração. Sendo assim, o presente artigo pode servir para subsidiar e complementar posteriores estudos de viabilidade, anteprojetos e outros trabalhos com temas afins.

5. ANÁLISE DA PROPOSTA DE CRIAÇÃO DO TERMINAL INTEGRADO

O presente artigo reuniu diversas publicações, dados, pesquisas e estudos vinculados ao tema criação de um terminal de transporte integrado de passageiros em municípios de regiões metropolitanas. Os objetivos principais são analisar e investigar a viabilidade, bem como os

benefícios e subsidiar posteriores estudos e anteprojetos referentes à criação de terminais com o padrão proposto seguir.

A proposta do terminal é atender a demandas específicas registradas na pesquisa OD (2012) e facilitar a mobilidade e acessibilidade dos moradores de São Joaquim de Bicas a pontos de interesse. Dentre essas demandas 27,5% viagens são feitas pelo transporte coletivo e grande parte do total das 75 mil viagens por dia são realizadas por modos não motorizados, á pé ou de bicicleta. A mobilidade e acessibilidade são fatores relacionados com a facilidade que um deslocamento pode ser efetuado e a quantidade de recursos disponíveis no sistema de transporte (CREA-PR, 2011). De acordo com Lobo, Cardoso e Magalhães (2013) a RMBH apresenta índices de acessibilidade (distância, velocidade média e tempo de viagem) inferiores ao da maioria das regiões metropolitanas estudadas. Fatores determinantes para a concretização desse dado são a falta de investimento do poder público em mobilidade e acessibilidade e o grande incremento da motorização individual, o que acarretou em uma baixa eficiência no transporte coletivo.

Ao analisar o conceito de mobilidade urbana sustentável, a proposta de um terminal, visando atender as necessidades das pessoas em detrimento dos modos individuais motorizados, em regiões metropolitanas é adequada (CREA-PR, 2011 e Silva, 2013). O terminal integrado, assim como os terminais do SEI, na Região Metropolitana de Recife (Pernambuco, 2013) possibilitaria uma multiplicidade de ligações origem-destino por meio de viagens multimodais. Além de oferecer uma boa infraestrutura de acessibilidade referente à comunicação e sinalização, acessos e circulação, sanitários e vestiários, equipamentos urbanos e mobiliários aos usuários. Espaços físicos, bem como plantas baixas e dimensionamentos podem ser exemplificados com base nos terminais do SEI ou no Manual de Projeto e Dimensionamento de Terminais da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU, 2005). As dimensões do terminal podem ser definidas pela demanda dos usuários e uma forma de quantifica-la é a pesquisa origem e destino. No município de São Joaquim de Bicas tem uma grande incidência da utilização de meios não motorizados (Pesquisa OD, 2012), sendo parte deles a bicicleta. Nesse município o terminal integrado deve contar com uma infraestrutura de apoio ao ciclista facilitando a acessibilidade a alguns pontos e atraindo um grupo maior de adeptos a esse modo de transporte sustentável.

A localização do terminal é um fator de extrema importância, segundo Ribeiro (2006). O terminal deve ter fácil acesso, possuir vínculo com o sistema viário local, integração com os modos de transportes existentes, estar no centro de gravidade das viagens e ser um local de fácil implantação. De acordo com a pesquisa OD (2012) o centro de São Joaquim de Bicas é o principal polo atrator e produtor de viagens, sendo assim um local de maior interesse para o acesso de grande parte dos usuários da rede de transportes. O terminal poderia ser implantado no centro de São Joaquim de bicas com a finalidade de atender a demanda registrada na OD e os requisitos citados por Ribeiro (2006).

Em 2012 foi desenvolvido um trabalho para verificar a viabilidade técnica e econômica para a criação de um terminal intermodal no município de Igarapé (RMBH). Esse estudo foi

realizado por Amaral *et al.* e segundo os autores um terminal nesses moldes só é viável com investimentos do poder público. Esse trabalho possui diretrizes, pré-dimensionamentos, métodos, critérios e análises de custo que podem subsidiar estudos futuros sobre a implantação do terminal no município de São Joaquim de Bicas ou em outros lugares.

Para melhorar a acessibilidade e mobilidade é necessária a implantação de sistemas que promovam a utilização do transporte individual sustentável combinado ao coletivo, favorecendo a mudança da escolha de automóveis para outros modos de transportes que não agridem ao meio ambiente (Silva, 2013). Melhorias na infraestrutura como um terminal podem favorecer a utilização dos meios de transporte sustentáveis como a bicicleta. Segundo Brasil (2015) o uso das bicicletas nas cidades propicia maior equidade na apropriação do espaço urbano destinado à circulação, contribui para a redução dos custos urbanos devido à redução do sistema viário motorizado e gera um padrão de tráfego mais calmo com benefícios à saúde de seus usuários. Uma rede de transporte bem estruturada torna as cidades mais acessíveis aos moradores e visitantes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo dos anos, grande parte das políticas direcionadas ao transporte brasileiro foi vinculada aos automóveis e na motorização individual em detrimento do transporte público (Silva, 2013). Além de uma grande defasagem nos modos coletivos e sustentáveis, esses investimentos acarretam em grandes congestionamentos e queda na mobilidade das pessoas. O presente artigo investigou a viabilidade e os principais benefícios de uma melhoria no sistema de transporte, um terminal de transporte integrado para passageiros no município de São Joaquim de Bicas–RMBH.

A mobilidade e acessibilidade de usuários a rede de transportes deve passar por melhorias e investimentos. De acordo com Silva (2013) a intermodalidade e a substituição do automóvel individual por meios de transportes coletivos e sustentáveis são soluções para qualificar o sistema de transporte. Segundo Brasil (2015), investimentos em modos de transportes sustentáveis, como a bicicleta, melhoram a qualidade de vida das pessoas, a mobilidade urbana e devem ter preferência sobre os demais meios individuais. A pesquisa OD realizada em 2015 mostra que aproximadamente 45% dos deslocamentos do Município de São Joaquim de Bicas são realizados por meios individuais e não motorizados (a pé ou bicicleta). Grande parte dos deslocamentos totais é realizada na região central, onde foi sugerida a localização o terminal que visa atender as viagens feitas por bicicletas vinculadas ao transporte coletivo.

O artigo tem como um dos objetivos subsidiar estudos, trabalhos, anteprojetos que possuem relações à criação ou implantação de um terminal integrado em regiões metropolitanas ou cidades de pequeno porte similares a São Joaquim de Bicas. Recomenda-se que para subsidiar futuros projetos as referências e bibliografias citadas a seguir sejam analisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A. L. B., et al. Estudo de viabilidade técnica da implantação do Terminal de integração intramodal no município de Ibirité-MG. Fumec, 2012.

- ARAÚJO, A. V. Pesquisa Origem e Destino: Planejamento de Sistemas de Transportes Metropolitanos. Trabalho de Conclusão de Concurso. Universidade Anhembi Morumbi, 2003.
- BRASIL. Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana - SeMob, Ministério das Cidades, Brasília, 2015.
- BHTRANS - Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte S/A. Normas Para Elaboração de Projetos de Estações de Integração do BHBUS, Anexo II do Edital de Concorrência Pública Nº 004/98.
- CREA-PR – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná. Mobilidade Urbana - Cadernos Técnicos, 2011.
- DER-MG – Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais. Transporte da RMBH. 2012. Disponível em: <<http://www.der.mg.gov.br/lista-de-servicos/270-horarios-e-tarifas-de-onibus-rmbh>> Acesso em: 10 de novembro de 2015.
- EMTU – Empresa Metropolitana de Transportes Públicos de São Paulo SA. Manual de Projeto e Dimensionamento de Terminais, 2005.
- HALABI; D.L., et al. Projeto Integrado - Diagnóstico sobre o município de São Joaquim de Bicas (MG). Fumec, 2012.
- LOBO, C.; CARDOSO, L.; MAGALHÃES, D. J. A. V. Acessibilidade e mobilidade espaciais da população na Região Metropolitana de Belo Horizonte: análise com base no censo demográfico de 2010. Publicação na revista Cad. Metrop., São Paulo, v.15, n.30, pp.513-533, jul/dez 2013.
- MINAS GERAIS. Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte – Pesquisa Origem e Destino 2011-2012. Belo Horizonte, 2013
- PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano 2013, 2013. PERNAMBUCO. Sistema Estrutural Integrado. Disponível em: <<http://www.granderecife.pe.gov.br/web/grande-recife/sistema-estrutural-integrado>> Acesso em: 27 de novembro de 2015.
- RIBEIRO, A. A.; THESIN, M.; SILVA, A. C. A concepção compartilhada de um terminal multimodal de passageiros como elo integrador do município, da metrópole e da macro região. ANTP. XV Congresso de Transporte e Trânsito. Goiânia – GO, 2005
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOAQUIM DE BICAS. Lei 215/2004, de 02 de Fevereiro de 2004. Estabelece normas relativas á organização territorial do município - Plano Diretor. São Joaquim de Bicas, p. 01-76, 2004.
- SILVA, F. N. Mobilidade urbana: os desafios do futuro. Publicação na revista Cad. Metrop., São Paulo, v.15, n.30, pp.377-388, jul/dez 2013.

