

AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE RASTREAMENTO POR GPS PARA
MONITORAMENTO DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS.

Caroline Tristão de Alencar Magalhães

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE
TRANSPORTES.

Aprovada por:

Prof. Ronaldo Balassiano, Ph.D.

Prof. Márcio Peixoto de Sequeira Santos, Ph.D

Prof^a. Denise Labrea Ferreira, D.Sc

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL.

JULHO DE 2008

MAGALHÃES, CAROLINE TRISTÃO DE ALENCAR

Avaliação de tecnologias de rastreamento
por GPS para monitoramento do transporte público
por ônibus [Rio de Janeiro] 2008

XII, 113p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,
Engenharia de Transportes, 2008)

Dissertação - Universidade Federal do Rio de
Janeiro, COPPE

1. Transporte Público
2. Sistemas de Rastreamento
3. Ônibus

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais André (*in memoriam*) e
Line (*in memoriam*).

Aos meus irmãos, Eunice pelo carinho
e apoio e João Paulo por me mostrar quão
abençoada é minha vida.

Aos meus queridos amigos pela força
e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Ronaldo Balassiano pela orientação, apoio e conhecimentos compartilhados ao longo do meu percurso acadêmico no mestrado.

À minha querida amiga Mariana pelos longos anos de incentivo, compreensão e carinho.

Aos meus amigos que sempre estiveram presentes, e em especial durante o mestrado à Daniele e família, Estefânia e Luiz Carlos.

A todos os meus colegas da turma de 2006 pelos momentos de alegria que me proporcionaram.

Aos funcionários do PET, que se tornaram grandes amigos por todo carinho e incentivo.

Aos professores do PET pela atenção e conhecimentos compartilhados.

A Helena, Dalva e Orides pela amizade sincera.

A meus queridos Flávio e Bruno.

A Jeziel pela amizade, paciência e ajuda na área de informática.

Aos professores Márcio Peixoto Sequeira Santos e Denise Labrea Ferreira por aceitarem avaliar o meu trabalho e fazer parte da banca examinadora.

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para a elaboração desta dissertação.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro.

Aos setores de planejamento e fiscalização da Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes de Uberlândia e Consórcio VERMAX, pela disponibilização dos dados e assistência durante a realização da pesquisa.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

**AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE RASTREAMENTO POR GPS PARA
MONITORAMENTO DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS**

Caroline Tristão de Alencar Magalhães

Julho / 2008

Orientador: Ronaldo Balassiano

Programa: Engenharia de Transportes

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar o potencial da tecnologia de rastreamento por posicionamento global (GPS) para monitoramento de frotas de transporte público urbano operadas por ônibus. Para que os objetivos propostos sejam alcançados, a metodologia adotada inclui uma detalhada pesquisa bibliográfica. A pesquisa abrange ainda a exposição de experiências de sistemas de monitoramento já implantados em frotas no Brasil e também no exterior. Um estudo de caso da cidade de Uberlândia que monitora 100% de sua frota do transporte público por ônibus é avaliado. Realiza-se uma análise do tipo “antes e depois”, no setor de fiscalização desse município, visando identificar aspectos relevantes da utilização dessa tecnologia. O estudo apresenta em seu final uma avaliação das experiências levantadas visando subsidiar o processo de tomada de decisão quanto à implantação de sistemas de localização automática de veículos para os municípios ou empresas operadoras no Brasil que pretendam fazer uso da tecnologia de rastreamento por GPS para gestão de suas frotas de transporte coletivo por ônibus

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

EVALUATION OF TRACKING TECHNOLOGY
BY GPS FOR MONITORING PUBLIC TRANSPORT BY BUS

Caroline Tristão de Alencar Magalhães

July / 2008

Advisor: Ronaldo Balassiano

Department: Transportation Engineering

The main objective of this dissertation is to evaluate the potential of adopting tracking technologies for monitoring urban public transport fleets operated by bus. To reach those objectives, the methodology considered includes an in-depth bibliographical research. The research also includes the assessment of experiences of monitored fleets, already implemented in Brazil and abroad. A case study of the city of Uberlandia that monitors 100% of its fleet of public transport by bus is presented. A "before and after" survey is also developed within the supervision sector, aiming at the identification of important aspects of the use of the technology. The last chapter presents an evaluation of experiments that could subsidize the process of decision-making on the deployment of these technologies for municipalities or companies operating in Brazil wishing to make use of tracking device systems by GPS to manage their fleets of public transport by bus.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 Objetivo de Justificativa | 2 |
| 1.1.1 Objetivos Específicos | 2 |
| 1.1.2 Justificativa | 3 |
| 1.2 Relevância do Tema | 3 |
| 1.3 Problema da Pesquisa | 4 |
| 1.4 Metodologia do Trabalho | 5 |
| 1.5 Descrição da Dissertação | 6 |
| CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE RASTREAMENTO POR POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS) | 8 |
| 2.1 Descrição da Tecnologia de Rastreamento | 9 |
| 2.2 Características do Sistema de Posicionamento Global | 10 |
| 2.2.1 Princípio de Navegação | 13 |
| 2.3 Vantagens e Desvantagens do uso da Tecnologia de GPS para rastreamento de veículos | 15 |
| 2.4 Transmissão, Armazenamento e disponibilização dos dados | 18 |
| CAPÍTULO 3 – EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS E NACIONAIS DE MONITORAMENTO DO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO POR GPS | 21 |
| 3.1 Panorama Geral da Telemática dos transportes no Continente Europeu | 21 |
| 3.2 Panorama Geral dos Sistemas Inteligentes de Transportes nos Estados Unidos | 22 |
| 3.3 Casos internacionais de cidades que fazem uso da tecnologia de rastreamento por GPS para monitoramento do transporte público por ônibus | 24 |
| • Helsinque – Capital da Finlândia | 24 |
| • Dublin – Capital Irlandesa | 30 |
| • Auckland – Cidade da Nova Zelândia | 32 |
| • Denver – Capital do Colorado | 34 |
| • Boulder – Cidade do Colorado | 36 |
| • Londres – Capital da Inglaterra e do Reino Unido | 40 |
| • Edinburgo – Cidade da Escócia | 44 |
| • Sydney – Cidade Australiana | 45 |
| 3.4 Panorama Geral dos Sistemas Inteligentes de Transportes no Brasil | 47 |

| | |
|---|-----|
| • Vitória | 47 |
| • Rio de Janeiro | 48 |
| • Cuiabá | 49 |
| • Curitiba | 49 |
| 3.5 Casos de cidades brasileiras que fazem uso da tecnologia de rastreamento por GPS para monitoramento do transporte público por ônibus | 50 |
| • Fortaleza | 50 |
| • Brasília | 51 |
| • São Paulo | 53 |
| CAPÍTULO 4 – O CASO DO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA | 56 |
| 4.1 Aspectos históricos da evolução do sistema de transporte da cidade de Uberlândia | 56 |
| 4.2 Caracterização do Sistema de Transporte Público da Cidade de Uberlândia | 59 |
| 4.3 Descrição do Projeto GeoSIT | 61 |
| 4.3.1 Caracterização da tecnologia usada no município de Uberlândia | 61 |
| 4.4 Análise da avaliação dos fiscais sobre o uso do sistema de monitoramento pelo setor de Fiscalização do SIT - Uberlândia | 63 |
| 4.5 Demonstração de alguns dos relatórios do sistema de monitoramento usado para provimento de informações para gestão e fiscalização do SIT-Uberlândia | 81 |
| • Tempo de viagem | 81 |
| • Velocidade do Veículo para dimensionamento da frota | 83 |
| • Formação de Comboios | 84 |
| • Controle da Velocidade Máxima para fins de segurança | 86 |
| • Verificação do Cumprimento do Itinerário | 87 |
| 4.6 Informações para os passageiros do SIT – Uberlândia obtidos pelos sistemas de monitoramento por GPS | 92 |
| CAPÍTULO- 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 97 |
| 5.1 Conclusões | 97 |
| 5.2 Recomendações | 103 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 106 |
| ANEXOS | 109 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Esquema Geraldo funcionamento da tecnologia de rastreamento de veículos por GPS. | 10 |
| Figura 2: Esquema de receptores de GPS | 12 |
| Figura 3: Componentes do sistema de posicionamento global | 13 |
| Figura 4: Obtenção da correta posição de um objeto na Terra por um receptor de GPS | 14 |
| Figura 5: Esquema ilustrando processo de aquisição, tratamento e disponibilização das informações dos veículos rastreados por GPS | 19 |
| Figura 6: Ônibus da rota 23 e bonde da linha 4 que fizeram parte do início da implantação do projeto de monitoramento via satélite do transporte público de Helsinque | 25 |
| Figura 7: Ilustração sistema de priorização dos ônibus e informações aos passageiros de Helsinque | 27 |
| Figura 8: Imagem de satélite com rotas e pontos de ônibus em destaque para disponibilização em tempo real da chegada dos veículos nos pontos de parada | 28 |
| Figura 9: Esquema da tecnologia de rastreamento e aplicações em Helsinque | 29 |
| Figura 10: Telas do sistema de informações em tempo real desenvolvido por Fallon em Dublin | 31 |
| Figura 11: Painel instalado em ponto de parada para fornecer informações em tempo real sobre os ônibus que circulam pelas rotas dessa região de Auckland | 33 |
| Figura 12: Meios de acesso wireless às informações para os usuários do transporte público de Denver | 35 |
| Figura 13: Totem para fornecimento de informações em tempo real sobre os veículos do transporte público de Denver | 35 |
| Figura 14: Mapa da HOP no contexto da cidade de Boulder | 37 |
| Figura 15: Demonstração da localização de veículos na HOP em tempo real | 39 |
| Figura 16: Funcionamento do antigo Sistema AVL e <i>Countdown System</i> de Londres | 41 |
| Figura 17: Painel de mensagem variável com informações em tempo real sobre a chegada dos ônibus em Londres | 42 |
| Figura 18: Informações em tempo real sobre o tempo de chegada dos ônibus em um ponto de parada em Londres | 43 |
| Figura 19: Informações em tempo real sobre os veículos do transporte público | 43 |

| | |
|--|-----|
| Figura 20: Informações em tempo real de linhas de ônibus do transporte público de Edinburgo | 44 |
| Figura 21: Tela do <i>site</i> do sistema de informações aos passageiros do transporte público de Sydney com informações para planejamento de viagens. | 45 |
| Figura 22: Mapa transporte público de Sydney para computadores portáteis | 46 |
| Figura 23: Fotos sistema de informações aos usuários em tempo real de Fortaleza | 51 |
| Figura 24: Telas do sistema SITCUO de Brasília | 52 |
| Figura 25: Esquema com sistema de monitoramento dos ônibus em corredores exclusivos de São Paulo. | 53 |
| Figura 26 : Esquema sistema de rastreamento e disponibilização de informações de São Paulo para provimento de intervenções na operação | 55 |
| Figura 27: Mapa com os terminais de integração físcos-tarifária do SIT | 60 |
| Figura 28 : Ilustração dos equipamentos usados para recepção e transmissão de dados em Uberlândia | 61 |
| Figura 29: Esquema do funcionamento do processo de envio, armazenamento e acesso dos dados do sistema de rastreamento de Uberlândia | 62 |
| Figura 30: Trecho de um relatório de viagens com pesquisa por horários de abertura e fechamento de viagens | 82 |
| Figura 31: Imagem parcial da função mapa com exemplo de pesquisa de viagens em tempo histórico | 84 |
| Figura 32: Tela com veículos operando em tempo real | 85 |
| Figura 33: Tela parcial da função mapa, veículos sendo monitorados em tempo real | 85 |
| Figura 34: Tela parcial do relatório de excesso de velocidade | 86 |
| Figura 35: Tela com as transmissões realizadas pelo veículo da linha Aclimação todo o dia 06/11/2005 | 89 |
| Figura 36: Tela com as transmissões realizadas pelo veículo da linha Aclimação durante as ultimas viagens do dia 06/11/2005 | 91 |
| Figura 37: Cartilha com informações sobre horário de passagem dos ônibus obtidos mediante uso do Sistema de GPS | 92 |
| Figura 38: Fotos de um painel de mensagem variável no Terminal Central | 93 |
| Figura 39: Foto com informações sobre o sistema de monitoramento dos ônibus | 94 |
| Figura 40: Tela de Consulta de localização de veículos pela Internet | 95 |
| Figura 41: Quadro horário por rota disponibilizado na Internet | 95 |
| Figura 42: Gráficos com faixa etária, atual situação e tabela com renda dos usuários do SIT-Uberlândia. | 101 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Principais atividades executadas pelos fiscais antes da implantação do sistema de GPS | 68 |
| Tabela 2: Principais atividades executadas pelos fiscais após implantação do rastreamento por GPS | 69 |
| Tabela 3: Índice de fiscais treinados para usar o sistema de monitoramento por GPS | 70 |
| Tabela 4: Índice de satisfação dos fiscais com o treinamento recebido | 70 |
| Tabela 5: Dificuldades apontadas pelos fiscais para realização do treinamento para uso do sistema de rastreamento por GPS. | 71 |
| | |
| Tabela 6: Avaliação dos fiscais das atividades que foram facilitadas com o uso do sistema de rastreamento por GPS | 73 |
| Tabela 7: Avaliação dos fiscais das atividades que foram dificultadas com o uso do sistema de rastreamento por GPS | 74 |
| Tabela 8: Classificação feita pelos fiscais do nível de importância do Projeto GeoSIT | 75 |
| Tabela 9: Dificuldades percebidas pelos fiscais para implantação do Projeto GeoSIT | 76 |
| Tabela 10: Atribuição feita pelos fiscais acerca da importância da ferramenta de rastreamento para melhoria do transporte público | 77 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1: Perfil dos fiscais entrevistados com relação a tempo de serviço na SETTRAN e nível de escolaridade. | 65 |
| Quadro 2: Observações gerais feitas pelos fiscais sobre o sistema de monitoramento por GPS do SIT- Uberlândia | 78 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Fiscais entrevistados com relação a tempo de serviço na SETTRAN. | 65 |
| Gráfico 2: Fiscais entrevistados com relação ao nível de escolaridade | 65 |

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

O planejamento dos transportes enfoca principalmente a questão do deslocamento dentro dos centros urbanos cujas dificuldades passam a ter proporções de grande impacto no Brasil, uma vez que o país expande seu parque industrial e o processo de urbanização se intensifica por todo o território nacional. Para minimizar tais problemas procura-se soluções para as ineficiências advindas dos sistemas de transporte como os atrasos, congestionamentos e acidentes, propondo alternativas que promovam a melhoria das condições existentes, assim como propostas que abarquem futuros problemas que poderão surgir à medida que a dinâmica urbana se modifica, produzindo novas demandas.

A Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos em relatório técnico constata que, por trás desses problemas está um modelo de expansão da mobilidade fortemente apoiado no transporte individual, sobretudo nos automóveis e motocicletas. O índice de motorização privada nas cidades brasileiras aumentou de 9 veículos por 100 habitantes em 1980 para cerca de 17 em 2000. Para o futuro, a tendência é de crescimento, tendo em vista o aumento das vendas. De 1990 a 2001, as vendas de automóveis aumentaram 128%, enquanto as de motos triplicaram num período bem mais curto, de 1996 a 2000. Ressalta que o transporte coletivo ainda é o responsável pela maioria dos deslocamentos motorizados nas cidades (59% dos passageiros/dia contra 41% do transporte privado). Mas essa participação vem caindo de ano para ano. (NTU, 2002).

A prioridade do transporte coletivo nos grandes centros tem sido debatida há muitos anos, sem que soluções definitivas, no sentido de garantir um transporte equânime e de qualidade, fossem alcançadas. Atualmente percebe-se que o planejamento do transporte público é imprescindível ao se pensar na manutenção da qualidade de vida das cidades. As atividades desses centros urbanos sejam culturais, de lazer ou econômicas dependem dessa modalidade

de transporte, porque, este é o meio mais usado por grande parte da população urbana seja por motivos de preferência ou de necessidade.

Este trabalho propõe detectar como as funcionalidades da tecnologia de rastreamento por GPS podem vir a se consolidar como um novo instrumento de auxílio no processo do provimento de um transporte público por ônibus eficiente contribuindo dessa forma para o Gerenciamento da Mobilidade nos grandes e médios centros urbanos do país.

1.1 Objetivo e Justificativa

Este estudo realizará uma avaliação do uso de tecnologias de rastreamento para monitoração do transporte público por ônibus. Através da análise das experiências realizadas no Brasil e em diversas cidades do mundo busca-se demonstrar a relevância do uso do sistema de posicionamento global (GPS) como instrumento de apoio ao processo de planejamento, operação, fiscalização e de tomada de decisão para o transporte público urbano por ônibus em cidades de grande e médio porte, destacando o caso do município de Uberlândia.

Espera-se que através dos resultados obtidos com a pesquisa, os órgãos municipais de cidades de médio e grande porte tenham os subsídios necessários para avaliar e tomar decisões quanto à implantação desta tecnologia para gestão de suas frotas de ônibus, visando prover um transporte público mais eficaz e com maior qualidade para seus usuários.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Fazer um levantamento e análise do uso do sistema de posicionamento global para monitoramento de frotas de transporte público urbano por ônibus no exterior.
- Fazer um levantamento e análise do uso do sistema de posicionamento global para monitoramento de frotas de transporte público urbano por ônibus no Brasil.

- Demonstrar o caso do Projeto GeoSIT-Uberlândia que monitora 100% de sua frota de transporte público por ônibus.
- Constatar a necessidade do investimento em tecnologias de suporte ao processo de planejamento, operação, fiscalização e tomada de decisões com relação ao transporte público.

1.1.2 Justificativa

Investimentos em tecnologias que geram informações para o gerenciamento do transporte público podem ser justificados quando se analisa a importância que a própria informação possui para subsidiar o gerenciamento da mobilidade em grandes metrópoles.

A relevância do uso específico de tecnologias de rastreamento de veículos aliada aos sistemas de informação geográfica pode ser também justificada. O monitoramento *on-line* de veículos tem permitido inovar a gestão do transporte público, uma vez que, através dessas tecnologias, atualmente, é possível o acompanhamento dos veículos que compõem o sistema de transporte público urbano em tempo integral e em toda a malha de transportes.

O uso de tecnologias diferenciadas torna viável a obtenção de dados relativos ao cumprimento dos itinerários dos ônibus que operam serviços de transporte público, da demanda de usuários em trechos específicos da malha viária e ainda um maior controle sobre a qualidade dos serviços prestados.

1.2 Relevância do tema

Atualmente, no Brasil, cerca de 80% das pessoas vivem nas cidades e boa parte da população urbana, em especial a de baixa renda, utiliza os Sistemas de Transporte Público Urbano. Contudo, garantir a qualidade e eficiência desses sistemas não é uma tarefa simples. De acordo com Coca e Torres (2004): “um transporte público com qualidade e eficiência

depende, principalmente, do atendimento a cinco requisitos: conscientização, planejamento, gestão, legislação e educação / capacitação”.

A dimensão da relevância do transporte público urbano é demonstrada em dados fornecidos pela Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano, em que o mesmo é responsável pelo deslocamento de 59 milhões de passageiros por dia, com um percentual de 60% dos deslocamentos motorizados nas cidades do Brasil, sendo que o transporte por ônibus atende a 92% da demanda de transporte público coletivo (NTU, 2006).

O crescimento intenso e, muitas vezes, desordenado das cidades brasileiras, acaba gerando muitas dificuldades ligadas à locomoção, tanto dos veículos particulares, como do transporte coletivo por ônibus, o que traz consequências negativas para a qualidade de vida dos cidadãos como congestionamentos, aumento no número de acidentes envolvendo veículos automotores, e recentemente, como novo agravante, o aumento acelerado do consumo de combustíveis fósseis que tem como efeito direto o aumento da poluição atmosférica.

A partir da necessidade de se solucionar os problemas acima citados têm-se desenvolvido uma série de estratégias que tais como a busca de combustíveis provenientes de fontes renováveis e menos poluentes, gerenciamento da mobilidade das pessoas nos centros urbanos e o uso de sistemas inteligentes de transporte como a tecnologia de rastreamento de veículos por GPS para promoção de políticas públicas que minimizem os impactos negativos gerados pelo transporte de passageiros nas médias e grandes cidades.

1.3 Problema de Pesquisa

Os órgãos gestores no Brasil possuem atribuição legal para coordenar o processo de planejamento, implementação e gestão das políticas relacionadas com o transporte público urbano no país, que há muitos anos vem perdendo usuários devido à baixa qualidade na oferta de seus serviços. Essa redução no número de usuários e o aumento do uso do transporte

motorizado individual têm contribuído para o agravamento dos problemas relativos a congestionamentos, acidentes e poluição.

O investimento em novas tecnologias com potencial para dar suporte ao poder público no sentido de gerir adequadamente sistemas de transporte coletivo operado por ônibus é uma das possibilidades de reversão do cenário acima descrito.

Também é necessária a criação de canais de comunicação com informações confiáveis acerca dos itinerários e horários dos serviços prestados pelas operadoras do transporte público por ônibus, no intuito garantir a permanência dos usuários cativos, atrair alguns nichos específicos de mercado e recuperar passageiros que optaram pelo uso de modos de transporte individualizados.

1.4 Metodologia do trabalho

Neste trabalho será realizada uma pesquisa com a finalidade de demonstrar a relevância do uso de tecnologias de rastreamento para monitoração de frotas de transporte público por ônibus, apresentando experiências já realizadas, do uso de sistemas de localização automática de veículos (*AVL Systems*) para monitoração de frotas de transporte público por ônibus.

Para que os objetivos propostos sejam alcançados serão desenvolvidas pesquisas exploratórias em bibliografias pertinentes, visando o levantamento de dados para confirmação da necessidade e das vantagens do investimento em recursos tecnológicos que sirvam de apoio a melhoria da qualidade do transporte público urbano por ônibus.

Um estudo de caso da cidade de Uberlândia será realizado uma vez que, durante o desenvolvimento desta pesquisa este é o único município brasileiro que possui toda a frota do transporte público monitorado por satélite. Este estudo servirá de subsídio para uma avaliação do que já foi feito no Brasil em termos de monitoramento de frotas de transporte público no país até o momento da conclusão dessa pesquisa.

Portanto os procedimentos adotados consistirão em estudos de casos, pesquisas em bibliografias específicas e levantamento, de dados, em campo através de aplicação de questionários no setor de fiscalização do transporte público, na cidade de Uberlândia, que monitora 100% de sua frota de transporte público por ônibus usando a tecnologia de rastreamento por GPS.

De forma sucinta, a metodologia utilizada no desenvolvimento da dissertação, abrangerá as seguintes etapas:

- Identificar aspectos que possam ser incorporados no processo de adequação e modernização tecnológica do planejamento da operação de transporte público por ônibus no Brasil;
- Identificar (com base em revisão bibliográfica e outros levantamentos possíveis) as funcionalidades e características das tecnologias disponíveis utilizadas no rastreamento de veículos tanto no âmbito nacional quanto internacional, (ênfase em sistemas de transporte público);
- Avaliar a utilização dessas tecnologias, quando dados estiverem disponíveis. Nesta etapa específica, será desenvolvida uma análise “antes e depois” da implantação da tecnologia de rastreamento no setor de fiscalização da cidade de Uberlândia, como referência para avaliação de possíveis resultados alcançados e potencialidades que os sistemas de rastreamento por GPS podem oferecer aos órgãos gestores do transporte público urbano por ônibus no Brasil.

1.5 Descrição da dissertação

O trabalho está estruturado em cinco capítulos. Neste primeiro capítulo introdutório, apresenta-se o problema, objetivos, relevância do tema, justificativa, metodologia do trabalho e estrutura da dissertação.

O capítulo dois apresenta uma caracterização das tecnologias de rastreamento por GPS, o tratamento, transmissão e disponibilização das informações do monitoramento do transporte público para as centrais de operação e usuários.

O capítulo três traz um panorama internacional e nacional das aplicações dos sistemas de rastreamento por GPS utilizados no transporte público urbano por ônibus.

O capítulo quatro realiza um estudo de caso, descrevendo a situação do monitoramento por GPS do transporte público municipal do município de Uberlândia-MG, destacando-se o uso pelo setor de fiscalização. Faz-se uma análise do tipo "antes e depois" da implantação da tecnologia de rastreamento, os resultados do uso da tecnologia nos dias de hoje.

O quinto capítulo traz as conclusões do estudo apresentando uma avaliação de como os sistemas de rastreamento de veículos por GPS têm contribuído para a melhoria da qualidade do transporte público. Realiza uma análise crítica dos prós e contras da situação encontrada no estudo de caso e finalizando o capítulo são feitas algumas recomendações para o aprimoramento dos estudos de sistemas inteligentes de transportes voltados para o transporte público por ônibus visando fornecer subsídios iniciais para municípios que pretendam fazer uso dessas tecnologias para monitoramento de frotas de transporte público por ônibus.

CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE RASTREAMENTO POR POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS)

Este capítulo tem o objetivo de apresentar uma caracterização do sistema de posicionamento global (GPS), que atualmente é mais uma das tecnologias que tem sido agregada aos Sistemas Inteligentes de Transporte, que segundo Maccubbin (2003) em uma visão mais ampla tenta propiciar uma melhoria nos sistemas de transporte de superfície, através do aumento da eficiência, segurança, produtividade, economia de energia e melhoria da qualidade ambiental.

Vuchic (2005), relata que nos últimos anos o transporte urbano e o trânsito têm se beneficiado dos avanços tecnológicos nas áreas da computação, da eletrônica e da telecomunicação e que muitos dos elementos dessas áreas tem proporcionado diversas aplicações tanto na operação quanto na análise e planejamento dos sistemas de trânsito.

O uso dos Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS) como é conhecido nos Estados Unidos ou Telemática dos Transportes na Europa também tem se estendido para o transporte público urbano por ônibus. O princípio básico desses sistemas se fundamenta na obtenção de informações em tempo real sobre o sistema de transportes, proporcionando aos usuários, operadores e gestores intervenções no sistema viário, exercer uma influência na escolha das rotas dos motoristas de veículos particulares, ou até mesmo atuar na própria operação do transporte público.

Portanto os sistemas inteligentes de transportes que são a combinação do uso dos sistemas de informação, de telecomunicações e do próprio sistema de transporte visam um melhor aproveitamento da estrutura viária existente, assim como prover informações de melhores rotas itinerários ou meios de locomoção alternativos para que os destinos pretendidos sejam alcançados da maneira mais eficiente possível.

Nesse contexto de tecnologias de informação aplicada aos transportes temos no uso de tecnologias de rastreamento por GPS aliada aos Sistemas de Informação Geográfica para transportes (SIG-T) um avanço para monitoramento de frotas do transporte público coletivo por ônibus.

A junção dessas tecnologias propicia a tradução de informações geográficas para localização e monitoração de veículos através de informações espaciais sob a forma de mapas demarcando com precisão a posição do veículo. Essa tecnologia também possibilita a obtenção de informações complementares através de relatórios gerenciais, e para os veículos do transporte público urbano é possível obter dados acerca da velocidade do veículo, cumprimento de itinerários, atrasos e adiantamentos de horários dentre outros. Esses sistemas permitem ainda que ocorra a comunicação entre os veículos e uma central de monitoramento para a localização on-line dos veículos e para análise de percursos já executados. (Magalhães,2005)

Abaixo serão descritas algumas das características da tecnologia de rastreamento por GPS, da tecnologia usada para transmissão dos dados e sua disponibilização para as centrais de monitoramento e usuários do próprio sistema de transporte público.

2.1 Descrição da tecnologia de rastreamento

A tecnologia de rastreamento de veículos faz uso de vários componentes para que a informação final seja disponibilizada sendo eles: a antena de GPS que capta os dados de latitude e longitude dos veículos via satélite, o equipamento de transmissão dos dados (módulos que atuam como um modem) no qual é acoplada uma segunda antena para envio dos dados coletados, e os servidores que irão tratar e disponibilizar as informações desejadas ao usuário final pela Internet. A seguir na figura 1 apresenta-se uma ilustração com o esquema de funcionamento do sistema de rastreamento.

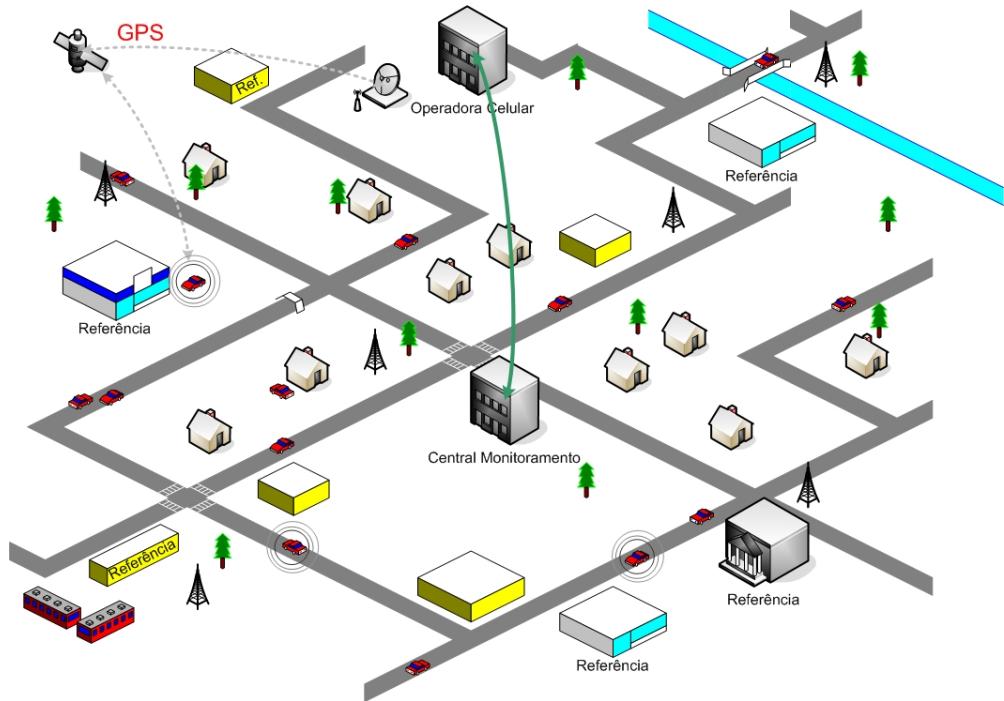


Figura 1: Esquema geral do funcionamento da tecnologia de rastreamento de veículos por GPS.
Fonte: http://www.equipanet.pt/principal_gps.htm

2.2 Características do Sistema de Posicionamento Global

O sistema de GPS (*Global Positioning System*) permite que, em qualquer localização na superfície da terra, tenha-se à disposição do usuário um mínimo de quatro satélites para serem rastreados e fornecer o posicionamento deste usuário ou um objeto qualquer em tempo real. A primeira constelação de satélite para uso de sistemas de GPS (*Global Positioning System*) pertence ao governo americano, porém atualmente não é a única, mas a mais utilizada mundialmente.

