

ESTRATÉGIAS INTEGRADAS DE TRANSPORTE E USO DO SOLO VISANDO A REDUÇÃO DE VIAGENS POR AUTOMÓVEL

Vânia Barcellos Gouvêa Campos - D.Sc.
Bruna Pinheiro de Melo – M.C.

1- INTRODUÇÃO

Existe, atualmente, no Brasil e no exterior, uma grande preocupação quanto ao uso excessivo do transporte individual, e principalmente, com os impactos causados por este fenômeno. Este problema é observado, principalmente nas médias e grandes cidades, onde diariamente, se observam congestionamentos nos principais corredores de transporte, e que têm como consequência uma redução da mobilidade urbana e um aumento da poluição atmosférica e sonora. Além disso, este problema reduz, direta ou indiretamente, a qualidade de vida da população atingida.

Tendo como objetivo aumentar a mobilidade urbana foram desenvolvidos alguns estudos no exterior para definir e avaliar estratégias, integrando transporte e uso do solo, com vistas a reduzir a utilização do transporte privado. Estas estratégias tendem a aumentar o uso do transporte público e reduzir as viagens, principalmente por automóvel, incentivando as caminhadas e uso de bicicletas.

Desta forma, procurou-se fazer um estudos destas estratégias e dos indicadores relacionados com as mesmas, de forma a propor medidas que possam ser implantadas em cidades de médio e grande porte no Brasil, a nível de planejamento urbano e de transporte e que induzam a uma redução do uso do automóvel.

2- A RELAÇÃO TRANSPORTE E USO DO SOLO

Uma premissa básica do planejamento dos transportes é a de que usos diferentes do solo geram padrões de viagens diferentes. Se as viagens urbanas se fazem por meio do sistema viário urbano, então este também deve ser vinculado ao tipo de ocupação que ele serve. Esta visão, porém, não é considerada no planejamento das cidades brasileiras, que se baseia principalmente, na oferta de espaço não no gerenciamento da demanda, gerando custos sociais, econômicos e ambientais que hoje são inadmissíveis, como: grandes distâncias a serem vencidas pela infra-estrutura básica viária e tempos de viagem elevados, sistemas de transporte restritos e aumento da poluição entre outros.

Existe um número crescente de estudos empíricos sobre a interação entre transporte e uso do solo nas áreas urbanas (Lautso et al, 2004). A maioria das questões observadas nestes estudos com relação às viagens por automóvel compreende:

- **Impactos do uso do solo sobre o transporte** – A densidade residencial tem se mostrado um fator inversamente correlacionado com o comprimento das viagens. A centralização de empregos implica em maiores viagens enquanto que o comprimento

das viagens são menores em áreas que apresentam uma razão balanceada entre residências e empregos. Estudos americanos confirmam que facilidades atrativas na vizinhança também contribuem para médias menores de comprimento de viagem. A visão teórica de que a distancia das residências aos centros de trabalho é um fator determinante do comprimento médio das viagens foi confirmada empiricamente. Nenhum dos estudos identificou um impacto significativo de algum fator sobre a frequência de viagens. A densidade de residentes e de emprego, tanto quanto uma maior aglomeração e um rápido acesso às paradas e estações de transporte público mostraram-se positivamente correlacionadas com a demanda por transporte público. Vizinhanças “tradicionais” mostraram um mais alto percentual de não utilização do automóvel.

- **Impactos do Transporte sobre o uso do solo** - a acessibilidade dada pelo transporte é considerada como uma variável importante para diferentes tipos de uso do solo, pois é um fator essencial para localização de lojas de varejo, escritórios e residências. Locais com alta acessibilidade tendem a ter um desenvolvimento mais rápido que outras áreas. O valor da acessibilidade para as indústrias varia consideravelmente, dependendo, principalmente, do tipo de mercadoria produzida. De uma forma geral, melhoramentos ubíquos na acessibilidade provoca uma organização mais dispersa do uso do solo.