21 e 22 de setembro de 2016
Rio de Janeiro

Posters

ÁNALISE DA RELAÇÃO DO PEDESTRE IDOSO COM O TRÂNSITO URBANO NA CIDADE DE JUIZ DE FORA

Camila Leonel Goretti
Regiane Cristina Diniz
José Luiz Lopes Teixeira Filho (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora

RESUMO

O presente trabalho consiste em uma análise das situações enfrentadas pelos pedestres idosos no trânsito, como calçadas irregulares, sinalização depredada e poucas faixas de pedestres disponíveis. Essas situações são inadequadas principalmente se considerar os efeitos negativos nas habilidades motoras, sensoriais e cognitivas que o envelhecimento causa. O idoso é um dos grupos mais vulneráveis, ao considerar que o trânsito urbano é mal organizado e repleto de barreiras arquitetônicas. Enquanto os jovens que se envolvem em acidentes fatais perdem a vida em colisões, os idosos, na maioria das vezes, entram em óbito, vítimas de atropelamentos.

Foi realizada uma busca na literatura com relação ao tema para obter uma visão do estado da arte dos estudos e técnicas adotadas para a adequação das características dos sistemas de transporte e dos sistemas viários com relação ao crescente envelhecimento da população.

A partir das referências encontradas foi desenvolvida uma pesquisa preliminar, com a aplicação de um questionário direcionado para idosos residentes na cidade de Juiz de Fora, de forma a se obter uma visão dessa população com relação às questões enfrentadas. O questionário consta de perguntas referentes à: quantidade de vagas exclusivas para idosos, o respeito destas pela população local, às condições das calçadas na cidade, ao tempo disponibilizado em travessias semaforizadas, às condições de visibilidade da sinalização, à localização das faixas de pedestres e à iluminação das ruas à noite.

O estudo da adequação dos sistemas de transporte e dos sistemas viários a essa nova realidade da população é de grande relevância para proporcionar melhores condições de qualidade de vida aos idosos e prevenir a ocorrência de acidentes.

camila.goretti@engenharia.ufjf.br
regiane.diniz@engenharia.ufjf.br
joselopes.teixeira@ufjf.edu.br

A REDE URBANA E O TERRITÓRIO COMO OBJETO DO PLANEJAMENTO E DA AÇÃO GOVERNAMENTAL: O FLUXO PENDULAR

Ernesto Pereira Galindo
Claudio Antonio Gonçalves Egler (Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG/UFRJ

A análise do território por meio de uma rede apresenta vantagens sobre a região, seja esta homogênea ou polarizada. As relações não contíguas entre cidades se apresentam cada vez mais fortes num mundo globalizado reforçando a importância das verticalidades miltonianas mesmo em situações onde a horizontalidade é fraca. De fato os fluxos de exportação comercial e de serviço; e a inserção de empresas locais no comércio nacional e de empresas transnacionais no comércio local confirmam essa constatação. Mesmo cidades de pequeno porte possuem hoje fluxos comerciais com o mundo, em cadeias tão diversas quanto a da soja, do petróleo, dos minérios em geral e mesmo em nichos de mercado.

Na interpretação da configuração de uma rede urbano regional e até mesmo numa região polarizada, é necessário conceber primeiro o que seria o nó (para a rede) ou o polo (para a região). No caso da rede, para perceber essas relações, com base numa análise de grafo, é primordial determinar quais são os nós que se ligam por links. A dependência e complementaridade das funções cotidianas entre municípios vizinhos sugere a determinação prévia de um novo espaço de convívio não mais limitado aos limites artificiais municipais. Nesse sentido o nó deve ser considerado não necessariamente como uma cidade ou município isolado, mas como um arranjo, um agrupamento de municípios.

Hipotetiza-se que o uso de fluxo pendular, mas especificamente diário e por motivação de trabalho, seja suficiente para determinar essa relação, com perdas marginais menores pelo não uso de outras variáveis, ou seja, ele explica boa parte da relação, sendo também causa e consequência dela. De fato, o uso do fluxo pendular para retratar essa relação é uma variável comum a praticamente todos os estudos, propostas e determinações legais usadas na definição de regiões (ou áreas) metropolitanas e tem sido empregado recentemente no Brasil também no agrupamento de municípios não metropolitanos.

Com base nessa hipótese, são confrontados seus resultados com configurações existentes no Estado do Rio de Janeiro, mais especificamente com a composição oficial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Os resultados revelam críticas já existentes sobre a composição da RMRJ e abrem uma série de possibilidades de pesquisa ao permitir o detalhamento do tipo de atividade, dependência e vulnerabilidade entre os municípios.

galindo@ufrj.br
egler@hotmail.com

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE SERVIÇOS ATRAVÉS DA USABILIDADE DO
TRANSPORTE PÚBLICO INTERURBANO AQUAVIÁRIO ENTRE OS
MUNICÍPIOS RIO DE JANEIRO E NITERÓI**

Gustavo Soares Braga
Evaldo Cesar Cavalcante Rodrigues (Orientador)
Roberto Bernardo da Silva (Co-Orientador)
Carlos Rosano Peña
Universidade de Brasília – UnB

RESUMO

O objetivo do trabalho é analisar os níveis de serviços de mobilidade urbana coletiva oferecida na interligação dos municípios Rio de Janeiro e Niterói através do modal aquaviário, identificando os elementos que fazem diferença para o usuário na usabilidade do sistema de transporte que representa uma alternativa ao modal rodoviário predominante no país.

O trabalho seguiu as etapas estabelecidas na fase de planejamento, respectivamente: definição do campo, do objeto e do aspecto a ser estudado, revisão da literatura, plano de pesquisa, definição de critérios, coleta de dados, análise dos dados e publicação. A pesquisa é teórica e empírica, pois se fundamenta de uma revisão teórica, porém é feita uma coleta de dados através de questionários aplicados aos usuários do sistema. O método da pesquisa adotado foi o estudo subordinando a pesquisa ao contexto, às características e à história do objeto estudado.

Os dados foram coletados no mês de junho de 2016 nos dois terminais das barcas nos dois municípios, uma amostra de 155 questionários. Os dados foram analisados e verificada a performance demonstrada por cada descritor percebida pelos usuários. A análise dos itens derivados da decomposição do conceito de usabilidade permitiu a identificação de quais pontos demandam atenção por estarem abaixo da expectativa do gestor e quais estão dentro do esperado. A análise multicriterial permitiu a identificação de esforços e a relação comparativa de cada critério analisado, permitindo ao gestor avaliar quais investimentos devem se feitos para produzir o maior impacto positivo para o usuário com o menor recurso possível. O investimento em melhorias constantes e o norteamento para futuros investimentos no setor podem ser pautados nos fatores estabelecidos por este estudo.

gustavobragarj@hotmail.com
evaldocesar@unb.br
rbaccioly@gmail.com
gmccrosano@gmail.com

O PERFIL E O COMPORTAMENTO DOS CONDUTORES DE VEÍCULOS DE TRAÇÃO ANIMAL NA CIDADE DE PETRÓPOLIS

Adriana Coelho Vieira
Bruno Daibert Andrès (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora
Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído

A presente pesquisa se propõe a traçar o perfil sócio econômico do condutor de veículo de tração animal na cidade de Petrópolis, visando à utilização do mesmo como instrumento de auxílio na elaboração de políticas públicas, em âmbito local, que favoreçam a mobilidade urbana sustentável, a qualidade de vida na cidade como um todo e formente a profissão dos condutores quando se comparado a outras cidades que possuem o mesmo serviço.