Segundo Rocha (2003), o sistema de posicionamento global, também considerado um sistema de informação, foi criado para atender as necessidades do sistema objeto do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD) podendo ser sintetizado conforme modelo abaixo:

| | |
|----------------|--|
| Entradas: | sinal do satélite com as informações básicas para o cálculo da posição |
| Processamento: | Cálculo da posição, realizado pelos receptores, e cálculo, processado pelo segmento controle, dos parâmetros orbitais dos satélites. |
| Saídas: | A posição exata de uma entidade na superfície da Terra. |

Rocha (2003) descreve que um receptor GPS consiste em um microcomputador digital dedicado que possui um dispositivo de entrada de dados peculiar: a antena receptora.

O dispositivo de entrada dos dados é uma antena que segundo Monico (2000) capta as ondas eletromagnéticas emitidas pelos satélites, converte a energia da onda em corrente elétrica, amplifica e envia o sinal para a parte eletrônica do receptor.

Ainda segundo Monico (2000) as antenas devem possuir boa sensibilidade, ressaltando que existem vários tipos de antenas no mercado e um dos tipos mais usados é a *microstrip*, que se apresenta como a mais adequada para equipamentos GPS de pequeno porte.

Os receptores de GPS também possuem modelos e características variadas que para usuários autorizados permitem a obtenção de precisão em ordem de milímetros como os de uso geodésico, já os de uso civil trabalham com precisão da ordem de metros. Abaixo poderá ser observado um esquema com os principais componentes de um receptor de GPS que segundo MONICO (2000), são: Antena com pré-amplificador; Seção de RF (radiofreqüência) para identificação e processamento do sinal; microprocessador para controle do receptor; amostragem e processamento de dados; oscilador; interface para o usuário, painel de exibição e comandos; Memória para armazenar dados e provisão de energia.

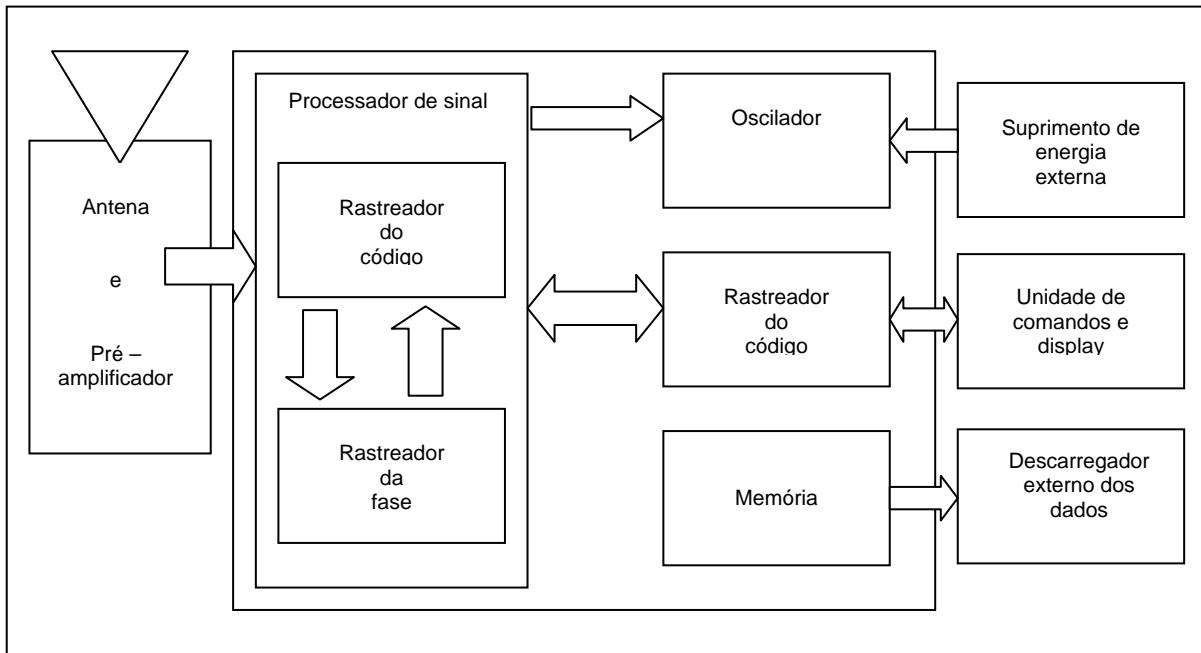


Figura 2: Esquema geral de receptores GPS
Fonte: MONICO (2000), Posicionamento pelo Navstar GPS.

Fontana (2002), descreve o sistema de posicionamento global como sendo uma rede de 24 satélites em 6 planos de órbita sobre a Terra a uma altitude de aproximadamente 20.200 quilômetros. Este sistema pode ser dividido em três grupos:

Segmento Espacial: formado pelos satélites.

Segmento de Controle Terrestre: formado pelas estações solo, cujo objetivo é supervisionar e controlar os satélites e seus planos de órbita.

Segmento dos Usuários: nesse grupo estão inclusos todos os receptores sejam estes de uso militar ou civil.

Com a junção de todos esses grupos, ainda segundo Fontana (2000), é que teremos o sistema completo, sendo seu princípio de funcionamento baseado na fórmula $D = V \times T$, pois os satélites enviam um sinal com uma série de informações que é decodificado pelo receptor. Ao receber os dados com as informações dos satélites e sabendo-se a posição dos mesmos pelo

método da triangulação teremos a exata posição do receptor. Esse princípio de navegação será melhor detalhado na sessão posterior.

A figura 3 abaixo ilustra tipos de segmentos existentes para o funcionamento do sistema de GPS.

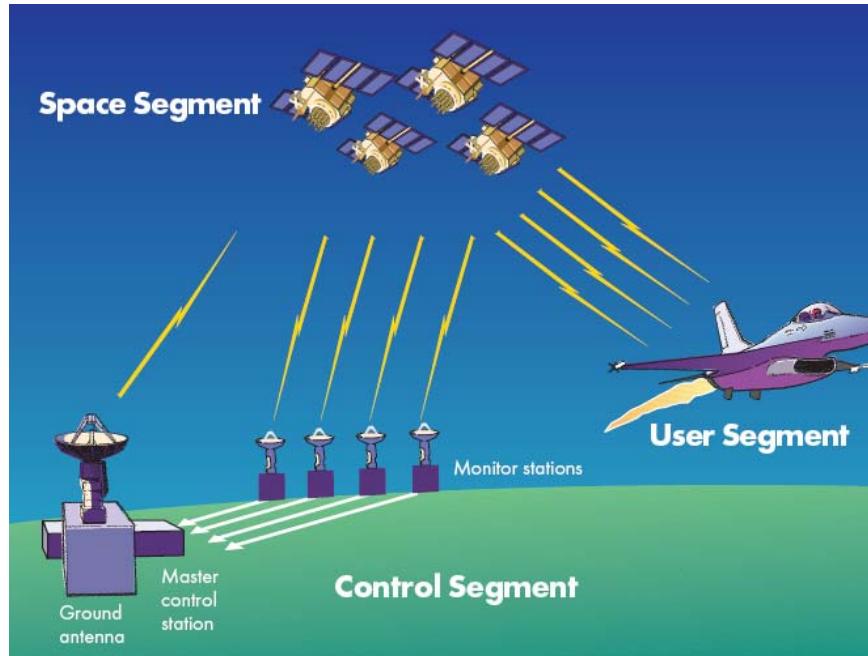


Figura 3: Componentes do sistema de posicionamento global.
Fonte: GPS Primer: A student guide to the Global Position System.

2.2.1 Princípio de Navegação

O princípio de fornecimento de informações de localização pelo sistema de GPS ocorre através de procedimentos matemáticos. Esse cálculo é determinado a partir dos sinais enviados por um conjunto de satélites com posições conhecidas, para tanto são medidas as distâncias entre o próprio receptor e os satélites com a presença de, no mínimo, quatro satélites através do método geométrico da triangulação, no qual a interseção entre quatro esferas resulta em um único ponto. Na figura 4 a seguir apresenta-se um esquema ilustrando o processo de obtenção da precisa localização de um dado objeto pelos receptores de GPS.



Fig 1: Constelação de Satélites
Fonte: Lazzaroto, 2000

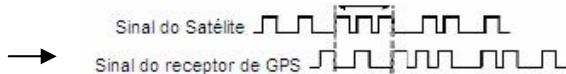


Fig 2: Frequências de rádio emitidas pelo satélite e pelo receptor de GPS.

Para determinar o tempo que um dado código foi enviado pelo satélite, o receptor transmite continuamente os mesmos códigos. Quando o código enviado pelo satélite chega no receptor ele sabe quanto tempo atrás ele foi gerado.

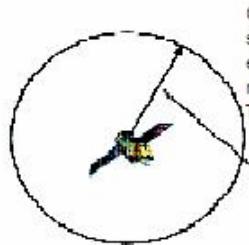
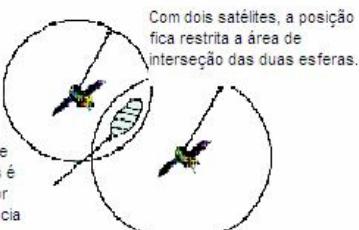


Fig 3: Representação da esfera formada pela órbita do satélite.
A distância entre o receptor e

Com apenas um satélite nossa posição está em algum lugar na superfície da Terra.
Distância do satélite ao receptor de sinal GPS



A interação entre as duas esferas é representada por uma circunferência

Fig 4: Quando o receptor se conecta a um segundo satélite, sua posição fica restrita à área correspondente à interseção das duas esferas

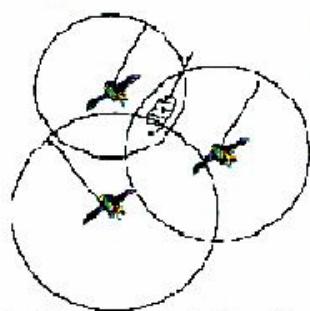


Fig 5: Receptor captando três satélites, a posição limita-se entre um dos dois pontos formados pelas interseção das três esferas. Temos a posição em apenas duas dimensões X e Y.

Um terceiro satélite restringe a posição entre dois pontos. A definição de qual desses dois pontos representa a posição correta e é definida por um quarto satélite.

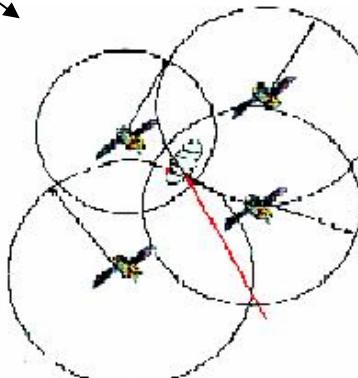


Fig 6: Posição correta do objeto só é obtida quando o receptor GPS capta o sinal de no mínimo 4 satélites.

Figura 4: Obtenção da correta posição de um objeto na Terra por um receptor GPS
Fonte: Adaptado de O agronômico, Campinas, 53(1), 2001.

Bernardi et al (2002), ressalta que a crescente utilização do GPS para levantamentos geodésicos, geológicos, cartográficos e ambientais, induz à necessidade de adoção de sistemas de referência geocêntricos, e que para a determinação de qualquer posição na Terra ou no espaço o sistema operacional do GPS utiliza como referência o sistema geodésico denominado de WGS84(*World Geodetic System de 1984*) atualmente denominado de G873. A

partir dessa necessidade de obtenção da correta referência o usuário deve ter uma série de cuidados com as transformações de *datum*, escala e projeções ao ajustar o seu aparelho de GPS para os usos que se façam necessários.

Com relação à precisão da localização fornecida pelo sistema de GPS, a partir de primeiro de maio do ano 2000 o presidente norte-americano Bill Clinton determinou que a influência da Selective Availability (S/A) fosse eliminada gerando posições com a precisão prática em torno de 15 metros ou menos, precisão que depende também dos aparelhos receptores.

2.3 Vantagens e Desvantagens do uso da Tecnologia de GPS para rastreamento de veículos

A vantagem do uso da tecnologia de rastreamento por GPS para monitoramento de veículos em relação a outras técnicas existentes no mercado consiste no fato desta permitir uma ampla cobertura, ou seja, permite que se localize o veículo em, praticamente, qualquer região do país. Os equipamentos usados são portáteis e permitem a obtenção da localização e velocidade do veículo em tempo real.

O monitoramento integral dos veículos permite agilizar o processo de auxílio a veículos com problemas, sejam de ordem mecânica, acidentes ou assaltos, pois a localização desses é obtida com precisão e agilidade. Através do acionamento de um mecanismo denominado “Botão de Pânico” são emitidas mensagens para as centrais de monitoramento permitindo intervenções mais rápidas em caso de acidentes ou assaltos.

Os dados do rastreamento podem ser usados para criação de relatórios gerenciais e visualização rápida de informações em mapas, que podem ser acessadas por usuários autorizados pela Internet, atualmente também se tem feito uso desses dados para fornecimento de informações mais confiáveis aos usuários do transporte público.

Algumas desvantagens do uso da tecnologia são os altos custos iniciais para implantação dos equipamentos, e fatores que podem interferir na qualidade e precisão dos sinais e GPS.

Esses sistemas podem apresentar erros quanto à precisão da localização relacionados com falhas do satélite ocasionadas por erros nos relógios dos satélites, erros de órbita, ou seja, das posições dos satélites e na disponibilidade seletiva que se constitui em um erro intencional do sinal imposto pelo Departamento de Defesa americano (Rosa, 2001). Atualmente esse erro induzido já não se encontra em uso permitindo uma precisão média de 15 metros.

Erros relacionados com as antenas dos receptores também podem ocorrer e são eles: erros nos relógios, erros de reflexão dos sinais devido à proximidade de objetos da própria antena e erros causados pela variação do centro de fase da antena que dependem das características tecnológicas da própria antena, do ângulo da direção do sinal que está sendo recebido e das condições de ruído da área na qual o equipamento é usado. Atrasos no sinal podem ocorrer quando este passa pela troposfera e ionosfera sendo esses chamados de erros do meio de propagação (Rosa, 2001).

Outras variáveis também podem influenciar na recepção do sinal de GPS e para avaliar as influências de elementos de áreas urbanas que poderiam interferir na precisão da localização de veículos de transporte público faz-se necessária uma avaliação prévia da precisão dos equipamentos que serão adquiridos com relação a área em que esses serão utilizados.

Testes para avaliação do efeito da cobertura vegetal, edificações, presença de túneis, tipo de cobertura usada em terminais fechados de integração dentre outros são necessários antes da aquisição dos futuros equipamentos que serão usados para monitoramento de veículos. Abaixo será realizada uma descrição sucinta de um teste de equipamentos de rastreamento por GPS realizado na cidade de São Paulo com a demonstração dos resultados obtidos.

Por iniciativa da SPTrans, que estabeleceu uma parceria com uma empresa especializada em sistemas inteligentes para a mobilidade foram realizados testes de desempenho do GPS em percursos urbanos da cidade de São Paulo.

Takemori (2001) descreve os resultados obtidos no relatório de testes operacionais do funcionamento do sistema de GPS na área urbana de São Paulo que visava verificar o efeito das edificações e arvoredos sobre as medidas de posicionamento.

Para tal verificação instalou-se um receptor de GPS, uma antena externa, e um computador de bordo em uma viatura e uma rota pré-definida foi percorrida utilizando esses equipamentos para obtenção da localização do veículo durante o percurso.

Os dados obtidos foram processados posteriormente e os resultados alcançados se demonstraram satisfatórios. Alguns marcos de localização já georreferenciados foram usados como referência e através da comparação dos dados obtidos com o rastreador foi constatado que:

- 86,6% das posições encontravam-se dentro de uma tolerância de 50 metros;
- 100% das medidas de posição encontravam-se dentro de uma tolerância de 100m metros;
- Com relação a influências das edificações e arvoredos 98,56% das medidas recebeu sinal de mais de três satélites e em 95,22% das medidas mais de quatro satélites;
- Nas situações de perda de sinal como entrada de túneis a recuperação do equipamento ocorreu rapidamente.

O conhecimento dessas características torna-se relevante, pois se faz necessária à realização de testes com os equipamentos a serem usados no monitoramento de veículos por satélite com o intuito de se obter a melhor precisão e menores índices de problemas possíveis.

2.4 Transmissão, Armazenamento e disponibilização dos dados

As posições adquiridas pelos aparelhos de GPS são transmitidas aos servidores, através da tecnologia de GRPS (General Packet Radio Service), serviço oferecido pelas redes de celulares GSM (Global Standard Mobile). A tecnologia de GPRS trabalha com taxas elevadas de transmissão e possibilita o acesso sem fio a redes de dados como a Internet. O fato de trabalhar com um sistema de comunicação por pacote de dados permite que a cobrança do serviço seja realizada por quantidade de dados transmitidos, e não pelo tempo de conexão propiciando um barateamento dos custos com transmissão de dados, permitindo a difusão do uso da tecnologia para serviços de rastreamento de veículos.

Os dados enviados através da rede de telefonia celular para os computadores (servidores) das centrais de monitoramento são tratados e posteriormente disponibilizados para os demais computadores das centrais de monitoramento. No geral faz-se uso dos Sistemas de Informação Geográfica para Transportes para o tratamento e disponibilização das informações em uma interface gráfica de fácil visualização para os usuários finais.

O uso dos sistemas de informação geográfica para transportes (SIG-T) tem se ampliado nos últimos anos, assim como as pesquisas relativas as suas funcionalidades e integração com tecnologias auxiliares como o Sistema de Posicionamento Global.

Loureiro e Ralston (1996), citam que a grande vantagem dos SIGs como ferramenta de análise, e em particular dos SIGs-T está menos na sua capacidade de armazenar, manipular, atualizar e apresentar dados georeferenciados, mas, principalmente, na sua utilização como um sistema de apoio à tomada de decisão, envolvendo a integração dos dados em um ambiente de solução de problemas específicos do planejamento e da Engenharia. E que as organizações públicas e privadas que têm investido pesado em SIG aos poucos têm constatado que o retorno desse investimento só começa a aparecer quando os dados armazenados são destilados através de processos de análise de forma a subsidiar os tomadores de decisão.

Em muitas cidades informações como horários e itinerários estão sendo disponibilizadas para os usuários do transporte público através de computadores pessoais, palm-tops, celulares dentre outros dispositivos que possam se conectar a rede Internet.

Um outro uso que tem crescido é a disponibilização dos horários de chegada dos ônibus nos pontos de parada em painéis de mensagem variáveis, ou informações sobre o tempo de chegada nos próximos pontos em painéis instalados nos próprios veículos do transporte por ônibus. Abaixo figura 5 com esquema ilustrando o processo de aquisição, tratamento e disponibilização das informações de rastreamento.

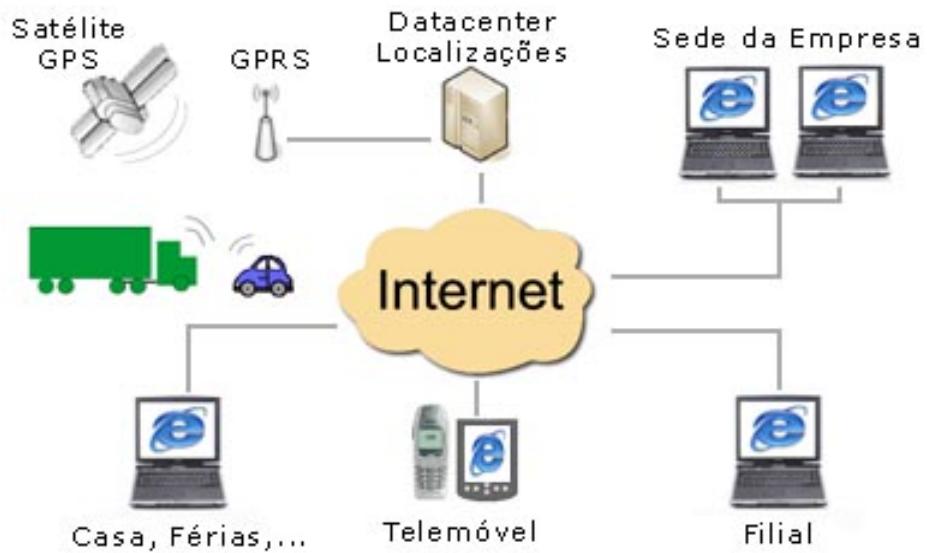


Figura 5: Esquema ilustrando do processo de aquisição, tratamento e disponibilização das informações dos veículos rastreados por GPS.

Fonte: http://www.equipanet.pt/principal_gps.htm

Com relação à disponibilização das informações para os usuários do transporte público, alguns cuidados relativos ao custo de sua manutenção devem ser levados em consideração. Um amplo estudo sobre o uso da tecnologia GPS no transporte público por ônibus realizado pelo Transit Cooperative Research Program indica que após o investimento nesse tipo de tecnologia, muitas agências não estão atentas para os custos da operação e manutenção dos seus sistemas de informação em tempo real, porque custos de comunicação variam amplamente de acordo com o tipo e alternativa escolhida para a transmissão dos dados (por exemplo, por pacote de dados). Esse assunto destaca a necessidade da realização de estudos prévios para implantação de tais sistemas, onde sejam determinadas todas as operações necessárias como tipos manutenção e elementos que serão de grande relevância na fase de planejamento antes da implantação, proporcionando assim às agências de trânsito informações mais adequadas sobre as operações esperadas e custos de manutenção (TCRP, 2003).

Este capítulo que teve por objetivo apresentar uma caracterização geral da tecnologia de rastreamento por GPS demonstrando, de forma sucinta, os processos de coleta, transmissão, tratamento e disponibilização de informações.

As características específicas que esses sistemas podem oferecer para gestão do transporte público urbano por ônibus serão apresentadas nos capítulos que relatam as experiências nacionais e internacionais e no quarto capítulo que apresenta um estudo de caso da cidade de Uberlândia, que monitoram frotas de transporte público por ônibus, usando a tecnologia de rastreamento por GPS.

O capítulo a seguir será dedicado ao levantamento de cidades que utilizam o sistema de rastreamento por GPS para monitorar, gerir, fiscalizar e fornecer informações aos usuários do transporte coletivo urbano.

CAPÍTULO 3 - EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS E NACIONAIS DE MONITORAMENTO DO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO POR GPS

Este capítulo tem como meta fazer um levantamento e demonstração de algumas experiências acerca do monitoramento do transporte público por ônibus através do uso dos sistemas inteligentes de transportes, que nesse caso consiste no uso de ferramentas de AVL-*automatic vehicle location* (Localização automática de veículos) por GPS e sistemas de informações geográficas para transportes SIG-T para provimento de informações, em tempo real, de frotas de transporte público operadas por ônibus. Esse levantamento de experiências de rastreamento de frotas de transporte coletivo internacionais e nacionais tem como finalidade detectar as aplicabilidades dessas tecnologias para o setor e servir de parâmetro para a avaliação da eficiência desses instrumentos para gestão do transporte público dos centros urbanos.

3.1 Panorama Geral da telemática dos transportes no Continente Europeu

No continente europeu por iniciativa do próprio setor de transportes temos a criação do *TAP – Telematics Application Program* que tem por objetivo promover a integração inter-modal entre os meios de transporte disponíveis para propiciar um aumento na acessibilidade e agilidade no alcance dos destinos pretendidos.

Fallon (2000), em dissertação de mestrado sobre o uso de tecnologias de rastreamento na cidade de Dublin, faz uma apresentação de dois grandes projetos que estão sendo trabalhados no continente europeu: *Infopolis 2* e *PROMISSE*.

O primeiro implantado em julho de 2000 como parte do *EU Telematics Application Program* é na verdade uma expansão do *Infopolis 1* que tinha o como foco a criação do *Human Computer Interfaces (HCI)* para provimento de informações, em tempo real, para os passageiros, sendo que a segunda parte desse projeto tem como foco abranger a

intermodalidade, ou seja, promover informações para integração do uso dos diversos meios de transporte disponíveis para uma mesma viagem. As principais metas desse projeto foram:

- Compilação de um banco de dados sobre os sistemas de informações aos passageiros existentes,
- Desenvolvimento de um guia com diretrizes para os desenvolvedores dos sistemas de informações,
- A análise de necessidades de passageiro (quais os tipos de informações são desejadas, quando e onde estas devem ser disponibilizadas).

Diversas cidades européias têm investido massivamente em tecnologias que dêem suporte à localização dos veículos e fornecimento de informações sobre o sistema em tempo real. Essas informações depois ficam disponíveis para os usuários através de painéis de mensagem variáveis em pontos de parada e transbordo e acesso as informações através de computadores ou celulares que possam fazer a conexão com a Internet.

Através do levantamento de algumas experiências de uso dessas tecnologias em cidades européias pode-se detectar a relevância dos investimentos em ferramentas da telemática dos transportes que possam prover uma melhoria na eficiência e qualidade dos transportes públicos no intuito de se promover o Gerenciamento da Mobilidade (*Mobility Management - MM*) nas grandes e médias cidades que atualmente possuem graves problemas devido ao aumento desordenado de automóveis particulares.

3.2 Panorama Geral dos Sistemas Inteligentes de Transportes nos Estados Unidos

Estudos do *Transit Cooperative Research Program*, demonstram que em resposta a necessidade de prover melhorias no setor do transporte público, agências de trânsito dos

Estados Unidos tem realizado investimentos em tecnologias que possam proporcionar mais segurança, eficiência e qualidade em seus serviços. Uma dessas tecnologias são os Sistemas de monitoramentos de veículos ou *AVM- automated vehicle monitoring system*, que rastreiam os itinerários e horários dos veículos. A tecnologia central desse tipo de sistema baseia-se nos sistemas automáticos de localização de veículos ou *AVL system – automated vehicle location*, que consiste em automatizar os processos para rastreamento da localização dos veículos. (TCRP,2003)

Esse estudo indica que até meados do ano 2000, 88 agências de trânsito norte americanas já faziam uso de sistemas AVL e 142 estavam planejando a implantação dessas tecnologias. Além disso, existiam 291 sistemas de informações automáticas de trânsito em operação e 48 sendo implantados. Dentro desses números estão incluídos a disponibilização de informações sobre a chegada dos ônibus em tempo real, e informações para planejamento das viagens em painéis de mensagem variável, em pontos de parada e dentro dos veículos. A maioria das informações, em tempo real, sobre os ônibus são obtidas através do uso de sistema de localização automática de veículos por GPS.

As principais funcionalidades advindas do uso dos *AVL- Systems* integrados com o GPS e por vezes integrados ao uso de outros sistemas inteligentes de transportes são:

- Monitoramento e controle Automático de veículos;
- Localização dos veículos em situações de emergência;
- Gerenciamento da Frota, incluindo performance dos veículos e serviços de monitoramento;
- Levantamento de dados;
- Informações aos usuários ;
- Pagamento Eletrônico;
- Prioridade dos veículos em interseções semaforizadas.

Percebe-se que assim como no continente Europeu, muitas cidades norte-americanas tem investido no rastreamento de veículos por GPS para uma melhor gestão e eficiência dos meios de transporte público no intuito se garantir o Gerenciamento da Demanda por Viagens (*Travel Demand Management - TDM*).

3.3 Casos internacionais de cidades que fazem uso da tecnologia de rastreamento por GPS para monitoramento do transporte público por ônibus

Este segmento do terceiro capítulo irá apresentar algumas experiências internacionais específicas de uso de sistemas de localização automática de veículos para monitoramento do transporte público e fornecimento de informações aos passageiros.

- ***Helsinque – capital da Finlândia***

Um projeto de telemática dos transportes denominado de HeLMI tem sido desenvolvido em Helsinque. O início do projeto ocorreu em 1998 sendo conhecido como *Project 423*, pois apenas um ônibus da linha 23, e um bonde elétrico da linha 4 foram equipados com o novo sistema de monitoramento. Långströn (1999), na página institucional do *Traffic Planning Division* de Helsinque descreve que esse projeto utiliza recursos da telemática para prover um sistema de monitoramento do transporte público cujos principais objetivos são:

- Prioridade nas interseções semafóricas;
- Informação ao passageiro;
- Controle da Frota.

A primeira etapa de implantação e uso do sistema de rastreamento ficou pronta em 1998 abrangendo a rota 4 do bonde e a rota 23 de ônibus da cidade. Nenhuma decisão formal para

uso do sistema nas demais rotas do transporte público foi divulgada. Abaixo, na figura 6 fotos dos veículos e linhas que começaram a serem monitoradas por satélite em Helsinque.



Os ônibus na linha 23 utilizam o gás natura como combustível.



Os bondes da linha 4 transportam 37 000 passageiros diariamente.

Figura 6 : Ônibus da rota 23 e Bonde da rota 4 que fizeram parte do inicio da implantação do projeto de monitoramento via satélite do transporte público de Helsinque.

Fonte: http://www.hel2.fi/liikenteenohjaus/eng/pt_telematics.asp

O principal objetivo do uso desses recursos da telemática dos transportes é a obtenção da localização precisa do veículo, para isso o processo é dividido em três etapas:

- O sistema de GPS fornece continuamente a posição do veículo antes e depois do veículo passar pelos pontos de parada;
- A precisa localização da direção de deslocamento do ônibus na rota é dada pelo uso de tecnologias auxiliares, detectores de abertura das portas dos veículos nos pontos de parada;
- Odômetros são usados para calcular com precisão a distância entre um ponto e outro da rota, permitindo a obtenção precisa da localização do ônibus na rota.

Com relação à priorização do sinal de tráfego, esta é feita através de um processo de requisição: ao se aproximarem das interseções semaforizadas com aparelhos detectores instalados, os ônibus enviam um sinal de aproximação que é emitido por um sistema de rádio

modem. A primeira mensagem é emitida cerca de 150 a 200 metros de distância dos medidores localizados antes das interseções com semáforos. A priorização somente é concedida a veículos que não estejam com sua viagem adiantada. Um segundo sinal é emitido imediatamente depois da passagem dos veículos pelos semáforos e o processo de ampliação do sinal verde é encerrado.

No sistema de rastreamento por GPS usado em Helsinque as informações são pré-programadas nos computadores ficando ao encargo do motorista somente informar o número correto do veículo e o horário de início da primeira viagem. Após a inserção desses dados o sistema controlará automaticamente as demais informações para os próximos pontos de parada, enviará sinais de requisição de prioridade no sinal semafórico e emitirá informações em tempo real para a central de controle da frota.

