



Planejamento e mobilidade urbana: uma breve análise da produção científica internacional*

Guilherme Fragomeni

Sócio da empresa *Vertrag Planejamento Urbano* (Curitiba-PR), é advogado pela *Faculdade Curitiba (2006)*, mestre em *Direito Ambiental Internacional pelo Consiglio Nazionale delle Ricerche-CNR (Itália 2008)* e mestre em *Gestão Urbana pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (Brasil 2011)*.
E-mail; g_frago@hotmail.com

Os impactos negativos dos sistemas de mobilidade urbana baseados em soluções privadas e motorizadas de transporte são cada vez mais perceptíveis e vêm pressionando governos de todo o mundo na busca de soluções alternativas. Congestionamentos, impermeabilização do solo, segregação do espaço urbano por grandes avenidas e emissão de gases poluentes, principalmente gases de efeito estufa - GEE, estão entre os impactos mais notáveis. As iniciativas de planejamento urbano analisadas neste artigo têm como foco reduzir as emissões de GEE desses sistemas, mas os benefícios envolvem questões de saúde pública, segurança viária, conforto ambiental e outras, refletindo o alcance multissetorial do conceito de mobilidade urbana.

O setor de transportes é responsável por cerca de 25% do consumo energético mundial e, quase na mesma proporção, é responsável por um terço das emissões de GEE (IEA, 2009). Existe aproximadamente um bilhão de veículos motorizados em circulação no mundo (Wright; Fulton, 2008, p. 692) e, se mantidas as projeções de crescimento atuais de 3,2% a.a., o número de veículos será duplicado em 2030 e triplicado em 2050 (IEA, 2009).

No Brasil, o número de veículos licenciados passou de 42,8 milhões em 2006 para 66,1 milhões em 2011, com uma taxa de crescimento estimada em 8,4% ao ano.¹ Considerando que apenas 5,5% das cidades brasileiras oferecem serviços de transporte público, percebe-se a necessidade premente de promover meios de transporte públicos

* Artigo elaborado com base na dissertação de mestrado titulada *Ferramentas de planejamento para a mobilidade urbana sustentável: uma análise dos periódicos científicos internacionais*, elaborada pelo autor sob a orientação do dr. Fábio Duarte, coordenador do curso de pós-graduação em gestão urbana da PUCPR.

1. Informação do Departamento Nacional de Trânsito - Denatran.



www.antp.org.br

e coletivos para reduzir o número de veículos em circulação e também o consumo energético e as emissões poluentes dos mesmos (Alencar, 2011). Apesar da ânsia por soluções universais, que possam ser replicadas em diferentes partes do planeta, cada vez mais se percebe a importância de estudos e diagnósticos locais que fundamentem a proposição de alternativas para mobilidade urbana (Petersen, 2004; Mokhtarian, Schwanen, 2005).

As iniciativas analisadas nesta pesquisa são oriundas de artigos científicos publicados no periódico internacional *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, eleito como o mais representativo sobre o tema do impacto ambiental da mobilidade urbana. Segundo Barczak (2009, p. 151), o periódico vem ganhando reconhecimento desde 2004, conquistando a quinta posição no *ranking* de Impacto e Influência que relaciona vinte e dois periódicos internacionais da área de tecnologia e ciências dos transportes.

O período da pesquisa considerou o recorte temporal de 1998 a 2008, determinado pela assinatura do Protocolo de Kyoto (dezembro de 2007), e pela 15ª Conferência das Partes sobre o Clima (COP-15), realizada em Copenhague em 2009. Neste período, foram publicados 339 artigos no periódico citado. Deste total, 48 tratam diretamente de iniciativas de planejamento urbano voltadas a mitigar os impactos negativos da mobilidade, que serviram como base para as conclusões apresentadas neste artigo.

As iniciativas analisadas estão agrupadas em quatro categorias: cidade compacta e zoneamento misto; desenho viário; integração modal; gerenciamento dos automóveis. Cada iniciativa é analisada individualmente em subcapítulo específico, contendo um quadro-resumo que traz o potencial, o risco e sugestões para a implementação de cada uma delas.

CIDADE COMPACTA E ZONEAMENTO MISTO

Este primeiro grupo de iniciativas está bastante relacionado ao processo de crescimento periférico ou crescimento espraiado das cidades, internacionalmente reconhecido como *urban sprawl*. Este processo, que se percebe em diversas cidades ao redor do mundo, consolida bairros exclusivamente residenciais em áreas afastadas do centro urbano, exigindo deslocamentos diários para a satisfação das necessidades de consumo, lazer e trabalho.

As iniciativas trabalhadas neste capítulo propõem cidades compactas, que aproximem áreas comerciais de áreas residenciais e assim reduzam as necessidades de deslocamentos motorizados.

Cidade compacta e alta densidade

O planejamento integrado dos sistemas de mobilidade e das diretrizes de uso e ocupação do solo é um aspecto essencial para promover cidades sustentáveis. Conforme apontam diversos autores (Dalkmann, Brannigan, 2007; Rodier, Johnston, Abraham, 2002; Sermons, Seredich, 2001), reduzir a necessidade de deslocamentos, concentrando a população junto a terminais e corredores de transporte coletivo, está entre as iniciativas mais eficazes para diminuir os impactos negativos do transporte urbano motorizado.

De modo geral, cidades compactas evitam o crescimento urbano sobre áreas verdes preservadas e diminuem a necessidade de deslocamentos pelo simples fato de que as pessoas, os centros comerciais e outros motivadores de deslocamento estão mais próximos entre si. Outro aspecto a ser destacado é a economia de escala gerada pelo adensamento populacional que beneficia serviços como o tratamento de água e esgoto, a coleta de resíduos e especialmente o transporte coletivo (Ribeiro, Silveira, 2009; Ojima, 2006). A eficiência dos sistemas de transporte coletivo é ainda maior quando a concentração populacional se dá ao longo dos eixos troncais de transporte, justificando a utilização de sistemas de alta capacidade e baixo custo, como metrô, trens de superfície e ônibus de alta capacidade (Des-souky, Rahimi, Weidner, 2003; Rodier, Johnston, Abraham, 2002).