Holtzclaw (1990) (apud Handy,1996), usando dados da Área da baía de São Francisco, CA, procurou relacionar a VMT¹ com a densidade e, em 1994, HOLTZCLAW, num mesmo tipo de pesquisa, na mesma área, relacionou a VMT com a densidade e a acessibilidade do transporte público. Para tanto, a região foi dividida em cinco áreas de vizinhança, caracterizadas em termos de densidade residencial líquida, densidade populacional bruta, e densidade de empregos no serviço no local, e adicionou a este procedimento em 1994, índices de acessibilidade, de lojas na vizinhança e de acessibilidade do pedestre. Os fatores sócio-econômicos não foram envolvidos, por se tratarem de áreas com diferenças modestas de renda.

O resultado, como esperado, foi que para cada tipo de vizinhança (que apresentavam características de densidades diferentes) foi encontrada uma VMT diferente. Mais ainda, Holtzclaw (1994) observou que quando as densidades residenciais, populacionais e comerciais, e de transportes público diminuem, a taxa de propriedades de veículos aumenta, assim como a VMT. Dobrando a densidade residencial ou populacional, a VMT per capita diminui em 20 a 30%. Esse resultado, à primeira vista contraditório ao princípio de que o número de habitantes está diretamente relacionado ao número de automóveis, se explica pela migração das viagens por automóvel para o meio a pé, devido à adequação das vias de transporte aos pedestres, e às pequenas distâncias de viagens.

Quando avalia o impacto do transporte público na redução efetiva das viagens por automóvel, Holtzclaw (1994) nota que a alta densidade de São Francisco e seu sistema de transporte

¹ VMT refere-se ao comprimento das viagens e à quantidade de viagens feitas pelos automóveis. Ela diminui quando o deslocamento de viagem é menor (áreas mais compactas) e quando se diminui a necessidade de deslocamento, ou pela supressão desta (como por exemplo, trabalho em casa) ou pela troca de meio de transporte - do automóvel para outros meios, ou coletivos (transporte público), ou carona, ou ainda transporte não motorizado (bicicleta ou a pé).

diminuem o tamanho das viagens suficientemente para permitir que cada uma milha (1,64 Km) viajada no transporte público substitua oito milhas (13,12 Km) (viajadas no automóvel). Citando pesquisa realizada em Nova Iorque especificamente no distrito de Manhattan (também servido por um bom sistema de transporte, e de alta densidade tanto populacional quanto residencial) ele encontrou que um motorista dessa região dirigia 46% a menos se comparado à um motorista morador do subúrbio, e que apenas 20% dos moradores possuíam carros. Neste caso ocorre a migração do modo automóvel para o transporte público. É interessante notar que nas regiões centrais, mais densas comercialmente, mesmo que a necessidade de transporte seja maior, as viagens de automóvel são menores. É importante, porém, que se observem as características da população de Manhattan, que pelo preço do espaço urbano são criados numa cultura sem automóvel, diferente dos habitantes de cidades em que não existem essas restrições.

No estudo do projeto LUTRAQ (Land Use, Transportation and Air Quality Connection) para Portland (apud Handy, 1996) que pretendia determinar as implicações do desenho orientado ao pedestre, das altas densidade e do nível de serviço, na geração de viagens e na VMT, criou-se uma lista de medidas simpáticas ao pedestre chamado de “fatores do meio ambiente do pedestre” composto por 4 variáveis :

- Facilidade para cruzar a rua.
- Continuidade das calçadas.
- Características do sistema viário (*cul-de-sac* x reticulado);
- Topografia.

Uma equipe de especialistas deu as notas para se obter um fator total para pedestres (que variava de 4-12). Esse fator assim como as distâncias médias de viagem foi utilizado para agrupar as zonas. A porcentagem de viagens a pé e de bicicleta e uma média da VMT foram calculadas e comparadas por zona em relação aos fatores de pedestre e por zonas categorizadas pela densidade residencial e nível de serviço do transporte público. Os resultados mostraram uma diminuição significativa na VMT e um aumento na modalidade de transporte solidário quando o fator do meio ambiente do pedestre aumenta, sugerindo que o desenho orientado ao pedestre está associado com um menor uso do automóvel. Também aparecem no resultado que as vizinhanças orientadas ao pedestre quando cercado por subúrbios orientados ao automóvel, não geram os mesmos resultado do que quando as vizinhanças ao redor são também orientadas ao pedestre, mostrando a necessidade e importância de se avaliar a área que cerca a zona e as características da vizinhança.