Informações, em tempo real, sobre o tempo de chegada dos veículos nos pontos de parada são mostradas aos passageiros em painéis de mensagens variáveis, assim como informações sobre os próximos pontos são mostradas em painéis dentro dos ônibus. O despachante pode então comparar a diferença do tempo gasto pelo veículo para percorrer os pontos de embarque e desembarque com a programação a ser executada pelos veículos.

Os custos totais do *Project 423* são aproximadamente 0.8 MEcu. Desse total 30% foram investidos em equipamentos para a central e comunicação via rádio; 20% com os equipamentos embarcados nos ônibus e bondes elétricos; 35% com os painéis de mensagens variáveis e 15% com os receptores instalados em 48 junções semafóricas. Ressalta-se que todos os custos para instalação com exceção da equipe de funcionários estão inclusos nos valores acima descritos.

O projeto HELMI foi expandido para mais 20 ônibus, 24 bondes elétricos e 15 painéis de mensagem variável foram instalados em outros pontos de parada da cidade, o custo total da implantação foi de 0.9 Mecu, porém nesse valor não estão inclusos os gastos com os recursos humanos do Departamento de Transporte de Helsinque e da Divisão de Planejamento de

Tráfego. Na figura 7 abaixo é apresentado um esquema ilustrando o funcionamento do monitoramento e priorização do transporte público em interseções semaforizadas de Helsinque.

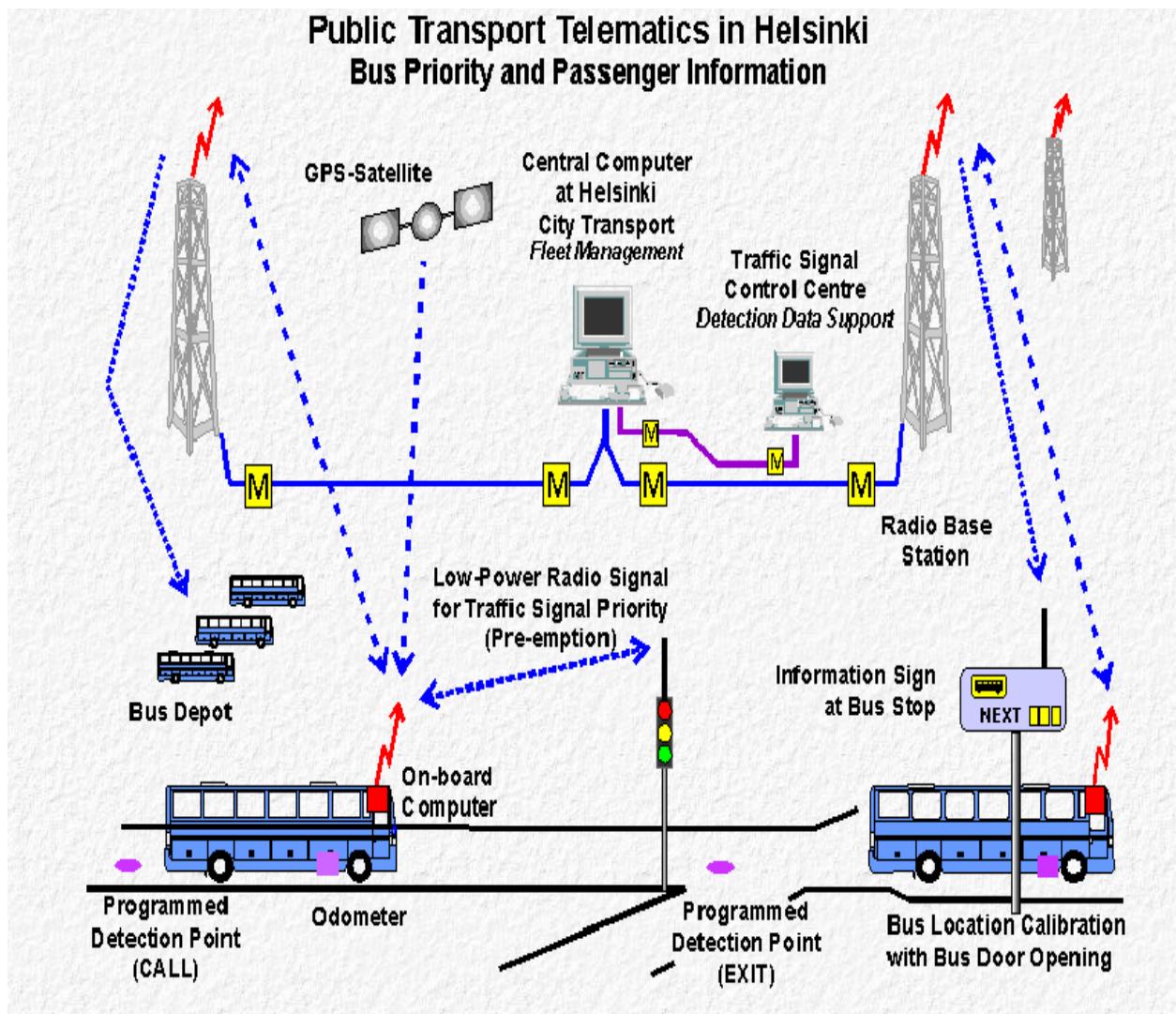


Figura 7: Ilustração do sistema de priorização dos ônibus e informações aos passageiros de Helsinque

Fonte: *Traffic Planning Division de Helsinque*

No início de 2003 o sistema incluiu quase todas as linhas dos bondes elétricos mais duas linhas de ônibus que circulam na área central da cidade. Durante esse mesmo ano mais duas linhas de ônibus foram incluídas no sistema de monitoramento.

Em seguida na figura 8 é apresentado um trecho de uma imagem de satélite com algumas rotas do sistema de ônibus no qual podem ser visualizadas informações em tempo real sobre a chegada dos ônibus em certos pontos de parada via Internet. (TRAFFIC PLANNING DIVISION, 2007).



Figura 8 : Imagem de satélite com rotas e pontos de ônibus em destaque, para disponibilização em tempo real do tempo de chegada dos veículos nos pontos de parada.

Fonte: <http://linuxnotes.blogspot.com/2007/06/helsinki-public-transport-in-live.html>

Entre os benefícios do projeto HELMI podemos citar o monitoramento dos ônibus e bondes elétricos do transporte público local, estudos com informações sobre o sistema de transportes antes de depois da implantação - como o tempo gasto para percorrer os itinerários, medir atrasos e adiantamentos nas viagens e o incremento de passageiros no sistema de transporte público.

Um esquema ilustrando os equipamentos e aplicações do sistema de rastreamento de Helsinque são apresentadas na figura 9 a seguir. Nesta temos a apresentação da obtenção dos dados de localização do veículo por satélite, equipamentos de detecção dos veículos instalados

em pontos estratégicos próximos a interseções semafóricas equipadas com controladores de prioridade para os ônibus, computadores de bordo que permitem a comunicação das centrais de monitoramento com os veículos, painéis de mensagem variável disponibilizando informações da chegada dos ônibus no local em tempo real, uma foto com parte da frota dos ônibus municipais e uma central de prestação de informações aos usuários por telefone (TRAFFIC PLANNING DIVISION,2007).

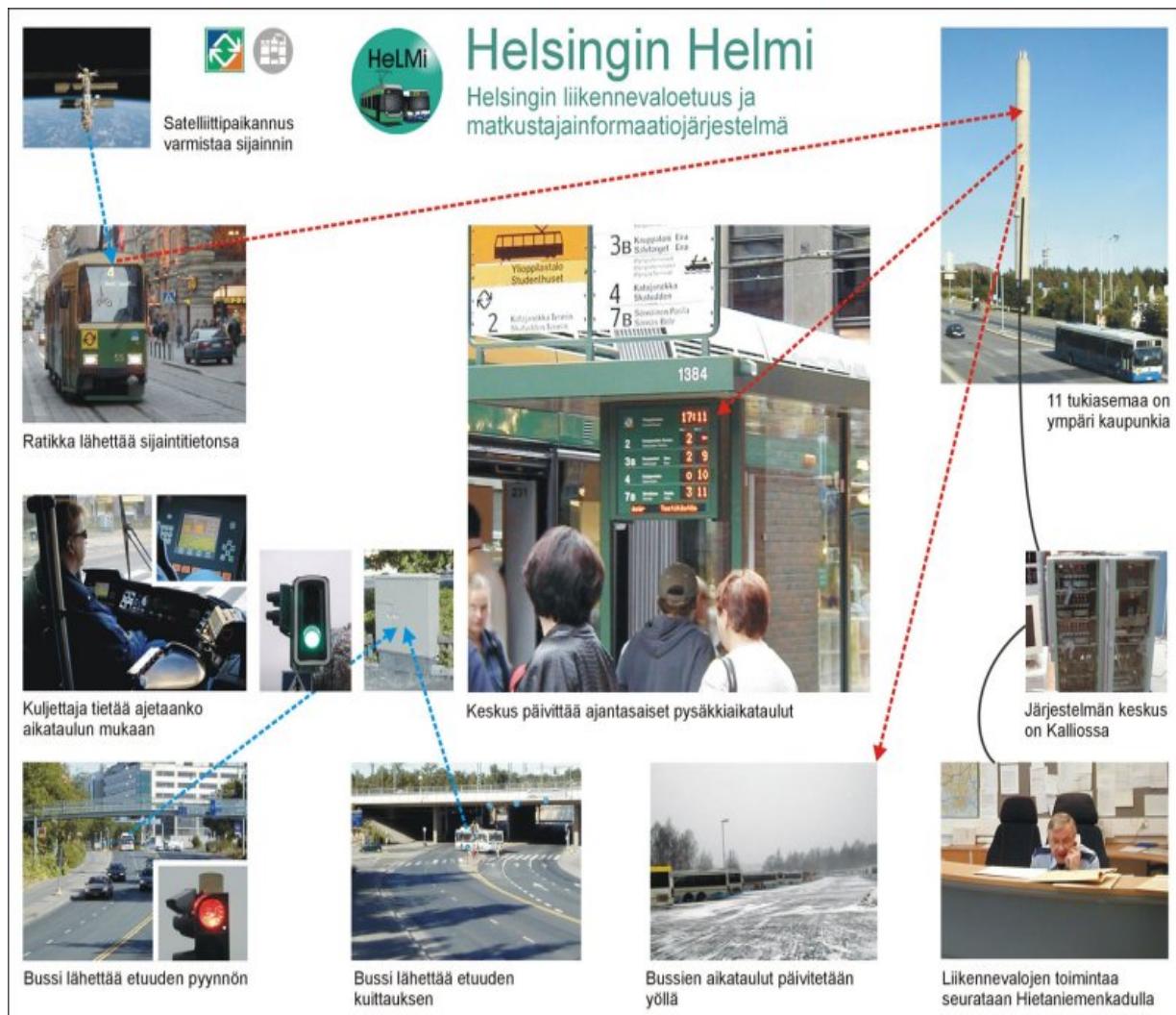


Figura 9: Esquema da tecnologia de rastreamento e aplicações em Helsinque
Fonte: *Traffic Planning Division de Helsinque*.

- **Dublin – capital irlandesa**

Segundo Fallon (2000), apenas o argumento ambiental de usar transporte público não conduziu a um aumento significativo de usuários para esse tipo de transporte. Para convencer as pessoas a deixarem de usar seus carros o transporte público deve oferecer serviços pelo menos como, se não mais desejável que dirigir um carro.

Existem diversos meios para alcançar patamares de eficiência e qualidade no transporte público por ônibus dentre eles é a introdução de corredores exclusivos, priorização semafórica para o transporte público, redução de tarifas e atualmente com os recursos de telemática a disponibilização de informações, em tempo real, em pontos de parada, Internet, celulares dentre outros.

Em sua dissertação de mestrado na área de computação eletrônica Fallon (2000), faz uma análise da complexidade em se oferecer sistemas de informação de passageiros já que esses exigem amplos projetos que só chegam à fase de implementação quando assumidos por grandes organizações ou órgãos governamentais.

O autor cita que o componente mais caro para prover informações aos usuários finais são os Sistemas de localização automática de veículos (*AVL Systems*). Seu trabalho apresenta uma proposta de um novo sistema AVL baseado na terceira geração de tecnologia de posicionamento móvel que segundo dados do seu estudo, proporciona uma redução significativa dos custos para implantação de tais sistemas. A implantação do protótipo proposto por Fallon, foi desenvolvido na cidade Dublin – capital da Escócia podendo ser acessado por browser ou telas *wap* em celulares.

A seguir na figura 10 são apresentadas telas passo a passo com as interfaces gráficas para acesso à localização dos ônibus, em tempo real pela Internet, que faz parte do projeto desenvolvido por este autor.

Dublin Bus Realtime Tracking Service - Microsoft Internet Explorer

Welcome to the Dublin Bus Tracking Service. This service allows you to find the location of a bus anywhere in the city at any time. (At the moment only the 15, 15A and 15B routes are covered)

On this website you can:

- Locate a bus on a particular route
- Use the tracking applet to visually track all the buses on all the routes

Alternatively you can load this page up on a wap phone, and use this service while you are waiting at a bus stop for a bus.

This project is submitted as part of the thesis project by [Eamonn Fallon](#) for the Msc in Networks & Distributed Systems, Trinity College Dublin.

Done Local intranet

Dublin Bus Realtime Tracking Service - Microsoft Internet Explorer

To locate a bus you must enter the route you want to take and the stop you will be getting the bus at.

Route: 15B from City Centre

Stop: Opp. Reads, Nassau Street

Find >

This project is submitted as part of the thesis project by [Eamonn Fallon](#) for the Msc in Networks & Distributed Systems, Trinity College Dublin.

Local intranet

Real-time bus tracking service

File

Click and drag to move viewable portion of the map

SCALE 1:15,000

Real-time bus tracking service

File

Click and drag to move viewable portion of the map

CURRENT SPEED 27 km/h
 CURRENT LOCATION 315,639.97, 232,037.62
 PASSENGERS ON BOARD 85
 ETA AT NEXT STOP 0 minutes , 19 seconds
 NEXT STOP Plaza Hotel, Rathmines Road Lower
 LAST STOP Domino's Pizza, Rathmines Road Lower
 BUS ROUTE 15B from City Centre
 TERMINUS DEPART TIME 16:05
 SCALE 1:15,000

Figura 10: Telas do sistema de informações em tempo real desenvolvido por Fallon.
 Fonte: Fallon, 2000.

- **Auckland – cidade da Nova Zelândia**

A cidade de Auckland está trabalhando com a autoridade regional do transporte de Auckland (*ARTA- Auckland Regional Transport Authority*) e os operadores do sistema de ônibus para instalação de sistemas de localização automática de veículos (AVL) no intuito de melhorar a qualidade dos serviços prestados, com a finalidade de manter os atuais usuários e incentivar o uso do transporte coletivo por parte de outros segmentos da população.

A tecnologia usada para localização dos veículos nas rotas do sistema de transporte por ônibus da cidade de Auckland é a do Sistema de Posicionamento Global por meio de aparelhos de GPS instalados no interior dos ônibus.

No início de cada viagem os motoristas devem inserir os dados relacionados com o número da rota e horário de partida através do sistema de bilhetagem eletrônica. Ao longo das viagens pelas rotas informações de previsão de chegada dos veículos são disponibilizadas em painéis de mensagem variáveis instalados em pontos de parada dos ônibus. Essas informações são atualizadas conforme os veículos passam por pontos pré determinados usando os dados obtidos pelo sistema de GPS.

Os ônibus também possuem equipamentos áudio-visuais em seu interior usados para informar qual será a próxima parada, assim como mensagens institucionais e informações sobre pontos turísticos. O motorista tem a responsabilidade de controlar o volume e as informações de áudio sobre pontos turísticos de interesse.

O uso dessas ferramentas tecnológicas faz parte do projeto de transporte sustentável que a cidade tem tentado adotar no intuito de atrair mais usuários para o transporte público municipal. Desde a implantação do sistema em 2003 a cidade já possui equipamentos de GPS instalados em mais de 730 veículos, 180 painéis com informações, em tempo real, para os usuários, e equipou 174 interseções semafóricas com o sistema de detecção dos veículos. A seguir na figura 11, foto com um painel instalado em uma das ruas da cidade.



Figura :11 Painel instalado em ponto de parada para fornecer informações em tempo real, sobre os ônibus que circulam pelas rotas que passam por essa região de Auckland.

Fonte: *Auckland City*

Os demais veículos que circulam pela região a partir do ano de 2006, ficaram sob responsabilidade do ARTA- *Auckland Regional Transport Authority* com o objetivo de prover um sistema de ônibus eficaz, inclusive nas redondezas da região complementando assim o projeto anterior, garantindo maior mobilidade e acessibilidade a diversas regiões através do uso do transporte público.

Além desses benefícios o sistema tem sido usado para monitorar o transporte dos passageiros por parte das operadoras, pela cidade de Auckland e pelo ARTA. (AUCKLAND CITY, 2008).

- **Denver, Capital da Unidade Federada de Colorado – EUA**

Estudos feitos pela TCRP (2003) levantaram dados do uso da tecnologia de rastreamento de veículos por GPS na cidade de Denver, sendo relatado que o *Regional Transportation District* foi uma das primeiras agências de transporte público a implantar um sistema de localização automática de veículos baseado na tecnologia de GPS.

A decisão de compra foi feita em 1992, e o término da implantação em 1996. A partir de 1999 a agência começou a utilizar os dados fornecidos pelo sistema para fornecer informações, em tempo real, para os passageiros do transporte público.

Em Dezembro de 2001 foram introduzidos novos serviços que disponibilizam informações, em tempo real, da chegada dos ônibus nos pontos de parada através do *Talk-n-Ride* serviço via telefone e o *Bus Locator* através do website <http://www.RTD-Denver.com> (TCRP 2003).

A seguir na figura 12, tela disponibilizada no site do transporte público de Denver demonstrando os serviços que são oferecidos de forma remota (wireless) para a obtenção de informações sobre: horários, itinerários, planejamento das viagens e tempo de chegada dos veículos nos pontos de parada em tempo real. Também na próxima seção através da foto da figura 13 pode-se observar um dos 60 totens implantados na área metropolitana de Denver para disponibilização de informações sobre o sistema de transporte público municipal e a localização dos ônibus em tempo real.

The Regional Transportation District Home Page - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://www.rtd-denver.com/

RTD

Home Schedule Finder Enter Route: GO

What's New RTD News Facts\Projects\Criteria Job Openings How To Ride Fares & Passes Light Rail skyRide park-n-Ride Special Rides Business Center Board of Directors Public Notices Programs Wireless WWW Links Weather

FASTRACKS

TRANSIT WATCH

The Regional Transportation District **TheRide On The Move**

Trip Planner System Maps Schedules Buy Pass Online Site Map Contact Us Detours/Alerts

Wireless Options

Translate to Spanish French Italian

Powered by SYSTRA

RTD understands that many of our customers want access to real-time and static schedule information via their personal electronic devices. RTD has created a wide variety of tools for you to use that provide access to information to virtually any of our customers.

| | |
|--|---|
| RTD Handheld Schedule Viewer |  RTD Handheld Schedule Viewer |
| Talk-n-Ride - Dial 1-888-RTD-TRIP from any telephone and use voice commands to get real-time arrival information. |  Talk-n-Ride |
| www.gortd.com - Navigate to this website from any Internet-connected device to get real-time arrival information. Specific compact design for cell phone and PDA browsers. |  www.go.rtd.com |
| Downloadable schedules - You can download a customized text schedule to your PDA for quick access without Internet access. |  PDA Bus Schedules |

Copyright © 2005 - 2006 RTD

Figura 12 : Meios de acesso wireless às informações do transporte público de Denver
Fonte: <http://www.rtd-denver.com/>



Figura 13: Totem para fornecimento de informações em tempo real sobre os veículos do transporte público de Denver.
Fonte: TCRP, 2001

- **BOULDER – Cidade da Unidade Federada de Colorado – EUA**

Segundo Blacksher, Foley (2002), no condado de Boulder, estado de Colorado – EUA foi implantada uma rota de ônibus circular e de alta freqüência denominada de HOP, nesta operam ônibus de outras linhas (*SKIP, JUMP, LEAP e BOUND*), sendo todas administradas e financiadas pelo *Rapid Transit of Denver*. A rota possui aproximadamente 5 milhas, 50 pontos de parada e serve a uma área de aproximadamente 12 milhas quadradas.

A HOP se constitui em um importante recurso para o sistema de transporte público da cidade, tanto as agências reguladoras quanto a população possuem a consciência ambiental e reconhecem a relevância de um transporte público de confiança em contrapartida ao nível crítico de deslocamento que a cidade atingiu pela pressão do aumento do tráfego de veículos nas ruas da cidade. A rota conta com 14 ônibus servindo importantes pólos geradores de viagens do condado desde “*Downtown Boulder*”, o “*Crossroads Shop-ping Mall*”, e a Universidade de Colorado no Colorado (CU). O sistema foi projetado para prover um ônibus de 10 a 12 minutos em cada ponto de parada.

Por se tornar uma peça central no sistema de transporte público de Boluder, a HOP não apenas atende apenas a área central, mas permite o deslocamento de passageiros dessa região para outros sistemas ligados as áreas mais periféricas da cidade. A regularidade e a alta freqüência são elementos essenciais para garantir a confiança, permanência dos usuários e uso diário da HOP pela comunidade de estudantes e trabalhadores.

Relata ainda que a cidade e o *Regional Transportation District (RTD) Special Transit* implantaram um sistema automático avançado de localização de veículos (AVL System) usando a tecnologia de GPS na HOP. Esse sistema foi projetado para melhorar a eficiência do sistema, programar a operação e prover informações aos usuários através do uso mais eficiente dos

recursos e do desempenho dos serviços de ônibus. Abaixo mapa da HOP no contexto da cidade.

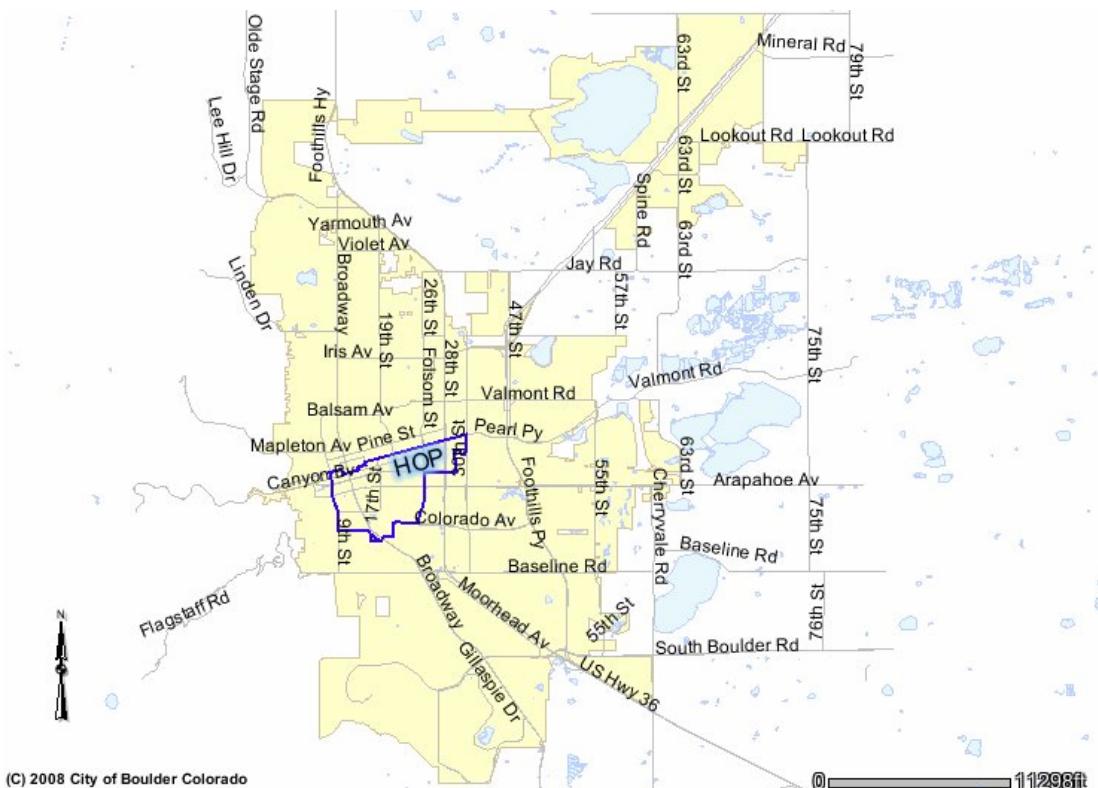


Figura 14: Mapa da rota HOP no contexto da cidade de Boulder
Fonte:gisweb.ci.boulder.co.us/website/pds/Transportation_gisweb/viewer.htm?frame=3&layers=0001

Antes da implantação do monitoramento por GPS os despachantes dos ônibus usavam um mapa grande da cidade com as rotas claramente marcadas e uma ligação de rádio para comunicar-se com todos os operadores dos ônibus.

O procedimento logístico adotado enfrentava problemas de gerenciamento durante os períodos de pico do tráfego e os ônibus começaram a ter atrasos na sua programação tornando-se necessário colocar mais ônibus em algumas rotas para garantir a freqüência de 10-12 minutos nos pontos de parada da HOP. Os despachantes também tinham dificuldades em

gerenciar problemas relativos a acidentes e eventuais problemas mecânicos que os veículos apresentassem.

O sistema AVL implantado na HOP possui quatro subsistemas preliminares:

- Infra-estrutura de *hardware*;
- Infra-estrutura para uso do *software*;
- Implantação do sistema nos veículos e;
- Aplicação usada pelas centrais de expedição de veículos, que eventualmente estará disponível aos passageiros do sistema através do *Web site* de Boulder.

O uso do sistema AVL melhorou a percepção pública e administrativa da HOP, afetando de forma positiva o trânsito, a qualidade do sistema e a pontualidade do cumprimento dos tempos de viagem. Através das melhorias obtidas os passageiros não perdem tanto tempo nos pontos de parada esperando pelos ônibus. Entre benefícios adicionais proporcionados temos a implantação do gerenciamento da frota, melhor uso do serviço dos despachantes, redução do tempo nos atendimentos a emergências como quebra de veículos, e um significativo decréscimo do tempo que gasto na comunicação por rádio entre os despachantes e motoristas. A seguir na figura 15 tem-se a demonstração, em tempo real, no momento da pesquisa, de um mapa de Boulder com posições, título, e velocidade de alguns veículos que operam na HOP.

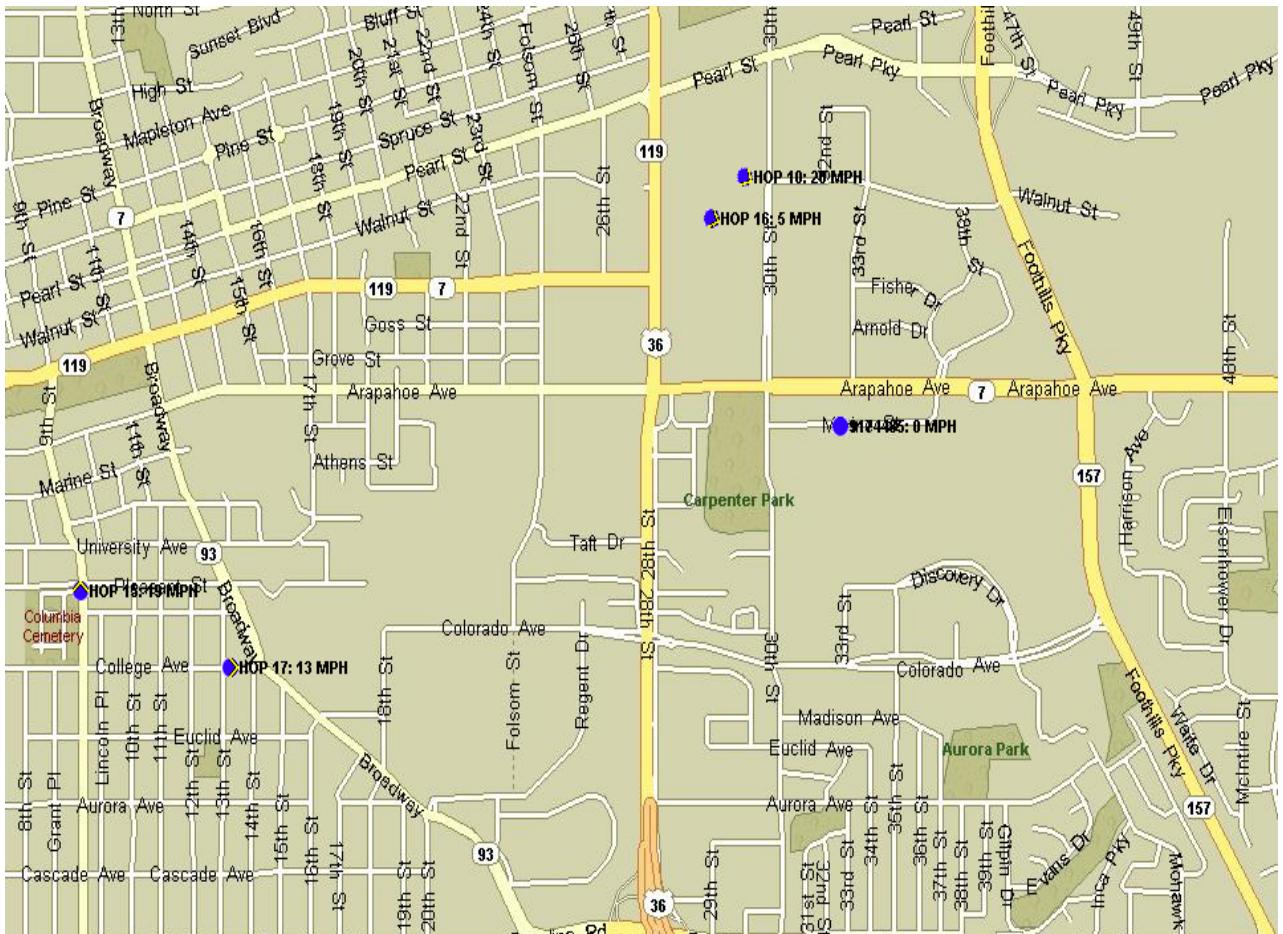


Figura 15: Demonstração da localização de veículo na HOP em tempo real
 Fonte: Intuicom Live AVL Demonstration -<http://208.139.198.171/>

Desde a implantação da tecnologia de GPS para auxiliar no provimento de uma rota de transporte público por ônibus, de alta freqüência, o número de passageiros que usam o sistema, praticamente dobrou do período de 1995 a 2002. O sistema tem transportado 3500 passageiros por dia e durante o período acadêmico da Faculdade de Colorado o numero de usuários chega a 4500, ocorrendo um acréscimo de cerca de 30% de pessoas transportadas na HOP diariamente (Blacksher, 2002).