O perfil sócio econômico será traçado através dos dados pessoais, e financeiros passando pelos dados familiares, de renda, moradia, escolaridade, vínculos empregatícios e dados do animal, de utilização, alimentação e saúde do animal.

A metodologia adequada, a essa existência, foi à criação de um questionário e aplicação do mesmo para levantamento de dados, para então podermos criar uma política pública.

Atualmente estamos na fase de aplicação de questionários com estagiários da Prefeitura Municipal de Petrópolis, também é objetivo da pesquisa levantar a importância e satisfação dos turistas que utilizam desse serviço, sendo fundamental realizar o levantamento das viagens ocorridas, através de uma pesquisa de Origem/Destino, para, assim, situar, localizar e definir o condutor do veículo de tração animal como parte de uma demanda expressiva no tráfego urbano e delimitar o trecho turístico a ser percorrido e qual o seu impacto no trânsito local.

Assim, faz-se necessário oferecer uma política urbana determinando os locais onde é permitido seu tráfego, preço cobrado na corrida, local de estacionamento adequado, local para deixar o animal e sua via de utilização seja a melhor possível para o animal, e até mesmo local para alimentação e tratamento veterinário para o mesmo. Elaborando assim uma infra-instrutora interligada harmonicamente à malha viária da cidade histórica, como acontece em cidades como São Lourenço, Nova York entre outras.

A primeira etapa da pesquisa está sendo realizada com a aplicação de questionários. A segunda etapa da pesquisa será realizada em novembro com o tabelamento de dados, para futura implementação de política social.

Algumas dificuldades encontradas, tanto na elaboração, quanto neste inicio de aplicação, devem-se ao tamanho do questionário e seu tempo de aplicação. Porém, essas dificuldades vem sendo vencidas e o tempo de aplicação foi reduzido.

adriana.vieira@engenharia.ufjf.br
brunno.daibert@engenharia.ufjf.br

A EFICÁCIA DO SEMÁFORO PARA TRAVESSIA DE PEDESTRES EM ÁREAS ESCOLARES – ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO-RJ

Juliana Monteiro de Faria Costa
Kelly Christiny dos Santos Rodrigues
Ana Luísa Komora (Orientador)
Faculdade Paraíso

A legislação brasileira de trânsito apresenta regras claras quanto à segurança dos pedestres, às faixas para travessia e aos semáforos. Existem, ainda, regras especiais para áreas escolares. Contudo, no município de São Gonçalo – RJ, a prática dos motoristas é de constante desrespeito a estas normas, gerando riscos à segurança tanto de adultos quanto de crianças. O presente estudo mapeará as práticas cotidianas de três travessias semaforizadas em áreas escolares no bairro do Paraíso, quanto a ocorrência de práticas de infrações e negligências, tanto de motoristas quanto dos próprios pedestres. Ao final, pretende-se apresentar um diagnóstico das rotinas nos mesmos em relação à segurança e eficácia.

julianamonteirodefaria@gmail.com
kellysantosrod@gmail.com
ana.komora@faculdadeparaiso.com

**ESTACIONAMENTOS IRREGULARES E A REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE VIAS –
ESTUDO DE CASO DA RUA VISCONDE DE ITAUNA, SÃO GONÇALO-RJ**

**Andrezza Siqueira Chagas
Fernanda Souza dos Santos Piñeiro
Gyselle Marins Landim
Ana Luísa Komora (Orientador)**
Faculdade Paraíso

A Rua Visconde de Itaúna, via que liga os bairros Paraíso e Gradim, no município de São Gonçalo-RJ, apresenta grande ocorrência de estacionamentos irregulares ao longo de sua extensão, durante todo o dia e especialmente em horário escolar. A via também faz parte do itinerário de ônibus municipais, além de dar acesso a BR-101 e empresas da indústria naval, o que garante constante circulação de veículos de carga. Com os estacionamentos irregulares, a via tem sua capacidade reduzida, gerando lentidão no tráfego e por diversas vezes formação de congestionamentos. O presente estudo buscará calcular a atual capacidade da via, indicar as principais ocorrências de descumprimento da legislação, definir a capacidade potencial da via além de estimar o valor que seria arrecadado ao governo com a emissão de penalidades às infrações cometidas durante o período de pesquisa.

andrezzaschagas@gmail.com
fernandapineiro36@gmail.com
gysellemarinslandim@gmail.com
ana.komora@faculdadeparaizo.com

A DEMANDA REPRIMIDA DO BAIRRO DE SANTA IZABEL

Cláudia Fabiane Sampaio Catojo
Daniele Pereira dos Santos
Jaqueleine Francisca Sousa de Carvalho
Ana Luísa Komora (Orientador)
Faculdade Paraiso

O bairro de Santa Izabel, localizado no município de São Gonçalo-RJ, apresenta diversos problemas relacionados a mobilidade urbana, especialmente no que se refere a oferta do transporte público. Além da frota de ônibus coletivos, o bairro também era atendido por ampla frota de transporte alternativo realizado por vans, municipais e intermunicipais. Com o processo licitatório ocorrido em 2009, a frota do transporte alternativo intermunicipal foi reduzida drasticamente e posteriormente houve o impedimento da circulação da frota municipal. Na ausência do aumento da frota de ônibus coletivos, grande parte da população da região ficou desassistida na questão do transporte público, caracterizando uma demanda reprimida.

O presente estudo realizará um diagnóstico acerca da atual situação do bairro, sua frota e sua demanda.

ana.komora@faculdadeparaiso.com

ANÁLISE, AVALIAÇÃO E APLICAÇÃO DA REGULAMENTAÇÃO DE PÓLOS GERADORES DE TRÁFEGO NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA.

Adriana Coelho Vieira

José Alberto Barroso Castañon (Orientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora

Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído

O projeto de pesquisa baseia-se em estudos e artifícios para avaliar a regulamentação municipal sob o número da lei 06910 de 31/05/1986, baseada na implantação de empreendimentos PGV's tornando-se PGT's, analisando, avaliando e correlacionando a aplicação da regulamentação vigente; Estudar a regulamentação vigente correlacionando-a com as legislações de outras cidades de mesmo porte; Modelar o padrão de crescimento de um PGT local utilizando técnicas para avaliação e modelagem demonstrando se a regulamentação foi ou não aplicada; Avaliar como a localização desses PGT's influenciam na mobilidade urbana e na sustentabilidade versando as questões de poluição sejam elas sonoras ou de emissão de poluentes;

A partir do levantamento de dados de diferentes empreendimentos de PGV's, vamos comparar a atual proposta da legislação e implantar uma metodologia para cada tipo de empreendimento propondo as devidas alterações na lei. Os projetos de estudos de polos gerados de tráfego têm como objetivo principal e primordial melhorar a circulação nas vias, dando maior segurança aos usuários (pedestres e veículos) de forma harmônica com a expansão das áreas urbanas desenvolvendo de forma consciente a infraestrutura do município.

As etapas fundamentais para a confecção do projeto de Análise, Avaliação e Aplicação da Regulamentação de Polos Gerados de Viagem no Município de Juiz de Fora estão descritas à seguir: ⇒ Levantamento dos principais Polos Geradores de Trafego de uma determinada região do município de Juiz de Fora: análise da proposta para contagens volumétricas e confecção do projeto à partir do pré-estudo de caso e verificação das melhorias e pós-análise de dados com seu respectivo arquivamento.

adriana.vieira@engenharia.ufjf.br
jose.castañon@engenharia.ufjf.br

PERCEPÇÃO DE CICLISTAS EM RELAÇÃO À INFRESTRUTURA DO SISTEMA DE TRANSPORTES EM NITERÓI

Letícia dos Santos Silva
Matheus Lima da Costa
Fátima Priscila Morela Edra (Orientadora)
Faculdade de Turismo e Hotelaria – UFF

No início do ano de 2015, a partir do estudo da história, atrativos turísticos e política de transportes da cidade de Niterói por grupo de alunos do curso de Turismo da Universidade Federal Fluminense (UFF), mapearam-se cinco rotas para a realização do cicloturismo nas zonas central e sul do município.