Um outro estudo do projeto LUTRAQ (1000 Friends of Oregon, 1993) sugere que o comprimento das viagens feitas pelos moradores de subúrbios hostis aos pedestres poderá ser reduzido em 10% com uma melhoria na forma de ocupação urbana, através de aumento da densidade, proximidade do emprego, padrões de vias, calçadas contínuas, facilidades para cruzar as vias e melhorias nos níveis de serviço de transporte público.

Frank e Pivo (1994) (apud Handy, 1996) usaram dados da Puget Sound Transportation Panel para testar a relação entre divisão modal e três variáveis de forma urbana (densidade populacional bruta, densidade de emprego bruta, e uso misto do solo) para sete tipos diferentes de uso do solo. Primeiro, fez-se uma correlação entre variáveis de forma urbana e o percentual de viagens pelos 3 modos (veículo individual, ônibus e a pé). Depois, para cada modo, foi definida uma equação de regressão múltipla, tendo como variáveis independentes

as variáveis da forma urbana e as características sócio-econômicas. Os resultados mostraram que as variáveis de ocupação urbana são importantes *preditores* da diminuição das viagens por automóvel (veículo individual) assim como dos modos ônibus e a pé.

Cervero e Kockelman (1996) investigaram a influência da densidade, diversidade e desenho urbano na demanda por viagens e propõem um modelo que relaciona as características do meio construído com as variações da VMT por residência e com a escolha modal, principalmente para viagens não relacionadas ao trabalho.

Os resultados mostram que a densidade, a diversidade de uso do solo e o desenho orientado ao pedestre podem reduzir significativamente as taxas de viagens e encorajam as viagens por meios alternativos ao automóvel.

O desenvolvimento compacto provou ser a maior influência para redução nas viagens ao trabalho. Já o fator que captura a qualidade das vias para pedestre teve apenas uma influência moderada na escolha modal para viagens não relacionadas a trabalho. Os moradores que vivem em vizinhanças orientadas ao pedestre e com estacionamentos restritos, apresentaram uma diminuição na VMT e um aumento na taxa de ocupação do veículo para viagens não relacionadas a trabalho.

As características, de densidade, de desenho e de ocupação e uso do solo são chamadas por Cervero & Kockelman(1996) de dimensões do meio construído da cidade.

Levine e Torng (1998), no trabalho “A Choice-Based Rationale for Land Use and Transportation Alternatives” comparam duas áreas, uma em Boston e a outra em Atlanta, nos EUA, sendo que a área de Boston representa uma ocupação mais densa (930.000 residências em uma área de 1.400 de milhas quadradas) do que a de Atlanta (1.100.000 residências em 3.000 milhas quadradas). O objetivo dessa comparação era ver a efetividade das políticas regulatórias e das formas de planejamento orientadas ao pedestre e ao transporte solidário e público.

Através da utilização das variáveis que caracterizavam as vizinhanças (densidade populacional, densidade de emprego, porcentagens de interseções em T, densidade de interseções, densidade de ruas, velocidade média, número médio de faixas, acessibilidade do automóvel, relação automóvel-transporte coletivo, variedade de uso do solo e intensidade do uso do solo) junto com fatores de preferência individuais dos moradores e políticas de ocupação do solo, verificou-se que a forma de ocupação urbana influencia os parâmetros pelos quais se medem os comportamentos de viagens, como o VMT.

Krizek (2001) criou o conceito de acessibilidade de vizinhança (Neighborhood Accessibility-NA) também para verificar a influência da forma de ocupação urbana no comportamento das viagens. Este autor classifica as variáveis de acessibilidade de vizinhança (NA) sob três dimensões básicas: densidade, diversidade e desenho (configuração das ruas), onde:

- A densidade é medida na forma de densidade bruta.
- A diversidade ou dissimilaridade (ou o uso misto do solo) é medida pelo número de empregos no comércio ou serviços na zona de análise e pelo número de estabelecimentos comerciais e de serviço.

