

vitruvius | [pt](#) | [es](#) | [en](#)
 receba o informativo | [contato](#) | [facebook](#)

Seguir 41 mil

busca

em vitruvius

✓ ok

vi vitruvius

vius

pesquisa
 guia de livros
 jornal
 revistas
 em vitruvius

revistas
 arquitextos | arquitetura | drops | minha cidade | entrevista | projetos | resenhas online

jornal
 notícias
 agenda cultural
 rabiscos
 eventos
 concursos
 seleção

ARQUITEXTOS

arquitextos ISSN 1809-6298

buscar em arquitextos ok
 arquivo | expediente | normas

171.02 sintaxe espacial ano 15, ago. 2014

Os impactos urbanos de uma intervenção viária

Avaliação da implantação da Via Expressa em São Luís usando a Sintaxe Espacial

Antonio Wagner Lopes Jales

Em resposta aos problemas de tráfego das cidades brasileiras, gestores públicos se vêem obrigados a tomar decisões que mitiguem os problemas do trânsito em um curto espaço de tempo e que promovam resultados dentro do período de sua gestão.

Em alguns casos, as soluções são baseadas em intervenções no sistema viário que, em muitos casos, nascem de uma análise intuitiva e não estruturada do problema e desconsideram que tais intervenções precisam ser lastreadas por estudos técnicos.

Os estudos que justificam a construção de grandes intervenções viárias não devem se limitar a resolver apenas os problemas operacionais do tráfego de veículos, mas sim considerar quais impactos tais intervenções provocarão no (re)ordenamento do território.

As cidades "são sistemas espaciais ordenados na essência pelo posicionamento de barreiras e passagens" (1); a maneira como tais barreiras e passagens estão colocadas no espaço urbano estabelecem níveis de acessibilidade entre os diferentes pontos da cidade e consequentemente mudam a forma como as pessoas fazem uso de cada espaço da cidade. Assim, intervenções viárias mudam a forma como os diferentes setores da cidade se relacionam, pois modificam o padrão de "acessibilidade" já estabelecido.

Como avaliar o impacto de uma intervenção viária? Que ferramentas podem ser utilizadas para medir as mudanças no nível de acessibilidade dos diferentes pontos da cidade? Para o presente artigo utilizou a Sintaxe Espacial para avaliar o impacto urbano da implantação da chamada "Avenida Expressa", na cidade de São Luís/MA.

A forma urbana e sua influência na circulação de pessoas e veículos e no reordenamento do território

Movimento Natural

HILLIER ET al. afirmam que a malha urbana como "um sistema de possíveis rotas, a acessibilidade é elemento determinante na escolha dos destinos", é capaz de restringir ou facilitar os fluxos e de gerar, assim, uma hierarquia natural das vias. Em consequência desse argumento, os mesmo autores afirmam que "a configuração do espaço exerce influência nos movimentos na malha urbana, independente dos atratores que nela existam" (2).

Como um exemplo prático, os autores apresentam a Figura 01, na qual se vê que, no desenho A, existe um eixo que supostamente concentraria grande volume de viagens, enquanto no desenho B o mesmo eixo horizontal não possui o mesmo peso, pois existem dois eixos menores paralelos ao central (caminhos alternativos).

171.02 sintaxe espacial
 sinopses
 como citar

idiomas

original: português

compartilhe

171

171.00 infraestrutura
 Estações de metrô em
 São Paulo
 Mediações e diálogos na
 ressignificação do
 lugar
 Simone Sousa e Eunice
 Abascal

171.01 latinoamerica
 La arquitectura en la
 Argentina (1965-2000) -
 Parte 4
 Ramón Gutiérrez

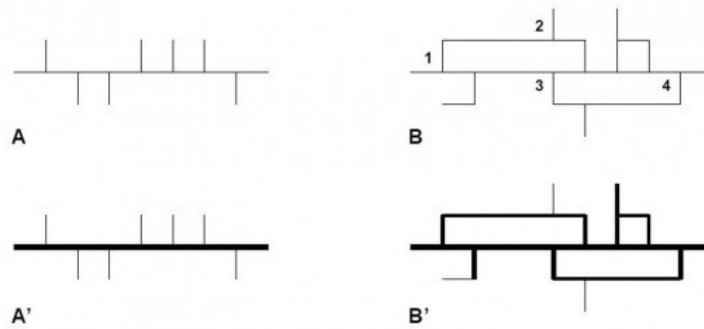


Figura 01. Duas configurações de malhas hipotéticas [HILLIER et al (1993)]

HILLIER et al. defendem que os atratores (pólos geradores de viagens) e os movimentos (fluxo de veículos + pessoas) possuem uma relação de causa e efeito, sendo que os movimentos influenciam na localização dos atratores e o contrário também é válido (3).