O resultado do trabalho possibilitou, um ano depois (início de 2016), a parceria com duas organizações públicas: (1) Programa Niterói de Bicicleta (PNB), setor que apresenta o estímulo à cultura cicloviária na cidade como principal objetivo; (2) Empresa de Lazer e Turismo S/A (Neltur), entidade que possui o objetivo de promover, coordenar, executar e estimular o desenvolvimento do lazer, turismo e atividades correlatas no município.

A união entre os três agentes resultou na criação do “Niterói Bike Tur”, passeio ciclístico que ocorre sempre no terceiro domingo do mês e que tem o objetivo de realizar passeios de bicicleta que contemplem as rotas mapeadas para verificar a percepção do público participante sobre os espaços percorridos visando identificar a necessidade de intervenções para a consolidação do cicloturismo como produto turístico da cidade.

Em cada edição, a Neltur fica responsável pelas inscrições que possuem número de vagas limitadas. O PNB se encarrega da organização logística para a segurança da atividade, tais como contato com Segurança Pública para acompanhamento do grupo e com Niterói Transportes e Trânsito (NitTrans), para fechamento parcial e/ou temporário das vias de circulação dos ciclistas. E, ao grupo da Faculdade de Turismo e Hotelaria (FTH) da UFF, cabe realizar pesquisas com os participantes visando identificar suas origens, como chegou ao local de início da atividade, se usa a bicicleta no dia a dia ou somente para passeio, percepções sobre as vias do percurso (no caso da existência de ciclovias, ciclofaixas e/ou rotas cicláveis), infraestrutura de apoio ao ciclista, sinalização turística etc.

Após três edições do evento por três rotas diferentes (Centro Histórico, Museus e Caminho Niemeyer), já foi possível identificar alguns pontos fortes e fracos da cidade e/ou roteiros que fomentam ou inibem o cicloturismo no município. Em relação aos pontos fortes, destacam-se: elevado grau de atratividade dos atrativos turísticos inseridos nos roteiros e potencialidade de captar demanda das cidades “vizinhas” (Rio de Janeiro, São Gonçalo e Cabo Frio). No que se refere aos pontos fracos, pode-se citar: ausência de sinalização urbana e sensação de insegurança em alguns trechos, mesmo com a existência de ciclofaixas, que acabam inibindo a realização do cicloturismo autoguiado.

Acredita-se que, ao fim do teste em todos os roteiros, previsto para outubro (pois a edição de julho contemplará o roteiro da pira olímpica e em agosto, devido aos Jogos Olímpicos, estará suspenso) será possível definir prioridades de intervenções no sistema de transportes e arquitetura

urbanística para possibilitar que Niterói venha a se tornar município conhecido como cidade Bike Friendly não só por residentes, mas também pela demanda turística.

leticiadossantoss23@gmail.com

matheuslc@id.uff.br

edra@turismo.uff.br

ANÁLISE AEROFOTOGRAMÉTRICA DE ÁREAS DE RISCO UTILIZANDO AERONAVES RADIOCONTROLADAS

Wilian Daniel Henriques do Amaral

José Alberto Barroso Castañon (Orientador)

Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído – PROAC/UFJF

Aeronaves não tripuladas têm sido utilizadas como plataformas de monitoramento e mapeamento de baixo custo onde câmeras fotográficas portáteis, aliadas a um sistema de telemetria, tornam capaz o levantamento topográfico de uma dada região pelos métodos da aerofotogrametria. Novas tecnologias como o structure from motion (SfM) permitem que a análise computacional das imagens seja feita ainda que equipamentos de fotografia ordinários sejam utilizados na aquisição de dados para a geração de ortomosaicos e modelos digitais de elevação, eliminando a necessidade de profissionais especialistas para análise dos tradicionais pares estereoscópicos reduzindo, assim, o custo com equipamentos tradicionais de fotogrametria. Para esse tipo de missão, onde a área a ser analisada é, em geral, de pequenas dimensões, uma aeronave do tipo multicóptero – popularmente difundida como “drone”, em especial um quadricóptero, é proposta por se tratar de uma plataforma estável, com recursos autônomos, de relativamente simples manutenção e com a possibilidade de montagem da câmera fotográfica apoiada em gimbal estabilizadora. O uso da gimbal, por sua vez, compensa a atitude de voo da plataforma, mantendo a câmera sempre na mesma posição relativa ao horizonte e, portanto, eliminando a parcela de erro na aquisição das imagens devido a variações de inclinação (tilt).

A escolha desse tipo de aeronave justifica-se, ainda, pelo fato do multicóptero possuir dimensões reduzidas, ser capaz de voo pairado e realizar decolagens e poucos verticais, possibilitando seu uso eficaz em qualquer situação.

Este trabalho vem dar continuidade a pesquisas desenvolvidas anteriormente, explorando um recorte distinto da teoria da fotogrametria, com o objetivo de capturar imagens de ambientes construídos em áreas de risco para modelagem tridimensional e avaliação remota de diversos indicadores utilizados em Engenharia.

No escopo deste estudo, a possibilidade de aliar a fotografia georreferenciada de curta distância e alta resolução, auxiliada por leituras in situ dos mais diversos índices e parâmetros a serem utilizados em futuras simulações, permite resultados igualmente consistentes quando comparados a métodos tradicionais de avaliação deste tipo de circunstância eliminando a necessidade da presença humana em ambientes hostis.

A metodologia aplicada compara os dados coletados pela aeronave com os obtidos pela metodologia tradicional para a estimativa de erros e indicadores de confiabilidade nas medidas.

Com este fim, será determinado um objeto de pesquisa e estabelecidos objetivos a serem estudados e avaliados para testar a validade do estudo proposto. Por fim, uma discussão será elaborada visando gerar sugestões para ajuste do método e suas futuras aplicações em situações reais.

wilian.amaral@engenharia.ufjf.br
jose.castanon@ufjf.edu.br

ANÁLISE DE VÍDEOS DE CAMPANHAS DE SEGURANÇA NO TRÂNSITO POR MEIO DA TEORIA DE RECEPÇÃO DE MENSAGENS

Raquel Nanny Alves Ferreira

Agmar Bento Teodoro (Orientador)

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG
Departamento de Engenharia de Transportes

Atualmente um dos grandes problemas do trânsito brasileiro são os acidentes eles são considerados um sério problema para as grandes cidades brasileiras, seja pela quantidade, pela gravidade ou pelos custos impostos à sociedade. As medidas de segurança no trânsito são empregadas com a finalidade de evitar a ocorrência de acidentes no trânsito ou reduzir sua severidade. A mais comum delas é conhecida como “3 Es”, que as classificam em: medidas relacionadas à Engenharia, à Educação e à Fiscalização (em inglês, Engineering, Education, Enforcement). A educação de trânsito deve proporcionar condições para que os usuários do sistema trânsito execute e construa seus conhecimentos.

As campanhas de conscientização e educação no trânsito são consideradas pela literatura técnica, uma forma de levar os condutores a ter um comportamento adequado no trânsito, sendo assim, faz-se necessário identificar quais as campanhas e conteúdos expressos nelas, apresentam maior potencial para induzir a um comportamento seguro dos condutores.

Este estudo visa desenvolver um método para analisar o potencial das campanhas de educação e segurança no trânsito, produzidas pelo Governo Federal, de modificar o comportamento de motoristas. Para realização do estudo foi feito um levantamento das campanhas de segurança no trânsito, disponíveis no site do DENTRAN (Departamento Nacional de Trânsito), e foram selecionados quatro vídeos com as seguintes abordagens: conteúdo emotivo, chocante, técnico informativo e conteúdo cômico.

Para análise dos vídeos selecionados está sendo conduzida uma pesquisa com motoristas, nessa pesquisa os vídeos são exibidos para os motoristas e na sequência eles respondem a um questionário. Para análise do questionário será utilizado como referencial teórico a teoria da recepção de mensagens proposta pelo pesquisador Professor Jesús Martins Barbero.

agmarbento@hotmail.com
raquel.alvees@yahoo.com

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE NO ENTORNO DA BR 116 NO TRECHO LEOPOLDINA - GOVERNADOR VALADARES

Ana Cristina Junqueira Ribeiro
José Alberto Barroso Castaño (Orientador)
Programa de Pós -Graduação em Ambiente Construído - PROAC/UFJF

Pesquisa recente do IPEA (2015) aponta um aumento de 50,3% do número de acidentes ocorridos em rodovias federais no Brasil denotando a relevância em empreender estudos sobre os ambientes que compõe o entorno destas vias, em busca de determinantes para a compreensão e prevenção de acidentes. Para tanto, é preciso caracterizar os diferentes ambientes que compõe as adjacências do espaço rodoviário, o meio urbano e o rural, seus processos de expansão e retração e, principalmente, o meio intermediário.