Entre os aspectos negativos que podem decorrer de uma ocupação urbana concentrada, destacam-se as ameaças ao conforto ambiental dos moradores. Para atingir altas densidades, as leis de uso e ocupação do solo urbano devem permitir residências coletivas (geralmente prédios de muitos pavimentos) próximas entre si. A proximidade dessas edificações de grande porte pode levar a problemas como a falta de insolação dos apartamentos, a concentração de gases poluentes pela falta de ventilação, a perda de privacidade e outros. Para evitar esses problemas, devem ser analisados aspectos como correntes de ar, horários de insolação, afastamento entre edificações, áreas de alívio ambiental e outros aspectos construtivos que preservem a qualidade do meio ambiente urbano (Silva, 2009; Ojima, 2007).

Buscando estimular a ocupação urbana de alta densidade em áreas específicas, Sermons e Seredich (2001) analisaram a eficácia de estímulos financeiros ao adensamento.

Tendo com parâmetro um subsídio de 10% para a compra de imóveis em áreas de alta densidade, autores descobriram que a atração se daria sobre pessoas que já apresentam tendência a morar nestas áreas, tornando o subsídio pouco eficaz. O estudo foi realizado na cidade de São Francisco (EUA), onde as condições individuais de

renda são altas e não representam o principal fator na escolha da moradia. Apesar dos resultados, os autores destacam que a medida em si continua sendo interessante, e que pode trazer efeitos mais significativos caso o subsídio seja maior, principalmente nos países em desenvolvimento.

Quadro 1
Eficácia do adensamento

Potencial	Risco	Sugestão
<ul style="list-style-type: none"> • Encurtar distâncias e reduzir a necessidade de deslocamentos. • Reduzir expansão sobre áreas verdes. • Aumentar a capacidade de carga e a rentabilidade dos sistemas de transporte coletivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir conforto ambiental das habitações ao dificultar insolação e ventilação. • Eixos de transporte podem segregar tecido urbano e dificultar a travessia de pedestres e veículos não motorizados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas de alta densidade devem possuir áreas de alívio como parques e praças. • Adensamento ao longo dos eixos de transporte deve ser complementado por passarelas e outros meios de travessia para evitar segregação do tecido urbano. • Áreas de alta densidade intercaladas por áreas verdes e conectadas por corredores de transporte – cidades polinucleadas.

Zoneamento misto

O estabelecimento de zonas de uso misto, que misturam e aproximam residências e áreas comerciais na mesma zona, reduz a necessidade de deslocamentos diários para a satisfação das necessidades de consumo, estimulando o uso de modos de transporte não motorizados e menos poluentes (Handy, Cao, Mokhtarian, 2005; Srinivasan, Ferreira, 2002; Meurs, Haaijer, 2001).

Além de reduzir distâncias, o zoneamento misto garante maior vivacidade e segurança ao espaço público, mantendo mais pessoas nas ruas. Ao permitir atividades com horários de funcionamento diferenciados na mesma zona, evita-se que as mesmas sejam “abandonadas” ou raramente frequentadas em determinados horários. Esta situação é facilmente percebida em zonas centrais exclusivamente comerciais, onde os estabelecimentos fecham após o horário comercial deixando as ruas desertas e sujeitas a atividades ilícitas e nocivas ao convívio social. A manutenção do fluxo de pessoas no horário alternativo tende a garantir maior segurança e vivacidade para toda a zona, valorizando imóveis e promovendo qualidade de vida (Srinivasan, Ferreira, 2002).

Ao estudar o real impacto das zonas de uso misto sobre os deslocamentos urbanos, Meurs e Haaijer (2001) reconhecem uma redução geral na necessidade de deslocamentos, mas apontam alguns aspectos específicos que devem ser considerados.



O favorecimento de zonas de uso misto tende a aproximar consumidores dos comerciantes e trabalhadores dos locais de trabalho, mas esta relação pode variar com base em diversos aspectos subjetivos. Em bairros de alto padrão aquisitivo, os moradores tendem a buscar serviços mais especializados, pouco importando a distância a ser percorrida (Meurs, Haaijer, 2001).

Em relação aos deslocamentos diários, vinculados às relações de estudo e trabalho, o zoneamento misto parece ter um impacto ainda menor sobre os moradores. Srinivasan e Ferreira (2002) apontam que a proximidade entre residência e emprego é um dos fatores que tem menos influência na escolha do local de trabalho. Essas conclusões demonstram a importância de se considerar aspectos socioeconômicos locais na elaboração de propostas de zoneamento misto.

Ao misturar atividades comerciais e residenciais na mesma zona, há outro fator que deve ser considerado. É bastante comum que haja conflitos em relação a níveis de ruído e condições de trânsito (Handy, Cao, Mokhtarian, 2005). Neste sentido, ganham relevância instrumentos como o estudo de impacto de vizinhança, previsto no Estatuto da Cidade desde 2001 (Brasil, 2001), mas ainda muito pouco utilizado no Brasil.

O estudo de impacto de vizinhança é uma ferramenta de planejamento urbano que reconhece e analisa os principais impactos urbanos que determinado empreendimento pode ter sobre a vizinhança, como por exemplo: geração de ruído, poluição visual, impermeabilização do solo, conflitos de trânsito etc. Uma vez reconhecidos os impactos, o poder público passa a exigir medidas mitigadoras ou compensatórias por parte do novo empreendimento para atenuar os efeitos nocivos sobre a vizinhança e garantir harmonia entre os diferentes usos de uma mesma zona.