O mesmo não acontece entre a configuração urbana e os atratores; a configuração influencia tanto na localização dos atratores quanto nos movimentos, mas não é influenciada por ninguém (Figura 2).

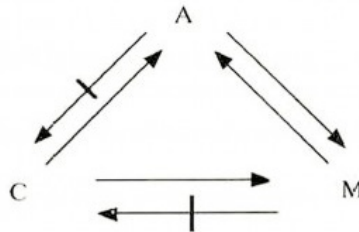


Figura 2. Relações entre atratores, configuração e movimentos onde A = atratores; C = configuração; M = movimento [HILLIER et al (1993)]

Assim, "as características morfológicas e urbanas de uma cidade ou região podem condicionar a sua infraestrutura e influenciar de maneira significativa na mobilidade e na circulação urbana e regional" (4).

Mas como uma alteração da morfologia urbana altera a forma como os indivíduos se apropriam do território? Essa questão pode ser explicada levando em consideração a renda dos indivíduos.

Essa questão é discutida por vários ramos da ciência, mas buscando um conceito da *Economia* onde se sugere que os indivíduos sempre vão preferir morar perto dos centros de negócios (empregos ou serviços) e como a procura tende a ser maior que a oferta, tais áreas tornam-se mais caras (lei da oferta e da procura) segregando espontaneamente as diferentes classes sociais no território (Figura 03).

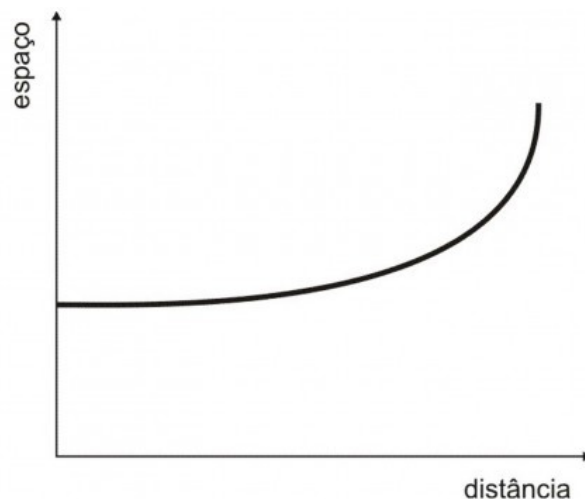


Figura 03. Curva de satisfação do indivíduo relacionando distância do centro de negócios x espaço utilizado pelo indivíduo [Adaptado de ABRAMO (2001)]

Considerando esse princípio, é possível supor que as alterações viárias reordenam a ocupação do território na medida em que os indivíduos percebem o aumento da acessibilidade das áreas afetadas pela intervenção (ou redução da distância ao centro de negócios) e tal percepção promove a

migração desses indivíduos ou a ocupação dessas áreas por novos indivíduos.

Outro ponto relevante é que a percepção que os indivíduos têm de “distância” não é apenas a geográfica, medida em metros ou quilômetros, mas também a chamada *distância topológica*, esta última mede “o modo como espaços [ou unidades espaciais do território urbano] se relacionam ou se articulam” (AGUIAR, 2002).

Mas como quantificar os impactos urbanos de uma intervenção viária? Como quantificar as mudanças de acessibilidade promovidas por tais intervenções viárias? Uma ferramenta que pode ser utilizada para medir tais mudanças é baseada na Sintaxe Espacial, que será descrita adiante.

Ferramenta para medir a forma urbana. Sintaxe espacial (SE)

“Medir” a forma urbana é bem mais do que medir a distância do ponto “A” ao ponto “B”, é quantificar as relações entre “as barreiras e as passagens”, é medir as propriedades citadas por HOLANDA (2002) como circunscrição, continuidade, descontinuidade, separação, integração, segregação, etc., que são de natureza topológica e não geométrica.

O ferramental que trabalha com esse princípio se originaram da Sintaxe Espacial, desenvolvida nos anos 70 através dos estudos de Bill Hillier e Adrian Leaman, na Bartlett School, Universidade de Londres e depois exposto através da publicação do livro “The Social Logic of Space” em 1984.

O ferramental se utiliza da “teoria dos grafos” onde a malha viária é representada através de um grafo onde as ruas correspondem aos nós do grafo e os cruzamentos são representados pelas arestas (Figura 04), dessa forma é possível então criar uma hierarquia viária calculando as medidas topológicas, sendo a maioria delas já existentes, apenas adaptadas.