- As variáveis relacionadas ao desenho /configuração viária são descritas de acordo com quatro categorias: padrão das ruas, amenidades para pedestre e elementos experimentais como o *traffic calming* e índices compostos.

Rajamani et. al (2003) investigou o impacto da forma de ocupação urbana, mais especificamente o meio construído, nas viagens não relacionadas com o trabalho (que para eles representam $\frac{3}{4}$ das viagens realizadas dentro da área urbana) e a escolha modal.

As medidas da forma de ocupação urbana consideradas no modelo pertencem a quatro categorias: uso misto do solo, acessibilidade, densidade residencial e conectividade das redes de ruas, A conectividade da rede local de ruas captura a adequação das ruas da vizinhança para o uso de pedestres e ciclistas.

Como resultado, observou-se:

- que a disponibilidade de áreas de lazer na vizinhança aumenta a propensão de se andar para chegar as mesmas. O coeficiente positivo especifica a caminhada como o modo substituto para o automóvel potencializado pelo uso misto do solo.
- que o uso misto do solo é um incentivo efetivo no uso da caminhada como modo de transporte para viagens não - trabalho.
- que os moradores de zonas com uma acessibilidade regional mais alta por um certo modo, tem grande preferência em utilizar este modo para viagens de lazer. Ainda quanto a acessibilidade, outra conclusão da pesquisa é de que moradores de zonas com alta acessibilidade local, em função da grande porcentagem de residências dentro de uma distância de caminhada dos pontos de ônibus, têm alta propensão a utilizar o transporte público.
- que as vizinhanças densas diminuem a probabilidade de se utilizar o automóvel e aumentam a probabilidade de utilizar o transporte público.
- com relação à conectividade das ruas, que um grande número de ruas com *cul-de-sac* na vizinhança é um fator de dificuldade para a caminhada pela sua forma curvilínea e suas rotas aparentemente mais longas, ou seja, reduz o número de viagens a pé, mas não demonstrou a influência desta característica com os outros modos. .

Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos pela Comunidade Européia como o PROPOLIS(2000), TRANSPLUS(2002) e o TRANSLAND(2000) que visam identificar estratégias para transporte e ocupação urbana visando a sustentabilidade. Para tal, desenvolveram-se alguns estudos de casos para avaliação de diferentes medidas que de uma forma geral compreendem, a implantação de ciclovias e melhores condições para os pedestres, o adensamento populacional em áreas bem servidas pelo transporte público, políticas de restrições para implantação de estacionamentos, revitalização dos centros históricos, criação de novas áreas de desenvolvimento com residências comércio e serviços em locais onde já existe uma oferta de transporte público ou em que a mesma pode ser aumentada. Foram também propostos indicadores com o objetivo de monitorar e avaliar as medidas implantadas.

Dentre estes projetos, o PROPOLIS (2000) visa desenvolver e testar políticas integradas de Transporte e Uso do Solo, ferramentas e metodologias de avaliação visando definir estratégias de desenvolvimento urbano sustentável e verificar seus efeitos em cidades européias. Os resultados deste projeto mostram que com o crescente volume de tráfego a sustentabilidade das cidades européias está ambiental e socialmente se reduzindo apesar dos planos locais projetados para melhorar a situação. Assim, somente ações radicais podem manter o nível

atual de sustentabilidade e o uso do solo e os transportes têm que ser vistos em conjunto dentro deste contexto. A sustentabilidade pode ser melhorada pela oferta de um melhor serviço de transporte público enquanto se restringe o uso do automóvel e com políticas de uso do solo como suporte a estas medidas. Seguindo estas medidas, conforme observado através de estudos de caso em sete cidades europeias, melhora-se simultaneamente a dimensão ambiental e social da sustentabilidade sendo ainda economicamente eficientes (PROPOLIS, 2004).