Quadro 2 Eficácia do uso misto

Potencial	Risco	Sugestão
<ul style="list-style-type: none"> Aproxima moradores dos centros de serviço, reduzindo a necessidade de deslocamentos. Atividades diversas e com horários variados mantêm vivacidade do espaço público ao longo do dia. 	<ul style="list-style-type: none"> Conflito entre usos, principalmente em relação à poluição sonora, atmosférica e conflitos de trânsito. 	<ul style="list-style-type: none"> Misturar atividades compatíveis, importância de instrumentos como o Estudo de Impacto de Vizinhança. Estimular horários de entrada e saída diferenciados para grandes geradores de trânsito situados na mesma zona, evitando congestionamentos.



www.antp.org.br

DESENHO VIÁRIO

O desenho do sistema viário de uma cidade é um fator determinante para a mobilidade urbana. Percebe-se que a maioria das cidades possui sistemas viários desenhados para o automóvel, baseados em grandes avenidas, viadutos, túneis e outras estruturas pouco amigáveis ao uso de meios não motorizados de transporte.

Neste capítulo serão analisadas duas iniciativas de planejamento ligadas ao sistema viário das cidades. A primeira considera a substituição de cruzamentos por rotatórias, visando uma melhoria no fluxo dos veículos. A segunda considera a expansão do sistema viário como forma de aumentar a capacidade do sistema e melhorar o fluxo de veículos.

Substituição de cruzamentos por rotatórias

A substituição de cruzamentos por rotatórias é uma medida relativamente simples, proposta por alguns autores para melhorar a fluidez do trânsito, diminuir o consumo de combustível e, assim, reduzir as emissões de gases poluentes.

O momento de maior consumo energético para o deslocamento de veículos é a aceleração a partir do zero, ou seja, o maior consumo de combustível ocorre no momento de vencer a inércia e começar o deslocamento. Esta mesma premissa é adotada por Varhelyi (2002) para defender a substituição de cruzamentos por rotatórias, considerando que as rotatórias, na maioria dos casos, garantem maior fluidez ao trânsito reduzindo a necessidade de paradas e acelerações.

Varhelyi realizou estudo na cidade de Vaxjo (Suécia) onde 21 cruzamentos foram substituídos por rotatórias. Aproveitando a oportunidade, foram realizadas medições antes e após a substituição, que embasaram as seguintes conclusões:

- nos locais onde cruzamentos com semáforo foram substituídos por rotatórias houve decréscimo de 29% nas emissões de CO₂, 21% de NO_x e 28% no consumo de combustível;
- nos locais onde cruzamentos com preferencial foram substituídos por rotatória houve acréscimo de 4% nas emissões de CO₂, 6% de NO_x e 3% no consumo de combustível.

Percebe-se, então, que a substituição dos cruzamentos com semáforo por rotatórias tende a reduzir o impacto negativo da mobilidade motorizada, melhorando a fluidez do trânsito e diminuindo a emissão de gases poluentes. Varhelyi (2002) destaca que aspectos peculiares de cada via devem ser considerados, mas que, de modo geral, os ganhos com a substituição se mantêm.

Em estudo bastante similar realizado em cidades de Portugal e dos Estados Unidos da América, Coelho, Farias e Roupail (2006) chegaram às mesmas conclusões de Varhelyi. Os autores apontam que os níveis de desaceleração e aceleração nas rotatórias tendem a ser menores do que nos cruzamentos semaforizados e, em alguns casos, menores também que nos cruzamentos com preferencial. Alguns aspectos da rotatória devem ser observados, principalmente em relação a sua largura, para garantir a fluidez do trânsito. Rotatórias de faixa única que “estrangulam” a passagem dos veículos devem ser evitadas:

Quanto mais desimpedida, quanto mais constante o movimento na rotatória, maior a redução das emissões. Rotatórias que “estrangulam” o trânsito obrigando motoristas a desacelerar e acelerar diversas vezes acabam aumentando as emissões de gases poluentes (Coelho et al, 2006, p. 342, tradução do autor).

Um dos lados negativos destacados por Coelho et al (2006) é a dificuldade de adaptar as rotatórias a outros meios de transporte, principalmente os não motorizados. A implementação de rotatórias deve ser acompanhada de sinalização e desenho viário adequado para garantir a travessia segura de pedestres e ciclistas.

Quadro 3

Eficácia das rotatórias para fluidez do trânsito e redução de emissão de poluentes

Potencial	Risco	Sugestão
<ul style="list-style-type: none"> Aumentar a fluidez do trânsito e reduzir a emissão de gases poluentes, em comparação com cruzamentos com semáforos. 	<ul style="list-style-type: none"> Dificulta a convivência com modos não motorizados de transporte. Rotatórias que “estrangulam” o trânsito geram maior gasto energético e aumentam as emissões poluentes ao exigir acelerações constantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Melhores efeitos são alcançados quando rotatórias substituem cruzamentos com semáforo, e não com preferencial. Rotatória deve ser proporcional ao trânsito previsto, para não estrangular o trânsito, e prever mecanismos especiais para a travessia de pedestres e ciclistas.

Aumento da capacidade viária

De modo geral, a primeira resposta do poder público para melhorar as condições de trânsito nas cidades é aumentar a capacidade viária, ou seja, aumentar o tamanho das ruas, construir viadutos e túneis, abrir novas avenidas e implementar outras medidas que garantam mais espaço para os veículos motorizados.

A melhora na fluidez do trânsito é imediata, diminuindo também o consumo de combustível dos veículos e a emissão de gases

poluentes. Este processo foi bem documentado por O’Donoghue, Broderick e Delaney (2007), em estudo realizado na cidade de Monasterevin (Irlanda).

O estudo conduzido em Monasterevin analisou a emissão de gases poluentes antes e após a implementação de uma nova rodovia regional, que desviou o trânsito pesado do centro urbano e melhorou em 60% a fluidez da avenida por onde ele trafegava. O’Donoghue et al demonstram, através de medições diárias, que os níveis de CO₂, NO_x e outros gases poluentes diminuíram significativamente após a implementação da nova rodovia. Apesar dos bons resultados, há um aspecto essencial que deve ser considerado para relativizar tais conclusões.