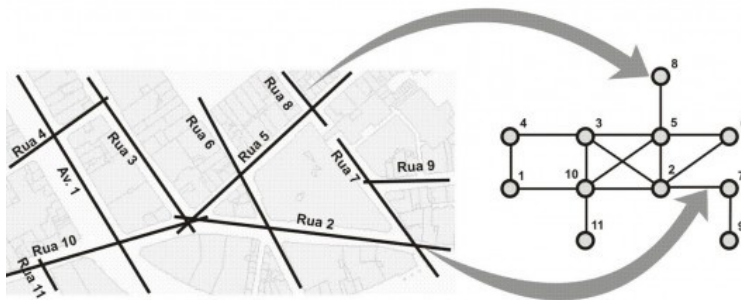


Figura 04. Representação em forma de grafo de um trecho de uma malha urbana onde os nós representam as vias e as arestas representam os cruzamentos
Elaboração Antonio Wagner Jales

Com a utilização dos grafos para interpretar e descrever a organização espacial e suas relações de barreiras e permeabilidades (Figuras 5a e 5b) surgiu também a necessidade de se utilizar um novo tipo de distância que não seja a geométrica, mas sim a topológica. A topologia, amplamente utilizada pela matemática, é o “ramo da geometria que se baseia na noção de um espaço não quantitativo e em que apenas se consideram as relações de posição dos elementos das figuras” (MICHAELIS, 2008).

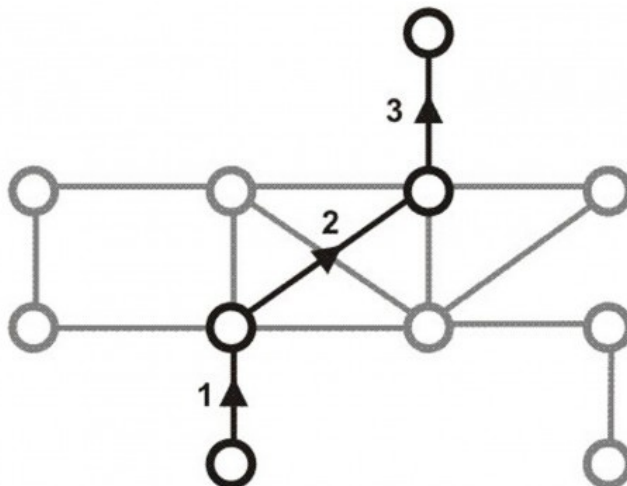


Figura 05a. Distância topológica
Elaboração Antonio Wagner Jales



Figura 05b. Distância topológica em malha viária
Elaboração Antonio Wagner Jales

A utilização de tais medidas permitiu analisar a configuração urbana de forma quantitativa. Inicialmente as medidas sintáticas foram classificadas em 1ª e 2ª ordem. As últimas são combinações das primeiras. Atualmente, existem mais de 20 medidas sintáticas.

Variáveis de 1ª Ordem

Como exemplo das variáveis de primeira ordem tem-se a **Conectividade** (*connectivity*): segundo HILLIER (1987), é "a quantificação do número de linhas que estão a somente um passo da linha analisada e imediatamente conectada a ela, fornecendo, assim, uma dimensão local para ela" (Equação 1).

É a variável mais simples de se perceber e sua formulação matemática equivale ao "grau de um vértice" da "teoria dos grafos", que é o "número de arestas que incidem em um dado vértice" (WILSON, 1989). O mapa axial representa o número de linhas axiais que interceptam uma linha dada (Figuras 6a, b, c, d).

$$c_i = \sum_{i \neq j} 1$$

Equação 1

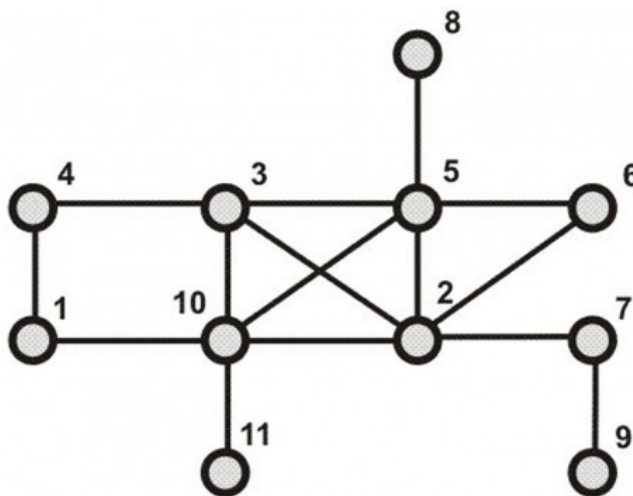


Figura 6a. Representação do sistema viário em forma de grafo
Elaboração Antonio Wagner Jales