3 - ESTRATÉGIAS E INDICADORES DE USO DO SOLO E SISTEMA DE TRANSPORTE

Conforme se pode observar nas pesquisas apresentadas existem estratégias que associadas a oferta do sistema de Transporte podem induzir a uma redução de uso do automóvel. Observou-se principalmente que existe uma forte relação entre o uso diferenciado do solo, a densidade de ocupação, principalmente quando relacionada a acessibilidade ao transporte público e as facilidades para pedestres e ciclistas como fatores de incentivo ao uso do transporte público e do transporte não motorizado. Associadas às estratégias existem diferentes medidas de ocupação do solo e de transporte que podem ser introduzidas nos planos urbanos, e que a médio e longo prazo, podem melhorar a mobilidade urbana de forma sustentável.

Para tanto se apresenta na tabela 1, a seguir, um conjunto de estratégias relacionada com o uso e a ocupação do solo e as condições para implantação de forma integrada ao sistema de transporte.

Tabela 1 – Estratégias de uso e ocupação do solo integradas ao transporte

Estratégia	Condições para Implantação
1- Aumento da Densidade populacional/Residencial	Próximo às estações/terminais de transporte urbano dentro de uma distancia máxima de 500m, ou seja, dentro de um círculo de 500m centralizado na estação.
	Próximo a um corredor de Transporte (por exemplo: ônibus, VLT) dentro de uma faixa de 500m acompanhando este corredor (1)
2-Diversidade de uso do solo	Incentivar a implantação de diferentes tipos de comércio e serviços dentro de quadras residenciais atendendo a uma população num raio máximo de 500m associado a implantação de calçadas e travessias para pedestres e ciclovias
3-Acessibilidade para o pedestre	Implantação de calçadas que facilitem o acesso as estações e ao comércio dentro das quadras conforme definido nas estratégias 1 e 2
4- Ciclovias	Implantação de vias,estacionamentos e sinalizações próprias para ciclistas principalmente quando, associadas às estratégias 1 e 2
5- Áreas de estacionamentos	Somente na proximidade de estações ou corredores de transporte numa distancia máxima de 300m de caminhada destes pontos.
6- Traffic Calming	Implantação de medidas de Traffic Calming dentro das áreas citadas em 2 (dois) e dentro de centros históricos e de atração turística
7- Revitalização de áreas	Quando próximas às estações ou corredores de transporte tanto para o uso residencial como comercial.

Esta proposta de estratégias visa, conforme mencionado anteriormente, uma redução do uso do automóvel e incentivar, ou mesmo otimizar, o uso do transporte público, contribuindo também para a economia urbana.

4 - INDICADORES RELACIONADOS COM AS ESTRATÉGIAS A SEREM IMPLANTADAS

A partir das estratégias podem ser definidos indicadores para serem usados na monitoração e análise da eficiência das mesmas. Estes indicadores podem ser divididos em duas categorias. Uma para medir a estratégia implantada e outra para medir o efeito que pode ocorrer no sistema de transporte conforme apresentado nas tabelas 2 e 3. Na tabela 2 tem-se os indicadores referentes ao uso e ocupação do solo que representam medidas implantadas em função das estratégias propostas, e na Tabela 3, referente ao transporte, têm-se os indicadores que podem sofrer alterações em função das estratégias. Ou seja, quando se implanta uma das estratégias tem-se um efeito sobre o sistema de transporte que pode ser medido através dos indicadores propostos. Desta forma, pode-se monitorar as estratégias através das consequências observadas (indicadores relacionados com o transporte) e com o passar do tempo tem-se como avaliar os efeitos de estratégias a serem implantadas em outras regiões através de modelos que possam ser formulados com base no desempenho dos indicadores.