No sistema viário brasileiro nota-se que a rodovia não apresenta significativa alteração em seu entorno no meio rural, contudo há um avanço contínuo do meio urbano sobre o espaço rodoviário e as diferenças sociais e econômicas dos municípios parecem impor finalidades diversas ao ambiente estudado.

Estudos que visam a caracterização desses ambientes para uma gestão de segurança viária eficaz encontram obstáculos no avanço das áreas de expansão das cidades no entorno das rodovias, uma vez que estas permeiam o espaço intermediário entre o rural e o urbano criando a necessidade de caracterização de uma zona de transição.

Segundo Silva (2011), o gerenciamento da segurança viária depende de muitos fatores, sendo necessárias verificações de variáveis como aspectos físicos e operacionais de uma rodovia, que são relacionadas às taxas de acidentes.

Sendo assim, o presente estudo buscará analisar a BR116, no trecho entre Leopoldina e Governador Valadares, a fim de traçar parâmetros de estruturação do espaço de expansão dos municípios nessas áreas, apresentando as configurações sobre questões de componentes de mobilidade e acessibilidade da rodovia, uso e ocupação do solo, presença de serviços básicos e características operacionais como velocidade, infraestrutura rodoviária e verificação de níveis de acidentes.

Este trabalho terá início no estudo dos planos diretores do trecho das cidades, visando identificar seu perímetro urbano para melhor caracterização dos ambientes desses municípios. O passo seguinte é a análise dos parâmetros governamentais propostos para a BR116 e das rodovias que a cruzam no trecho em estudo e, seguindo uma metodologia qualitativa, identificar o avanço fático das cidades de forma a caracterizar uma zona de transição urbano-rural. O processo de seleção compreende a definição de marcos que delimitem a zona de transição apresentando o início e o fim dos trechos. Ao final, pretende-se a apresentação quantificada dos parâmetros propostos de forma a tornar possível a elaboração de um modelo que integre um sistema de gestão de segurança correlacionando as condições ambientais rodoviárias às características que influenciam nos acidentes, de modo que proporcione uma maior segurança aos usuários dessas vias.

anac.eng@gmail.com
jose.castanon@ufjf.edu.br

CARACTERIZAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO COMO POLO GERADOR DE VIAGEM EM TEÓFILO OTONI-MG

Augusto Arruda Costa
Isaac Sousa Brito
Ugo Nogueira Castañon (Orientador)
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

A instalação ou ampliação de Polos Geradores de Viagens (PGV) produzem diversos efeitos em suas adjacências, principalmente em se considerando empreendimentos que se situem em regiões já adensadas. Tal situação pode se agravar caso a via em que o empreendimento está instalado seja uma infraestrutura que atenda a demandas de tráfego de diversas características, como é o caso da rodovia BR-116 que corta o município de Teófilo Otoni – MG. Ao passo de que os veículos oriundos de diversas regiões do Brasil cruzam o país de norte a sul através da rodovia, a população do município utiliza a avenida Alfredo Sá (superposta à rodovia) para acessar as atividades presentes naquela região da cidade. Tem-se, portanto, caracterizado um conflito entre as funções daquela via em relação aos tipos de tráfego que nela circulam. Não obstante, mais um fator de agravamento é a presença de inúmeros empreendimentos ao longo de todo o perímetro urbano da rodovia: oficinas mecânicas, postos de combustíveis, hotéis, escolas, supermercados e estabelecimentos comerciais diversos. Tudo isto gera um cenário caótico nos horários de pico, uma mescla de tráfego rodoviário pesado e tráfego urbano se unem em congestionamento que por vezes demoram horas a se dissipar e impactam na qualidade de vida da cidade e no tempo de viagem de transportadores que passam na região.

Este trabalho visa caracterizar um Hipermercado localizado às margens da Avenida Alfredo Sá (BR-116). Através de revisão da literatura a respeito de PGV e seus desdobramentos, foi organizada a metodologia de levantamento dos dados e seguir-se-á com análises baseadas em estudos realizados. A pesquisa encontra-se em fase de levantamento de campo, cuja dimensão temporal será a hora de pico do estabelecimento, coincidente com a hora de pico da via, durante as sextas-feiras e finais de semana, dias de maior movimentação do hipermercado segundo dados da administração.

Com o conhecimento do padrão do PGV e dos padrões de viagem, bem como a consideração das dimensões espacial e temporal do estudo, pretende-se chegar a um modelo de geração de viagens, a fim de compará-lo com o cenário futuro de expansão deste hipermercado. Este trabalho servirá também como ensaio para um estudo futuro sobre produção de viagens dos supermercados e hipermercados da principal cidade da mesorregião do Vale do Mucuri

augustoarrudac@gmail.com
isaacsousabrito@yahoo.com.br
ugo.castanon@ufvjm.edu.br

IDENTIFICANDO AS CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS PROJETOS DE TRENS DE LEVITAÇÃO MAGNÉTICA PARA O TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIRO

Gabriel José Ramos de Aquino

Gabriel Santiago dos Santos

Max Anderson da Silva Mendes (orientador)

Nelson Mendes Cordeiro (orientador)

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

Engenharia Mecânica

Com o passar dos tempos, a população dos grandes centros urbanos vem crescendo em todo o mundo e com ela, cresce também a necessidade de melhores condições de saúde, saneamento básico, educação e, sobretudo um transporte público de qualidade, que seja capaz de suprir essa demanda. Nesse contexto, no que diz respeito à atividade de transporte público urbano, a levitação magnética surge como uma alternativa inovadora e de grande relevância, porém ainda pouco disseminada na sociedade.

A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), por meio do Laboratório de Aplicações de Supercondutores (LASUP), desenvolveu o *Maglev Cobra* (trem de levitação magnética) que se trata de um protótipo funcional, em escala real, que opera uma linha experimental de 223 metros, no campus da UFRJ. Devido às particularidades das técnicas de levitação magnética, objetiva-se realizar uma revisão da literatura a fim de obter um embasamento teórico sobre o assunto para que se possa, em seguida, analisá-los de forma crítica diante de tecnologias já consolidadas e utilizadas para transporte de passageiros, nos grandes centros urbanos de todo o mundo. Como objetivo secundário, pretende-se identificar as características dos principais projetos de trens para passageiros que já utilizam tal tecnologia e compará-los com a construção do *Maglev Cobra*, na cidade do Rio de Janeiro.

Dentre os principais projetos de trens de passageiros por levitação magnética identificados pode-se destacar: (1) o *Transrapid Shanghai* que se trata da primeira linha de trem de alta velocidade comercial do mundo, desenvolvido na Alemanha e opera desde janeiro de 2004, na cidade de Shanghai (China) e; (2) o J.R. *Maglev MLX01* que trata-se de um sistema de comboios desenvolvido no Japão e opera, desde 2015, na cidade de Yamanashi (Japão). Como próximos passos, pretende-se identificar os estudos que possam apontar as características dos sistemas de trens de levitação magnética que se pretende investigar e estabelecer as comparações entre as tecnologias japonesa, alemã e brasileira.

max.mendes@gmail.com

prof.nelsonmends@gmail.com

gabri_jr@hotmail.com

ggsantiago97@gmail.com

IDENTIFICANDO O PERFIL DOS VEÍCULOS DE CARGA À HIDROGÊNIO

Fabiana do Couto Assumpção
Cintia Machado de Oliveira
Márcio de Almeida D'Agosto (orientador)
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes – COPPE/UFRJ

O setor de transportes consome energia majoritariamente na forma de queima de combustíveis fósseis que gera GEE e poluentes locais. Como o transporte de cargas configura-se como uma atividade vital para o desenvolvimento econômico da sociedade sendo realizado prioritariamente pelo modo rodoviário, o que consome mais energia por unidade de carga transportada, faz-se necessário o estudo da questão ambiental relacionada a este setor.

Nesse contexto, a utilização de fontes de energia alternativas, pode contribuir com a solução dessa problemática. Dentre as possíveis fontes de energia alternativas existentes, considera-se a possibilidade do uso de hidrogênio para o transporte de carga, sendo utilizado como combustível principal ou complementar. O hidrogênio pode ser usado diretamente ou produzido por eletrólise da água.