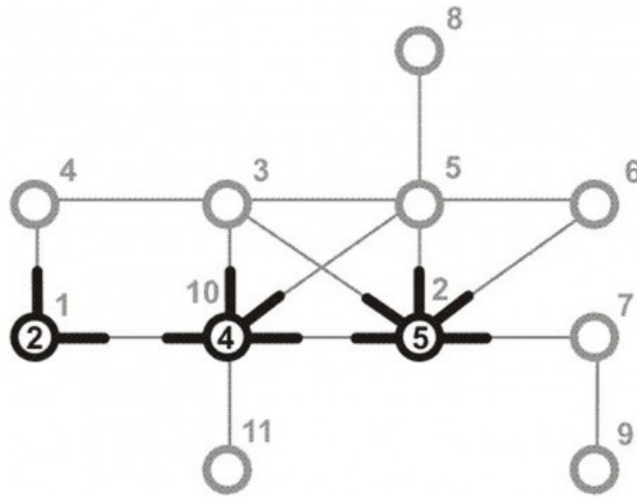


Figura 6b. Contagem das arestas para cada vértice segundo variável "Conectividade"

Elaboração Antonio Wagner Jales

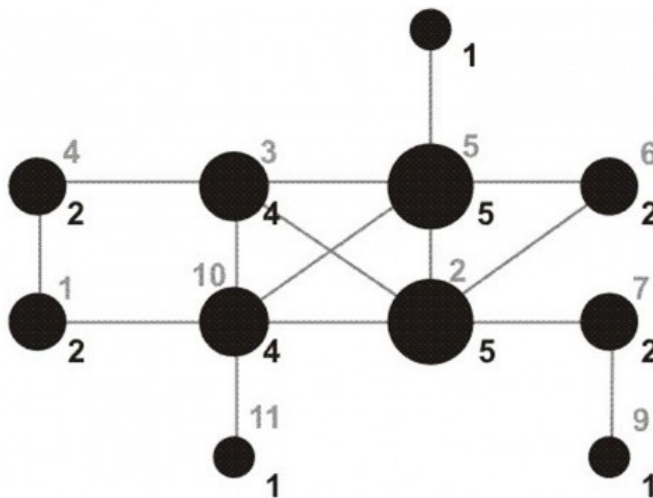


Figura 6c. Hierarquia dos vértices em função do número de arestas

Elaboração Antonio Wagner Jales

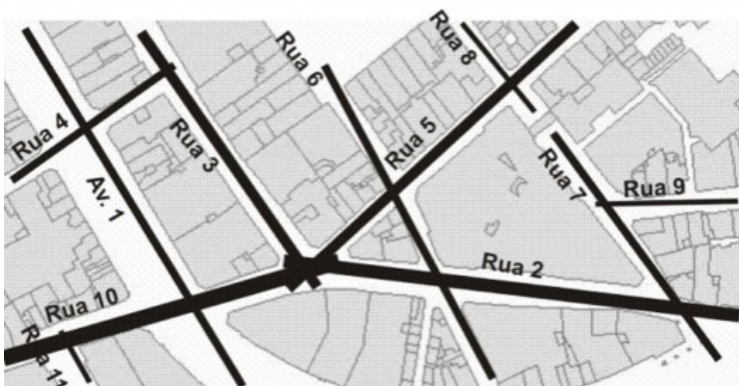


Figura 6d. Hierarquia Viária segundo valores de "conectividade"

Elaboração Antonio Wagner Jales

Existe também a Integração global (*global integration*) onde a relação de acessibilidade topológica se torna positiva, ou seja, quanto maior o valor da integração global, maior a acessibilidade topológica. Integração local (*local integration*): tem como objetivo "estudar a acessibilidade em diferentes escalas e para diferentes fenômenos urbanos" (MEDEIROS, 2004), ou seja, fazer a função da "integração global", mas calculada em relação "a um subconjunto k' correspondente a todos os espaços j que estão a uma distância topológica $d(ij)$ menor ou igual a um dado raio r " (MEDEIROS, 2004).

E a Escolha (*choice*): a escolha se desdobra em duas variáveis - a escolha global (*global choice*) que, segundo HILLIER et al. (1992) *apud* MEDEIROS (2004), "é o número de vezes n que um determinado espaço i é utilizado nos menores caminhos de todos os espaços para todos os espaços do sistema". Variáveis de 2ª ordem

Inteligibilidade (*intelligibility*): surge do grau de correlação entre a integração e a conectividade, e “é usado para descrever a relação das partes com o todo na configuração espacial” (JIANG et al., 2000). BANDEIRA (2006) ainda acrescenta que tal indicador “é um guia confiável para determinar a importância que uma linha tem dentro do sistema, se as linhas são bem conectadas serão também bem integradas”.