Tabela 2 - Indicadores para Monitoração e Avaliação das Estratégias

Densidade populacional
Densidade residencial
Número de estabelecimentos comerciais e serviços
Diversidade de uso comercial
Amenidades para pedestres (calçadas e faixas de travessia)
Extensão de ciclovias
Extensão de vias com Traffic calming
Vagas de estacionamentos
Area Revitalizada

Tabela 3 - Indicadores para Monitoração dos efeitos das Estratégias

Passageiros transportados pelo TPU
Oferta de transporte público
Trafego médio diário nas vias
Horas de congestionamento
Tráfego de automóveis
Acidentes no trânsito
Nível de poluição atmosférica
Oferta de transporte público

Para realizar o monitoramento e para fazer as avaliações devem ser definidas as formas de medir cada um destes indicadores que vai depender da forma como os dados podem ser disponibilizados ou armazenados durante um período de tempo.

5- CONCLUSÕES

Com base nos trabalhos apresentados neste artigo, identifica-se uma preocupação atual com o estudo de estratégias que possam reduzir a utilização do automóvel como forma de melhorar a qualidade de vida das cidades. Porém, estas estratégias devem considerar a interação entre transporte e uso do solo e por isso definiu-se como estratégias integradas aquelas apresentadas

na Tabela 1 deste artigo. Estas estratégias devem dar suporte, principalmente, a planos de uso do solo visando a nova necessidade de moradias próximas as áreas centrais ou ao longo de corredores bem servidos de transporte público e a integração do espaço de vizinhança através de facilidades para pedestres e ciclistas assim como a implantação de comércio que satisfaçam no mínimo as necessidades básicas da vizinhança.

Assim, evidencia-se uma necessidade de desenvolver estudos que integrando o transporte com a ocupação urbana possa trazer como benefício uma redução do uso do automóvel e com isso tornar a cidade com maior qualidade de vida em função dos benefícios diretos e indiretos advindos desta redução do uso do automóvel.

Espera-se que este trabalho venha desta forma subsidiar, principalmente, planos de ocupação do solo, conscientes da importância dos transportes no desenvolvimento sustentável das cidades.

REFERÊNCIAS

- 1000 FRIENDS OF OREGON, (1993), Making Land Use Transportation Air Quality Connections – the Pedestrians Environment Vol. 4. Disponível em www.friends.org [capturado em 05.06.2003].
- CERVERO R;& KOCKELMAN, K. (1996), Travel demand and 3 D's: density, diversity, and designo - Transportation. Research n.3 ,p. 199-219.
- HANDY, S. (1996) Methodologies for exploring the line between urban form and travel behavior, Transportation Research Vol.1,p 151-165,.
- HOLTZCLAW, J. ,1994 Using residential patterns and transit to decrease auto dependence and costs Natural Resources Defenses Council,p. 16-23.
- KRIZEK, K. J. 2001,Operationalizing Neighborhood Aecessibility for Land Use travel behavior research and Regional Modeling. Humphrey Institute of Public Affairs. Univ. of Minnesota,.
- LAUTSO,K.;2004, Spiekemann, K; Wegener, M.; Sheppard, I.; Steadman P.; Martino A.; Doming, R.; Gayda S.; PROPOLIS – Final Report, 2nd Edition, Filand 2004
- LEVINE , J.; TORNG , G. A Choice-Based Rationale for Land Use and Transportation Alternatives , Journal of Planning Education and Research, 1998.
- RAJAMANI, J; BHAT ,C.; HANDY, s; KNAAP, G.; SONG, Y. Assessing the impact of urban form measures in nonwork trip mode choice after controlling for demographic and level-of-service effects - Annual Meeting TRB 2003.
- PROPOLIS (2000) Work Plan. http://www.ltcon.fi/propolis/PROPOLIS_Abstract_Summary.pdf
- TRANSLAND (2000)– Integration of Transport and Land Using Planning. Working paper disponível em www.inro.tno.nl/transland
- TRANSPLUS (2002) – Analysis of Land use and Transport Indicators (excerpt from reports D2.2 and D3). www.transplus.net .

Instituto Militar de Engenharia - IME - RJ
Pós-graduação em Engenharia de Transportes
Vânia Barcellos Gouvêa Campos - D.Sc.
Bruna Pinheiro de Melo
Praça General Tibúrcio 80, Praia Vermelha
22290-270 – Rio de Janeiro – RJ
Tel : 21-3820-4186 Fax: 21-25467289