- **Londres – Capital da Inglaterra e do Reino Unido**

A cidade de Londres foi uma das primeiras cidades do mundo a implantar painéis de mensagem variáveis em pontos de paradas de ônibus. Nesses são indicados o tempo de chegada dos próximos ônibus equipados com o sistema de rastreamento.

O primeiro sistema implantado na cidade denominado de *Countdown*, usava a tecnologia de detecção dos veículos por *transponders* e foi testado em 1992 nos ônibus da rota 18. Os testes realizados com os passageiros sobre o projeto foram muito positivos. Entre 1993 e 1994 o projeto foi expandido e amplamente testado em outros corredores de ônibus. A partir de 1996 uma ampla implantação do sistema AVL para prosseguimento do projeto foi aprovada.

Em 2001 a implantação dos sistemas AVL estavam 80% concluídas e do programa *Countdown* 25% concluído. A partir de março de 2002, 1473 painéis tinham sido instalados e estavam operacionais. O plano era ter um total de 2400 instalados em março de 2003 e 4000 no ano de 2005. Esse número de 4000 painéis instalados chegaria a cobrir 25% de todos os pontos de parada londrinos e beneficiaria 60% de todas as viagens de passageiros. Os custos para a implantação dos sistemas AVL e do *Countdown System* totalizam US \$ 69,75 milhões (45 milhões de libras esterlinas). TCRP(2003).

Segundo os dados da pesquisa da TCRP (2003) inicialmente o Sistema *Countdown* utilizava *transponders* em locais específicos por onde os ônibus passariam e o equipamento embarcado recebia um sinal assim que passasse pelos locais com os localizadores instalados. Cada ônibus possui uma identificação própria pré-gravada nos equipamentos de bordo permitindo a localização correta de cada veículo e transmitindo os dados a partir do veículo para um sistema central por meio de um sistema de rádio também instalado nos ônibus. A seguir na figura 16 pode-se observar um esquema do funcionamento do sistema de localização de veículos por *transponder* usado na cidade de Londres.

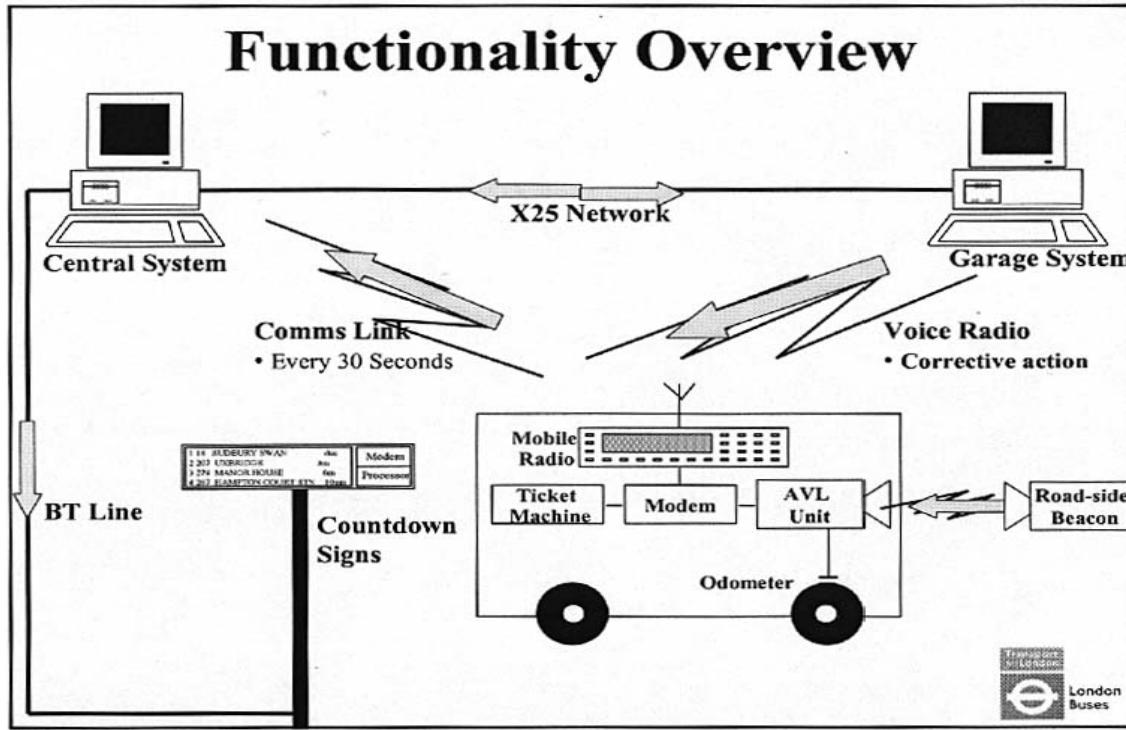


Figura 16: Funcionamento do antigo sistema AVL e *Countdown System*.

Fonte: TCRP,2003

A cidade tem investido na modernização dos equipamentos AVL usados para gerenciamento e provimento de informações aos usuários. Hounsell et all (2007), descreve que com a disponibilidade de sistemas de localização baseados na tecnologia de GPS, na cidade de Londres tem sido realizados investimentos em novos sistemas de gestão da frota com tecnologias que permitem a priorização dos ônibus em interseções semaforizadas e informações aos passageiros em tempo real. O novo sistema é denominado de *iBUs*.

Segundo os dados divulgados na reportagem do jornal *Guardian News*, algumas rotas de ônibus de Londres como a 148 que liga *Camberwell* e *Shepherd's Bush*, possuem painéis de mensagem variável informando o tempo de espera para chegada do próximo ônibus e dentro dos veículos dos corredores exclusivos, existem equipamentos onde são anunciados via áudio e visualmente informações sobre os próximos pontos de parada, mensagens institucionais e

sobre pontos turísticos. Abaixo foto com um dos painéis instalados em um ponto de embarque e desembarque de Londres



Figura 17: Painel de mensagem variável com informações em tempo real sobre a chegada dos próximos ônibus em Londres.

Fonte: Guardian News

O projeto será expandido para abranger toda a frota de ônibus de Londres e praticamente todos os pontos de parada contarão com painéis eletrônicos com informações sobre os veículos em tempo real, cerca de 8.200 ônibus estarão equipados provendo informações para cerca de 6 milhões de passageiros por dia. A cidade possui aproximadamente de 19.000 paradas e todas com nomes próprios que serão anunciados, assim como os pontos turísticos. Simon Reed diretor desse projeto denominado de *iBus* afirmou que a prioridade é equipar todos os ônibus com os rastreadores para que eles possam fornecer qualquer informação necessária aos usuários em tempo real (Dodson, GUARDIAN NEWS,2008).

A seguir nas figuras 18 e 19 são apresentadas telas do sistema de informações que já está disponível para acesso *on line* sobre o sistema de transporte público no *site* da cidade de Londres.

The screenshot shows the Transport for London Journey Planner interface. At the top, there's a navigation bar with links for Home, Live travel news, Getting around (which is highlighted in blue), Tickets, Road users, Corporate, and Business & partners. Below this is a sub-navigation menu for 'Getting around' and 'Journey Planner'. A search bar is present at the top right.

The main content area is titled 'Journey Planner' and displays a summary of a journey from London Zoo to Camden Lock Market. It shows the departure date (Friday 16 May 2008 at 19:06), destination, and restrictions. Below this is a table of five bus routes:

| Route | Depart | Arrive | Duration | Interchanges |
|-------|--------|--------|----------|--------------|
| 1 | 19:05 | 19:31 | 00:26 | |
| 2 | 19:06 | 19:34 | 00:28 | |
| 3 | 19:07 | 19:38 | 00:31 | |
| 4 | 19:13 | 19:39 | 00:26 | |
| 5 | | | 00:23 | |

Each row has a 'View' button with a checked checkbox next to it. At the bottom of the page, there's a footer with links for Iniciar, Home, central_bus_map.pdf..., English - Choose your..., and Documento1 - Microsoft Word.

Figura 18 : Informações obtidas em tempo real sobre o tempo de chegada dos ônibus em um ponto de parada em Londres.
Fonte: Transport for london

This screenshot shows a detailed view of a bus route from London Zoo to Camden Lock Market. The route is visualized as a timeline with stops and icons for each mode of transport (bus, pedestrian). The stops are marked with red circles, and the route starts at London Zoo and ends at Camden Lock Market.

On the left, a 'Route details' sidebar provides information about the journey, including the departure time (Friday 16 May 2008 at 19:06), starting point (London Zoo), ending point (Camden Lock Market), and restrictions. It also lists the average journey time (7 mins), buses every 7-8 mins, and a maximum journey time of 11 mins.

On the right, there are three maps: one for London Zoo, one for Regents Park Road, and one for Camden Town / Parkway. Below the maps, there are sections for 'Average journey time' (8 mins) and 'Maximum journey time' (00:26).

At the bottom, a note states 'Maximum journey time: 00:26'. The footer of the browser window includes links for Iniciar, Home, central_bus_map.pdf..., English - Journey Pla..., and Documento1 - Microsoft Word.

Figura 19 : Informações em tempo real sobre os veículos do transporte publico.
Fonte: Transport for London

- **Edinburgo - Scócia**

O poder público municipal da cidade de Edinburgo tem tentado conseguir financiamento para a criação de uma rede de informações em tempo real sobre os ônibus que circulam pelo município. O sistema de monitoramento foi introduzido primeiramente entre *Leith* e *Straiton* e estão sendo expandidos para outros lugares. Cerca de £1 milhão foram investidos para levar o projeto a outras localidades. Os painéis existentes do projeto *BusTracker* foram instalados em 84 pontos de paradas de ônibus com um custo de £2.9m, fornecendo o tempo de chegada de aproximadamente 250 linhas de ônibus. O sistema de monitoramento já foi expandido para o sudoeste e o oeste de Edimburgo, o restante da cidade receberá a instalação do sistema de informações assim que o conselho municipal liberar a verba necessária para a implantação (Evening News, 2007).

Abaixo tela do sistema de monitoramento dos ônibus em tempo real disponibilizados na Internet pelo site : <http://www.mybustracker.co.uk/> para consultas.

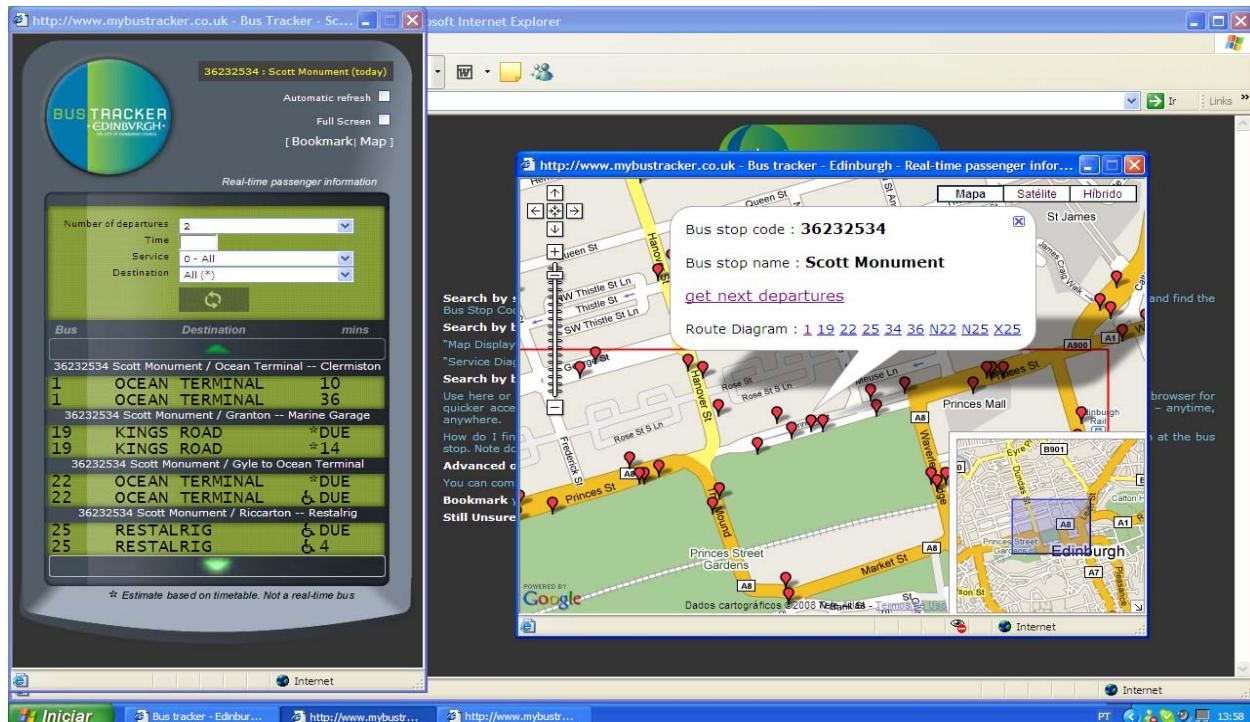


Fig 20 : Informações em tempo real de linhas de ônibus do transporte público de Edinburgo
 Fonte: www.mybustracker.co.uk

- **Sydney – cidade australiana**

A cidade de Sydney assim como muitos outros grandes centros urbanos também tem disponibilizado informações para os passageiros do transporte público em tempo real, em site na Internet, permitindo o acesso através do uso de *smart-phones*, celulares que se conectem a Internet e obtenção de informações pelo telefone. Abaixo na figura 21 tela na qual o usuário poderá acessar informações para planejar sua viagem sendo disponibilizadas as informações sobre todos os procedimentos necessários para se chegar ao destino pretendido como localização do ponto de parada do meio de transporte a ser usado, tempo e distância a ser percorrida, ônibus, trem ou bonde que serão usados com os respectivos tempos de chegada desses veículos no ponto de parada a ser acessado pelo usuário.

Trip Planner: Result Details

You searched:

From: Narrabeen, Alfred St Nr Alamein Av
To: Beacon Hill, McIntosh Rd Nr Cousins Rd

Accessibility: All services

When: Friday, 20 June 2008, Leave after 01:45pm
Mode: Regular Buses

Change easy access options: What is easy access/wheelchair accessible? [Show easy access only](#)

New Time: 01 : 45 pm [CHANGE TIME](#) [RETURN TRIP](#)

| Option | Depart | Arrive | Travel time | Transport | View |
|--------|--------|--------|-------------|-----------|---------------------------|
| 1 | 1:46pm | 2:06pm | 20mins | | VIEW TRIP |
| 2 | 1:49pm | 2:09pm | 20mins | | VIEW TRIP |
| 3 | 1:52pm | 2:12pm | 20mins | | VIEW TRIP |
| 4 | 2:08pm | 2:13pm | 05mins | | VIEW TRIP |
| 5 | 2:18pm | 2:23pm | 05mins | | VIEW TRIP |

Search Transport Site Information
Enter Search Terms:
[SITE SEARCH](#)

Quick Tools

- Bus Stop Search
- Weekly weather forecast
- Rail Trackwork
- Traffic Report
- Font Size **A-** **A+**

Symbols

| | |
|-------|-------|
| | |
| Walk | Bus |
| | |
| Ferry | Train |

Trip Planner Instructions

Figura 21: Tela do site do sistema de informações aos passageiros do transporte público de Sydney com informações para planejamento de viagens.

Fonte: <http://www.131500.info/realtimedefault.asp>

Abaixo, na figura 22, um exemplo do uso de computadores portáteis para turistas e usuários do transporte público que podem contar com um serviço de informações acerca das linhas e operação do ônibus em tempo real.

Através do uso de um PC de bolso com dispositivo *bluetooth* e GPS e da prévia instalação da versão experimental do software OziExplorerCE disponível para compra por seis dólares no ano de 2006, o usuário poderá realizar um *download* do mapa do transporte público de Sydney. Com esses dados e recursos as pessoas poderão programar suas viagens, uma vez que, os usuários poderão visualizar no mapa as rotas e operação dos ônibus em tempo real (Handango,2006).

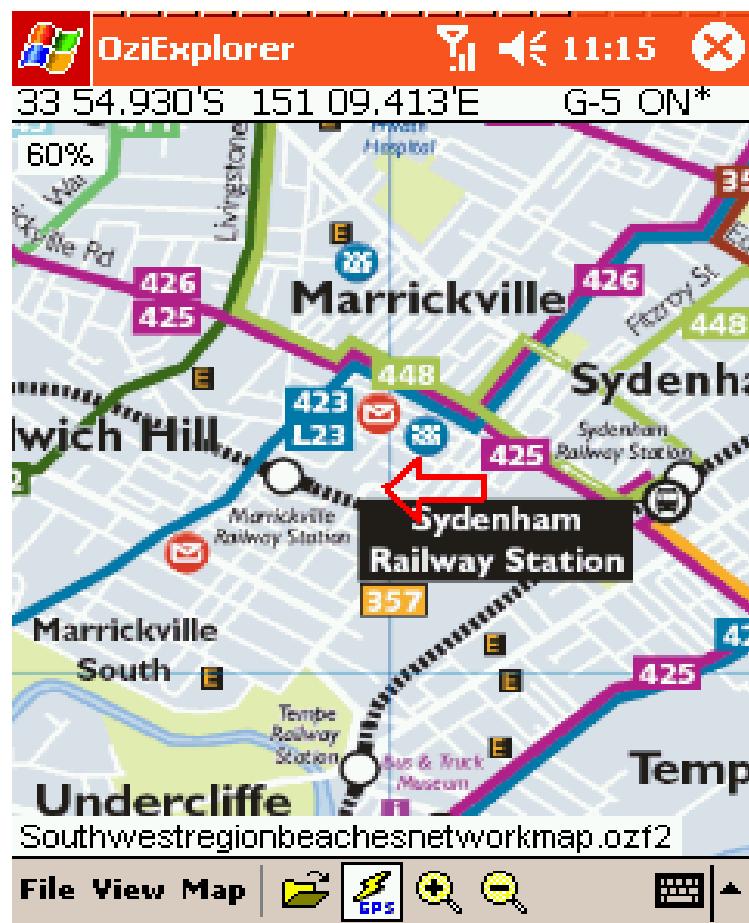


Figura 22: Mapa Transporte Público de Sydney para uso em computadores portáteis
Fonte: Handango, Downloados Store, Microsoft ,2006.

3.4 Panorama Geral dos Sistemas Inteligentes de Transportes no Brasil

O setor de transporte público brasileiro convive hoje com uma segunda geração de tecnologias de ITS (*Intelligent Transportation Systems* ou Sistemas Inteligentes de Transportes). A primeira etapa foi a bilhetagem eletrônica, presente em boa parte das médias e grandes cidades do país. Agora, tecnologias mais avançadas, como monitoramento da frota via satélite, começam a ser aplicadas e a bilhetagem tende a ser apenas uma parte de sistemas maiores de informação e comunicação. (NTU 2006/2007)

No Brasil algumas cidades de médio e grande porte já utilizam o sistema de rastreamento por GPS para gestão de parte ou de toda a frota do transporte público por ônibus. Essa tecnologia tem permitido a obtenção de dados para monitoramento em tempo real de frotas de transporte público urbano. Exemplos de informações que podem ser obtidas: velocidade do veículo, cumprimento de itinerários, atrasos e adiantamentos de horários. Outros aspectos também poderão ser monitorados no intuito não apenas de se fiscalizar a operação, mas também obter informações para apoio ao processo de tomada de decisão e prestação de informação ao usuário do transporte coletivo urbano.

Foram realizados levantamentos em páginas institucionais, revistas ou *sites* da área de transportes no intuito de detectar novos municípios que estejam implantando ou que irão fazer uso dessa nova tecnologia, algumas dessas são descritas abaixo com o intuito de demonstrar a tendência crescente de uso dessa tecnologia.

- ***Vitória***

Na cidade de Vitória, no Espírito Santo, devido ao alto índice de reclamações dos usuários do sistema de transporte público denominado Transporte Seletivo, a diretoria da CETURB-GV decidiu implantar o Sistema de Monitoramento do Transporte Seletivo via GPS,

(CETURB, 2006). Esse sistema foi implantado no final de 2007 e monitora a operação de mais de 300 ônibus municipais. Em uma segunda fase, a frota monitorada deverá aumentar substancialmente, com a incorporação dos mesmos dispositivos em cidades da Região Metropolitana.

- ***Rio de Janeiro***

O processo de monitoração de frotas de transporte coletivo está em fase de implantação na cidade do Rio de Janeiro, sendo que 3 empresas já operam com todos os veículos monitorados. Em uma primeira fase o controle da operação fornece dados para as empresas, visando a otimização operacional das rotas. Em uma segunda etapa de implantação do projeto, informações úteis aos usuários estarão disponíveis em pontos de parada e terminais. A previsão é que em cerca de 4 anos, toda a Região Metropolitana do Rio de Janeiro tenha sua frota monitorada, com otimização dos serviços atualmente operados (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2008).

Um projeto de monitoramento de frotas de transporte público tem sido realizado em caráter experimental na Universidade Federal do Rio de Janeiro. O projeto denominado "Logística de Frotas para Operação de Serviços Especiais de Transportes Utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG) - , já vem funcionando, experimentalmente, há algum tempo nos limites da Cidade Universitária do Rio de Janeiro. Ali, uma frota de seis ônibus da linha Reitoria/Alojamentos circula com equipamento rastreador e atende gratuitamente a um número de 10 a 15 mil usuários, de uma população de cerca de 30 mil pessoas que por lá transitam diariamente. Captadas por uma empresa particular, as informações são retransmitidas para os computadores da COPPE, de onde é possível acompanhar, num mapa local, o trajeto e a localização dos veículos" (Homero, 2006).

- **Cuiabá**

No portal de comunicação da prefeitura de Cuiabá foi divulgado que o poder público através da Secretaria Municipal de Trânsito e Transporte Urbano – SMTU, fez um requerimento para as empresas que operam no sistema de transporte público da capital, providências para a instalação do sistema de GPS para o monitoramento dos veículos. O secretário de transportes municipal Oscar Soares Martins declara que :

"Com a implantação desse sistema de monitoramento, será possível verificar o cumprimento de horário e itinerário de todos os carros e linhas que operam no transporte coletivo de Cuiabá através de dados colhidos pelo módulo GPS instalados em cada veículo, tanto nos ônibus quanto nos micros",

A implantação dessa tecnologia é uma das metas que a SMTU pretende atingir no ano de 2007 uma vez que o mesmo poderá proporcionar a secretaria o uso de uma tecnologia que irá permitir o acompanhamento on line da operação da sua frota de transporte público visando a melhoria do atendimento aos usuários do sistema, para tal as empresas operadoras terão que implantar o sistema até julho de 2007 (SECON-PMC2007).

- **Curitiba**

Em uma reportagem do jornal Folha de Londrina disponibilizada no site da RailBuss foi anunciada a necessidade de modernização do sistema de transporte público de Curitiba e dentre as medidas que serão implantadas inclui-se a adoção do sistema de posicionamento global para controle da operação dos ônibus urbanos.

Até o final deste ano, a operação de transporte será feita por controle remoto, através de aparelhos GPS instalados nos ônibus da frota. Com isso, será possível monitorar a posição de cada veículo. O atual presidente da Urbs antecipa que em um futuro próximo os usuários do transporte coletivo de Curitiba poderão se informar sobre atrasos e horários das linhas em displays que serão instalados nos pontos de ônibus (Raillbus,2007).

3.5 Casos de cidades brasileiras que fazem uso da tecnologia de rastreamento por GPS para monitoramento do transporte público por ônibus

Nesta seção do terceiro capítulo são descritas experiências de algumas cidades brasileiras que através do poder público municipal estão investindo na implantação de projetos usando a tecnologia de rastreamento de veículos por GPS para monitoração de suas frotas de transporte coletivo.

- ***Fortaleza***

Em Fortaleza, com a implantação do projeto CITFOR - Controle Integrado de Transportes de Fortaleza, um sistema de gestão e monitoramento de frotas e informação ao passageiro em tempo real, os usuários passaram a usufruir de informações e operação otimizada não disponível até então. O sistema funciona a partir de um computador de bordo instalado nos ônibus. Este computador recebe informações de satélite de geoposicionamento (GPS) que informa a sua exata localização. Esta localização é enviada à central, via sistema de envio de dados da rede celular (GPRS). O servidor CITFOR recebe as informações de todos os veículos da frota, analisa os dados e repassa as informações para os painéis de mensagem variável, bem como para o sistema de semáforos do CTAFOR, (CITFOR, 2004). A figura 23

apresenta algumas fotos, com destaque para o sistema de informação aos usuários, instalados em painéis de mensagem variável.



Figura 23: Fotos sistema de informações aos usuários em tempo real de Fortaleza
Fonte: CITFOR, 2004.

- **Brasília**

Segundo Weigang, Yamashita et all (2001) , um projeto experimental de rastreamento de veículos está sendo desenvolvido pela Universidade Federal de Brasília com o objetivo de disponibilizar informações para os usuários de transporte público.

Os dados para criação do sistema de informações são obtidos através de um sistema GPS e GIS que são introduzidas no banco de dados do sistema de monitoramento instalado na central de controle. Da central de controle, saem informações em duas direções, uma para o painel em cada ponto de ônibus, e outro, para o sistema Web disponível para a sociedade. No momento, a tecnologia permite que as pessoas possam acessar essas informações pelo computador nas suas casas, mas futuramente, poderá ser utilizada a tecnologia dos telefones celulares móveis WAP.

A aplicabilidade desse projeto tem sido testada em uma linha de ônibus do eixo monumental no Plano Piloto do Distrito Federal. Abaixo junção de telas do sistema SITCUO ilustrando o sistema disponibilizado na Internet para consultas sobre o ônibus em tempo real.

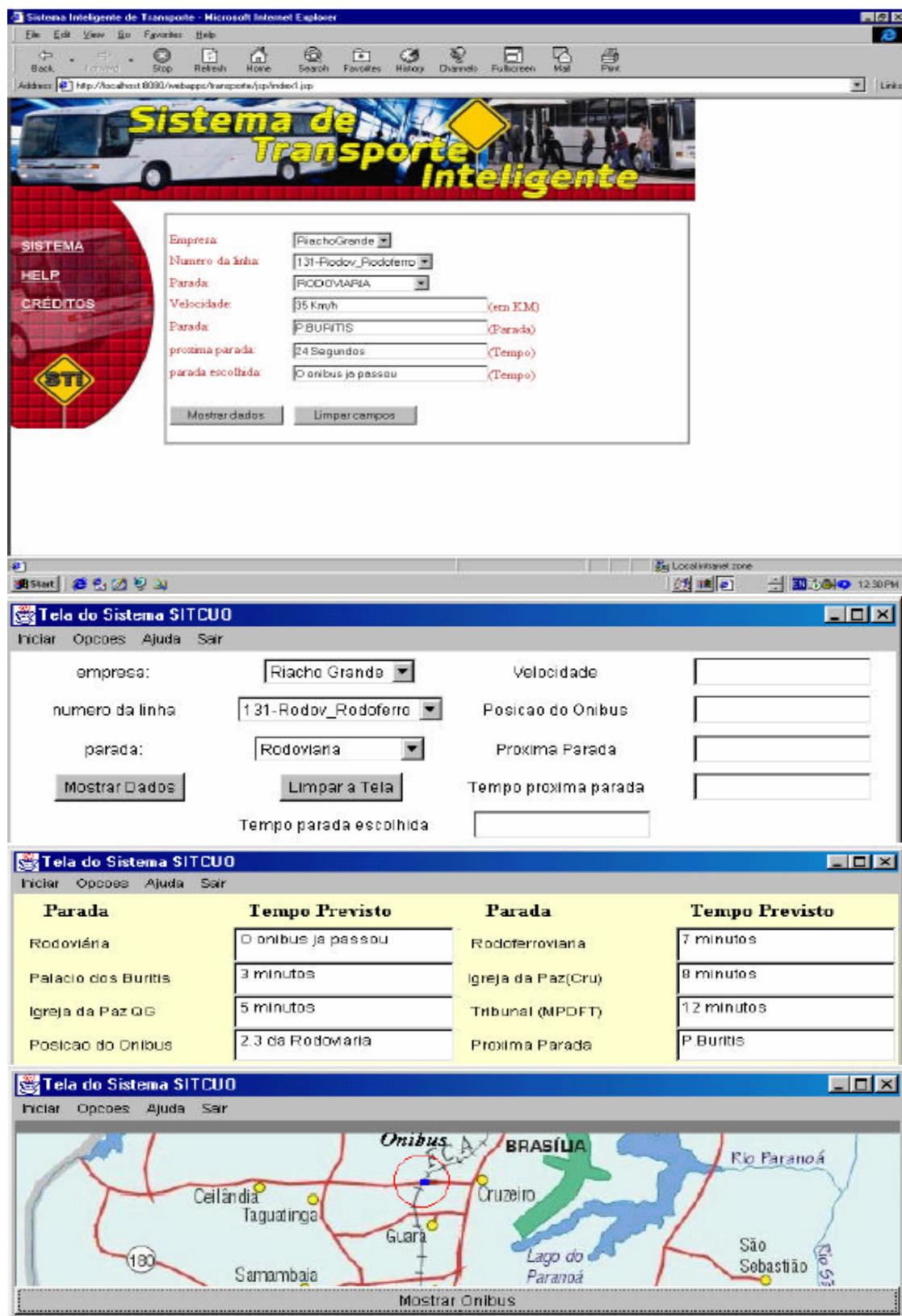


Figura 24: Telas do sistema SITCUO de Brasília
Fonte: Weigang,2001

- **São Paulo**

Diagnóstico realizado em artigo acerca dos terminais inteligentes de São Paulo demonstra que nessa metrópole 87% das viagens coletivas utilizam o transporte sobre pneus, ônibus e lotação, isto significa que, aproximadamente 6,9 milhões de passageiros são diariamente transportados. Deste número cerca de 3,9 milhões de passageiros realizam suas viagens por 10.500 ônibus e contam com apenas 46 Km de corredores com faixa de trânsito segregada e 52 Km de vias com faixa exclusiva (Silva, 2004).

Através de um projeto de reestruturação do sistema de transporte municipal o poder público criou o projeto de Transporte Integrado da Prefeitura de São Paulo, que conta com o uso de diversas ferramentas dos sistemas inteligentes de transporte para garantir a operação do transporte coletivo, uma vez que anteriormente ao investimento, assim que os veículos eram despachados e não se tinha mais controle sobre sua localização ou cumprimento dos itinerários e horários programados, ou seja, não era possível a obtenção dos dados pertinentes a operação da frota do transporte público. Abaixo figura ilustrando o monitoramento de um corredor de ônibus em São Paulo.