Monasterevin é uma pequena cidade de dois mil e quinhentos habitantes, com um potencial bastante limitado de crescimento da frota de veículos. Caso a cidade siga a tendência de baixo crescimento demográfico, é bastante provável que o trânsito na avenida estudada continue fluindo bem, recebendo a mesma quantidade de veículos diariamente (O’Donoghue, Broderick, Delaney, 2007). A questão é que este cenário não reflete a situação dos grandes centros urbanos ao redor do mundo, onde os problemas de mobilidade são maiores e o crescimento da população e da renda são constantes, principalmente nos países em desenvolvimento.

Em países como o Brasil, o crescimento demográfico e o aumento da renda indicam um crescimento exponencial da frota de veículos em circulação. Quanto maior o investimento na expansão da malha viária, maior o estímulo para a compra de veículos particulares, que irão saturar a malha viária e exigir novos investimentos em expansão do sistema viário (Noland, Quddus, 2006; Noland, Lem, 2002).

Noland e Lem (2002) demonstram que quanto maior a oferta de vias, insinuando menor tempo de viagem e maior conforto para os motoristas, maior a demanda por veículos. Outro aspecto destacado pelos autores é a atração de mais usuários para os meios privados de transporte, diminuindo a lucratividade e a qualidade dos meios coletivos de transporte.

Mesmo diante dos argumentos apresentados, os autores pesquisados demonstram que a maioria dos governos continua investindo pesadamente na expansão das malhas viárias urbanas. Sugere-se que grande parte desses investimentos resulte da dependência econômica de muitos países em relação à cadeia de produção automotiva e da pressão dos *lobbies* de montadoras de veículos, produtoras de combustível e grandes empreiteiras sobre o poder público.



www.antp.org.br

Quadro 4 Eficácia do aumento da capacidade viária

Potencial	Risco	Sugestão
<ul style="list-style-type: none"> Melhora da fluidez do trânsito, redução do gasto energético para deslocamentos, maior conforto no trânsito. 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento do custo e complexidade para manutenção da malha viária. Em muitos casos, o aumento da capacidade viária é superado pelo aumento da frota de veículos em pouco tempo. Atrai mais motoristas para meios de transporte privados, prejudicando a rentabilidade dos meios coletivos. 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento da capacidade viária por questões de segurança e fluidez em pontos específicos, mas não como política geral para a mobilidade urbana. Foco nas áreas que não são servidas por transporte coletivo.

INTEGRAÇÃO MODAL

Conforme destacado anteriormente, os autores pesquisados concordam que a redução dos impactos negativos dos sistemas de mobilidade depende de uma visão sistêmica da cidade, que integre diversas iniciativas para otimizar o deslocamento de pessoas e mercadorias (Dalkmann, Brannigan, 2007; Srinivasan, Ferreira, 2002).

Essa diversidade é bem representada pelo conceito da integração modal ou multimodalidade, que propõe a integração de diferentes modos de transporte para explorar seu potencial em situações específicas. Percebe-se que os pesquisadores buscam valorizar o transporte coletivo na integração com outros modos, mas há também soluções que buscam explorar o potencial de serviços individuais de transporte motorizado, como o sistema de “transporte por demanda”, que será apresentado neste capítulo.

Estacionamento integrado aos terminais de transporte coletivo

Uma das medidas mais eficazes para estimular a multimodalidade é a integração de estacionamentos aos terminais de transporte coletivo. A acessibilidade aos pontos de embarque do transporte coletivo é um entrave considerável para a utilização deste sistema. A possibilidade de acessar o ponto de transporte coletivo com um modal individual, que ficará em segurança enquanto o usuário utiliza o transporte coletivo, é uma alternativa explorada em diversos estudos.

Os estacionamentos integrados aos terminais de transporte coletivo devem prever espaço para diversos modos de transporte: ônibus de turismo, automóveis, motocicletas e, principalmente, bicicletas. O potencial da bicicleta como modo “alimentador” dos eixos de transporte coletivo de alta capacidade é reconhecido por diversos autores (Martens, 2004; Bouwman, Moll, 2002; Srinivasan, Ferreira, 2002). A capacidade da bicicleta de atender situações diversas, abrangendo pessoas que não

têm licença para dirigir ou atendendo áreas desprovidas de pavimentação asfáltica, a torna um modo ideal para pequenas distâncias no trajeto da casa para o terminal de transporte coletivo e vice-versa.

Martens (2004) destaca outros aspectos que justificam a implementação de bicicletários junto aos terminais de transporte coletivo:

A utilização da bicicleta ao invés do carro como meio de acesso ao transporte público reduz congestionamentos, emissões de poluentes, diminui a necessidade de estacionamentos para veículos nos terminais de transporte e traz benefícios para a saúde pública (Martens, 2004, p. 285, tradução do autor).

Mesmo com a preferência dada à bicicleta como sistema alimentador dos grandes terminais de transporte coletivo, o automóvel, a motocicleta e mesmo o ônibus de turismo podem ter espaço próprio para estacionamento nos terminais. A reserva de espaço para ônibus e vans de turismo nos terminais de transporte coletivo pode ser uma medida positiva para o estímulo do uso do transporte público, além de ser uma fonte de renda para subsidiar o custo do estacionamento para os moradores da cidade.

Para a implementação de estacionamentos integrados ao transporte coletivo, alguns pontos devem ser tratados com cautela.

O preço cobrado no estacionamento pode ser um entrave para alguns usuários, desestimulando a multimodalidade e o uso do sistema de transporte coletivo. O valor do estacionamento deve ser calculado de acordo com as características socioeconômicas da população que será atendida, e também pode variar segundo horários e dias onde se queira estimular ou desestimular o uso do sistema coletivo.

Srinivasan e Ferreira (2002) sugerem algumas iniciativas para diversificar o uso e garantir renda extra para os estacionamentos: utilizar o espaço do estacionamento para guarda de equipamentos públicos durante a noite; promover feiras e exposições; promover eventos esportivos que busquem áreas planas como campeonatos de skate e patins; cobrar um preço diferenciado dos ônibus de turismo etc.