Objetiva-se, portanto, com este estudo realizar, primeiramente uma revisão bibliográfica narrativa, com o objetivo de identificar os tipos de uso do hidrogênio para veículos automotores, se a tecnologia está em estudo ou já foi difundida e que países têm realizado estudos na área. A partir dessa revisão, serão identificadas palavras-chaves para a revisão bibliográfica sistemática.

Posteriormente, pretende-se realizar uma revisão bibliográfica sistemática, a fim de identificar as características dos veículos de carga movidos a hidrogênio, considerando a última década (2006 a 2016). Objetiva-se com esta revisão, identificar as características relacionadas à classe, capacidade, autonomia e consumo. Para realização da revisão bibliográfica sistemática, pretende-se elaborar um procedimento específico para este estudo, que fornecendo, assim, um resultado consistente, que pode ser replicado e aprimorado quantas vezes forem necessárias. Posteriormente, os resultados deste estudo poderão ser comparados com os de estudos de outras alternativas energéticas para o transporte de cargas.

fabianaassumpcao@poli.ufrj.br
cintia@pet.coppe.ufrj.br
dagosto@pet.coppe.ufrj.br

ANÁLISE DO TRECHO URBANO DA RODOVIA BR-030 NO MUNICÍPIO DE BRUMADO - BA ATRAVÉS DO MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO

Luan Márcio Leme Brito

Ugo Nogueira Castañon (Orientador)

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM / Campus do Mucuri

RESUMO

Brumado, município localizado no sudoeste da Bahia, possui uma população estimada em aproximadamente 70.000 habitantes, e exerce grande influência, em todos os aspectos, nos municípios que fazem parte de sua microrregião. Devido ao desenvolvimento da cidade há um vetor de crescimento bem caracterizado que vai de encontro à rodovia BR-030. Observa-se, portanto, uma alteração nos padrões de uso e ocupação do solo nas proximidades da rodovia, com a instalação de diversos empreendimentos caracterizados como Polos Geradores de Viagens. É perceptível também que a frequência e a gravidade dos acidentes na região vêm aumentando consideravelmente, afetando, tanto aquela população que cruza a rodovia para acessar as atividades ali instaladas, quanto os usuários que pela BR-030 trafegam, do oeste do estado para a região litorânea.

Os acidentes de trânsito impactam sobremaneira a sociedade, seja social ou economicamente, por vezes incapacitando temporária ou permanentemente os indivíduos envolvidos, gerando problemas de ordem psicológica nas famílias envolvidas e solapando grande parte da população brasileira economicamente ativa. Segundo Brandão (2011), os acidentes rodoviários podem ser analisados por distintos aspectos, e geralmente são relacionados a um conjunto de quatro fatores: as condições das estradas, os veículos que nela trafegam, os condutores e os aspectos ambientais. O levantamento de características do trecho, relacionadas aos fatores citados, a posterior análise da situação da rodovia e, em momento futuro, aplicações de técnicas da engenharia de tráfego podem ocasionar uma redução do número de acidentes e da gravidade dos mesmos. Assim, este trabalho consiste na análise do trecho urbano da BR-030 em Brumado-BA, considerando o preconizado no Método dos Cenários de Riscos, que dá ênfase na relação entre a velocidade desenvolvida pelos veículos nas vias e a ocorrência de acidentes, sendo a velocidade o principal fator a sofrer intervenção, no intuito de que o problema com acidentes possa diminuir consideravelmente ou até mesmo ser eliminado.

Através de metodologias complementares foram realizados, em diversos pontos do trecho, os seguintes levantamentos: tomada de velocidade, contagem volumétrica classificatória, levantamento das características físicas da via e entrevistas com a população local. Atualmente o trabalho encontra-se em fase de levantamento e caracterização dos acidentes de trânsito, para que se possa realizar a hierarquização dos cenários de risco através da identificação dos Locais Críticos. Pretende-se ao final deste trabalho fornecer indicações de soluções para a redução dos acidentes neste trecho urbano da rodovia.

luanmarcio@gmail.com
ugo.castanon@ufvjm.edu.br

AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO VLT DO RIO DE JANEIRO POR MEIO DE INDICADORES AMBIENTAIS

Isabela Rocha Pombo Lessi de Almeida
Márcio de Almeida D'Agosto (orientador)

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes – COPPE/UFRJ

No Brasil, foi a partir dos anos 60 que o fenômeno de urbanização se intensificou. Como não houve uma adequada melhoria da infraestrutura de transporte que acompanhasse o ritmo desse crescimento populacional, acabou-se gerando diversos problemas, dentre eles problemas ambientais decorrentes do uso intensivo de combustíveis fósseis relacionados ao modo rodoviário, gerando poluição atmosférica e sonora.

Dentro do contexto da desordem urbana atual, o poder público do Município do Rio de Janeiro realizou intervenções na infraestrutura urbana por meio do projeto Porto Maravilha, que prevê a revitalização da região portuária e a implantação do Veículo Leve sobre Trilho (VLT). Em detrimento desse projeto e da melhoria do trânsito, algumas linhas de ônibus foram alteradas e até mesmo eliminadas de circulação.

O objetivo geral desse trabalho é comparar e analisar dois cenários de mobilidade urbana na cidade do Rio de Janeiro, por meio de uma seleção de indicadores ambientais. O primeiro cenário considera as linhas de ônibus, no qual um trecho de suas rotas passa pelo Centro da Cidade antes da racionalização (maio de 2015) e o segundo cenário considera as linhas de ônibus no qual um trecho de suas rotas passa pelo Centro da Cidade após a racionalização e a operação do VLT (maio de 2016).

Para justificar a escolha dos indicadores ambientais foi necessário recorrer à Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), método elaborado por Oliveira (2014), a partir de Tranfield, Denyer e Smart (2003). Como resultado, três indicadores foram selecionados: Emissões de Gases de Efeito Estufa (emissões totais e per capita de CO₂, CH₄ e N₂O, em kg/mês e kg/hab.mês respectivamente), Poluição do Ar (emissões totais e per capita de CO, NO_x, MP e HCNM, em kg/mês e kg/hab.mês respectivamente) e Energia (Energia útil consumida das linhas de ônibus e do VLT, em MJ/mês).

Para o cálculo das emissões foram utilizados dados abertos da Prefeitura do Rio de Janeiro, referentes a distância percorrida [km] mensal das linhas de ônibus, além de dados do Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013 (ano-base 2012). Em relação às emissões totais de GEE, o mês de maio de 2016 apresentou uma queda de 1.047.310 kg CO₂ eq/mês em comparação a maio de 2015. Em relação à energia útil consumida na operação dos ônibus, o mês de maio de 2016 apresentou uma queda de 16.343.123 MJ/mês em comparação a maio de 2015, o que representa uma queda de 5,23%. A energia útil consumida pelo VLT é de 372.557 MJ/mês, um valor com uma ordem de grandeza 10³ menor do que o valor de energia dos ônibus.

isabelarochapombo@poli.ufrj.br
dagosto@pet.coppe.ufrj.br

IDENTIFICANDO NOVAS TECNOLOGIAS DE EMBARCAÇÃO PARA A REDUÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Thaís Pratas de Almeida^{1,3}

Cíntia Machado de Oliveira^{1,2}

Márcio de Almeida D'Agosto (orientador)¹

Universidade Federal do Rio de Janeiro¹

Programa de Engenharia de Transportes – COPPE/UFRJ

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca²

Universidade Federal do Rio de Janeiro³

Escola Politécnica

As mudanças climáticas têm sido uma grande preocupação para a sociedade, sendo causadas pela emissão excessiva de gases de efeito estufa gerados, em grande parte, pela queima de combustíveis fósseis para geração de energia de setores como o de transportes. Assim, o sistema de transportes torna-se um setor ambientalmente não sustentável, impulsionando políticas nacionais no sentido de encontrar formas de reduzir o consumo de energia. No setor de transporte aquaviário, especificamente o transporte marítimo, há movimentos organizacionais como o International Maritime Organization (IMO) para que, assim como em outros modos de transportes, normas de restrições sobre as emissões de gases poluentes de motores de navios sejam implantadas.