O que se faz, então, é identificar se a propriedade local (conectividade) de um determinado espaço se correlaciona com uma propriedade global (integração) e a aplicação prática de tal conceito é que, “quanto maior a inteligibilidade do sistema, mais provável é que os fluxos se concentrem ao longo das vias mais integradas” (SOUZA, 2003). A mesma variável também é mencionada em HILLIER et al. (1987), que afirmam que, através dela, “o todo pode ser lido pelas partes”.

Sinergia (*sinergy*): correlação entre a integração local e a integração global. “Ela mede a combinação de forças (sinergia) entre a acessibilidade local e a acessibilidade global” (MEDEIROS, 2004).

Acessibilidade: ao estudar as relações entre a variável escolha e a integração global, HILLIER et al. (1987) identificam que “a correlação entre essas duas variáveis indicará o grau de acessibilidade”. Também afirma que tal correlação estabelece o potencial que o espaço analisado tem para movimentos “de passagem” ou “de/para” (equivalente à origem e/ou destino de viagens em transportes).

Através das variáveis sintáticas foi possível medir a correlação entre movimentos de pedestres e veículos e propriedades morfológicas da malha urbana através de procedimentos estatísticos e testar a teoria do “movimento natural”. Para maiores detalhes dessas pesquisas, consultar HILLIER et al. (1993).

O estudo de caso

Para testar os impactos morfológicos de uma intervenção urbana através da Sintaxe Espacial, utilizou-se como estudo de caso a construção da chamada Avenida Expressa, na cidade de São Luís/MA.

Urbanização de São Luís

São Luís, fundada por franceses em 1612 tem de fato um processo de “urbanização” após a retomada da região pelos portugueses por volta de 1615 onde a cidade possuía um eixo de expansão urbano bem definido, indo do Centro ao bairro do Anil (figura 9), tal eixo foi obedecido até 1965. Após a construção da ponte José Sarney, que liga a região do Centro ao bairro do São Francisco por volta dos anos de 1970, muda-se a dinâmica de crescimento da cidade.



Figura 9. Eixos de Expansão urbana de São Luís [BURNETT, 2008]

Construção da Avenida Expressa

A nova via ligará a Avenida Carlos Cunha (Euclides Figueiredo), próximo ao Sítio Santa Eulália à Avenida Daniel de La Touche, na altura do Ipase (figura 10). “A avenida terá 7,3 km e passará por trás dos bairros do Cohafuma e Vinhais, paralela à Avenida Jerônimo de Albuquerque, até o Ipase por meio de alças de acesso” (MARANHÃO, 2011).

De acordo com o mesmo portal, a nova avenida atenderá 300 mil pessoas e “cerca de 30% do tráfego das avenidas Jerônimo de Albuquerque e dos Franceses”. Atualmente a entrega da obra foi parcial, o trecho que está disponível para a população vai do Jaracaty até o Cohafuma.



Figura 10. Visualização do percurso da Avenida Expressa
Elaboração Antonio Wagner Jales [Google Earth]

Aplicação das variáveis de 1ª ordem COM e SEM a Avenida Expressa

Foram calculadas as variáveis de primeira ordem: Integração Global, Integração Local, Escolha, Controle e Conectividade usando mapa axial "com" e outro "sem" a nova avenida. Os resultados seguem tabela 01.

Variável	SEM		COM	
	Média	Desvio	Média	Desvio
Conectividade	3,514	2,876	3,514	2,876
Controle	0,999	0,935	1,000	0,934
Escolha	0,002	0,012	0,002	0,012
Integração Global	0,515	0,114	0,516	0,114
Integração Local	0,883	0,131	0,883	0,130

Tabela 01. Comparação das variáveis de 1ª Ordem, "SEM" e "COM" a Avenida Expressa

A construção da avenida não gera mudanças significativas nos valores médios e desvios das variáveis de 1ª ordem. Isso pode ser explicado ao fato de que a intervenção estudada representa um acréscimo quase insignificante quando se avalia toda a malha viária da cidade e pode ser observado nos mapas axiais gerados "COM" e "SEM" a intervenção. (Figuras 11a e 11b).