Outro aspecto importante é a integração tarifária entre o estacionamento e os modos de transporte. Sugere-se que a tarifa do estacionamento seja reduzida para aqueles que comprovem o uso do transporte coletivo, evitando que o estacionamento seja dominado por pessoas que moram no entorno. A lógica é simples, quanto mais modais de transporte são utilizados, promovendo a multimodalidade, mais descontos são concedidos aos usuários (Srinivasan, Ferreira, 2002; Bouwman, Moll, 2002). Alguns países como a Holanda já promovem esta integração entre os modos de transporte há mais de vinte anos, e são uma boa fonte de referência para pesquisa.



www.antp.org.br

Quadro 5 Eficácia do estacionamento integrado aos terminais de transporte público

Potencial	Risco	Sugestão
<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar o número de usuários do transporte coletivo. • Facilitar o planejamento do transporte coletivo pelo controle do número de veículos estacionados. • Estimular a multimodalidade e o uso de meios alternativos ao automóvel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto custo do estacionamento pode desestimular uso do transporte coletivo. • Acesso e saída mal planejados podem agravar engarrafamentos na região. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estacionamentos devem atender tanto carros como motos, bicicletas e ônibus de turismo. • Estimular flexibilidade de uso no estacionamento, como local para feira, pista de skate, guarda de equipamentos públicos etc. • Proporcionar descontos para usuários de diversos modos.

Transporte público por demanda

Concentrar a população ao longo de eixos de transporte coletivo é uma medida bastante eficaz para reduzir o impacto negativos dos sistemas de mobilidade motorizados, mas, em muitos casos, isto não é possível. Há situações em que a capacidade de suporte ambiental da região não permite a concentração de habitantes, ou, então, a urbanização pode estar tão consolidada que o custo da reconstrução não compensa os benefícios do adensamento populacional.

Nessas áreas de baixa densidade populacional, os serviços tradicionais de transporte coletivo tornam-se muito custosos, circulando continuamente com baixa capacidade de carga. Este é o tipo de situação onde o transporte individual ou coletivo de baixa capacidade surge como uma alternativa bastante interessante, especialmente quando se considera o sistema de “transporte por demanda”.

Os sistemas de transporte público por demanda permitem que o serviço seja prestado de modo mais esporádico e específico, em sintonia com as necessidades dos moradores (Diana, Quadrifoglio, Pronello, 2007). Em áreas pouco habitadas, é possível identificar as necessidades de deslocamento de cada morador, oferecendo um veículo compatível e reunindo usuários para otimizar os deslocamentos. “Deve-se considerar que a maioria dos deslocamentos urbanos são facilmente programáveis, pois se repetem cotidianamente, principalmente os deslocamentos casa-trabalho e casa-escola” (Dessouky, Rahimi, Weidner, 2003, p. 434, tradução do autor).

A utilização de sistemas de transporte público por demanda permite adaptar o tamanho do veículo à demanda dos usuários. Este cenário reduz a emissão de gases poluentes pela queima de combustível e permite o rateio das despesas do veículo entre um número maior de passageiros. Para otimizar ainda mais a circulação dos veículos, deve ser mantida uma frota diversificada, que será utilizada conforme as necessidades dos usuários e as características do meio.



www.antp.org.br

Segundo Badland e Schofield (2005), em estudo sobre mobilidade e atividades físicas na Austrália, 99% das pessoas com mais de setenta e dois anos não conseguem cruzar o semáforo no tempo proporcionado, e enfrentam dificuldades similares para utilizar os veículos de transporte coletivo. A disponibilização de veículos especiais representa uma oportunidade digna para que tais pessoas não abandonem suas atividades diárias e continuem participando do convívio social. Locais como asilos ou centros de educação especial para deficientes são mais propícios à implementação de sistemas de transporte por demanda, o que reafirma a necessidade de estudos locais e soluções específicas para a mobilidade urbana.

Dessouky et al (2003) concluem que a coordenação de um sistema de transporte por demanda é mais complexa que a de um sistema tradicional de transporte coletivo e, por isso, pode ser mais custosa. Mesmo assim, os autores apontam que a redução do impacto ambiental e a melhora na prestação dos serviços compensam largamente a dificuldade na coordenação.

A forma mais tradicional e conhecida de transporte público por demanda é o serviço de táxi. Praticamente todas as grandes cidades contam com serviços de táxi que se diferenciam pelo número de veículos em circulação e a tarifa cobrada. A experiência das cooperativas de táxi, e mesmo das empresas de logística que transportam mercadorias no meio urbano, deve ser aproveitada para estruturar sistemas de transporte público por demanda.

A exploração de serviços públicos e/ou privados de transporte por demanda deve ser planejada com cautela, de modo a não promover um cenário competitivo, em que diferentes empresas disputariam passageiros, colocando cada vez mais veículos em circulação e aumentando a emissão de gases poluentes.

Quadro 6 Eficácia do transporte público por demanda

Potencial	Risco	Sugestão
<ul style="list-style-type: none"> • Otimiza trajetos e horários do transporte coletivo, reduzindo deslocamentos desnecessários e emissão de gases poluentes. • Cadastro de usuários e demandas permite a oferta de serviços personalizados, principalmente para idosos e deficientes. • Maioria dos deslocamentos urbanos são previsíveis (casa-trabalho / casa-escola), o que facilita a programação do transporte por demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerência do sistema por demanda é mais custosa do que a gerência do transporte coletivo tradicional. • Disputa entre prestadores de serviço pode levar a um número excessivo de veículos em circulação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema funciona melhor em áreas de baixa densidade populacional. • Recomendado em áreas onde há muitos idosos ou deficientes que exigem cuidados especiais. • Deve-se aproveitar a experiência de empresas privadas de táxi e logística. • Devem ser utilizados veículos adaptáveis a diferentes demandas, visando otimizar o serviço em diferentes situações.

GERENCIAMENTO DOS AUTOMÓVEIS

Apesar das constantes críticas ao uso do automóvel, ele ainda representa a melhor alternativa de transporte em uma série de situações específicas e, muito provavelmente, continuará sendo o principal meio de transporte nas cidades por muitos anos (GTZ, 2004).