Corredores Inteligentes

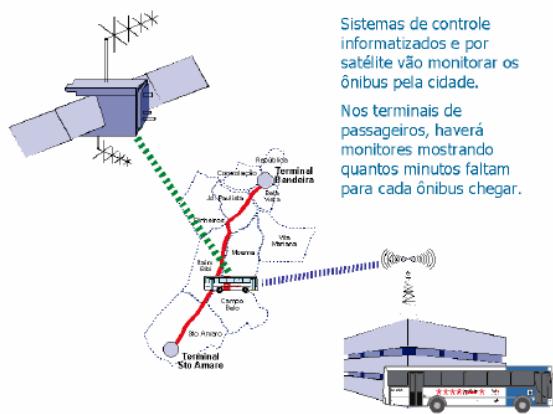


Figura 25: Esquema com sistema de monitoramento dos ônibus em corredores exclusivos da cidade de São Paulo

Fonte:SILVA,2004

Segundo Silva (2004), dentre os objetivos do novo plano estava o de garantir regularidade e informação ao usuário. Ao mesmo tempo, a necessidade de ter decisões “on-line” que garantam que o serviço tenha soluções de continuidade. Em São Paulo, uma cidade onde as linhas são longas e o trânsito sofre com congestionamentos, é fundamental que seja possível, a partir de um Centro de Controle, tomar decisões que garantam a circulação normal dos veículos. Para tanto foi elaborado um modelo de comunicação, localização dos veículos e informação aos usuários perfeitamente integrados.

As metas a serem atingidas com o rastreamento dos veículos são: dispor de infraestrutura de equipamentos e sistemas que permitam supervisionar e controlar a operação da frota de veículos em circulação, identificar e tratar ocorrências específicas como: quebras mecânicas, assaltos, ocorrências médicas, congestionamentos, etc, estabelecer comunicação direta com o motorista de ônibus, notificando-o sobre eventuais problemas operacionais ou sobre o cumprimento do horário da viagem.

O projeto de monitoramento tem sido implantado na cidade de São Paulo, por iniciativa da SPTrans, órgão responsável pelo gerenciamento do sistema de transporte público do município, nos últimos cinco anos. Esse sistema de monitoramento eletrônico nos ônibus, baseado na utilização do sistema de posicionamento global (GPS), visa melhorar a eficiência do controle dos serviços prestados pelas operadoras e também gerar uma base de dados estruturada para o planejamento das linhas. Essa tecnologia já foi implantada nos veículos que circulam em 12 terminais municipais, dentre os 22 existentes na cidade de São Paulo (SPTRANS,2004). A seguir na figura 26 esquema ilustrando o sistema de rastreamento usado para obtenção de dados sobre os veículos em tempo real e futuras intervenções na operação dos veículos.



Figura 26: Esquema ilustrando o sistema de rastreamento e disponibilização de informações da cidade de São Paulo para provimento de intervenções na operação do transporte público

Fonte:SP Trans

Neste capítulo pode-se observar que o provimento de informações para os passageiros do transporte público tem sido alvo de discussões e de investimentos tanto em projetos quanto em tecnologias que possam trazer confiabilidade e prover informações em tempo real sobre o sistema de transporte coletivo urbano com o intuito de atrair parte da população que usa veículos particulares em viagens pendulares do tipo casa-trabalho-casa e manter os usuários que já utilizam o sistema cotidianamente.

O próximo capítulo traz um estudo de caso do município de Uberlândia que monitora 100% de sua frota de transporte público por ônibus.

CAPÍTULO 4 - O CASO DO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA

O município de Uberlândia foi escolhido como estudo de caso por ser a única cidade no Brasil que atualmente monitora 100% da frota de transporte público por ônibus.

Neste capítulo será apresentado de forma geral o sistema de transporte público por ônibus do município de Uberlândia, fazendo um levantamento das características do sistema.

Uma análise do tipo antes e depois é realizada no intuito de demonstrar os avanços obtidos para a fiscalização do transporte coletivo por ônibus após a implantação do sistema de monitoramento por GPS. Finalizando esse capítulo serão apresentadas algumas das funcionalidades do sistema de monitoramento implantado na cidade.

4.1 Aspectos históricos da evolução do sistema de transporte da cidade de Uberlândia

Uberlândia, assim como a maioria das cidades brasileiras, elaborou muitos planos de ação para melhoria da qualidade de vida em sua área urbana e de seu sistema de transporte, porém muitas vezes não foram implantados e os dados que seriam importantes para futuros estudos acabaram por se perderem ou não foram entregues ao município, trazendo enormes prejuízos não apenas financeiros, mas também em termos de informações e de credibilidade para a elaboração de planos de atuação.

Ferreira (2000), em tese de doutorado, descreve que Uberlândia desde a década de 1950 já contava com iniciativas de organização de seu ambiente urbano. O processo de planejamento, como citado anteriormente, deve ser compreendido enquanto um processo que exige a constante monitoração e revisão das ações executadas a fim de detectar as novas necessidades e adaptações que se fazem necessárias. Porém, somente a partir da implantação do Sistema Integrado de Transporte é que se tem um plano de transporte que possui as

características de um planejamento enquanto processo, pois o mesmo foi implantado e posteriormente monitorado.

O breve retrospecto histórico a seguir, obtido a partir do levantamento feito por Ferreira (2000), comprova os problemas citados, mostrando o descaso para com os planos elaborados, fazendo com que estes na maioria das vezes nunca saíssem do papel.

O primeiro plano desenvolvido para o município foi elaborado em 1954 pelo Departamento Geográfico do Estado de Minas Gerais Nele, a questão da priorização e importância do remodelamento do sistema viário da cidade já se fazia presente apesar de nenhuma de suas propostas terem sido implantadas.

Em 1978 elabora-se um novo Plano Diretor do Sistema Viário Principal no intuito de se solucionar os problemas gerados pela forte urbanização pela qual o município passava. Foram implantadas apenas duas medidas que tiveram um impacto mais no sentido de uso político do que da obtenção de resultados realmente eficazes para a resolução dos problemas.

No ano de 1980 a cidade conta com a elaboração de mais um plano, o “Plano de Assessoria Técnica na Implantação do Sistema de Transporte Coletivo e Cicloviário de Uberlândia”, que apresentava um bom diagnóstico, contudo as propostas não foram efetivadas.

Outro grave problema relatado é que até 1982 apenas uma empresa prestava serviços de operação do sistema de transporte coletivo, sendo ela mesma responsável por estabelecer questões como itinerários, horários e tarifas, fato este comum nas cidades de pequeno porte. Ainda em 1982 temos a criação de um plano de Transporte Coletivo urbano com o objetivo de estruturar o sistema de transporte coletivo urbano e criar um órgão que gerenciasse o transporte público. Esse plano representou um avanço, pois através das pesquisas efetivadas foi possível a realização dos cálculos necessários para cobrança das tarifas.

Com a criação de planos que não chegaram a serem implantados, ou o foram parcialmente, os problemas relativos ao transporte e ao trânsito foram se agravando, provocando insatisfação da população, expressa numa pesquisa de opinião realizada em 1987

que relatava os principais problemas enfrentados segundo os próprios usuários, como atraso dos ônibus, freadas bruscas, dentre outros, demonstrando com isso a necessidade de um planejamento das ações relativas ao transporte público.

A prefeitura contratou uma empresa terceirizada para a criação de um Plano de Ação Imediata de Trânsito e Transporte (PAITT) que contou com financiamento da Empresa Brasileira de Transportes Urbanos (EBTU), cujo objetivo era melhorar a operacionalização do transporte coletivo por ônibus com a racionalização do trânsito, limitando-se, porém a área do centro e hipercentro que possuía graves problemas de congestionamento, sinalização dentre outros. Após esse plano, também foi elaborado e implantado o Programa de Transporte Público por Ônibus (PROBUS) no intuito de reestruturar o sistema de transporte coletivo por ônibus, sendo que a principal proposta foi a de integração do sistema de transporte do município, que não chegou a ser executada por falta de recursos, sendo apenas implantada a diametralização do sistema.

Em 1989 a Prefeitura Municipal contrata os serviços de um escritório de consultoria para elaboração de seus planos setoriais de trânsito, transporte, estruturação urbana e obras, para auxiliar uma equipe local no plano diretor. Em 1994 o plano diretor foi aprovado porém a lei municipal que define as diretrizes de uso e ocupação do solo só foi aprovada em dezembro de 1999.

No mês de março de 1991 a prefeitura já podia contar com o Plano do Sistema Integrado de Transportes (SIT), cujas propostas eram integradas às constantes no Plano Diretor Municipal. Embora sua execução fosse uma questão de prioridade para o município devido aos graves problemas que o transporte público enfrentava, o SIT somente foi implantado em 1997.

Percebe-se através dessa síntese da história do planejamento do transporte público de Uberlândia o quanto é necessário que o poder público passe a elaborar seus processos de licitação com maior cautela exigindo através de contratos legais a entrega tanto do serviço quanto do memorial descritivo das atividades desenvolvidas e informações adquiridas. Outro

fator relevante no processo é a capacitação dos profissionais que ocupa funções estáveis dentro do órgão responsável pelo planejamento e gestão do transporte público, não devendo o conhecimento se limitar ao domínio apenas de uma única pessoa e sim da equipe de trabalho, pois a democratização das informações aliada à capacitação profissional de todo o conjunto de pessoas que compõem o setor irá propiciar decisões mais eficazes, além de possibilitar a continuidade das ações implantadas que poderão ser revisadas e retrabalhadas quando necessário.

4.2 Caracterização do Sistema de Transporte Público da Cidade de Uberlândia

O Sistema Integrado de Transporte da cidade de Uberlândia (SIT – Uberlândia) tem como principais objetivos a busca da racionalização do sistema de transporte coletivo para que opere com maior produtividade e qualidade, agilizando o serviço prestado e acabando com o pagamento de nova passagem a cada transbordo realizado. O sistema foi desenvolvido de acordo com as diretrizes do Plano Diretor Municipal que prevê um crescimento mais ordenado do ambiente urbano a partir da influência gerada pelo transporte coletivo, através da facilitação dos deslocamentos da população e da descentralização das atividades econômicas (SIT, 2005).

O SIT é um Sistema Integrado de Transporte com característica tronco alimentador, consolidado pela lei de uso e ocupação do solo (FERREIRA, 2000). Este sistema, no ano de 2007, operava com linhas troncais, alimentadoras, interbairros e distritais interligadas pelos cinco terminais: Central, Umuarama, Planalto, Santa Luzia e Industrial. O usuário do SIT pode se deslocar para qualquer lugar da cidade pagando uma tarifa única e mudando de ônibus nos terminais de acordo com a necessidade (SIT, 2007).

Na figura 27 a seguir apresenta-se um mapa do município com os terminais de integração implantados em 1997 de acordo com lei municipal n.7834 que dispõe sobre o Plano Diretor Municipal.

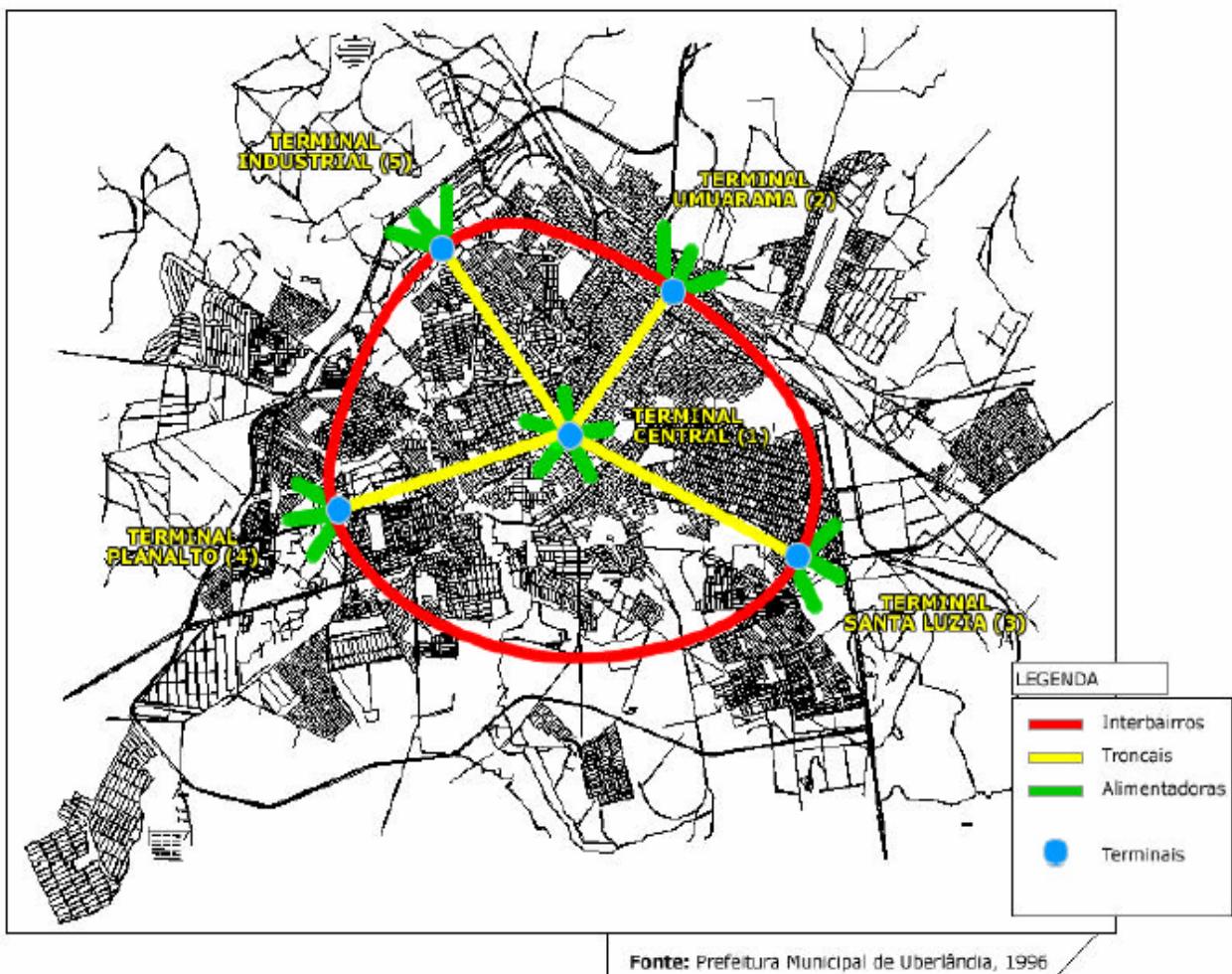


Figura 27: Mapa com os terminais de integração físico-tarifária do SIT
 Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia, 1996.

A partir da consulta realizada no relatório de veículos do software utilizado para monitorar o SIT de Uberlândia, verificou-se que, do total da frota equipada com os rastreadores, temos: 449 veículos e 109 rotas cadastradas e monitoradas via satélite. (ARENA CONTROL CENTER, 2007).

4.3 Descrição do Projeto GeoSIT

Temos no uso de tecnologias de rastreamento de veículos um grande avanço para o monitoramento de frotas do transporte coletivo urbano fornecendo informações confiáveis para as atividades que envolvem o planejamento, fiscalização e operação. Nesse contexto insere-se a cidade de Uberlândia que através de um processo de licitação ocorrido em dezembro de 2003 firmou um contrato com o Consórcio VERMAX para realizar o controle da frota de veículos do SIT (GEOSIT, 2005).

4.3.1 Caracterização da tecnologia usada no município de Uberlândia

O equipamento instalado nos veículos do SIT é um módulo que atua como um *modem* com capacidade de localizar, controlar e se comunicar com veículos através da tecnologia GSM/GPRS (*Global Standard MóBILE/ General Packet Radio Service*), por canal de voz, CSD (*Circuit Switched Data*), SMS (*Short Message Service*) ou GPRS. Os equipamentos instalados podem ser observados na figura 28.



Figura 28: Ilustração dos equipamentos usados para recepção e transmissão dos dados em Uberlândia
Fonte: MAXTRACK, 2005.

Em Uberlândia a tecnologia usada para transmissão dos dados é a de GPRS que consiste em uma conexão contínua, sem fio, com redes de dados com capacidade para enviar e receber dados pela Internet. Nesse sistema, a transmissão é realizada por pacotes,

possibilitando a transferência de dados em alta velocidade, com a vantagem da cobrança da transmissão ser realizada por *bytes* recebidos e enviados e não mais por tempo de conexão, promovendo um barateamento dos custos com transmissão de dados.

O módulo possui um receptor de GPS que envia uma vez por segundo a data, hora, latitude, longitude, direção e velocidade do veículo. As informações são processadas gerando novas informações, como, por exemplo, gravar a atual situação do veículo e transmiti-la para a central de monitoramento, possibilitando executar ações com relação a sua posição atual. O modo de controle *on-line*, ou seja, em tempo real, permite que seja consultada a posição atual do veículo, alterações na configuração do módulo e ainda abrir canal de voz somente para escuta confidencial ou comunicação completa com o veículo.

O software utilizado para gerar e administrar os dados foi desenvolvido visando permitir o rastreamento e gerenciamento de rotas a partir das posições obtidas pelo aparelho de GPS e transmitidas para um servidor pelo módulo. Esse software é composto por um aplicativo servidor e um software cliente que é instalado nos computadores onde ficará a central de monitoramento, possibilitando a comunicação local ou remota com veículos equipados da frota do SIT. O funcionamento do equipamento pode ser melhor compreendido ao observar a figura 29 a seguir:

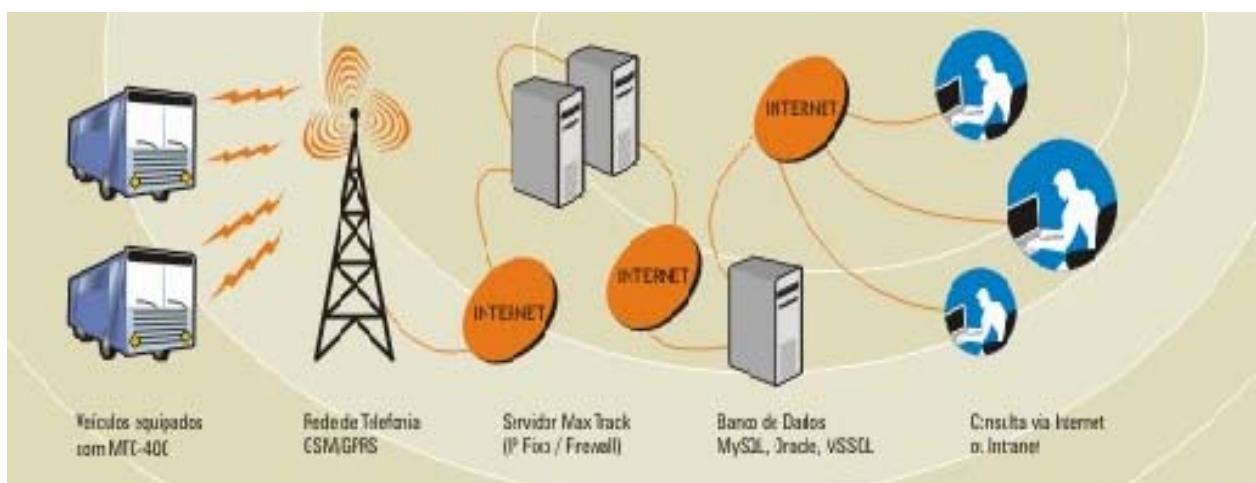


Figura 29 - Esquema do funcionamento do processo de envio, armazenamento e acesso dos dados do sistema de rastreamento de Uberlândia.

Fonte: Maxtrack; Vertran, 2004.

4.4 Análise da avaliação dos fiscais sobre o uso do sistema de monitoramento pelo setor de fiscalização do SIT – Uberlândia

O município de Uberlândia através da SETTRAN está fazendo uso do sistema de rastreamento por GPS para aquisição de informações para as atividades do setor de planejamento, fornecimento de informações para os usuários e principalmente para fiscalização do SIT- Uberlândia, no intuito de garantir que a operação programada seja adequadamente cumprida, que as reclamações dos passageiros possam ser devidamente averiguadas, prestar atendimento a veículos com problemas com agilidade e, sobretudo, através do auxílio desse novo instrumento de gestão e controle de frota, fornecer um transporte público de qualidade para os cidadãos do município.

Esta seção do quarto capítulo apresenta o resultado de uma pesquisa de campo realizada no Setor de Fiscalização da Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes de Uberlândia que teve por objetivo detectar como essa nova tecnologia tem auxiliado nas atividades de fiscalização do transporte público por ônibus, do município.

Flick (2004), apresenta as características e métodos da análise qualitativa, destacando que o método de avaliação a ser adotado é escolhido em detrimento do tipo de objeto a ser estudado uma vez que, pessoas ou situações excepcionais nem sempre serão encontradas em número suficiente que justifique uma amostra para um estudo de quantificação e descobertas generalizáveis. Apresenta ainda que os objetos não devem ser reduzidos a variáveis únicas mas estudados em sua complexidade, totalidade e em seu contexto diário.

Adotando-se a metodologia da análise qualitativa para a obtenção dos dados da pesquisa foram realizadas entrevistas com funcionários da SETTRAN e aplicação de questionários nos quais os fiscais pudessem explicitar livremente sua opinião sobre o impacto do uso desse novo instrumento de fiscalização em suas atividades cotidianas.

Para a análise dos dados segue-se o mesmo padrão, demonstrar qualitativamente os resultados obtidos com o objetivo de identificar intervenções/ações que possam fornecer indícios sobre a real funcionalidade da tecnologia de rastreamento por GPS, especificamente para o setor de fiscalização do transporte público por ônibus do município.

Atualmente o setor de fiscalização conta com um contingente de 42 fiscais sendo que 10 destes estão alocados em outros setores da SETTRAN. Cerca de 95% dos fiscais 32 fiscais que estão trabalhando diretamente no setor de fiscalização já passaram por um treinamento inicial para operar o sistema de rastreamento por GPS, e 5% ainda não participaram desses treinamentos por não possuírem conhecimentos básicos ligados ao uso de equipamentos de informática.

Do total de 32 fiscais 18 possuem a atribuição de trabalhar diariamente na fiscalização do SIT usando o sistema de monitoramento. Dessa forma, optou-se pela definição de uma amostra composta por 18 fiscais, de forma a representar o resultado de um dia típico de trabalho utilizando a nova tecnologia.

O perfil de tempo de serviço e escolaridade desses funcionários são apresentados no quadro 1. A seguir esses dados são apresentados na forma de gráficos, no primeiro é demonstrada a quantidade de fiscais entrevistados com relação ao tempo de serviço na SETTRAN, e no segundo a quantidade de fiscais com relação ao nível de escolaridade.

Quadro 1- Perfil dos fiscais entrevistados com relação a tempo de serviço na SETTRAN e nível de escolaridade.

| Fiscais | Tempo de serviço | Ensino médio completo | Superior Incompleto Área | Superior Completo Área | Pós graduacao Área |
|---------|------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|---|
| 1 | 12 anos | Sim | | | |
| 2 | 12 anos | Sim | | | |
| 3 | 12 anos | Sim | | | |
| 4 | 13 anos | Sim | | | |
| 5 | 13 anos | Sim | | | |
| 6 | 13 anos | Sim | | | |
| 7 | 13 anos | | Assistência Social | | |
| 8 | 13 anos | | Design de Produtos | | |
| 9 | 13 anos | | Assistência Social | | |
| 10 | 13 anos | | Matemática | | |
| 11 | 13 anos | | Engenharia Química | | |
| 12 | 13 anos | | | Geografia | |
| 13 | 13 anos | | | História | |
| 14 | 13 anos | | | Letras | Iniciando Especialização em Mobilidade Urbana |
| 15 | 14 anos | | | Direito | Iniciando Especialização em Mobilidade Urbana |
| 16 | 22 anos | | | Geografia | Iniciando Especialização em Mobilidade Urbana |
| 17 | 13 anos | | | Letras | Especialização em Psicopedagogia |
| 18 | 22 anos | | | Engenharia Elétrica | Especialização em Trânsito e Transportes |

Gráfico 1 – Tempo de Serviço dos Fiscais entrevistados na SETTRAN

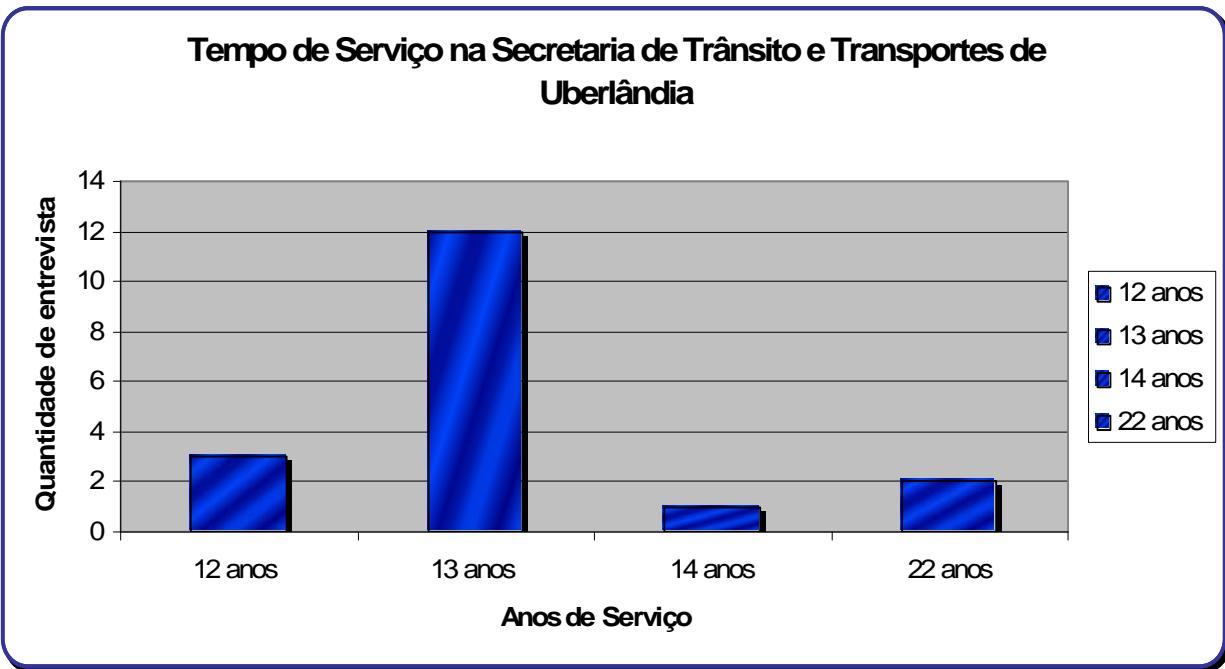
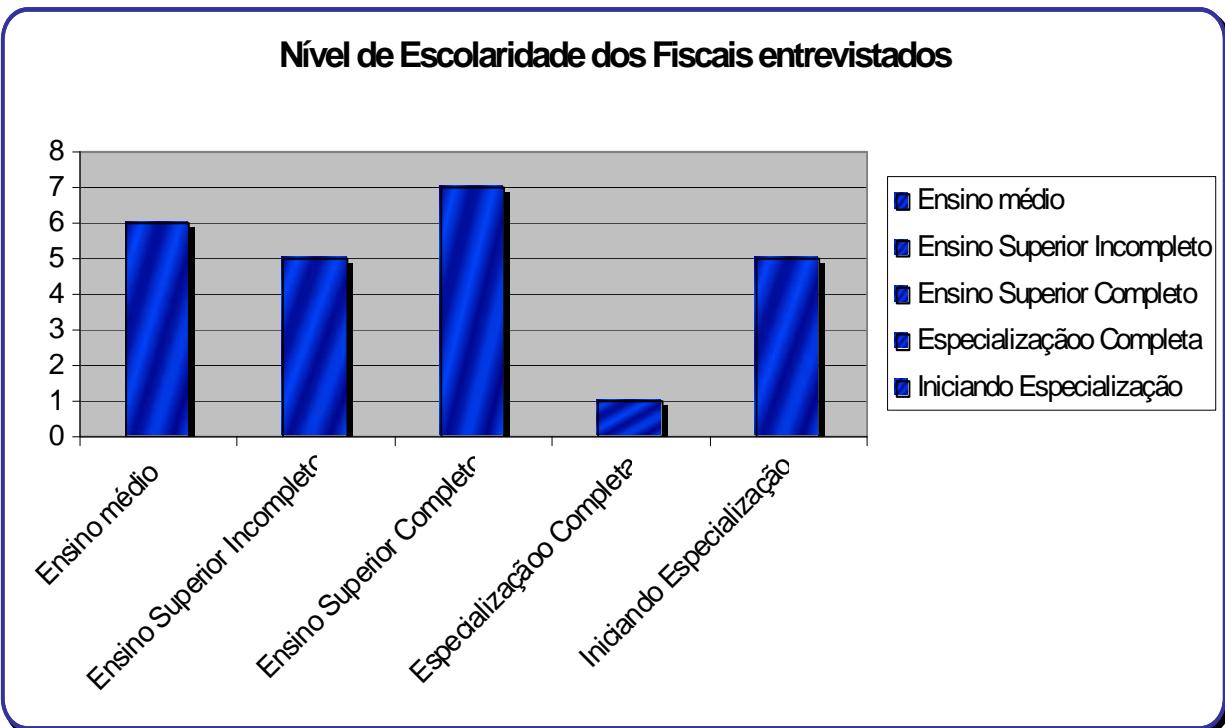


Gráfico 2 – Nível de Escolaridade dos Fiscais entrevistados



Os dados obtidos com a aplicação dos questionários são apresentados na forma de tabelas informando a quantidade de fiscais para cada tipo dado, as observações feitas pelos fiscais em relação aos questionamentos sobre os procedimentos de fiscalização antes e após a implantação da nova tecnologia e a avaliação que eles fazem acerca de diversos aspectos do Projeto Geo-SIT.

A tabela 1 apresenta a participação da equipe de fiscais nas principais atividades exercidas anteriormente à implantação do sistema GPS. Através das informações obtidas nas entrevistas realizadas e analisando-se os dados operacionais da frota de veículos no ano de 2007, conclui-se que o sistema de monitoramento remoto contribui de forma significativa para a fiscalização do sistema de transporte por ônibus.

Nesse período estavam cadastrados no banco de dados do sistema de monitoramento do SIT, 449 veículos e 109 rotas. Dessa forma fica evidente que essa importante tarefa era realizada de forma precária, com os principais dados sendo levantados *in loco*.

A fiscalização realizada totalmente *in loco* limitava claramente a quantidade de linhas e veículos passíveis de monitoração pelo órgão gestor, uma vez que o contingente de pessoal necessário para levantar todas as informações do sistema tornava a tarefa praticamente impossível de ser concretizada adequadamente.