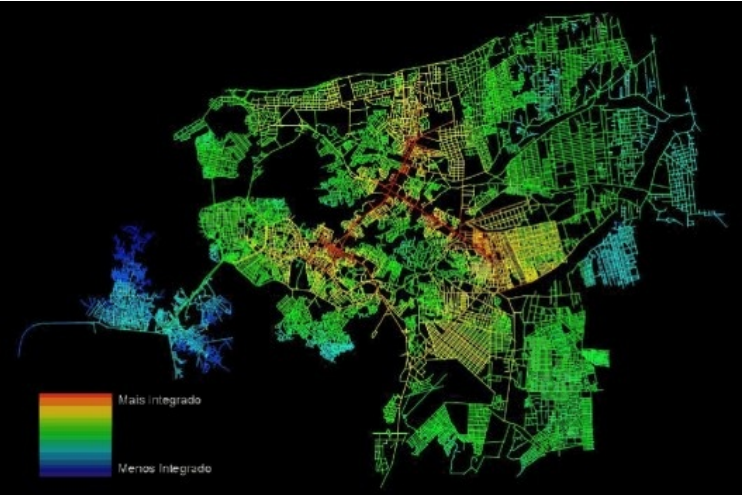


Figura 11b: Integração Global SEM a Av. Expressa
Elaboração Antonio Wagner Jales



Figura 11a. Integração Global "COM" a Av. Expressa (em branco)
Elaboração Antonio Wagner Jales

Os impactos da intervenção são mais perceptíveis quando se calcula a mesma variável em uma fração da malha viária, nesse caso, considerou-se um raio de 4 km em volta da proposta da nova avenida (Figuras 12a, e 12b). Pela análise visual dos mapas axiais gerados é possível perceber o efeito imediato na Avenida Daniel de La Touche em frente ao Ipase.



Figura 12b. Integração Global calculado em um raio de 4 km "SEM" Expressa
Elaboração Antonio Wagner Jales



Figura 12a. Integração Global calculado em um raio de 4 km “COM” Expressa
Elaboração Antonio Wagner Jales

Ao calcular as variáveis de segunda ordem, observa-se um leve ganho na variável *sinergia*, na variável *Sinergia* e *Inteligibilidade* sem alterações na *Acessibilidade*.

Variável	SEM	COM
Inteligibilidade	0,0247	0,0246
Sinergia	0,5396	0,5427
Acessibilidade	0,0119	0,0119

Tabela 02. Cálculo das variáveis de 2ª Ordem, “SEM” e “COM” a Avenida Expressa

A figura 13 mostra quanto aumentou percentualmente o valor da variável *Integração Global* em alguns pontos da cidade quando se compara tais pontos *com* e *sem* a Avenida Expressa. Os maiores ganhos diretos no aumento da acessibilidade da malha viária ocorrem nos bairros do São Francisco, Renascença e Jaracaty.



Figura 13. Mudanças na acessibilidade da malha após a intervenção da Avenida Expressa
Elaboração Antonio Wagner Jales

Apesar da Via Expressa aumentar a *Integração Global* da região do Renascença que, segundo a figura 14a, é de baixa densidade, a intervenção privilegia uma região de média e alta renda (figuras 14b). Em compensação o reflexo da Via Expressa se estende ao eixo Centro-Anil nos bairros do Centro, Monte Castelo e até o João Paulo, o eixo de expansão original da cidade.

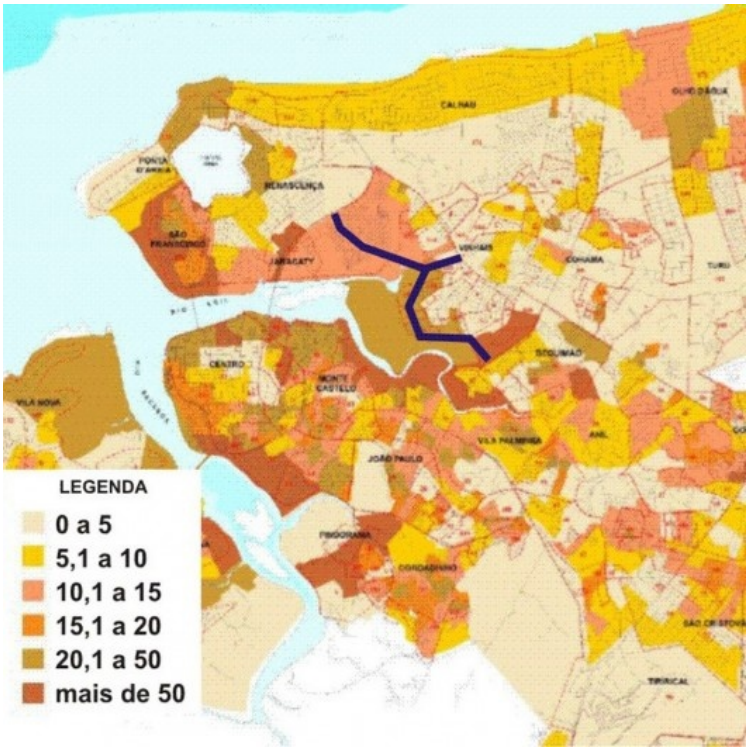


Figura 14a. Densidade Populacional (hab/ha)
Elaboração Antonio Wagner Jales [SÃO LUIS (2006)]