Pensando em reduzir as emissões geradas pela utilização do sistema de transporte, no contexto marítimo, é necessário promover a racionalização das operações, reduzindo a atividade de transporte e a intensidade de carbono, promover uma melhor oferta e utilização da infraestrutura, realizar transferência entre os modos de transporte e a utilização de fontes de energia alternativas. Os combustíveis alternativos (renováveis) para a substituição de combustíveis convencionais (óleo diesel e óleo pesado) consistem no etanol, biodiesel, biogás, óleos vegetais ou minerais, combustíveis sintéticos e hidrogênio, além da energia elétrica (eólica e solar). Dentre as tecnologias que podem ser utilizadas para reduzir o consumo de combustível nas embarcações são o controle da eficiência (controles do motor, recuperação do calor e redução da velocidade pelo *designer*), eficiência de propulsão, hidrodinâmica, aerodinâmica, forças auxiliares e operação.

O objetivo desse estudo é identificar, por meio de uma revisão bibliográfica sistemática, as diferentes tecnologias implementadas em sistemas de propulsores das embarcações, que sejam capazes de reduzir o consumo de energia e a redução das emissões de GEE. Além disso, pretende-se identificar os tipos de dispositivos complementares para cogeração de energia, cuja fonte seja renovável. O procedimento divide-se em três atividades: (1) Planejamento; (2) Realização e; (3) Comunicação e Divulgação dos resultados.

thaisp95@poli.ufrj.br
cintia@pet.coppe.ufrj.br
dagosto@pet.coppe.ufrj.br

DE CORONEL PACHECO À FURTADO DE CAMPOS: POTENCIALIDADES DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO NA ZONA DA MATA MINEIRA

Jéssica de Fátima Rossone Alves
José Alberto Barroso Castaño (Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído – PROAC/UFJF

Durante a segunda metade do século XVIII e XIX, aconteceram transformações significativas nas atividades econômicas no Brasil, houve maior interiorização destas atividades e surgiu a necessidade de um meio de transporte compatível com a nova realidade. Surgiram então as ferrovias, que durante muito tempo foram o principal meio de transporte terrestre utilizado em território nacional. Nesse contexto, nasceu a Companhia Estrada de Ferro Leopoldina (EFL) cujo principal objetivo era introduzir a ferrovia no estado de Minas Gerais e constituir ligação com as ferrovias do Rio de Janeiro. Idealizada em 1871, foi inaugurada em 1874.

Como objeto principal deste estudo, tem-se um trecho do ramal da EFL que ligava Juiz de Fora a Furtado de Campos. Implantado em 1883, o ramal funcionou para o tráfego de passageiros até 1974. Após a desativação, seus trilhos foram totalmente retirados e algumas de suas estações, demolidas. Como recorte espacial específico, estuda-se a área que compreende as estações denominadas Furtado de Campos, Rio Novo, Goianá, Ferreira Lage e Coronel Pacheco e algumas paradas intermediárias e de menor tamanho.

O contexto observado atualmente aponta para o desenvolvimento acelerado da área, principalmente após a inauguração do Aeroporto Regional da Zona da Mata em 2011, entre as cidades de Goianá e Rio Novo, o segundo maior aeroporto de Minas Gerais. O acesso ao terminal de passageiros é feito, atualmente, pela MG-353.

A implantação do terminal aéreo contribui não só para o aumento de tráfego mas, também, das possibilidades econômicas da região, indicando a necessidade de maior infraestrutura. Nesse sentido, a partir do estudo de reimplementação da ferrovia no trecho compreendido entre Furtado de Campos e Coronel Pacheco, propõe-se a reabilitação das estações ferroviárias existentes. Ainda, considerando a potencialidade local, propõe-se um estudo de implantação de novas estações ferroviárias em Goianá e em Rio Novo que proporcione novas oportunidades de transporte de carga e passageiros, atentando para todas as vantagens que o transporte ferroviário pode oferecer.

Para a realização deste trabalho, pretende-se utilizar de revisão bibliográfica sobre os temas reabilitação e restauração em edificações ferroviárias, análise documental sobre as edificações em questão; traçar estudos de caso relacionados à terminais ferroviários e aeroportos, bem como terminais mistos e o programa arquitetônico dos mesmos; e listar os possíveis impactos da implantação de novo trecho ferroviário e de novas edificações no contexto envolvido. Como prognóstico, espera-se a afirmação das vantagens do transporte ferroviário em contraponto com o transporte rodoviário de cargas e passageiros, considerando contexto estudado, como uma maneira de promover o desenvolvimento local e a geração de emprego e renda para a população dos municípios citados.

ANÁLISE DE CONSUMO DOS COMBUSTÍVEIS AMD30 E B5 PARA OS ÔNIBUS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO.

Rafael Carvalho de Queiroz
Daniel Neves Schmitz Gonçalves
Márcio de Almeida D'Agosto (orientador)
Ralph dos Santos Silva (orientador)
Programa de Engenharia de Transportes – COPPE/UFRJ

O transporte público rodoviário (TPR) é um dos meios essenciais para a mobilidade de uma cidade. Sua operação depende do consumo de combustíveis fósseis, mesmo prejudicando a qualidade de vida dos habitantes. Com base nos dados do MMA (2013), observou-se que o TPR foi responsável por 21% das emissões de CO₂, principal gás de efeito estufa, do transporte de passageiros pelo modo rodoviário. O emprego de fontes de energias alternativas que emitam menos CO₂ pode ser uma forma de amenizar tais circunstâncias. Entre as alternativas disponíveis, pode-se citar os combustíveis de origem em biomassa, os biocombustíveis, como por exemplo o diesel de cana-de-açúcar, biodiesel, etanol, entre outros, puros ou em mistura com os combustíveis tradicionais, derivados do petróleo. São realizadas no Brasil inúmeras tentativas de empregar biocombustíveis no TPR a fim de reduzir a dependência dos combustíveis derivados do petróleo.

Foram coletados dados referentes à operação diária, no período de 12 meses – de 12/02/2012 a 12/01/2013 de 20 ônibus urbanos que utilizaram AMD30 - 70% de B5 (diesel B_S50-50 ppm de enxofre e 5% de biodiesel, conforme Resolução ANP65/2011, da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível, e normativa CNPE06/2009, do ministério de Minas e Energia) e 30% de diesel de cana (AMD100) produzido pela empresa Amyris Brasil Ltda e de uma frota similar abastecida apenas com B5. Os ônibus do estudo pertenciam à empresa Viação Nossa Senhora das Graças (antiga Viação Sans Peña S.A.) e atuaram nas linhas 409 – Saens Peña – Jardim Botânico/Horto (linha regular) e 125 – Central – Praça General Osório (linha circular).

A pesquisa propõe um modelo estatístico para tentar explicar o consumo dos combustíveis mencionados acima utilizando diversas variáveis explicativas presente no banco de dados (tipo de ônibus, linha do ônibus, etc) e variáveis temporais (mês do ano, dia da semana, feriado, etc). Para isto, utilizamos um modelo de regressão pooled t-Student heterocedástico (a variância muda ao longo do tempo) com as variáveis explicativas já citadas mais a presença de componentes autoregressivas tanto na equação da média quanto da variância. Diversos ajustes foram realizados através do pacote 'hett' do programa estatístico R e verificada a adequação dos modelos quanto às suas hipóteses. O modelo final escolhido através de critérios estatísticos descreve bem os dados analisados (exceto por uma leve assimetria presente que deixamos para ser investigada em trabalhos futuros). Além disso, pretende-se, por meio da regressão pooled, obter um estimador para o coeficiente de consumo medido em l/km, usando a estimativa do modelo construído e assim reaplicando para a quilometragem, sendo possível, então, construir um estimador pontual do coeficiente de consumo (também um intervalo de confiança para o mesmo).



ralph@im.ufrj.br

dagosto@pet.coppe.ufrj.br

IMPACTO ACÚSTICO DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO EM ÁREAS URBANAS: UMA ANÁLISE DO CASO DE JUIZ DE FORA – MG

Guilherme Valle Loures Brandão
José Alberto Barroso Castañon (Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído – PROAC/UFJF

A poluição sonora é um dos principais problemas estruturais atualmente enfrentados em aglomerações urbanas e seus efeitos são cada vez mais evidentes no cotidiano da vida moderna. Diariamente, passam pelo perímetro urbano de Juiz de Fora cerca de 25 composições e a dificuldade de comunicação e locomoção durante o dia provocada pela passagem sistemática de composições ferroviárias, além da interferência no sono durante o período noturno trazem vários transtornos para os indivíduos expostos, provocando a redução de sua capacidade produtiva e contribuindo para o desenvolvimento de problemas de saúde.