Essa inadequação foi constatada mediante as entrevistas e ratificada pelo número de fiscais alocados a cada tarefa e o tempo gasto necessário para a realização de cada atividade, sem o apoio da nova tecnologia.

Tabela 1 – Principais atividades executadas pelos fiscais antes da implantação do sistema de GPS

| Principais atividades antes da implantação do sistema de rastreamento por GPS | Fiscais entrevistados | Número de fiscais na atividade descrita | % das atividades em relação a amostra |
|---|-----------------------|---|---------------------------------------|
| Fiscalização in loco do cumprimento de itinerários | 18 | 16 | 88,9% |
| Fiscalização in loco do cumprimento de horários | 18 | 16 | 88,9% |
| Levantamento operacional “frota rodante” in loco (pontos finais e terminais de integração) | 18 | 14 | 77,8% |
| Verificação de excessos de velocidade | 18 | 6 | 33,3% |
| Confecção de relatórios de autuações de infrações | 18 | 6 | 33,3% |
| Verificação da lotação | 18 | 1 | 5,6% |
| Vistoria de veículos | 18 | 3 | 16,7% |
| Prestar informações aos usuários | 18 | 2 | 11,1% |
| Relatórios para planejamento da fiscalização | 18 | 1 | 5,6% |
| Coordenação das atividades dos fiscais | 18 | 2 | 11,1% |

A segunda tabela evidencia que as atividades exercidas após a implantação do sistema GPS foram otimizadas de forma significativa, pois do total de 42 fiscais da SETTRAN, 18 fiscais estão desempenhando funções relativas à fiscalização do transporte público por ônibus.

Observa-se, entretanto, que algumas das atividades ainda não podem utilizar a nova tecnologia, de forma remota. Destacam-se entre essas atividades: fiscalização da lotação dos veículos, vistoria dos veículos e prestação de informações específicas aos usuários.

No caso da verificação da lotação dos veículos, essa atividade poderá ser viabilizada futuramente (de forma remota) integrando-se ao sistema GPS outras tecnologias embarcadas como a bilhetagem eletrônica e/ou contadores óticos de passageiros (embarcando ou desembarcando).

A partir da tabela 2 os dados são trabalhados apenas em relação à amostra de 18 fiscais que utilizam o sistema de monitoramento em suas atividades cotidianas com o intuito de detectar como essa nova ferramenta tem contribuído para o exercício da fiscalização do transporte público municipal.

Tabela 2 – Principais atividades executadas pelos fiscais após implantação do rastreamento por GPS

| Principais atividades após a implantação do sistema de rastreamento por GPS | Fiscais entrevistados | Fiscais na atividade descrita | % |
|---|-----------------------|-------------------------------|--------|
| Fiscalização <i>on line</i> do cumprimento de itinerários | 18 | 18 | 100% |
| Fiscalização <i>on line</i> do cumprimento de horários | 18 | 18 | 100% |
| Levantamento operacional “frota rodante” <i>on line</i> | 18 | 13 | 72,22% |
| Verificação de excessos de velocidade <i>on line</i> | 18 | 8 | 44,44% |
| Confecção de relatórios de autuações de infrações com auxílio do sistema de Rastreamento | 18 | 8 | 44,44% |
| Verificação da lotação | 18 | 0 | 0 |
| Vistoria de veículos | 18 | 2 | 11,11% |
| Prestar informações aos usuários | 18 | 2 | 11,11% |
| Relatórios para planejamento da fiscalização | 18 | 2 | 11,11% |
| Coordenação das atividades dos fiscais | 18 | 3 | 37,5% |

Com relação aos treinamentos recebidos para uso do sistema de monitoramento implantado, também foi avaliada a satisfação dos fiscais com o treinamento recebido (e o número de fiscais que receberam treinamento – ver tabela 3), assim como as dificuldades percebidas para a realização desses treinamentos (vide tabela 5). A tabela 4 apresenta dados sobre o grau de satisfação com o treinamento recebido e algumas das principais observações apresentadas pelos entrevistados.

A partir da análise dos dados dessas três tabelas (3,4 e 5) pode-se inferir que o treinamento foi satisfatório para o uso das funcionalidades básicas do sistema, porém detecta-

se ainda a necessidade da continuidade do processo de capacitação dos fiscais da SETTRAN (ver coluna observações) que trabalham com o monitoramento dos veículos do SIT via GPS para que o uso do sistema não acabe sendo sub-utilizado.

Tabela 3- Índice de fiscais treinados para usar o sistema de monitoramento por GPS

| Treinamento para uso do sistema | Total de fiscais entrevistados | Número de fiscais na atividade descrita | % |
|---------------------------------|--------------------------------|---|------|
| Recebeu treinamento | 18 | 18 | 100% |

Tabela 4 - Índice de satisfação dos fiscais com o treinamento recebido

| <i>Nível de satisfação com o treinamento recebido</i> | <i>Total de fiscais entrevistados</i> | <i>Número de fiscais em relação ao nível de satisfação</i> | <i>%</i> | <i>Observações feitas pelos fiscais</i> |
|---|---------------------------------------|--|----------|--|
| Ótimo | 18 | 4 | 22,2% | Método empregado facilitou o aprendizado. Após o treinamento a empresa fornecedora do serviço continua a disposição para tirar dúvidas. |
| Bom | 18 | 5 | 27,8% | Nem todas as funcionalidades foram compreendidas. Mais funcionalidades precisam ser desenvolvidas. Necessidade de mais treinamento. Permitiu maior conhecimento sobre a ferramenta de monitoramento. |
| Satisfatório | 18 | 9 | 50,0% | Necessidade de mais treinamento. Informações repassadas atendem as atuais necessidades. Problemas de troca de horários do serviço de fiscalização promoveram perda de parte do treinamento. Apenas as informações básicas foram repassadas. |
| Ruim | 18 | 0 | 0,0 % | |

Tabela 5 – Dificuldades apontadas pelos fiscais para realização do treinamento para uso do sistema de rastreamento por GPS.

| Percepção de problemas para Treinamento de uso do sistema de rastreamento | Total de fiscais | N. de fiscais | % | Observações apontadas pelos fiscais |
|--|------------------|---------------|---------|---|
| Perceberam problemas para treinamento dos fiscais para uso do sistema de rastreamento por GPS | 18 | 10 | 55,55 % | <p>O curso foi rápido, com pouca experiência em informática.</p> <p>Muitos dos fiscais não possuem domínio dos recursos de informática (uso de computadores).</p> <p>Falta de continuidade no treinamento, interrupções durante o processo.</p> <p>Desconhecimento do que é o sistema de rastreamento e pouca experiência com recursos de informática.</p> <p>Dificuldades em entender como acessar os relatórios que o sistema oferece, muitos passos e comandos a serem executados.</p> <p>Os treinamentos deveriam ter sido mais longos.</p> <p>O uso das tecnologias acabou trazendo uma quebra de paradigmas, hábitos e atitudes dos fiscais com relação ao uso de tecnologias da área de informática.</p> |
| Não perceberam problemas para treinamento dos fiscais para uso do sistema de rastreamento por GPS. | 18 | 8 | 44,44 % | <p>O treinamento ministrado foi claro, e os profissionais que executaram o curso eram bem preparados.</p> <p>As informações passadas foram satisfatórias.</p> <p>Não percebeu problemas no treinamento mas observou que muitos colegas não tinham afinidade com os recursos de informática</p> |

Na sexta tabela que relata a avaliação dos fiscais acerca das facilidades obtidas para se fiscalizar o transporte público municipal com a nova ferramenta, também temos alguns apontamentos relativos aos problemas detectados nas tabelas de dados acerca da avaliação dos treinamentos, sendo eles:

- Criação de funcionalidades que auxiliem em pesquisas de demanda,
- Falta de domínio para usar certas funcionalidades do sistema.
- Problemas relativos a lentidão do sistema para obtenção de certas informações assim como não retornar informações também foram apontados.

Na sétima tabela foi realizada uma avaliação sobre as dificuldades que surgiram com uso da nova tecnologia para as atividades de fiscalização. Nas observações nota-se que as insatisfações acima continuam sendo apontadas, além de outros problemas que tem trazido algumas dificuldades para o funcionamento adequado do sistema. Essas insatisfações podem ser verificadas no campo das observações apontadas pelos fiscais tanto na tabela das facilidades como na das dificuldades que são encontradas com o uso do sistema para as atividades cotidianas do setor de fiscalização.

As observações feitas pelos fiscais são de grande relevância, uma vez que essas permitem aos gestores do transporte público municipal obter subsídios para tomarem as providências necessárias tanto para a resolução dos principais problemas levantados como para o aprimoramento da tecnologia usada buscando através de parcerias com os fornecedores do serviço a criação de funcionalidades no sistema de rastreamento voltadas especificamente para a gestão e fiscalização de frotas de transporte público por ônibus.

Tabela 6 - Avaliação dos fiscais das atividades que foram facilitadas com o uso do sistema de rastreamento por GPS.

| Avaliação | Total de fiscais | Total de fiscais que afirmam que a ferramenta facilita as atividades de fiscalização | % | Observações apontadas pelos fiscais |
|-------------------------------------|------------------|--|--------|--|
| Facilitou a execução das atividades | 18 | 17 | 94,44% | <p>Diminui o tempo de deslocamento para atividades de fiscalização <i>in loco</i>, pois varias das atividades podem ser verificadas em tempo real no sistema de rastreamento.</p> <p>Maior confiabilidade nos processos de fiscalização e autuações.</p> <p>Facilita a verificação da operação dos ônibus no dia a dia.</p> <p>Mesmo com o sistema as verificações <i>in loco</i> devem fazer parte das atividades, pois determinadas situações só podem ser avaliadas mediante confirmação em campo.</p> <p>Maior agilidade na fiscalização do controle da operação.</p> <p>Um dos fiscais aponta que apesar de facilitar a maioria das atividades de fiscalização é preciso criar uma que auxilie o setor em pesquisas de demanda de passageiros (sobe/desce).</p> |
| Parcialmente | 18 | 1 | 5.5% | Falta domínio para usar a ferramenta, as vezes o sistema fica lento e não retorna as informações pesquisadas. |

Tabela 7- Avaliação dos fiscais das atividades que foram dificultadas com o uso do sistema de rastreamento por GPS.

| Avaliação | Total de fiscais | Total de fiscais que afirmam que a ferramenta dificulta as atividades de fiscalização | % | Observações apontadas pelos fiscais |
|--------------------------------------|------------------|---|--------|--|
| Dificultou a execução das atividades | 18 | 2 | 11,11% | <p>Queixas e pedidos de informações dos usuários do SIT ainda precisam ser atendidos nas plataformas dos terminais de integração, no momento da ocorrência.</p> <p>É preciso automatizar processos, algumas informações só são obtidas por consultas manuais a várias funções do sistema.</p> <p>É preciso criar novos tipos de relatórios gerenciais ligados aos processos da fiscalização.</p> |
| Parcialmente | 18 | 5 | 27,77% | <p>Falta ou problemas nas informações visualizadas ocasionadas por equipamentos defeituosos.</p> <p>Criar funcionalidades que auxiliem em pesquisas de demanda.</p> <p>Quando os veículos atuam em rotas que não estavam cadastrados os relatórios de viagem ficam comprometidos – Problema de alocação de veículos.</p> |
| Não respondeu | 18 | 1 | 5,5% | |
| Não trouxe dificuldades | 18 | 10 | 55,55% | <p>A fiscalização em tempo real evita deslocamentos desnecessários, tornando as tarefas de fiscalização mais dinâmicas.</p> <p>Mesmo com o sistema de monitoramento <i>on line</i> é preciso verificar determinadas irregularidades <i>in loco</i>.</p> |

A tabela 8 apresenta uma avaliação dos fiscais quanto ao nível de importância do Projeto GeoSIT, observa-se que, de maneira geral, a avaliação do projeto é positiva, com a

maioria das notas variando entre 10 e 7, refletindo dessa forma um impacto positivo nos responsáveis pelo gerenciamento da operação. Independentemente das boas notas atribuídas, alguns ajustes ainda são necessários e devem ser implantados no menor prazo possível, esses foram detectados mediante sugestões apontadas pelos próprios fiscais.

Tabela 8 – Classificação feita pelos fiscais do nível de importância do Projeto GeoSIT

| Total de fiscais | Nota atribuída | Fiscais em relação a nota atribuída | % | Observações |
|------------------|----------------|-------------------------------------|---------|--|
| 18 | 10 | 6 | 33,33 % | <p>Traz benefícios aos usuários dos ônibus.</p> <p>Maior agilidade na localização de veículos com problemas.</p> <p>O sistema é fundamental para garantir a agilidade do monitoramento do transporte público.</p> <p>Nota máxima apenas para a relevância social do projeto.</p> <p>Ferramenta que favorece a gestão do transporte.</p> |
| 18 | 9 | 1 | 5,55 % | Precisam ser desenvolvidas mais funcionalidades ligadas especificamente ao monitoramento do transporte público. |
| 18 | 8 | 2 | 11,11 % | <p>Falta de relatórios criados para atender as necessidades do transporte público.</p> <p>O sistema atende as necessidades da fiscalização.</p> |
| 18 | 7 | 6 | 33,33 % | <p>Problemas de transmissão e equipamentos com defeito.</p> <p>Falta de um procedimento automatizado para alocação dos veículos nas rotas.</p> <p>O sistema é relevante desde que não apresente tantas falhas em relação a defeitos de equipamentos.</p> <p>O sistema precisa ser melhorado para fornecer as informações de forma mais automatizada.</p> <p>O sistema permite visualizar várias condutas inapropriadas por parte das operadoras.</p> |
| 18 | 5 | 1 | 5,55 % | Problemas com transmissão de dados, defeitos nos equipamentos. |
| 18 | 4 | 2 | 11,11 % | O sistema apresenta muitas falhas. |

A tabela 9 apresenta as dificuldades percebidas para implantação do projeto, as percepções dos fiscais estão relacionadas com os próprios problemas que os mesmos têm

enfrentado para uso do sistema. Não foram levantados problemas relativos à pesquisa do tipo de tecnologia a ser usada, custos, dentre outros elementos que fazem parte do processo de preparação para implantação de novas tecnologias. Funcão esta a ser desenvolvida pelos gestores que irão contratar os serviços pretendidos. Mas a partir dessas observações assim como de todas realizadas nesses questionários temos informações relevantes para uma melhor utilização das ferramentas atualmente adquiridas.

Tabela 9 – Dificuldades percebidas pelos fiscais para implantação do Projeto GeoSIT.

| | Total de fiscais | N. de fiscais | % | Observações apontadas pelos fiscais |
|--|------------------|---------------|--------|---|
| Percentual de fiscais que perceberam dificuldades para implantação do projeto GeoSIT | 18 | 10 | 55,55% | <p>Não houve treinamento para todas as funcionalidades do sistema de monitoramento.</p> <p>Recursos financeiros que possibilitassem uma melhora do sistema envolvendo os integrantes do SIT.</p> <p>Resistência de alguns fiscais para aceitarem o sistema, e demora para realização dos treinamentos.</p> <p>As informações sobre o sistema ficaram sob o domínio de poucas pessoas.</p> <p>Falta de equipamentos suficientes (computadores) e instalações inadequadas.</p> <p>A falta de equipamentos e instalações inadequadas geraram uma indisposição de alguns fiscais para trabalhar com o sistema.</p> <p>É necessária uma avaliação do projeto desde a implantação até a situação atual.</p> <p>Desconhecimento sobre o que era o sistema trouxe dificuldades para sua implantação.</p> <p>Criação de uma central de monitoramento adequada.</p> |
| Percentual de fiscais que não perceberam dificuldades para implantação do projeto | 18 | 8 | 44,44% | <p>Não foram comunicados problemas com a implantação do Projeto GeoSIT para os fiscais.</p> <p>Apesar de não perceber problemas para implantação do sistema de monitoramento destaca que a atual infraestrutura da central de monitoramento não é adequada.</p> |

A tabela 10 demonstra a opinião dos fiscais acerca da relevância do instrumento de monitoramento para melhoria do transporte público. As observações feitas nessa tabela confirmam a atribuição feita através da análise dos dados da primeira tabela que demonstra

como as atividades de fiscalização eram realizadas antes do uso da tecnologia de rastreamento por GPS, que o sistema de monitoramento remoto contribui de forma significativa para a fiscalização do sistema de transporte por ônibus.

Tabela 10- Atribuição feita pelos fiscais acerca da importância da ferramenta de rastreamento para melhoria do transporte público

| Contribuição do sistema | Total de fiscais | N. de fiscais | % | Observações apontadas pelos fiscais |
|--|------------------|---------------|--------|---|
| O sistema de rastreamento contribui para melhoria do transporte público | 18 | 17 | 99,44% | <p>Possibilita o monitoramento de vários veículos ao mesmo tempo, situação impossível de ser realizada nas atividades de campo.</p> <p>Traz eficiência e agilidade para as atividades de fiscalização.</p> <p>Fornece credibilidade e rapidez para identificação das soluções dos problemas cotidianos da operação do transporte público.</p> <p>Contribui se os fiscais tiverem cursos de aperfeiçoamento e treinamento mais detalhado para trabalhar com a ferramenta.</p> <p>Contribui para o planejamento das linhas e itinerários</p> <p>Com equipamentos disponíveis para uso dos fiscais a atuação em tempo real, ajuda a diminuir as falhas e infrações do sistema de transporte público.</p> <p>Contribui para detectar as falhas na operação do transporte público desde que os equipamentos funcionem adequadamente.</p> <p>O sistema possui alta relevância pois permite a verificação do cumprimento dos itinerários e viagens podendo o setor de fiscalização executar as cobranças necessárias em casos de irregularidades.</p> <p>Otimização da prestação do serviço.</p> |
| O sistema de rastreamento não contribui para melhoria do transporte público | 18 | 1 | 5,5% | As empresas operadoras não corresponderam com as mudanças necessárias mesmo com a instalação do sistema de monitoramento. |

No questionário foi destinado um espaço aos fiscais para a manifestação de opiniões relativas ao sistema sobre situações não apontadas pelas perguntas do questionário. Um quadro síntese com as principais observações apontados pelos fiscais para uso do sistema de monitoramento por GPS é apresentado a seguir.

Quadro 2- Observações gerais feitas pelos fiscais sobre o sistema de monitoramento por GPS do SIT - Uberlândia

É necessário um maior treinamento dos fiscais para uso do sistema de monitoramento e reciclagem dos cursos quando surgirem novas funcionalidades ou modificações no sistema.

A parte do programa de GPS que serve para emitir relatórios de viagens e quadro horários por viagem até o momento da entrevista não se apresentou confiável para o usuário que respondeu o questionário, não podendo ser usado para realização de autuações das empresas operadoras. Acredita que esses relatórios precisam ser aperfeiçoados. Muitas vezes as empresas realizam trocas de veículos de linhas mas esses dados não são atualizados no sistema trazendo problemas, muitas vezes veículos que não estão transmitindo sinal estão operando normalmente.

É importante que seja realizada uma atualização dos funcionários que utilizam o sistema e treinamento dos que ainda não utilizam o mesmo.

O sistema seria melhor utilizado caso as operadoras disponibilizassem computadores para que seus funcionários (fiscais/despachantes das empresas) pudessem fazer uso do sistema nos seus quiosques localizados nos terminais de integração.

Existem muitas falhas no sistema principalmente com relação a alocação de veículos nas rotas por parte das operadoras dos ônibus, quedas de sinais dos módulos, demora para resolução de problemas de equipamentos defeituosos. O sistema parece não ter sido desenvolvido para atender as necessidades da SETTRAN que é detectar em tempo real as falhas e ocorrências na operação do sistema de transporte.

Problemas com Internet fora do ar

Problemas com o software de rastreamento

Problemas com os módulos instalados nos ônibus trazendo problemas com as transmissões

Para os usuários que antes viam um maior número de fiscais nas plataformas dos terminais de integração aparentemente a fiscalização diminuiu. Algumas irregularidades não são detectadas pelo sistema como veículos que não param nos pontos de parada, veículos que não param para os portadores de necessidades especiais, dentre outros, por esse motivo é

muito importante que também ocorra a fiscalização nos terminais.

A dependência do sistema de alocação manual dos veículos nas linhas é um sério problema.

Todos que estão envolvidos nesse processo de mudanças e inovações devem ter a mente aberta para o novo, isto faz parte do contexto da globalização que se recicla diariamente, e devemos estar nesta grande viagem.

Falta de atualização de dados no sistema de monitoramento.

Itinerários de linhas de ônibus que foram alterados, porém não são alterados no mapa do sistema.

Problemas com a transmissão dos dados.

Problemas com os computadores de bordo (módulos).

Lentidão para acesso ao sistema e processamento das informações.

Inoperância do sistema.

Problemas com alocação de veículos nas rotas corretas.

Falta de compromisso da empresa prestadora do serviço.

Falta de domínio por parte dos fiscais para gerar os relatórios.

Problemas com os computadores de acesso as informações.

Falta de equipamentos no quiosque de informações do Terminal Central.

Falta de equipamentos no Terminal Industrial.

Poucos equipamentos para uso do sistema de monitoramento.

Pouco treinamento para usar o sistema.

Problemas para acesso ao sistema por falhas com a conexão de Internet.

Automatização de processos – criação de atalhos e novos relatórios gerenciais.

Equipamentos inadequados para suportar as atualizações do sistema.

Modificações na estrutura do sistema dificultando o uso por parte dos fiscais (mudanças no acesso a certas funções ou modificações de determinados módulos do sistema..

O objetivo deste levantamento de informações através da opinião dos fiscais que lidam com o sistema de monitoramento para fiscalizar o SIT-Uberlândia cotidianamente foi detectar as limitações e avanços que o investimento em novas tecnologias podem trazer para o setor de fiscalização do transporte público.

Apesar dos problemas apresentados percebe-se que o sistema de monitoramento proporcionou um grande avanço para o processo de fiscalização, pois atualmente é possível monitorar em tempo real, toda a frota de veículos do transporte público municipal. As informações obtidas mediante o rastreamento de veículos também ficam disponibilizadas para consultas posteriores permitindo que o órgão gestor atue com subsídios e informações confiáveis em caso de infrações cometidas pelas operadoras que atuam no SIT-Uberlândia.

Outra vantagem percebida é que essas informações também servirão de base para que o setor de planejamento possa reavaliar o sistema e prover as modificações necessárias para a racionalização do uso da frota diminuindo os custos para as operadoras.

Esse instrumento também pode vir a ser utilizado para a realização de estudos que viabilizem uma otimização geral do sistema de transporte público por ônibus, do município de Uberlândia. A seguir serão apresentadas algumas das funcionalidades do sistema usado na cidade demonstrando através de exemplos concretos como esse novo instrumento tem contribuído para a gestão do transporte coletivo municipal.

4. 5 Demonstração de alguns dos relatórios do sistema de monitoramento usado para provimento de informações para gestão e fiscalização do SIT- Uberlândia

Através do uso de sistemas de localização automática de veículos por GPS a SETTRAN poderá acessar informações sobre os ônibus do SIT na forma de mapa ou de relatórios gerenciais que servirão de suporte ao desenvolvimento de atividades ligadas ao planejamento e fiscalização do sistema de transporte da cidade de Uberlândia. Abaixo alguns exemplos dos usos com apresentação parcial de algumas funcionalidades do sistema usado em Uberlândia.

- ***Tempo de viagem***

O software usado pela SETTRAN oferece algumas possibilidades de busca para a obtenção do tempo de viagem de um veículo. A figura 30 a seguir demonstra a tela gerada ao se requisitar um relatório de viagens ao sistema. Esse relatório permite a visualização do início e término de cada viagem. Nele podemos observar informações como: o número do veículo, a data, hora da viagem com início e término, a duração, a rota desenvolvida e os pontos de controle que não foram executados. Esses podem aparecer como não executados por motivos técnicos ou até mesmo por um possível desvio de itinerário fato que posteriormente poderá ser verificado requisitando-se o relatório de viagem com detalhamento dos pontos de controle e confirmando o evento em outra interface do sistema a função mapa, através da pesquisa histórica do itinerário realizado pelo veículo.

| MAXTRACK - Arena Control Center 1.0.12.265 - Relatório: Viagens | | | | | | |
|---|---------------------|----------|-------|--------------------|-----------------|----------------------|
| Veículo: 0570 | | | | | | |
| Data: | Horas da Viagem: | Duração: | Rota: | Quadro de horário: | Dist. Prevista: | Dist. Executada: |
| | | | | (Km) | (Km) | Status: |
| 2/4/2007 | 05:16:44 / 05:27:17 | 00:10:33 | A100 | 05:10:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 05:37:46 / 05:50:43 | 00:12:57 | A100 | 05:34:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 06:00:40 / 06:11:42 | 00:11:02 | A100 | 05:58:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 06:26:25 / 06:40:17 | 00:13:52 | A100 | 06:22:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 06:48:10 / 07:04:29 | 00:16:19 | A100 | 06:46:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 07:18:18 / 07:35:12 | 00:16:54 | A100 | 07:22:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 07:36:25 / 07:51:27 | 00:15:02 | A100 | 07:34:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 08:02:40 / 08:18:29 | 00:15:49 | A100 | 07:58:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 08:25:52 / 08:42:12 | 00:16:20 | A100 | | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 09:04:09 / 09:19:05 | 00:14:56 | A100 | 09:00:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 09:40:21 / 09:56:17 | 00:15:56 | A100 | 09:35:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 10:08:59 / 10:23:58 | 00:14:59 | A100 | 10:05:00 | 4,1 | 0 Completa 2/11 82% |
| 2/4/2007 | 12:17:53 / 12:35:04 | 00:17:11 | A100 | 12:14:00 | 4,1 | 0 Completa 1/11 91% |
| 2/4/2007 | 12:40:59 / 12:59:52 | 00:18:53 | A100 | 12:38:00 | 4,1 | 0 Completa 1/11 91% |
| 2/4/2007 | 13:03:58 / 13:31:54 | 00:27:56 | A100 | 13:02:00 | 4,1 | 0 Parcial 4/11 64% |
| 2/4/2007 | 15:44:20 / 16:02:57 | 00:18:37 | A100 | 15:42:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 16:12:34 / 16:30:58 | 00:18:24 | A100 | 16:12:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 16:36:35 / 16:56:56 | 00:20:21 | A100 | 16:36:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 17:01:33 / 17:20:38 | 00:19:05 | A100 | 17:00:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 17:24:57 / 17:43:27 | 00:18:30 | A100 | 17:24:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 17:49:51 / 18:09:05 | 00:19:14 | A100 | 17:48:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 18:14:08 / 18:33:30 | 00:19:22 | A100 | 18:12:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 18:36:39 / 18:54:54 | 00:18:15 | A100 | 18:36:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 19:01:02 / 19:18:31 | 00:17:29 | A100 | 19:00:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 19:23:05 / 19:36:24 | 00:13:19 | A100 | 19:22:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 20:02:54 / 20:17:53 | 00:14:59 | A100 | 20:02:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 20:38:12 / 20:53:33 | 00:15:21 | A100 | 20:37:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |
| 2/4/2007 | 21:09:17 / 21:25:59 | 00:16:42 | A100 | 21:07:00 | 4,1 | 0 Completa 0/11 100% |

Viagens Registradas: 34

Relatório de Viagens gerado em: 9/4/2007 15:40:24

Página 1

Figura 30 - Trecho de um relatório de viagens com pesquisa por horários de abertura e fechamento de viagens

Fonte: CONSÓRCIO VERMAX, Abril 2007.

É importante destacar que o controle dos tempos de viagem é uma tarefa fundamental para se garantir a qualidade de vida nos centros urbanos, pois à medida que os deslocamentos assumem tempos mais prolongados acabam por implicar em mudanças negativas no cotidiano da população que poderá optar por modificarem seus horários de viagem ou migrar para alternativas de transporte que atendam melhor suas necessidades, como o uso de bicicletas, motocicletas ou até mesmo optar pelo transporte não legalizado.

- ***Velocidade do veículo para avaliação do dimensionamento da frota***

A função percurso acessada no mapa do software permite pesquisa do tempo e da velocidade do veículo durante o trajeto executado, auxiliando no diagnóstico da velocidade média desenvolvida pelos veículos do SIT durante todos os percursos desenvolvidos em cada linha do sistema.

Através da agilização da informação acerca das possíveis áreas que podem ocasionar perda de velocidade dos veículos o órgão gerenciador do sistema de transporte público poderá prover as soluções necessárias para que a velocidade média ideal de viagem seja alcançada, uma vez que a diminuição da velocidade operacional irá exigir uma frota maior de veículos operando na linha, trazendo prejuízos no que se refere à sustentabilidade econômica do sistema e acarretando possíveis aumentos no preço da passagem.

A figura 31 abaixo é resultado de uma pesquisa de percurso realizada com o veículo 0570 que percorre a linha A100 Terminal Central / Rodoviária. Os pontos na cor rosa ao longo da rota são a informação visual acerca das transmissões do módulo para o servidor. Ao acessar as informações das transmissões poderemos observar os dados como código do veículo e do equipamento, data da viagem, horário em que o veículo passou por aquele ponto, a direção de deslocamento, a velocidade e a referência que equivale à localização do ponto previamente cadastrado em que o veículo se encontra. A imagem do veículo em deslocamento aparece com dados sobre: seu número, número do equipamento, horário e velocidade no ponto onde ele se encontra no momento da pesquisa.