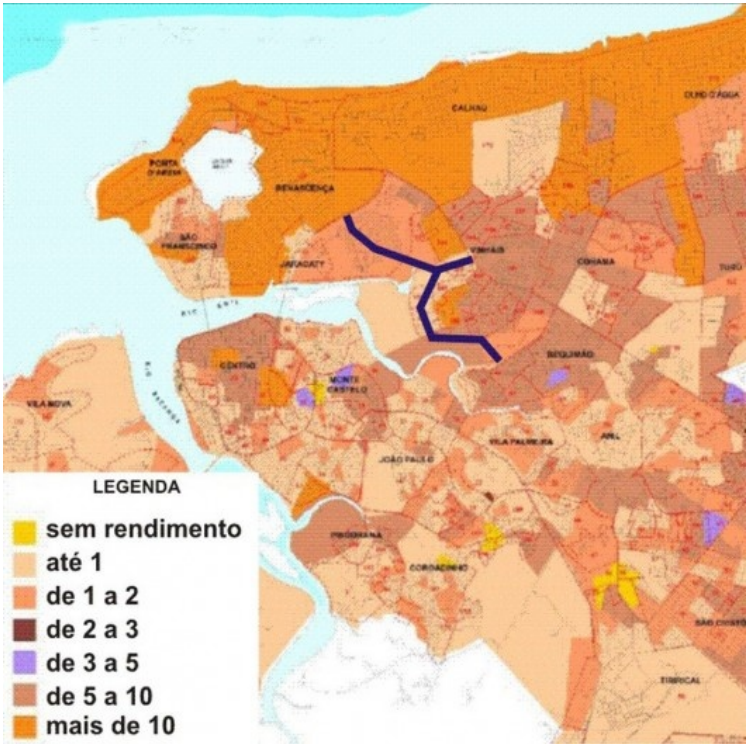


Figura 14b. Rendimento (No. de salários mínimos)
Elaboração Antonio Wagner Jales [SÃO LUIS (2006)]

Conclusões e recomendações

Quais princípios deveriam nortear as intervenções viárias

Segundo PEREIRA et al, (2011). “sugerir sistemas viários mais integrados e mais compactos (em termos topológicos e geométricos) tende a proporcionar uma configuração urbana mais eficiente para o desempenho do transporte urbano motorizado”.

As intervenções no sistema viário devem estimular a ocupação de vazios urbanos e conectar áreas segregadas com o objetivo de “aumentar o grau de permeabilidade global dos seus sistemas de transporte” (PEREIRA et al, 2011), mas não devem privilegiar a acessibilidade de áreas já valorizadas em detrimento a áreas de baixa acessibilidade.

Investir em obras viárias com o objetivo de aumentar a fluidez do tráfego não é pensar em mobilidade urbana de forma estruturada, mas sim fortalecer um modelo de cidade baseada na utilização do carro, indo de encontro a um dos princípios da política mobilidade urbana que é a “prioridade dos modos de transporte não motorizados sobre os motorizados

e o serviço do transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado" (BRASIL, 2012).

Intervenções similares a Via Expressa dão uma falsa sensação de melhoria na fluidez do tráfego, pois amenizam temporariamente a saturação do tráfego, mas não eliminam a causa-raiz do problema que é o aumento da frota de veículos que circulam na cidade.

Uma sugestão de intervenção estruturadora

Se existe a necessidade de um investimento viário de grande porte, uma intervenção que estaria em linha com os princípios apontados seria a criação de uma ligação entre a Avenida Ferreira Gular no São Francisco e a Avenida Senador José Sarney, na Vila Nova através de uma ponte de aproximadamente 3 km (Figura 15) que sai da Ilhinha até a praia da Guia.