Considerando a relevância do automóvel nos sistemas de mobilidade urbana, muitos autores sugerem medidas para mitigar o impacto do automóvel sobre as cidades. Neste capítulo, serão analisadas duas iniciativas identificadas na pesquisa: a restrição ao automóvel em áreas centrais e a utilização de estacionamentos verticais.

Restrições ao automóvel em áreas centrais

As áreas centrais da maioria das grandes cidades são caracterizadas pelos espaços limitados, onde circulam milhares de pessoas em busca de comerciantes e prestadores de serviços privados e públicos. Esta combinação faz com que automóveis e caminhões de entrega disputem espaço com pedestres e bicicletas. A restrição aos automóveis em áreas centrais vem sendo adotada em diversas cidades, com o intuito de garantir espaço pra os meios coletivos e não motorizados de transporte, melhorando também a qualidade do ar.

Para restringir o acesso de automóveis nas áreas centrais, deve-se garantir o acesso e circulação de pessoas através de outros modos de transporte mais condizentes com estas áreas. A simples restrição dos automóveis nas áreas centrais pode causar o seu esvaziamento, trazendo prejuízos para os comerciantes e proprietários de imóveis em geral (Rodier, Johnston, Abraham, 2002). Conforme demonstrado por Ryan e Throgmorton (2003), a cidade de Freiburg (Alemanha) teve sucesso em substituir o uso do automóvel por trens leves sobre trilhos, bicicletas e amplas áreas exclusivas para pedestres. Estas medidas aumentaram o fluxo de pedestres na área central, promovendo o comércio e melhorando a qualidade do ar.

Enquanto diversos estudos argumentam que a restrição de automóveis nas áreas centrais tende a melhorar a qualidade do ar, Parkhurst (2004) trabalha o exemplo da cidade de Oxford, na Inglaterra, para demonstrar o contrário. Em Oxford, a restrição aos veículos na área central levou a um crescimento exagerado da frota de ônibus. Empresas privadas de transporte passaram a disputar passageiros e colocar muitos ônibus com motores a diesel circulando na área central. Segundo o próprio autor, este cenário poderia ser evitado com uma regulamentação eficiente sobre o número de ônibus em circulação, e também por medidas que complementassem a mobilidade local com soluções de transporte não motorizado.



www.antp.org.br

Ainda na Inglaterra, na cidade de Newcastle, foi implementado um plano de mobilidade que tem como base a restrição de automóveis na área central. Inicialmente, foi realizado um estudo para classificar os veículos que mais acessam o centro da cidade em trânsito “essencial” e “não-essencial”. Foram considerados essenciais os ônibus, veículos comerciais e bicicletas, que passaram a ter preferência sobre outros modos de transporte. A priorização de alguns modos de transporte levou à transformação de áreas destinadas ao estacionamento de automóveis em ciclovias e áreas para pedestres. Também foram previstos estacionamentos para automóveis no entorno da área central, integrados com outros modos de transporte, para que as pessoas possam ir de automóvel até as proximidades do centro e depois continuar a viagem com outros modos menos impactantes (Saleh, Nelson, Bell, 1998).

Além do aspecto da melhora na qualidade do ar, também cabe destacar outros ganhos advindos da restrição aos automóveis: diminuição dos acidentes graves e letais, diminuição da poluição sonora e maior disponibilidade de espaços livres, o que torna esta iniciativa bastante interessante para a maioria das cidades.

Quadro 7

Eficácia da restrição ao automóvel em áreas centrais

Potencial	Risco	Sugestão
<ul style="list-style-type: none"> Estimular a utilização do transporte coletivo e não motorizado. Reduzir a poluição do ar e o risco de acidentes nas áreas centrais. Aumentar a circulação de pedestres e estimular o comércio local. 	<ul style="list-style-type: none"> Excesso de ônibus na área central pode piorar qualidade do ar. Perda de vivacidade e dinâmica das áreas centrais pela dificuldade de acesso. 	<ul style="list-style-type: none"> Medida deve ser complementada por estímulos ao transporte coletivo e não motorizado. Número de ônibus e veículos coletivos de transporte na área central deve ser controlado para evitar competição e aumento da frota de veículos pesados.

Estacionamento vertical

Conforme destacado anteriormente, os automóveis devem continuar sendo o principal modo de transporte durante as próximas décadas. A praticidade e conforto proporcionados pelo carro, e a dependência econômica de diversos países em relação às montadoras e aos prestadores de serviços automotivos reforçam a continuidade da hegemonia do automóvel sobre outros modos de transporte.

Além da restrição aos automóveis em áreas centrais, a construção de estacionamentos verticais é outra medida que visa reduzir o impacto do automóvel sobre a cidade.

Estima-se, de modo geral, que a infraestrutura necessária para a circulação de veículos automotores ocupe 50% das áreas urbanas centrais (Duarte; Libardi; Sánchez, 2008). Uma parte considerável deste percentual diz respeito às áreas de estacionamento, principalmente em grande geradores de trânsito como hipermercados e shopping centers.

A exigência de estacionamentos verticais, que acomodem um grande número de veículos em espaço reduzido, representa uma solução simples que reconhece a importância do automóvel e busca compatibilizar seu uso com outros aspectos importantes do meio urbano. Yang (1998), em artigo sobre transporte e meio ambiente na cidade de Xiamen, na China, realça os efeitos negativos da falta de estacionamentos no centro histórico da cidade:

O centro antigo da cidade não possui infraestrutura viária nem estacionamentos para atender a demanda por circulação, representando um dos maiores desafios para a mobilidade. Empresários mantêm seus motoristas circulando na área central pela falta de estacionamentos, o que agrava o problema da poluição atmosférica (Yang, 1998, p. 301, tradução do autor).

Apesar dos benefícios apontados, a verticalização dos estacionamentos pode trazer efeitos negativos, assim como a maioria das medidas que facilitam o uso do automóvel, por estimularem ainda mais seu uso e aumentarem o número de veículos em circulação.