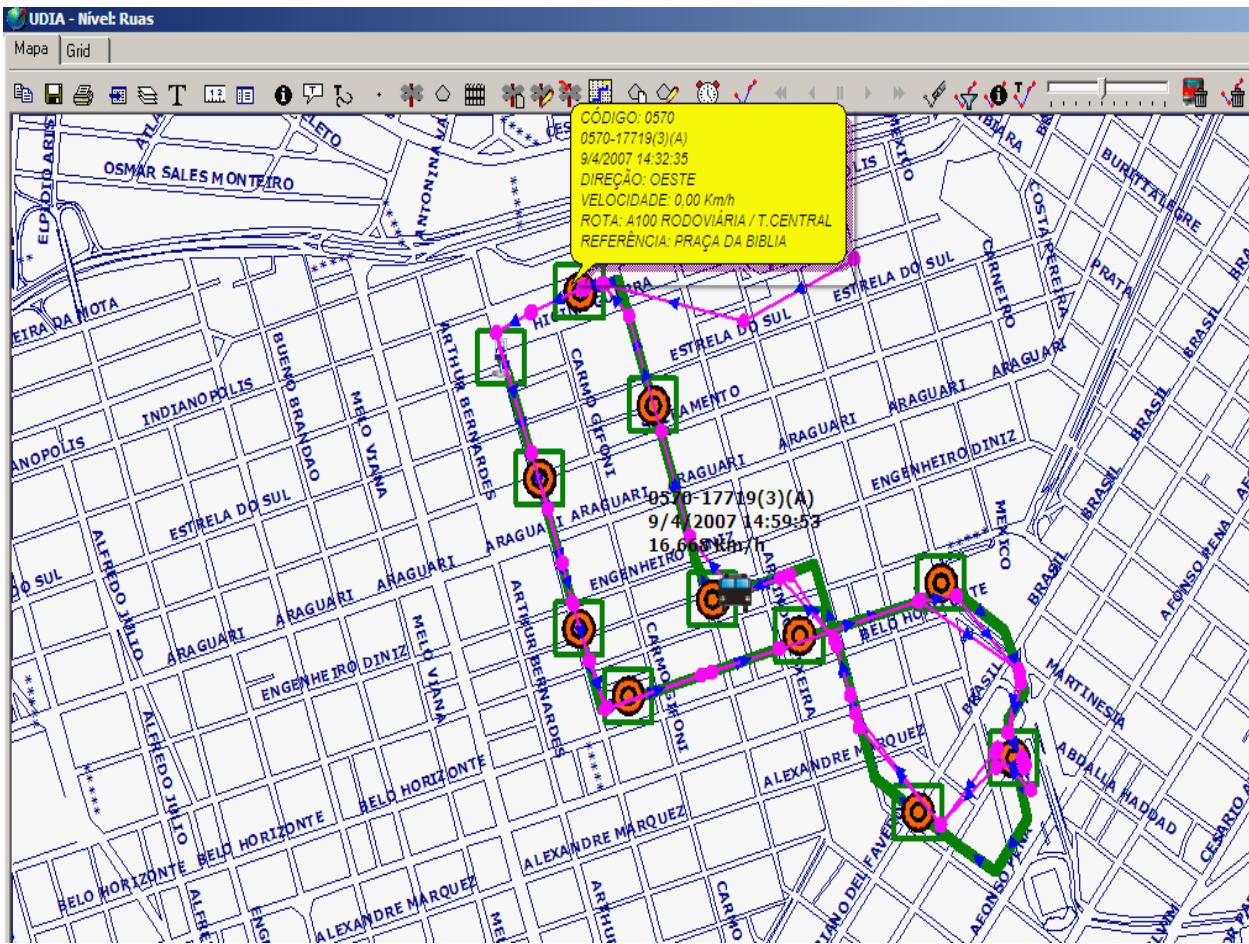


Figura 31 – Imagem parcial da tela da função mapa do software com exemplo de pesquisa de viagens em tempo histórico.

Fonte: CONSÓRCIO VERMAX, Abril, 2007.

- ***Formação de Comboios***

Esse processo pode ser verificado através do acompanhamento dos veículos pela função “sinótico” que apresenta seus deslocamentos em tempo real em um gráfico com os pontos de controle de forma linear ou ainda monitorando-se os veículos pelo mapa em tempo real, exemplos que serão demonstrados nas figuras 32 e 33.

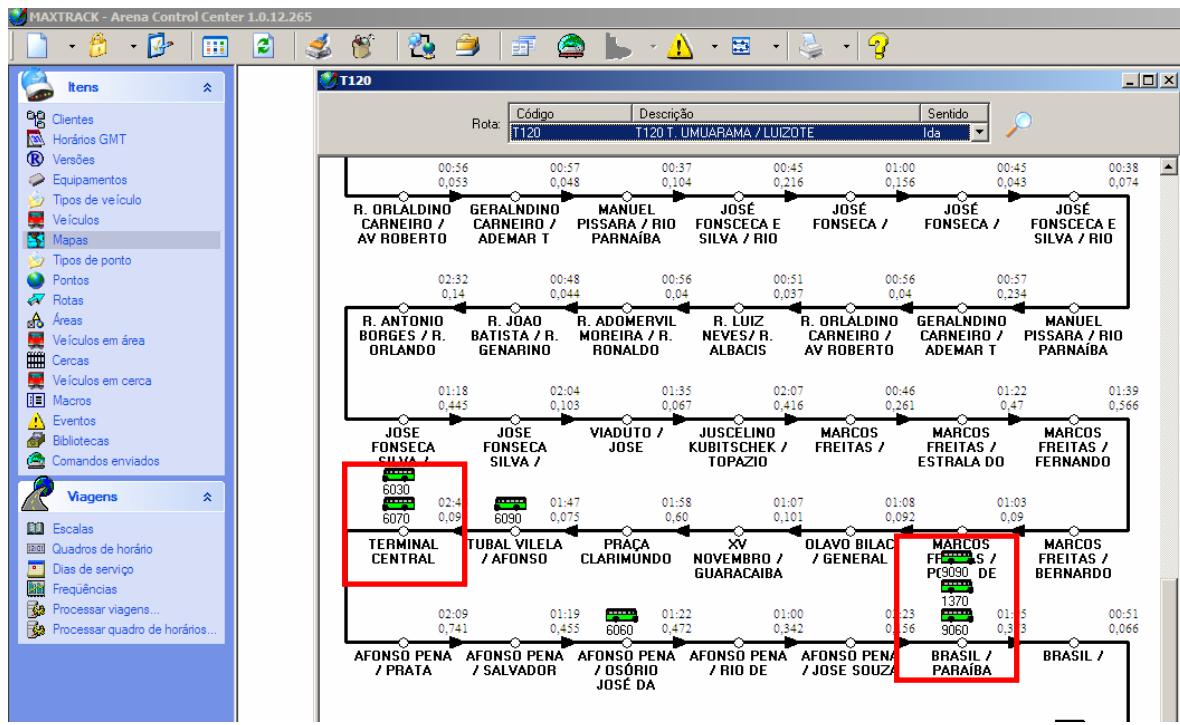


Figura 32 – Tela com veículos operando em tempo real no dia 06 de Outubro de 2005.

Fonte: CONSÓRCIO VERMAX, Abril, 2007.

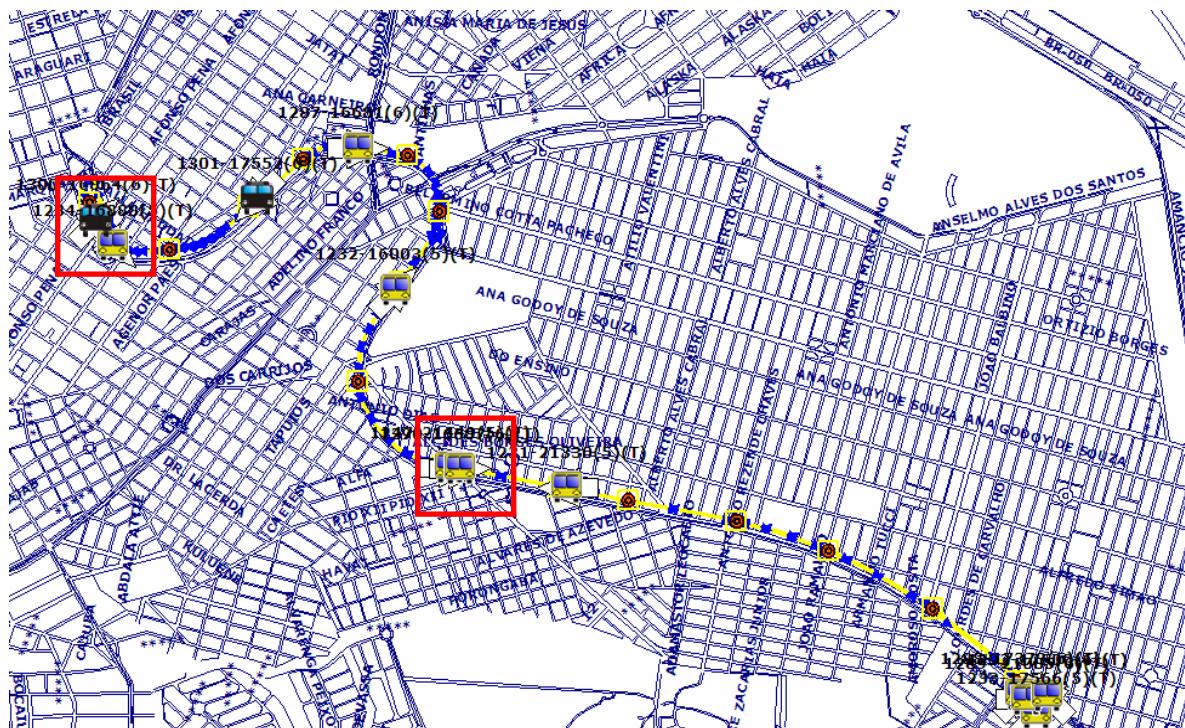


Figura 33– Tela parcial da função mapa, veículos sendo monitorados em tempo real

Fonte: CONSÓRCIO VERMAX, Abril, 2007.

- **Controle da Velocidade Máxima para fins de segurança**

O software atualmente possui um relatório gerencial de excesso de velocidade. Para usá-lo inicialmente o operador com autorização de cadastro irá definir um evento específico como uma velocidade limite que não deverá ser ultrapassada. Caso algum dos veículos equipados com os rastreadores ultrapasse a velocidade estipulada o evento será visualizado no relatório de excesso de velocidade. Neste teremos a indicação do número do veículo, do módulo e o ponto em que o limite foi excedido.

A figura 34 com a tela gerada pela pesquisa em relatórios de excesso de velocidade demonstrará os excessos detectados pelo módulo e neste teremos expostas as seguintes informações: número do veículo, data da ocorrência, período da pesquisa, ponto mais próximo da ocorrência de excesso de velocidade, as coordenadas geográficas e a velocidade desenvolvida pelo veículo no momento em que o mesmo ultrapasse o limite previamente cadastrado no software.

| Veículo: 0690 - 0690-17478(3)(A) | | Data: 2/4/2007 | Período: 2/4/2007 à 2/4/2007 | |
|--|----------|----------------|------------------------------|-------------------|
| Ponto mais próximo: | Hora: | Latitude: | Longitude: | Velocidade: |
| VICENTE SALLES GUIMARÃES / | 07:05:12 | -18,885208 | -48,247849 | 67,78 Km/h |
| LAERTE C. SILVA / RONAN M. RIBEIRO | 07:05:38 | -18,884747 | -48,242336 | 89,26 Km/h |
| VICENTE SALLES GUIMARÃES / CURO | 07:05:41 | -18,884844 | -48,241634 | 89,63 Km/h |
| VICENTE SALES GUIMARÃES / | 07:06:01 | -18,886457 | -48,237385 | 83,89 Km/h |
| VICENTE SALES GUIMARÃES / | 07:06:03 | -18,886534 | -48,237179 | 84,07 Km/h |
| VICENTE SALES GUIMARÃES / | 07:06:08 | -18,886877 | -48,235893 | 84,81 Km/h |
| VICENTE SALES GUIMARÃES / | 07:06:19 | -18,887142 | -48,233746 | 73,15 Km/h |
| VICENTE SALLES GUIMARÃES / CURO | 07:35:17 | -18,884882 | -48,240818 | 67,22 Km/h |
| LAERTE C. SILVA / RONAN M. RIBEIRO | 07:35:34 | -18,884563 | -48,244312 | 84,44 Km/h |
| VICENTE SALLES GUIMARÃES / | 07:35:39 | -18,884672 | -48,245155 | 75,37 Km/h |
| VICENTE SALLES GUIMARÃES / | 07:41:33 | -18,885094 | -48,248138 | 67,41 Km/h |
| VICENTE SALLES GUIMARÃES / | 07:41:43 | -18,885155 | -48,246201 | 77,22 Km/h |
| LAERTE C. SILVA / RONAN M. RIBEIRO | 07:42:02 | -18,884716 | -48,242249 | 86,48 Km/h |
| Relatório de Excesso de velocidade gerado em: 9/4/2007 16:07:02 | | | | Página 6 |

Figura 34 – Tela parcial do relatório de excesso de velocidade, Abril de 2007.
Fonte: CONSÓRCIO VERMAX, Abril, 2007.

- **Verificação de cumprimento de itinerário**

Uma das atribuições da fiscalização da operação refere-se ao cumprimento do itinerário, uma vez que, a não passagem do ônibus por determinados pontos da viagem trará grandes prejuízos aos usuários que dependem dessa modalidade de transporte para acessarem suas residências, empregos, equipamentos públicos, dentre outros.

O não cumprimento do itinerário somente era detectado antes do uso do sistema de monitoramento através de denúncias ou das reclamações de usuários protocoladas no setor de fiscalização da SETTRAN. Tal situação por vezes gerava um impasse na administração do conflito, que via-se obrigada a diminuir o conflito entre as reivindicações dos passageiros e das afirmações de condutores e cobradores que conduzissem o veículo objeto de reclamação.

O sistema de rastreamento neste caso especificamente é uma solução viável e confiável para a resolução deste tipo de conflito, pois através da função “percurso do mapa” apresentada anteriormente a reclamação do usuário poderá ser verificada e com isso as medidas necessárias para correção da possível falha poderão ser executadas pelos fiscais da SETTRAN.

Uma tela com detalhamentos relacionados especificamente a observação de passagem por pontos de controle será demonstrada na figura 35, que possui a informação visual de todas as transmissões do dia em conjunto, fornecendo uma visão geral acerca da localização do veículo, comprovando ou não se o mesmo cumpriu o itinerário para a rota a que estava destinado.

A quantidade de transmissões por dia de monitoramento gera uma quantidade elevada de informações tornado-a confusa para a percepção de detalhes como, por exemplo, a não passagem por um ponto específico do trajeto pré-determinado para cada linha do sistema. Contudo, quando estas transmissões são verificadas em faixas horárias menores, a informação

será apresentada de forma que os pontos de controle possam ser observados em conjunto com as transmissões, permitindo a análise do cumprimento de todo o percurso previsto no itinerário.

Como exemplo desse procedimento , tem-se o caso de uma verificação de cumprimento de percurso que foi realizada a partir da reclamação de uma usuária que relatou que os filhos tinham que andar uma grande distância ao retornarem da escola a noite, pois o ônibus, por estar cumprindo a última viagem naquele horário, não ia até o ponto final da rota. A partir dessas informações, foi realizada uma pesquisa no banco de dados do sistema que também fornece informações em tempo histórico. O evento será demonstrado nas figuras 35 e 36 respectivamente. Essa pesquisa foi realizada no sistema com a data de 6 e novembro de 2005.

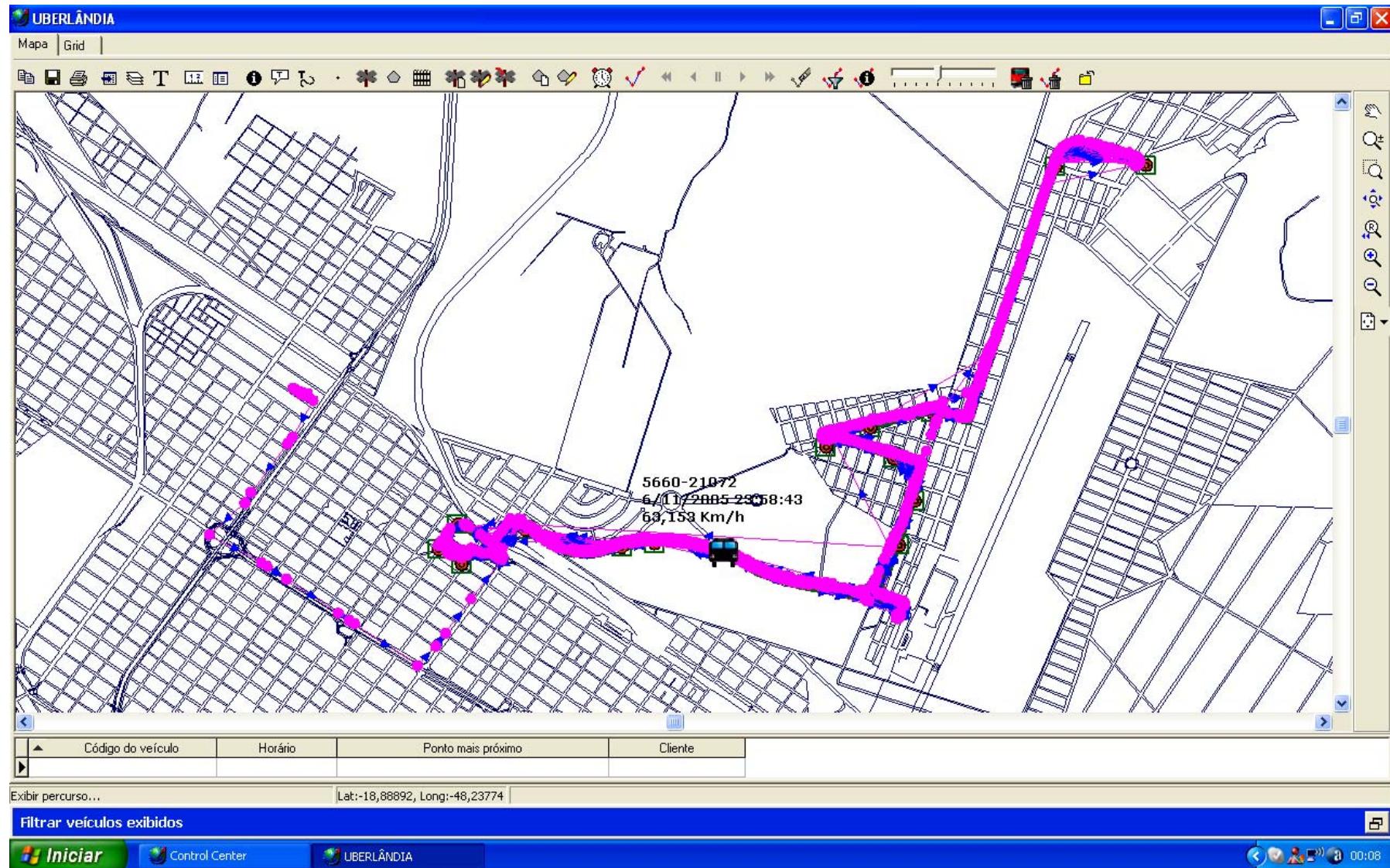


Figura 35 – Tela com as transmissões realizadas pelo veículo da linha Aclimação durante todo o dia 06 de novembro 2005.
Fonte: CONSÓRCIO VERMAX, novembro, 2005

Em uma pesquisa mais detalhada, restringindo-se a faixa horária, poderemos perceber na figura 36 que durante o horário da finalização de sua viagem, após as 23:30 horas, o referido veículo não cumpriu totalmente o percurso programado prejudicando assim os possíveis usuários, que poderiam ou se encontrar no ponto final desta rota ou desejar nele desembarcar.

Situações como a exposta anteriormente não eram passíveis de confirmação até o uso dessa tecnologia sendo esta modalidade de pesquisa mais uma das fortes evidências de que o sistema possui relevância nas atividades que envolvem o acompanhamento do sistema de transporte público por ônibus.

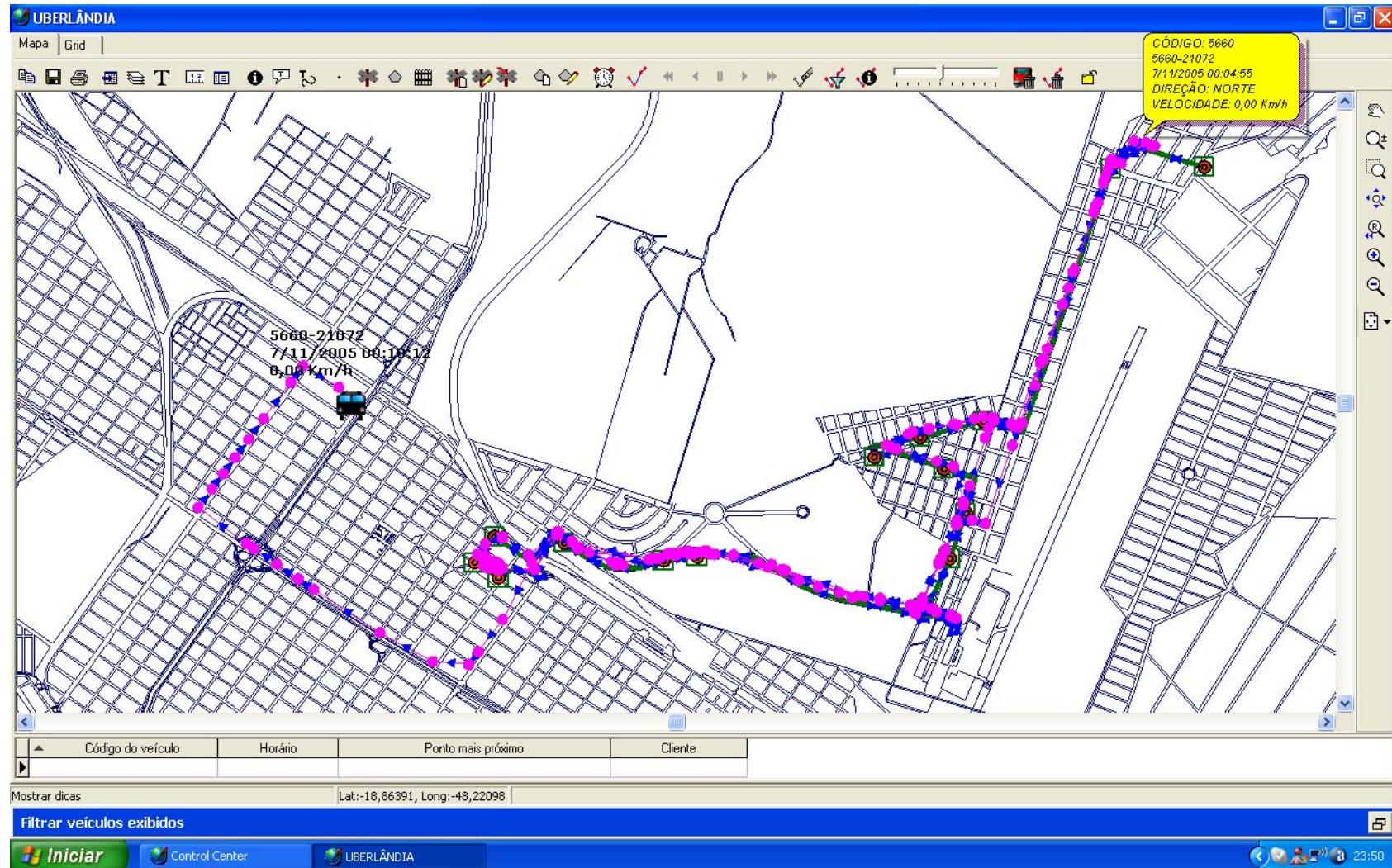


Figura 36 - Tela com as transmissões realizadas pelo veículo da linha Aclimação durante as últimas viagens do dia 06 de novembro de 2005

Fonte: CONSÓCIO VERMAX,, novembro, 2005.

4.6 Informações para os passageiros do SIT- Uberlândia obtidos pelo sistema de monitoramento por GPS

Os médios e grandes centros urbanos tanto no Brasil quanto no exterior têm buscado racionalizar a demanda por viagens, orientando e informando os usuários no que se refere aos serviços disponíveis para a realização de suas viagens. Para que a confiabilidade da informação seja garantida, têm-se realizado investimentos em sistemas de informação aos usuários baseados em sistemas inteligentes de transportes como, por exemplo, o monitoramento em tempo real de veículos pela tecnologia de posicionamento global.

Na cidade de Uberlândia no ano de 2005 algumas cartilhas com horário dos ônibus foram disponibilizadas para a população. As informações foram obtidas mediante pesquisa feita com as informações das ordens de serviço das linhas comparando-as com o tempo de execução das viagens em tempo real verificadas no sistema de monitoramento. Abaixo na figura 37 imagem de uma das cartilhas distribuídas para os usuários do SIT- Uberlândia.



Painéis de mensagem variáveis também foram instalados em alguns dos terminais de integração do SIT, exibindo informações de caráter educacional e previsão do tempo de chegada dos veículos nesses pontos de parada.



Figura38 : Fotos de um painel de mensagem variável no Terminal Central
Autor: Magalhães, Caroline, 2007.

O sistema também oferece para os usuários a vantagem da agilização da comunicação entre o veículo e a central de monitoramento por meio do “botão de pânico”, através do qual será enviada uma mensagem visual e sonora para central de monitoramento indicando o veículo que está com problema, podendo então ser verificada a localização precisa do mesmo. A situação pode ser averiguada com agilidade independente do tipo de problema, seja este uma simples falha mecânica do veículo ou questões de segurança, como assaltos.

A seguir na figura 39 uma foto que mostra um cartaz contendo informações sobre o monitoramento dos ônibus colocada no lado de fora dos veículos como uma forma de inibir problemas relativos a assaltos e informar aos passageiros que os veículos estão sendo monitorados por satélite.



Figura 39: Foto com as informações sobre o monitoramento dos ônibus
Autor: Magalhães, Caroline, 2007.

Outra forma de comunicação com a população tem sido realizada através do site www.geosit.com.br no qual o usuário poderá ter informações sobre:

- a implantação do projeto;
- a tecnologia usada;
- vantagens que o mesmo traz para o município;
- pesquisar em tempo real a localização dos veículos do SIT por rotas;
- quadro horário dos veículos por rota.

Segue abaixo figuras com as telas que podem ser acessadas via internet pelos usuários. Na figura 40 pode-se observar a tela que demonstra a localização dos veículos nas rotas desejadas, estando disponível o nome e o número da rota, a quantidade e o número dos veículos que estão percorrendo os itinerários pesquisados e a localização dos mesmos.

Os veículos são visualizados em uma disposição linear dos pontos de controle do sistema indicados com os nomes das ruas em que tais pontos estão localizados.

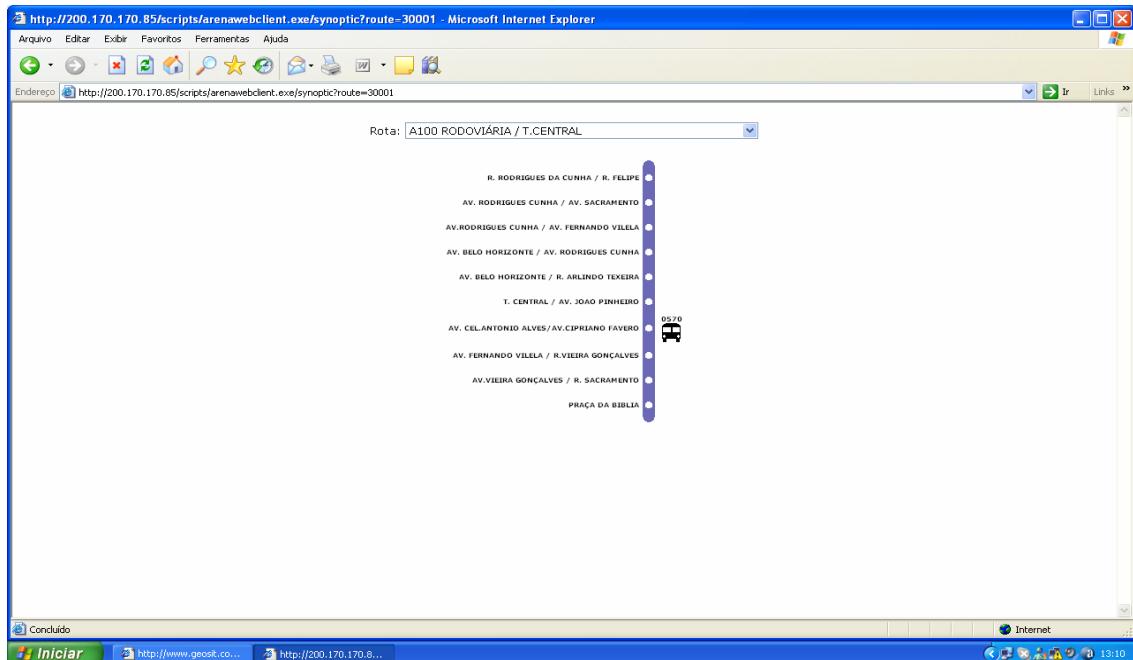


Figura 40: Tela de consulta de localização de veículo pela internet

Fonte: Projeto GeoSIT, 2005.

Na figura 41 temos a apresentação do quadro horário por linha, no qual são demonstradas as informações como o número e nome da linha e hora e minuto da passagem dos ônibus no ponto inicial da rota pesquisada. Com essa informação o usuário pode fazer uma previsão do tempo em que o veículo gastará para chegar no seu ponto de embarque.

| Dia útil | | Sábado | | Domingo | |
|----------|-------------------|--------|------------------|---------|---------------|
| Hora | Minutos | Hora | Minutos | Hora | Minutos |
| 00 | - | - | - | - | - |
| 01 | - | - | - | - | - |
| 02 | - | - | - | - | - |
| 03 | - | - | - | - | - |
| 04 | - | - | - | - | - |
| 05 | 10 22 34 46 58 - | 05 | 10 22 34 46 58 - | 05 | 10 22 33 56 - |
| 06 | 10 22 34 46 58 - | 06 | 10 22 34 46 58 - | 06 | 19 42 - |
| 07 | 10 22 34 46 58 - | 07 | 10 22 34 46 58 - | 07 | 05 28 51 - |
| 08 | 10 25 40 55 - | 08 | 10 22 34 46 58 - | 08 | 14 37 - |
| 09 | 10 25 40 55 - | 09 | 10 22 34 46 58 - | 09 | 00 23 46 - |
| 10 | 10 25 35 46 58 - | 10 | 10 22 34 46 58 - | 10 | 09 32 55 - |
| 11 | 10 22 34 46 58 - | 11 | 10 22 34 46 58 - | 11 | 18 41 - |
| 12 | 10 22 34 46 58 - | 12 | 10 22 34 46 58 - | 12 | 04 27 50 - |
| 13 | 10 25 40 55 - | 13 | 10 22 34 46 58 - | 13 | 13 36 - |
| 14 | 10 25 40 55 - | 14 | 10 25 40 55 - | 14 | 00 15 30 45 |
| 15 | 10 25 40 49 - | 15 | 10 25 40 55 - | 15 | 00 15 30 45 |
| 16 | 00 13 22 34 46 58 | 16 | 10 25 40 55 - | 16 | 00 15 30 45 |
| 17 | 10 22 34 46 58 - | 17 | 10 25 40 55 - | 17 | 00 15 30 45 |
| 18 | 10 22 34 46 58 - | 18 | 10 25 40 55 - | 18 | 00 15 30 45 |
| 19 | 10 22 34 46 58 - | 19 | 10 25 40 55 - | 19 | 00 15 30 45 |
| 20 | 10 25 40 55 - | 20 | 07 19 31 43 55 | 20 | 00 15 30 45 |
| 21 | 10 25 40 55 - | 21 | 07 19 31 43 - | 21 | 00 15 30 45 |
| 22 | 10 25 34 46 - | 22 | 06 29 52 - | 22 | 00 23 46 - |
| 23 | 00 25 50 - | 23 | 15 50 - | 23 | 09 32 50 - |

Figura 41 - Quadro de horário, por rota, disponibilizado na internet

Fonte: Projeto GeoSIT, 2005.