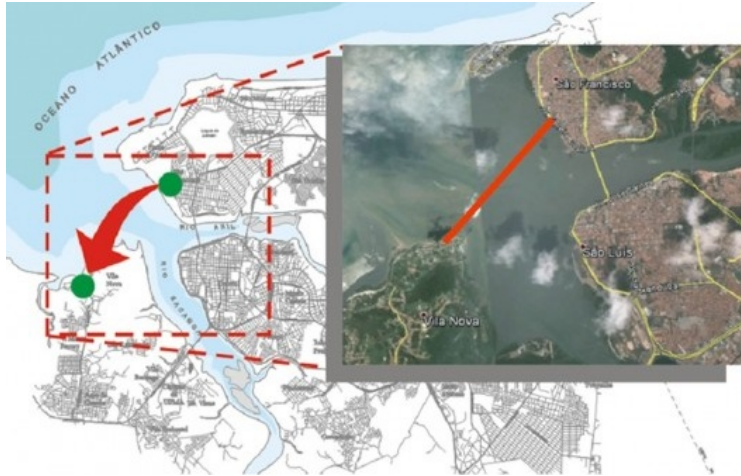


Figura 15. Proposta de Intervenção
Elaboração Antonio Wagner Jales

Dessa forma, integra-se mais a área do Itaqui-Bacanga ao restante da cidade que, conforme figuras 14a e 14b, tem alta densidade e baixa renda. Tal intervenção tornaria a região do Itaqui-Bacanga menos "isolada" morfológicamente.

Tal intervenção poderia incentivar uma nova forma de apropriação da região do Anjo da Guardam e Vila Nova e, em longo prazo, promover a requalificação da área do Itaqui-Bacanga. No curto prazo, tal ligação reduziria o fluxo de veículos que passam pela Avenida Beira-Mar, no Centro Histórico, que necessitam chegar ao setor industrial.

notas

- 1
AGUIAR, 2010
- 2
HILLIER *et al.*, 1993
- 3
HILLIER *et al.* (1993)
- 4
MCIDADES, 2007

referência bibliográfica

- ABRAMO, P., (2001) Mercado e ordem urbana: do caos à teoria da localização residencial, FAPERJ, Rio de Janeiro, 2001.
- AGUIAR, D. V. (2002) Alma espacial, Texto especial 121, obtido do site www.vitruvius.com.br visitado em janeiro de 2003.
- BARROS, A. P. B. G. (2006) *Estudo exploratório da sintaxe espacial como ferramenta de alocação de tráfego*. Msc. Mestrado em Transportes, Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2006.
- BRASIL (2012), Presidência da República, Casa Civil, Lei No. 12.587 de 3 de Janeiro de 2012 que institui as Diretrizes da Política da Mobilidade Urbana, Brasília-DF.
- BURNETT, F. L. (2008), *Urbanização e Desenvolvimento Sustentável. A sustentabilidade dos tipos de urbanização em São Luís do Maranhão*, Editora UEMA, São Luís, 2008.
- HILLIER, B. PENN A., HANSON J., GRAJEWSKI T. e XU, J. (1993) *Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement*. Environment and Planning, Londres, Pion Publication.
- HILLIER, B., BURDETT, R., PEONIS, J. e PENN, A. (1987) *Creating life: or does architecture determine anything?* Arch. & Comport./Arch., v. 3, n. 3, p. 233-

250.

HOLANDA, F. (2002), *O espaço de exceção*, Editora Universidade de Brasília, Brasília-DF.

JALES, A. W. L. (2009), *Estimação de Volumes de Tráfego com base na Morfologia Urbana. Estudo de caso: Cidade de Fortaleza-CE*. Fortaleza, 2009. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2009.

JIANG B., CLARAMUNT C. e KLARQVIST B. (2000) *Integration of space syntax into GIS for modeling urban spaces*. JAG, v. II, 2000.

MARANHÃO (2011), Governo do Estado, Sinfra detalha o projeto da Via Expressa em São Luís.<<http://www.ma.gov.br/index.php/agencia/noticias/?id=16324>> Acesso em fevereiro de 2013.

MEDEIROS, L. F. (2004a) *Linhas de continuidade no sistema axial*. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Urbano, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, UFPE, Recife, 2004.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007), *PlanMob – Construindo a Cidade Sustentável. Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana*. Secretaria de Transporte e Mobilidade Urbana – DEMOB. Brasília-DF.

PEREIRA, R. H. M. ; BARROS, A. P. B. G., HOLANDA, F. R. B. e MEDEIROS, V. A. S (2011). O uso da Sintaxe Espacial na análise do desempenho do Transporte Urbano: Limites e Potencialidades. Texto para Discussão 1630. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Rio de Janeiro-RJ.

SÃO LUÍS (2006) São Luís: Uma leitura da cidade. Prefeitura de São Luís / Instituto de Pesquisa e Planificação da Cidade. São Luís: Instituto da Cidade, Espírito Santo, José Marcelo (Org.). 2006.

sobre o autor

Antonio Wagner Lopes Jales é arquiteto e urbanista formado em 2006 pela Universidade Estadual do Maranhão e mestre em Engenharia de Transportes pelo Departamento de Engenharia de Transportes (DET) da Universidade Federal do Ceará (UFC), desde 2009.

comentários