Para diminuir o risco de que a disponibilidade de estacionamentos incentive o aumento do número de automóveis em circulação, deve ser considerada a integração desta medida com outras que promovam o uso do transporte coletivo. Neste sentido, recomenda-se que os estacionamentos verticais de alta capacidade sejam integrados com terminais de transporte coletivo, permitindo que os usuários do automóvel deixem seus carros em segurança e possam usufruir do sistema de transporte coletivo e público. Outra medida é exigir áreas de estacionamento vertical em grandes geradores de trânsito, como hipermercados e shopping centers.

Quadro 8 Eficácia do estacionamento vertical

Potencial	Risco	Sugestão
<ul style="list-style-type: none"> • Maior disponibilidade de vagas com menores índices de ocupação e impermeabilização do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular ainda mais o uso do automóvel e sobrecarregar o sistema viário. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exigir dos novos empreendimentos a construção de estacionamentos verticais para atender à demanda que os mesmos irão criar. • Estimular construção em áreas de alta densidade e próximas a terminais de transporte coletivo.



www.antp.org.br

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As iniciativas de planejamento urbano analisadas poderiam ser sintetizadas nos 5 ds, propostos por Ewing *et al.* (2007): (i) *density*, (ii) *diversity*, (iii) *design*, (iv) *destination accessibility*, (v) *distance to transit*, que, traduzidas ao português, fazem referência às estratégias de (i) densidade, (ii) diversidade, (iii) desenho viário, (iv) acessibilidade ao destino e (v) distância ao transporte público.

A redução das iniciativas em cinco categorias pode sugerir que as soluções são universais, e podem ser replicadas nos mais diferentes contextos. Esta foi a tendência das pesquisas por alguns anos, na busca incessante de “melhores práticas” que seriam reproduzidas em manuais internacionais de mobilidade. Uma das primeiras conclusões desta pesquisa aponta exatamente o contrário, destacando a importância de estudos locais que considerem as características do meio e dos usuários na busca de soluções para a mobilidade. Talvez por um respeito crescente à diversidade cultural em diversas áreas do conhecimento, justifique-se a tendência de se realizar estudos cada vez mais específicos para o planejamento da mobilidade. As propostas partem ou são adaptadas para cada cidade, para cada região, para cada bairro, onde são levados em consideração fatores como renda, formação cultural, etnia, idade, tendências esportivas da população etc. (Weinstein, Cervero, 2002; Kerr, Salles, 2007).

Cabe destacar que nem todos concordam com pesquisas tão subjetivas e especializadas para basear os estudos sobre mobilidade. Parks e Schofer (2006) defendem a manutenção de critérios mais objetivos, criticando o alto custo, a fragilidade de parâmetros e o fato das pesquisas subjetivas serem pouco replicáveis em diferentes contextos.

Seja qual for o método de pesquisa utilizado para conhecer a realidade local, as iniciativas analisadas neste artigo devem ser consideradas em relação aos potenciais, deficiências e condicionantes de cada situação. Também fica bastante clara a importância de implementar as iniciativas sob uma visão sistêmica da cidade, integrando os modos e meio de transporte e trazendo benefícios para todo o sistema de mobilidade.

Outro aspecto da pesquisa realizada que também merece destaque é a baixa representatividade dos países em desenvolvimento na produção científica sobre o tema do impacto negativo da mobilidade urbana motorizada. Dos 48 artigos analisados pelo autor, somente três são oriundos de países em desenvolvimento:

Tabela 1

Países de origem dos centros de pesquisa dos autores dos artigos publicados na *Transportation and Research Part D*, de 1998 a 2008

País de origem	Número de artigos
Estados Unidos da América	20
Inglaterra	7
Holanda	6
Austrália	3
Israel	3
Suécia	2
China	1
Índia	1
Itália	1
Irlanda	1
Líbano	1
Nova Zelândia	1
Portugal	1
Canadá*	2

* Representação é superior ao número de artigos analisados porque foram consideradas coautorias.

A falta de propostas concretas nos países em desenvolvimento é ainda mais preocupante quando se considera que a previsão de crescimento da frota de veículos motorizados é maior exatamente para estes países.

Há de se reconhecer um aumento das políticas públicas para redução das emissões poluentes dos automóveis, principalmente em função das pressões internacionais pela redução de GEE, mas o peso econômico da cadeia automotiva e seus aspectos correlatos ainda é decisivo para direcionar as políticas públicas nos países em desenvolvimento.

Esse artigo buscou, portanto, apresentar um resumo das principais iniciativas de planejamento urbano que a comunidade científica internacional vem propondo para reduzir os impactos negativos dos sistemas de mobilidade urbana. Espera-se que as informações apresentadas possam contribuir com pesquisadores e gestores urbanos na construção de cidades mais sustentáveis, promovendo os meios coletivos e não motorizados de transporte.