Este capítulo teve como objetivo fazer um levantamento geral do sistema de transporte público por ônibus do município de Uberlândia e demonstrar como a tecnologia de rastreamento de veículos por GPS tem auxiliado a Secretaria de Trânsito e Transportes na gestão do SIT - Uberlândia.

Através do levantamento histórico dos problemas enfrentados pelo município para a gestão de seu sistema de transporte público, podemos perceber que os investimentos realizados para a obtenção e manipulação das informações sobre o funcionamento do Sistema Integrado de Transportes da cidade são essenciais para que o poder público municipal tenha subsídios para conseguir efetividade nas soluções de problemas relativos ao transporte coletivo do município a fim de oferecer aos usuários do SIT um sistema de transporte público com segurança, qualidade e confiabilidade.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esse capítulo encerra o trabalho, apresentando as conclusões obtidas mediante a pesquisa realizada e recomendações sobre o aprimoramento de estudos na área de rastreamento de veículos de transporte público por ônibus.

5.1 Conclusões

As estratégias de Gerenciamento da Mobilidade têm contribuído para a busca de soluções para os graves problemas que os centros urbanos têm enfrentado como congestionamentos, acidentes, e poluição atmosférica, uma vez que a expansão da malha viária nem sempre é uma possibilidade e os recursos para investimentos em grandes obras de engenharia, em especial para os países em desenvolvimento como o Brasil, são escassos.

A informação aparece como um elemento chave no sucesso da implantação das medidas de Gerenciamento da Demanda por Viagens. De acordo com Andrade, Balassiano, Santos (2005), o conceito de Gerenciamento da Mobilidade baseia-se em um conjunto de ações onde a informação assume um papel vital na viabilização de diferentes objetivos e estratégias propostas. Desta forma pode-se assumir que a mudança de comportamento de diferentes indivíduos quanto a seus hábitos de viagens acontecerá de forma mais eficaz se ocorrer o aumento do conhecimento, ou de informação sobre as alternativas de viagens disponíveis.

Através da descrição de várias experiências de monitoramento de frotas de transporte público por ônibus, realizadas no capítulo três dessa dissertação e do caso da cidade de Uberlândia no capítulo 4, pode-se observar que todas as cidades que investiram em sistemas de localização automática de veículos para gerenciamento de suas frotas já utilizam ou se preparam para usar os dados obtidos para provimento de informações em tempo real para os usuários do transporte público.

Através do fornecimento confiável do horário de passagem dos veículos nos pontos de parada, por diversos meios de divulgação, os sistemas de informação que utilizam tecnologias AVL por GPS contribuem de forma significativa para que os usuários confiem no transporte público, chegando até mesmo a conquistar novas parcelas da população que passam a utilizar esse sistema em, pelo menos, parte de suas viagens diárias.

Horários, itinerários e integrações necessárias para alcance dos destinos pretendidos têm sido disponibilizados para os usuários do transporte público desde a simples distribuição de panfletos ou cartilhas, ou pelo uso de sofisticadas tecnologias que permitem o acesso a essas informações também em tempo real, através da Internet, mediante uso computadores pessoais nas residências dos usuários, celulares, *palm-tops*, dentre outros. A previsão do tempo de chegada dos veículos nos pontos de parada também tem sido realizadas através da implantação de painéis de mensagem variáveis e totens instalados em locais pré-determinados pelos gestores do sistema de transporte público.

Com relação ao transporte público por ônibus, segundo Cortés e Balassiano (2003), as ações ligadas ao Gerenciamento da Mobilidade para o transporte público por ônibus visam proporcionar aos atuais usuários do transporte coletivo melhorias na qualidade de seus deslocamentos, incentivando dessa forma sua continuidade no uso do sistema. Tenta ainda induzir os usuários do transporte particular a um maior uso do sistema coletivo. Para isso, propõem o uso de estratégias que priorizem a operação do transporte coletivo nos principais corredores de tráfego, sendo que essa prioridade, no caso dos ônibus, pode ser obtida mediante a implantação de faixas e vias exclusivas, planos semafóricos especiais que possibilitem um melhor nível de serviço para os usuários e que reduzam os custos operacionais para o operador.

Nos capítulos das experiências internacionais e nacionais vimos que algumas cidades já fazem uso da tecnologia de localização automática de veículos para priorizar a passagem dos veículos do transporte público ao passarem em interseções

semaforizadas de corredores exclusivos para ônibus, fato que contribui para a redução dos tempos de viagem, um dos indicadores de qualidade do serviço de transporte coletivo por ônibus que é percebido cotidianamente pelos seus usuários cativos. Em outras experiências o sistema é usado para garantir a passagem de veículos em todos os pontos de parada de acordo com o horário programado, trazendo confiabilidade para os sistemas de transporte público.

Percebe-se também através do levantamento bibliográfico disponível acerca do uso do GPS para monitoração de frotas de transporte público por ônibus, que os investimentos no uso dessa tecnologia têm se expandido pelo mundo. A observação dos casos de cidades que investiram nesse tipo de tecnologia tem demonstrado que o Poder Público e empresas que trabalham com o transporte coletivo urbano terão muitas vantagens ao investirem em tecnologias de rastreamento e monitoramento de veículos.

Dentre os benefícios gerados pelo uso da tecnologia de rastreamento podemos citar ganhos sociais através da inibição de assaltos, prestação de socorro a acidentes com maior rapidez, controle do cumprimento do quadro horário, intervenções em caso de atrasos, priorização de passagem dos veículos em interseções semaforizadas de corredores exclusivos, verificação excessos de velocidade, provimento de informações aos usuários do transporte público por diversos canais e com maior confiabilidade e até mesmo ganhos econômicos através da racionalização das frotas e itinerários promovendo uma economia no consumo de combustível e diminuição dos impactos com emissão de poluentes atmosféricos.

Um avanço para o uso de tais sistemas consiste na integração desses com outras tecnologias, como a bilhetagem eletrônica, *smart tickets*, painéis de mensagens variáveis e dispositivos específicos para medição do consumo de combustível, contadores de ópticos de passageiros embarcando/desembarcando, dentre outros. Cada uma dessas tecnologias possui funções que, agregadas ao banco de dados das informações geradas pelos sistemas de rastreamento por GPS, poderão permitir a

criação de novos relatórios gerenciais e de controle que trarão maior confiabilidade e agilidade nos processos de tomada de decisão relativos ao transporte público por ônibus.

Com relação ao caso do município de Uberlândia ressalta-se que, antes do uso da tecnologia de rastreamento, o acompanhamento de toda a frota dos veículos do transporte público por ônibus se tornava praticamente impossível pelo tempo e pela quantidade de pessoas que seriam necessárias para monitorar cada um dos veículos. As aplicações desse novo instrumento de gestão permitem a obtenção de informações capazes de auxiliar e agilizar tanto as atividades do setor de planejamento quanto da fiscalização e operação dos sistemas de transporte público por ônibus mas, sobretudo tem propiciado bases sólidas para o processo de tomada de decisões.

Por Uberlândia possuir a particularidade de ser a única cidade do Brasil que já monitora 100% da sua frota de transporte público com inicio de implantação do projeto no final do ano de 2003, ressalta-se que no atual estágio em que o sistema está sendo operado faz-se necessário um maior investimento na capacitação dos fiscais, fato que pôde ser observado nas análises dos dados do questionário aplicado no setor de fiscalização do município. Treinamentos avançados e periódicos teriam como objetivo potencializar os atuais usos do sistema.

Faz-se necessário também um estudo por parte do órgão gestor da necessidade melhoramentos no software usado para monitorar os veículos do SIT. O estabelecimento de uma parceria com o fornecedor do serviço de rastreamento pode viabilizar processos mais automatizados de buscas de informações, e novos relatórios gerencias específicos para as necessidades do monitoramento do transporte público por ônibus podem ser criados. Nas tabelas de análise do uso do sistema pelo setor de fiscalização, obtiveram-se, vários indícios da necessidade desses aperfeiçoamentos na tecnologia utilizada pelo município.

Os sistemas de informações aos usuários também precisam ser reavaliados porque, pelos indicadores de pesquisa de opinião realizado em 2005 pela SETTRAN, a maioria dos usuários do SIT-Uberlândia estão em uma faixa etária economicamente ativa ou em fase de conclusão de estudo, com uma faixa salarial individual em que predomina o ganho de 1 a 2 salários mínimos e renda familiar com o predomínio da faixa salarial de 02 a 08 salários (63,9%), sendo significativa a parcela que possui faixa salarial de 01 a 02 salários (24,2%). Abaixo uma figura com gráficos e indicadores obtidos na pesquisa realizada em 2005.

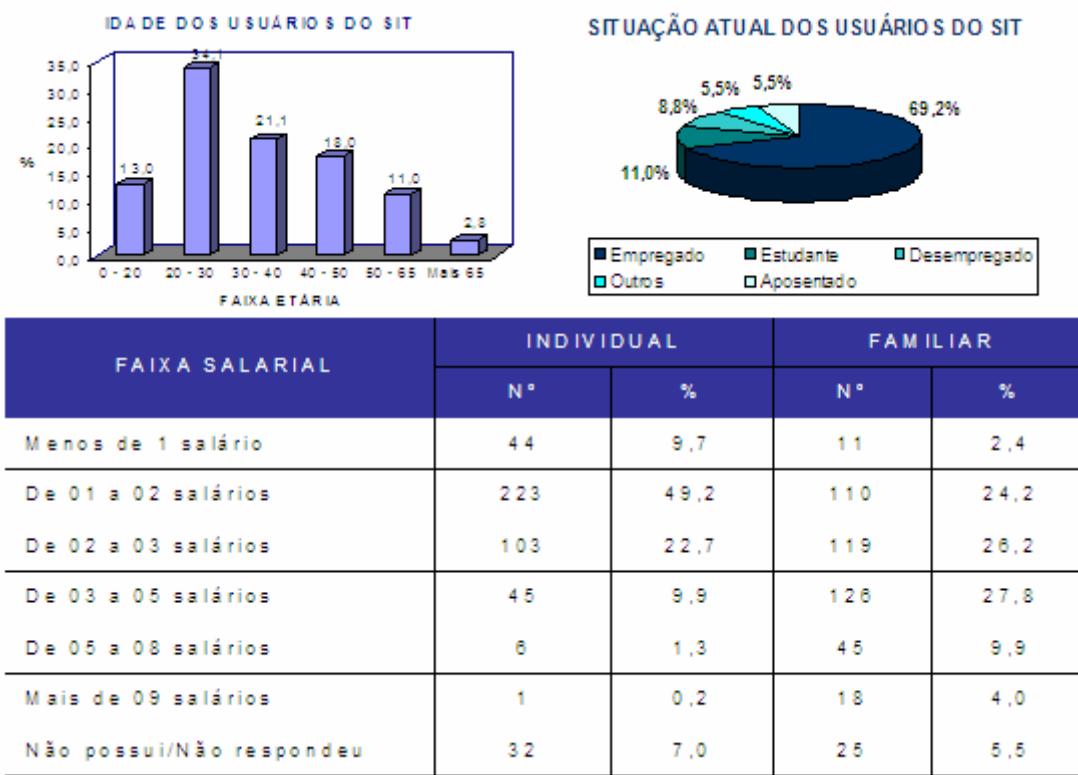


Figura: 42 Gráficos com faixa etária, atual situação e tabela com renda dos usuários do SIT-Uberlândia.

Fonte: SETTRAN, Pesquisa de opinião, 2005

Com relação aos usuários cativos do transporte público, faz-se necessário a distribuição e ampla divulgação da programação horária a ser cumprida pelos veículos do transporte público municipal e juntamente com essa medida promover a

fiscalização constante do cumprimento das viagens e horários trazendo confiabilidade e qualidade nos deslocamentos da população.

Os quadros-horário a serem cumpridos pelos ônibus devem estar disponíveis para consulta nos terminais de integração da cidade. Além dessa medida essas informações deveriam ser distribuídas através do xerox simples, contendo os horários de passagem no ponto inicial e final da rota, e dentro dos terminais de integração. Pode-se ainda no verso colocar um mapa simplificado com os pontos de parada da linha e sua quilometragem, pois com estas informações os passageiros do SIT também poderão organizar sua chegada nos pontos de parada evitando esperas desnecessárias trazendo qualidade para os usuários que necessitam utilizar o transporte público cotidianamente.

Essas informações também devem ficar disponibilizadas para os cidadãos na internet seja na pagina institucional do poder público municipal ou pela criação de um canal de comunicação diferenciado, aqui se sugere a criação de pagina institucional pelo poder público contendo apenas informações relativas ao trânsito e transporte do município e em especial que nesta sejam tanto disponibilizadas as informações relativas ao transporte público por ônibus citadas anteriormente assim como esclarecimentos e informações sobre o projeto Geo-SIT.

Com relação à disponibilização de informações do tempo de chegada dos veículos em tempo real, ainda existem muitas dificuldades técnicas para garantir a exatidão das informações quando os veículos do transporte público trafegam em áreas mistas. Quando estes operam em corredores ou faixas exclusivas essas informações são disponibilizadas com maior precisão. Devendo este tipo de investimento ser realizado com maior intensidade em pontos de parada e terminais de integração relativos aos veículos que operem em faixas segregadas até que soluções na área de informática e tecnológica possam vir suprir os problemas dos cálculos de previsão em tempo real em tráfego misto de veículos. Outra dificuldade enfrentada para que esse tipo de informação seja disponibilizada são as mudanças constantes em itinerários e a

questão da alocação de veículos nas rotas a serem executadas, pois esses dados interferem diretamente no processo de tratamento e futura disponibilização dos dados.

Com relação à faixa da população de maior renda percebeu-se a necessidade de ocorrer um aprimoramento dos sistemas de informações acerca dos ônibus pela Internet, criando-se interfaces em que seja possível aos usuários verificar a localização dos veículos, horário de passagem em pontos de parada e previsões em tempo real da chegada desses em pontos estratégicos da cidade. Isso permitiria que os usuários tivessem acesso a essas informações através de dispositivos tecnológicos que accessem a Internet.

O intuito do investimento em tecnologias de informação tem que atenda as pessoas inseridas na renda familiar de 6 a 8 salários ou mais, que não apareceram na pesquisa, é o de promover o conhecimento das possibilidades de viagens, horários e formas de se alcançar os destinos pretendidos através do uso do transporte público , visando a transferência modal de veículos particulares para o transporte público dessa faixa da população em pelo menos parte das viagens realizadas no seu cotidiano.

As críticas e sugestões apresentadas têm como objetivo auxiliar o poder público a prover soluções com efetividade para provimento de um sistema de transporte que proporcione maior qualidade de vida para os cidadãos.

5.2 Recomendações

Tais conclusões demonstram a necessidade da elaboração de estudos e pesquisas no sentido de se rever e prover soluções para a situação caótica em que se encontra o trânsito de veículos em cidades de médio e grande portes, levando em conta que o uso de veículos coletivos passou a ser um consumo de primeira necessidade para milhares de pessoas que vivem nos centros urbanos.

Academicamente, a continuidade das pesquisas do uso de sistemas inteligentes de transporte, em especial de tecnologias de localização automática de veículos

integrada com outras tecnologias que possam ser embarcadas nos veículos do transporte público, se faz necessária. Após o levantamento bibliográfico realizado nessa pesquisa percebeu-se que, a maioria da literatura acadêmica sobre sistemas de transporte público monitorados ou estão em língua estrangeira ou parte dos casos brasileiros já descritos muitas vezes estão sendo apresentados em congressos na área de computação. Fato este que, se de um lado, expande o conhecimento acerca da tecnologia, de outro indica a necessidade da realização de estudos das aplicabilidades destas para o transporte coletivo por ônibus. As demais fontes resumem-se em informações disponibilizadas em sites institucionais das prefeituras brasileiras, ou órgãos gestores no exterior assim como reportagens divulgadas em jornais e revistas não acadêmicos.

Outras pesquisas acadêmicas que precisam ser desenvolvidas referem-se aos custos da implantação e manutenção dos incrementos tecnológicos a serem embarcados nos veículos do transporte público por ônibus em detrimento dos benefícios que estes possam gerar e principalmente se esses investimentos trarão impactos significativos nas tarifas praticadas para uso do transporte coletivo. Assim como a necessidade de maior investigação do uso dessas tecnologias na operação cotidiana dos veículos do transporte coletivo por ônibus, ou seja, como essa tecnologia está sendo usada pelas operadoras para despachar os veículos, otimizar o uso da frota, controle do modo de condução dos veículos visando não apenas a questão da segurança mas também a redução do consumo de combustíveis dentre outros aspectos relativos a operação cotidiana dos veículos do transporte público.

A necessidade de desenvolvimento de estudos de caráter científico com a criação de bancos de dados, levantamentos, análises e discussões sobre as aplicações da tecnologia de rastreamento, especificamente para os ônibus do transporte público urbano, se justifica devido a sua própria dinâmica de prestação de serviços, assim como pela sua relevância para a manutenção das atividades socioeconômicas dos centros urbanos.

A continuidade das pesquisas nas áreas de SIG-T e de tecnologias de rastreamento também é uma necessidade porque esses novos instrumentais precisam ser constantemente adaptados às necessidades dos planejadores, órgãos gestores e operadores, possibilitando que estes criem as soluções e adequações necessárias para que o transporte público urbano alcance os patamares desejados de qualidade, tornando-se uma opção de transporte viável e proporcionando aos cidadãos um sistema de locomoção seguro e confiável.

Recomenda-se em âmbito nacional a elaboração de relatórios técnicos semelhantes aos desenvolvidos pelos programas de trânsito e transportes norte-americanos e europeus, para que tenhamos aqui também, a exemplo das experiências internacionais, levantamentos quantitativos-qualitativos sobre a contribuição do uso dos novos aparatos tecnológicos para a gestão dos sistemas de transporte público dos municípios brasileiros. Sugere-se a realização de um levantamento inicial em todas as capitais brasileiras acerca dos sistemas inteligentes de transportes que já estão em uso, os processos e dificuldades enfrentados para a implantação dessas tecnologias, quais as atuais aplicações e as possibilidades de melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

Após a realização desse levantamento, recomenda-se que se expanda esses estudos para a realidade das cidades de médio porte do país, que cada vez mais começam a apresentar muitas dificuldades para gerir seus sistemas e trânsito e transportes. A aplicação de novas tecnologias de gerenciamento de transporte público, como a analisada neste trabalho, poderia viabilizar soluções de problemas relativos a congestionamentos, poluição atmosférica e acidentes.

Sugere-se ainda que se façam pesquisas de opinião com os usuários dos sistemas de transporte em municípios que façam uso desse tipo de tecnologia para verificação de como estas estão sendo percebidas e os impactos que o uso desse novo instrumento de gestão e fornecimento de informações está gerando para os usuários do transporte público por ônibus.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Antonio Rodrigues, Balassiano Ronaldo, Santos Marcio Peixoto Sequeira, (2005). *Gerenciamento da Mobilidade: Princípios para a sua aplicação com base na informação*. Revista Expediente, Cetrama, n.01, vol 2. p. 15-24.

AUCKLAND CITY, **Real time passenger information**. Disponível em: <<http://www.aucklandcity.govt.nz/whatson/default.asp>> Acesso em: 03 jun 07.

BLACKSHER, S., Foley, T. (2002) **Boulder Hops Aboard GPS traking** .Disponível em: <<http://www.gpsworld.com/gpsworld/article/articleDefault.jsp?id=7782>> Acesso em:04 ago.2006

BERNARDI,J.V.E.;Landin,P.M.B. **Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados**. Rio Claro, Lab. Geotemática, Texto Didático10,31pp.2002. Disponível em;<www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodid.html>.

CETURB – GV (2006). **Sistema de Monitoramento do Transporte Seletivo via GPS**. Disponível em:<http://www.ceturb.gov.br/site/empr_proj_gps.asp>. Acesso em 16 de agosto de 2007.

CITFOR (2004) Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e Cidadania de Fortaleza. Disponível em :<www.amc.fortaleza.ce.gov.br> Acesso em :04ago.2006.

COCA, A. C. P. F.; TORRES, I. G. E.. **Transporte público urbano**. São Paulo: RiMa, 2004. 410 p.

CORTÉS, Aída Esperanza Hurtado, Balassiano, Ronaldo, (2003). *A prioridade ao transporte público coletivo por ônibus como estratégia de gerenciamento da mobilidade: o caso da América latina*. XII Congresso Latino Americano de Transporte Publico y Urbano, CLAPTU, Bogotá D. C. , Colômbia.

DODSON, S.; The next stop should be Helsinki. Guardian News, Fev 2008. Disponivel em: < <http://www.guardian.co.uk/technology/2008/feb/28/research.transport>> Acesso em: 1mar2008.

EVENING NEWS , **Hunt is on for Bus tracker sponsorship**. Disponível em: <<http://edinburgnews.scotsman.com/edinburg.cfm?id=12382007&format=print>>. Acesso em: 22fev2007.

FALLON, E.. **Dublin Bus Tracking Service**. 2001.100f. Dissertation (Master of Science in Computer Science) – University of Dublin, Dublin, 2001.

FERREIRA, D. L.. **Sistema de Informação Geográfica e planejamento do transporte coletivo urbano**. Estudo de caso: sistema integrado de transporte de Uberlândia. 2000. 181 f. Tese (Doutorado) - FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FLICK, U. **Uma introdução a Pesquisa Qualitativa**. Trad:Sandra Netz, 2^a.ed, Porto Alegre: Bookman,2004. Reimpressão 2007. 312p.

FONTANA, S. P.. **GPS a navegação do futuro**.2. ed. Porto Alegre: Mercado Aberto,2003. 304p.

Fundação COPPETEC (2008) Assessoria Técnica à FETRANSPOR. Relatório de Atividades 1.

HANDANGO, **Sydney Public Transport Map**- Downloads Store for your Windows Móobile-Based Devices. Disponível em: <www.microsoft.handango.com> Acesso em:27Jun2007.

HOMERO, V. (2006) *Rastreador em ônibus pode facilitar trajetos pela cidade*. Rio de Janeiro: FAPERJ. Disponível em: <http://www.faperj.br/boletim_interna.phtml>. Acesso em:30Ago2006.

HOUNSELL, B.P; et all. Using global positioning system for bus priority in London: traffic signal close to bus stops. *ITE Intell. Transp. Syst*, 2007, 1 (2),pp131-137

LÅNGSTRÖM, Lennart (1999) *Implementation of Radiobased Detection for Public Transport in Helsinki – Project 423*. Disponível em: <www.hel2.fi/ksv/entire/repLowPowerDetection.htm>,Acesso em 16 de agosto de 2007.

LOUREIRO, C. F. G., Ralston, B. SIG como plataforma para modelos de análise de redes de transporte. **Anais do X Congresso de Pesquisa e Ensino de Transportes – ANPET**, pp.235-44, São Carlos, SP, 1996.

MACCUBBIN, R.P.; STAPLES,B.L.; MERCER,M.R.. “*Intelligent Transportation Systems –Benefits and Costs - 2003 Update*” . Mitretek Systems, Highway Administration. United Stades Departament of Transportation. Estados Unidos.2003.

Magalhães, C. T. A., **Tecnologia de Rastreamento e Sistemas de Informação Geográfica aplicados ao Planejamento do Transporte Público Urbano: Projeto GeoSIT – Uberlândia**. Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia,2005.

MONICO, J. F. G.. **Posicionamento pelo Navstar-GPS: descrição, fundamentos e aplicações** São Paulo: UNESP, 2000.

NTU- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. *Estudos sobre prioridade ao transporte coletivo urbano*. Brasília, NTU (estudo elaborado pela PROTRAN Engenharia), julho de 2002.

_____.*Desoneração dos custos e barateamento das tarifas do transporte público*. Brasília,NTU Disponível em:<<http://www.ntu.org.br/publicacoes>> Acesso em ago2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA.**Sistema Integrado de Transporte – SIT**. Disponível em: <www.uberlandia.mg.gov.br>. Acesso em out., 2005.

_____. **Sistema Integrado de Transporte – SIT**. Disponível em: <www.uberlandia.mg.gov.br>. Acesso em 10Julho2007.

PROJETO GEOSIT, **Informações do projeto Geosit.** Disponível em:
<www.geosit.com.br> Acesso em 31out2005.

RAILBUSS, **Ônibus serão monitorados por aparelhos GPS.** Disponível em:
<<http://www.railbuss.com/noticias/view.php?id=1807>> Acesso: 15Abril2007.

ROCHA, J. A. M. R.. **GPS uma abordagem prática.** 4.ed. Recife:Bagaço,2003.232p.

ROSA, Roberto. **Introdução ao sensoriamento remoto.** Uberlândia: EDUFU, 2001.
210 p.

SILVA, S. D.; Zarattini,C.. *Terminais e Corredores Inteligentes –uma nova concepção para a operação do ônibus.* In: 14º. Congresso de transporte e Transito da ANTP, Vitória, 2003.

SECOM-PMC (2007), Transporte coletivo de Cuiabá será monitorado por GPS.
Disponível em: <<http://www.cuiaba.mt.gov.br/noticia.jsp?id=5536>> Acesso em: 15 abril,2007.

SETTRAN. Pesquisa de opinião, 2005.

_____. Cartilha de informação aos usuários, 2005.

SPTRANS (2004). *Terminais inteligentes - Centrais de Controle monitoram operação.* Disponível em: <ww1.prefeitura.sp.gov.br/portal/a_cidade/transporte_e_transito>
Acesso em 16Ago2007.

TAKEMORI, I. O uso do GPS na Monitoração da operação do transporte coletivo por ônibus. 2001.43f. Trabalho Multidisciplinar de Graduação , Mackenzie, São Paulo, 2001. Disponível em:<meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/texto28.pdf>
Acesso: 03/04/2007

TCRP, **Bus Rapid Transit Volume 2: Implementation Guidelines**, Washington, D.C.: Transit Cooperative Research Program. (2003) 233p

TCRP, **Real Time Bus Arrival Information Systems: 48.** Washington, D.C.: Transit Cooperative Research Program, 2003. 62p.

TRAFFIC PLANNING DIVISION. *Project HELMI.* Disponível em:
<www.hel2.fi/liikenteenohjaus/eng/pt_telematics.asp>.Acesso em: julho 2007.

WEIGANG, L.; Yamashita Y.; et all;. *Implementação do sistema de mapeamento de uma linha de ônibus para um sistema de transporte inteligente.* Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Fortaleza, MARTINS, Ana Tereza et all, 2001. v1 p 72-85

VUCHIC, V. R.. **Urban Transit: operations, planning, and economics.** New Jersey: John Wiley &Sons Inc,2005. 664p.

ANEXOS

Entrevista de Avaliação do GeoSIT – Setor de Fiscalização

1. Quantos fiscais trabalham atualmente no setor de fiscalização? Desse total quantos trabalham com a fiscalização do transporte público do município?
 2. Todos os que trabalham com a fiscalização do Sistema Integrado de Transportes da cidade utilizam a ferramenta de monitoramento em suas atividades? Porquê
 3. Os funcionários receberam treinamento para trabalhar com o sistema de monitoramento?
 4. Quais seriam os locais de atuação dos fiscais do SIT ?
 5. O sistema de monitoramento está disponível para uso em todos os locais de trabalho dos fiscais? Em caso de negativo por favor justifique a não disponibilização nesses locais.
 6. Quais os principais procedimentos usados para se fiscalizar o sistema de transporte coletivo da cidade de Uberlândia?
 7. O sistema de monitoramento tem contribuído para o exercício das atividades dos fiscais? Quais os aspectos positivos e negativos notados para que os fiscais usem o sistema de monitoramento por GPS em suas atividades.

PESQUISA DE AVALIAÇÃO DO PROJETO GeoSIT- monitoramento on-line da frota do SIT

PESQUISADOR: _____ DATA: ____ / ____ / ____ TURNO: _____

LOCAL: _____

PARTE 1 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PROJETO GeoSIT

- 1) Quais as principais atividades que você exerce?

- 2) Como você executava as principais atividades sob sua responsabilidade **antes** da instalação do GPS nos ônibus?

- 3) O sistema de GPS tem sido utilizado por você para realização de suas atividades atuais ?

Sim Não

Em caso de positivo, em quais atividades você tem usado o sistema de monitoramento por GPS?

- 4) O sistema de monitoramento por GPS tem facilitado a execução de suas atividades? Porquê

- 5) O sistema de monitoramento dificultou a execução de alguma de suas atividades ? Porquê?

- 6) Você recebeu treinamento para utilizar o sistema de monitoramento em suas atividades?

Sim Não

- 7) O treinamento recebido foi satisfatório para que você use o sistema em suas atividades?

Sim Não

Qual a avaliação que você faz do treinamento recebido? Justifique a sua avaliação.

Ótimo _____

Satisfatório _____

Bom _____

Ruim _____

8) Você sentiu alguma dificuldade para realização do treinamento dos profissionais da SETTRAN para uso do sistema de monitoramento por GPS? Porquê?

9) Você considera importante o investimento na tecnologia de monitoramento dos ônibus do SIT ?

Sim Não

Qual seria a nota de 1 a 10 (1 é menor valor e 10 é o maior valor) que você daria para o investimento feito para implantar o sistema de GPS nos ônibus do SIT? _____.

Por favor justifique a nota atribuída

10) Classifique o nível de importância que você dá para o projeto GeoSIT que monitora os ônibus do SIT indicando qual nota de 1 a 10 você daria para o sistema de monitoramento. _____.

Justifique a nota atribuída

11) Você percebeu alguma dificuldade para que o projeto fosse implantado?

12) Quais os principais problemas que você enfrenta para usar o sistema em suas atividades cotidianas?

13) Você acredita que o sistema de monitoramento dos ônibus por GPS pode colaborar para melhoria do sistema de transporte público? Porquê

Sim Não

Observações Gerais (Espaço destinado para você manifestar sua opinião sobre algum aspecto que considere relevante sobre o sistema de monitoramento que não tenha sido abordado no questionário)

PARTE 2 – DADOS PESSOAIS DO ENTREVISTADO

NOME: _____

SEXO: Masculino Feminino

IDADE: _____

PROFISSÃO: _____

INSTITUIÇÃO: _____

TEMPO DE SERVIÇO: _____

ESCOLARIDADE: _____

Fundamental Incompleto Superior Incompleto

Fundamental Completo Superior Completo

Ensino Médio Incompleto Pós- Graduação: Especialização (Qual área? _____)

Ensino Médio Completo Mestrado (Qual área? _____)

Doutorado (Qual área? _____)

Obrigada pela colaboração