A escolha desta linha de pesquisa se deu frente à amplitude e aplicabilidade do tema, escassa literatura e utilização de dispositivos de redução e controle de ruído ambiental em nosso país com vistas à aplicação em áreas urbanas ou mesmo externas. Percebe-se que é comum a utilização dos conceitos de qualidade acústica para promoção de conforto em espaços interiores, principalmente com o advento da NBR 15.575:2013 observando-se, ainda, pouca aplicação dos mesmos de forma coordenada e com maior amplitude de uso e escala, propiciando maior qualidade ao espaço urbano.

O objetivo deste trabalho é o estudo de dispositivos de atenuação de intensidade sonora, conhecidos como barreiras acústicas, com vistas a reduzir a poluição sonora ao longo de comunidades implantadas próximas a fontes produtoras de ruído excessivo ocasionado pelo transporte ferroviário. Pretende-se, ainda, indicar procedimentos para o dimensionamento desses dispositivos, visando o desempenho das barreiras quanto à efetiva redução do impacto sonoro na população residente nas áreas afetadas, subsidiando a elaboração dos projetos de melhoria da qualidade ambiental sonora para essas áreas.

No que se refere à metodologia aplicada, como primeiro passo, revisou-se legislação, normas e referências bibliográficas disponíveis sobre o tema, majoritariamente estrangeiras. Após essa etapa, foram definidos os pontos de coleta de dados, de acordo com a normalização relevante na área do transporte ferroviário e estudos acústicos, gerando uma amostragem ampla da situação existente no perímetro urbano da cidade de Juiz de Fora, que possibilitou o tratamento estatístico dos dados. A coleta de dados foi extensiva ao entorno imediato dos pontos definidos. A partir dos dados obtidos e sistematizados, procederemos à avaliação dos mesmos de forma a possibilitar a verificação da pertinência e aplicabilidade dos dispositivos de atenuação e controle de ruídos para cada ponto definido. Feita a análise de viabilidade, serão indicados os procedimentos adequados para correção em cada caso de pertinência verificada, mantendo-se a questão da aplicabilidade real frente à ideal – de forma a reduzir os níveis de ruído ao preconizado pela NBR 10151:2000 – já que, devido a questões de ordem como a invasão da faixa de domínio e área mínima de segurança, pode mostrar-se inviável a aplicação conforme normatizado. Apresentadas as possíveis intervenções para resolução do problema, serão elaborados a conclusão do trabalho e seus relatórios finais.

guilherme.loures@engenharia.ufjf.br
jose.castañon@ufjf.edu.br

BOAS PRÁTICAS RELACIONADAS À ATIVIDADE DE TRANSPORTE PARA A CIDADE UNIVERSITÁRIA DA UFRJ

Mariane Gonzalez da Costa³

Cíntia Machado de Oliveira^{1, 2}

Márcio de Almeida D'Agosto (Orientador)¹

Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE¹

Programa de Engenharia de Transportes

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca²

Universidade Federal do Rio de Janeiro³

Escola Politécnica

Os Gases do Efeito Estufa (GEE), emitidos por atividades antrópicas, são os principais responsáveis pelo aquecimento global, sendo o setor de transporte responsável pela emissão direta de 7,0 GtCO_{2eq} (Sims *et al.*, 2014). Considerando que alguns Campi Universitários podem ser equivalentes a uma cidade de médio porte no que se refere aos problemas na atividade de transporte, o desenvolvimento de políticas visando à mobilidade sustentável tem se mostrado fundamental para o planejamento de melhorias nesse setor.

Nesse contexto, objetiva-se com este estudo identificar as boas práticas adotadas na Cidade Universitária da UFRJ e compará-las com boas práticas adotadas em outras universidades do Brasil e do mundo. Além disso, pretende-se verificar os modos de transportes utilizados para acesso e saída das universidades e analisar quais das boas práticas identificadas e adotadas pelas outras universidades poderiam ser implantadas na Cidade Universitária da UFRJ.

Para a identificação das boas práticas adotadas pela Cidade Universitária da UFRJ, considerou-se os dois últimos relatórios (Parcial 1 e 2) desenvolvidos pelo Fundo Verde e o Laboratório de Transporte de Cargas, em parceria com a Shell Brasil Petróleo Ltda. Para a identificação das boas práticas em outras universidades, realizou-se uma revisão bibliográfica por meio de uma consulta aos relatórios técnicos das universidades membros do *International Sustainability Campus Network* (ISCN), que possui 72 universidades membros, das quais, somente 19 foram selecionadas e incluídas neste estudo.

Como resultados preliminares pode-se apresentar que a Cidade Universitária da UFRJ adota sete das dez boas práticas identificadas (70%), no entanto, implantou apenas 10 dos 42 meios de intervenção também identificados (24%). Foi possível verificar a distribuição modal das universidades pesquisadas e observou-se que mais de 70% das pessoas que se deslocam para Cidade Universitária realizam seu trajeto por meio de transporte público. Como próximos passos pretende-se comparar as boas práticas identificadas na Cidade Universitária da UFRJ com as identificadas em outras localidades do Brasil e do mundo. Logo após, pretende-se analisar quais delas poderiam ser implantadas na Cidade Universitária da UFRJ.

marigonzalez@poli.ufrj.br

cintia@pet.coppe.ufrj.br

dagosto@pet.coppe.ufrj.br

VANT (VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO): UMA ALTERNATIVA PARA O TRANSPORTE DE CARGAS NA CIDADE UNIVERSITÁRIA DA UFRJ

Pedro Henrique de Castro Albuquerque Machado

Daniel Neves Schmitz Gonçalves

Cintia Machado de Oliveira

Márcio de Almeida D'Agosto (orientador)

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Programa de Engenharia de Transportes – COPPE/UFRJ

Um sistema de transporte de cargas eficiente é fundamental para que se promova o desenvolvimento urbano com sustentabilidade socioambiental de uma cidade, uma vez que este oferece a solução de um conjunto de desafios causados pela alta densidade populacional, característica cada vez mais marcante dos centros urbanos modernos. O crescente aumento dos congestionamentos de tráfego, do consumo de energia e, consequentemente, dos níveis de poluição, atmosférica e sonora promovidos pelos veículos nas cidades está fazendo com que as empresas que atuam na atividade do transporte de carga busquem alternativas que possam, além de mitigar os impactos socioambientais provenientes de suas atividades, garantir o nível de serviço oferecido e melhorar seus resultados econômicos.

Dentre os meios alternativos de transporte disponíveis na atualidade, tem-se o Veículo Aéreo não Tripulado (VANT) cuja utilização já está sendo verificada, tendo em vista que alguns testes estão sendo realizados em diferentes países do mundo. No entanto, sabe-se que alguns aspectos técnicos e regulatórios para sua plena utilização ainda são necessários. Atualmente, suas principais aplicações se dão no campo militar e civil, podendo-se citar as aplicações em inspeção de infraestrutura, aerofotogrametria, busca e resgate, agricultura e vigilância. Os VANTS têm potencial promissor para a operação de transporte de carga, destacando os segmentos de entrega de comida (*fast food*), entrega de encomendas com foco no comércio eletrônico e até mesmo na área médica ou de outros produtos de urgência que tenham peso máximo de 2,5kg. Além disso, os VANTS podem também colaborar com a vigilância de veículos e armazéns.

Conhecida as características adequadas para um VANT capaz de realizar entregas de pequenos volumes em áreas urbanas, suas vantagens e limitações, necessita-se adquirir o equipamento para que se possa avaliar o seu desempenho. Objetiva-se com este estudo, numa primeira etapa, descrever todo o processo de aquisição e montagem de um VANT, destacando os custos, os prazos de entrega dos componentes e os prazos de sua montagem, além das contingências enfrentadas ao longo do processo. A partir de então, pretende realizar os primeiros testes na Cidade Universitária da UFRJ, considerando que estas podem representar um excelente exemplo de Laboratório Vivo (*Living Lab*) para os sistemas de transporte regionais.

pedro.de.machado@poli.ufrj.br

daniel.schmitz.jf@gmail.com

cintia@pet.coppe.ufrj.br

dagosto@pet.coppe.ufrj.br



www.riodetransportes.org.br