www.antp.org.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR OLIVEIRO JR., João. Direito à mobilidade urbana: a construção de um direito social. *Revista dos Transportes Públicos* – ANTP, nº 127, 1º quadrimestre, 2011, p. 63-75.
- ATKINSON, A. Cities after oil – 1: sustainable development and energy futures. *City*, v. 11, n. 2, jul. 2007, p. 201-213.
- BADLAND, Hannah; SCHOFIELD, Grant. *Transport, urban design, and physical activity: an evidence-based update Transportation Research Part D: Transport and Environment*, nº 10, 2005, p. 177-196.
- BARCZACK, Rafael. *Medidas de mitigação e compensação das emissões de CO² na mobilidade urbana: Uma análise da produção científica internacional*. Dissertação mestrado em Gestão Urbana da PUC-PR, Curitiba-PR, 2009.
- BOUWMAN, Mirjan; MOLL, Henri C. Environmental analyses of land transportation systems in the Netherlands. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, nº 07, 2002, p. 331-345.
- BRASIL. Estatuto da Cidade, Lei Federal nº 10.250/2001, publicada em 10 de julho de 2001.
- COELHO, Margarida C; FARIAS, Tiago L; ROUPHAIL, Nagui M. Effect of roundabout operations on pollutant emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, nº 11, 2006, p. 333-343.
- DALKMANN, H; BRANNIGAN, C. *Transport and climate change: sustainable transport: sourcebook for policy-makers in developing cities*. Module 5e. Eschborn, Germany: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GTZ, 2007. Disponível em: <www.sutp.org>. Acesso em 10 nov. 2010.
- DESSOUKY, Maged; RAHIMI, Mansour; WEIDNER, Merrill. Jointly optimizing cost, service, and environmental performance in demand-responsive transit scheduling. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, nº 08, 2003, p. 433-465.
- DIANA, Marco; QUADRIFOGLIO, Luca; PRONELLO, Cristina. Emissions of demand responsive services as an alternative to conventional transit systems. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, nº 12, 2007, p. 183-188.
- DUARTE, F; LIBARDI, R; SÁNCHEZ, K. *Introdução à mobilidade urbana*. Curitiba-PR: Juruá, 2008.
- EWING, R. et al. *Growing cooler: the evidence on urban development and climate change*. Chicago: Urban Land Institute, 2007.
- GTZ – Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. *Transport in developing countries: renewable energy or energy Reduction?* Bonn, 2004. Disponível em: <www2.gtzt.de/dokumente/bib/05-0376.pdf>. Acesso em 12 jun. 2010.
- HANDY, Susan; CAO, Xinyu; MOKHTARIAN, Patricia. Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, nº 10, 2005, p. 427-444.
- IEA – International Energy Agency. *Transport, Energy and CO₂: Moving toward sustainability*. Paris: IEA/OECD, 2009.
- KERR, Jacqueline; JAMES, Lawrence Frank; SALLIS, James F; CHAPMAN, Jim. Urban form correlates of pedestrian travel in youth: Differences by gender, race-ethnicity and household attributes. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, nº 12, 2007, p. 177-182.

- MARTENS, Karel. The bicycle as a feeding mode: experiences from three European countries. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 09, 2004, p. 281-294.
- MEURS, Henk; HAAIJER, Rinus. Spatial structure and mobility. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 06, 2001, p. 429-446.
- MOKHTARIAN, Patricia; SCHWANEN, Tim. What if you live in the wrong neighborhood? The impact of residential neighborhood type dissonance on distance traveled. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 10, 2005, p. 127-151.
- NOLAND, Robert B; LEM, Lewison L; A review of the evidence for induced travel and changes in transportation and environmental policy in the US and the UK. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 07, 2002, p. 1-26.
- NOLAND, Robert B; QUDDUS, Mohammed A. Flow improvements and vehicle emissions: Effects of trip generation and emission control technology. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 11, 2006, p. 1-14.
- O'DONOGHUE, R.T; BRODERICK, B.M; DELANEY, K. Assessing the impacts of infra-structural road changes on air quality: A case study. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 12, 2007, p. 529-536.
- OJIMA, Ricardo. A produção e o consumo do espaço nas aglomerações urbanas brasileiras: desafios para uma urbanização sustentável. Trabalho apresentado no XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais da ABEP, 2006.
- PARKHURST, Graham. Air quality and the environmental transport policy discourse in Oxford. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 09, 2004, p. 419-436.
- PARKS, James R; SCHOFER, Joseph L. Characterizing neighborhood pedestrian environments with secondary data. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 11, 2006, p. 250-263.
- PETERSEN, R. *Land use planning and urban transport: sustainable transport: sourcebook for policy-makers in developing cities*. GTZ, Eschborn-Germany 2004. Disponível em: <www.sutp.org>. Acesso em 01 jun. 2010.
- RIBEIRO, Edson Leite; SILVEIRA, Augusto R. Cidade expandida: O fenômeno do sprawl urbano e a dinâmica de segregação espacial. *Revista Arquitetura e Urbanismo*, ano 24, n° 185, agosto 2009, p. 74-77.
- RODIER, Caroline; JOHNSTON, Robert A; ABRAHAN, John E. Heuristic policy analysis of regional land use, transit and travel pricing scenarios using two urban models. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 07, 2002, p. 243-254.
- RYAN, Sherry; THROGMORTON, James A. Sustainable transportation and land development on the periphery: a case study of Freiburg, Germany and Chula Vista, California. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 08, 2003, p. 37-52.
- SALEH, Wafaa S; NELSON, John; BELL, Michael G. H. Determinants of energy consumption examination of alternative transport policies using the Temis Program. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 03, 1998, p. 93-103.
- SERMONS, William; SEREDICH, Natalya. Assessing traveler responsiveness to land and location based accessibility and mobility solutions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 06, 2001, p. 417-428.
- SILVA, Claudio Oliveira da. *Cidades concebidas para o automóvel: mobilidade urbana nos planos diretores posteriores ao Estatuto da Cidade*. Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 2009.



www.antp.org.br

- SRINIVASAN, Sumeeta; FERREIRA, Joseph. Travel behavior at the household level: understanding linkages with residential choice. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 07, 2002, p. 225-242.
- UITP – International Association of Public Transport. *Ticket to the future: 3 stops to sustainable mobility*. Bruxelas: UITP, 2003.
- VARHELYI, András. The effects of small roundabouts on emissions and fuel consumption: a case study. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 07, 2002, p. 65-71.
- WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. *Mobility 2030: meeting the challenges to sustainability*. The sustainable mobility project full report 2004. Switzerland: WBCSD, 2004. Disponível em: <www.wbcsd.org>. Acesso em: 11 nov. 2011.
- WEINSTEIN, Asha Agrawal; SCHIMEK, Paul. Extent and correlates of walking in the USA. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 12, 2007, p. 548-563.
- WRIGHT, L.; FULTON, L. Climate change mitigation and transport in developing nations. *Transport Reviews*, vol. 25, n. 6, nov. 2005, p. 691-717. Disponível em: <http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/articles-70119_paper.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2008.
- YANG, Ming. Transportation and environment in Xiamen. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, n° 03, 1998, p. 297-307.