

Padrões de geração de viagens e mobilidade urbana sustentável

Marcelo Tadeu Mancini¹; Antônio Nélon Rodrigues da Silva²

Resumo: O objetivo deste trabalho é apontar ações de planejamento urbano e de transportes que sirvam para orientar gestores e técnicos no sentido de alcançar padrões de geração de viagens que conduzam à mobilidade sustentável. A pesquisa baseia-se em um método de previsão de implementação de ações através de cenários, cuja avaliação é conduzida com auxílio do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS). A partir de um cenário piloto, alguns resultados foram obtidos e são aqui apresentados e analisados. A maior efetividade de mudança ocorreu com a aplicação de ações de influência média e indiretas na Geração de Viagens Sustentáveis (GVS), e com mínimo e médio graus de dificuldade, que podem alterar o valor do IMUS em cerca de 24 %. Estas ações, por sua clara facilidade de implementação e efetividade, podem ser priorizadas como o início de um plano de mudança nas características das viagens sustentáveis.

Abstract: The aim of this work is to indicate actions in urban and transportation planning that are suitable to guide the decisions of managers and technicians towards standards of trip generation conducting to sustainable mobility. The study is based on a method for predicting the implementation of actions through scenarios. Their assessment is subsequently done with the Index of Sustainable Urban Mobility (I_SUM). The outcomes of a pilot study are presented and analyzed. The most effective changes were produced with the application of actions of intermediate and indirect influence on the so-called Sustainable Trip Generation, and also of minimum and intermediate level of difficulty for implementation. They can positively change the value of I_SUM in about 24 %. As they are effective and easy to implement, these actions can be a starting point of a plan for making the characteristics of the trips more sustainable.

1. INTRODUÇÃO

É largamente documentado (como em Ortúzar e Wilumsen, 1995, por exemplo) o fato da demanda por transportes ser uma demanda derivada, já que está relacionada à satisfação de necessidades como trabalho, estudos, lazer, saúde e movimentação de bens. Como conseqüência, a mobilidade é uma necessidade cotidiana, por estar ligada à execução de ações que se localizam com freqüência em diferentes espaços geográficos. Este é um dos motivos que levaram diversos autores a enfatizarem a influência dos usos do solo urbanos na geração de viagens. Segundo Pinho *et al.* (2010), a distribuição espacial dos usos do solo pode aumentar a necessidade de movimentação com a finalidade de participar de atividades urbanas dispersas, enquanto o sistema de transportes pode oferecer condições de satisfação dessas necessidades de mobilidade.

Os transportes possuem sempre relação com alguma edificação, instalação, equipamento ou atividade que produz ou atrai viagens, os chamados Pólos Geradores de Viagens (PGV), que podem ser terminais de transportes, escolas, locais de comércio, indústrias ou resi-

dências, dentre outros. O conceito destes Pólos, definido em Portugal e Goldner (2003) com base em diversos órgãos e autores, refere-se às “edificações ou instalações que exercem atratividade sobre a população (...) com substanciais interferências no tráfego do entorno e a necessidade de grandes espaços para estacionamento ou carga e descarga”. Os mais importantes trabalhos e organizações que se dedicam ao estudo sobre o tema, sobretudo sua principal referência bibliográfica, o *Trip Generation Handbook* (ITE, 2008), produzido pelo *Institute of Transportation Engineers* nos Estados Unidos da América, adotam taxas cujos padrões de provisão de infraestrutura para novas construções podem gerar mais problemas do que soluções, já que prioriza modos motorizados individuais, atraindo, portanto, demandas cada vez maiores.

Esta estratégia de provisão de infraestrutura tem predominado nas últimas décadas em praticamente todo o mundo, através da implantação de novas e grandes vias e um espalhamento do tecido urbano. Isso acaba por segregar partes das cidades e favorece o uso do automóvel, o que tem ocasionado os principais problemas de mobilidade urbana, como a saturação de capacidade das vias e os consequentes congestionamentos, poluição e altos índices de acidentes. Para Gilbert e Wielderkehr (2002), a provisão de infraestrutura privilegiando o transporte individual motorizado pode atenuar os problemas de mobilidade no longo prazo, porém o crescimento no número de usuários supera inclusive os melhoramentos decorrentes de avanços na tecnologia e de aumento de capacidade na infraestrutura, tendendo a agravar o quadro inicial do

¹ Marcelo Tadeu Mancini, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil. (e-mail: mtmancini@usp.br).

² Antônio Nélon Rodrigues da Silva, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil. (e-mail: anelson@sc.usp.br).

problema. Como consequência, outros aspectos da cidade acabam sendo afetados, o que pode tornar qualquer ação bastante limitada em termos de desenvolvimento sustentável.

Diante deste quadro, a adoção de métodos para a promoção da sustentabilidade na mobilidade urbana tem sido objeto de investigação. Em um levantamento de medidas de gerenciamento da demanda de transportes, Balassiano e Real (2001), Mello (2007) destacaram, entre outras, a Gestão da Mobilidade ou *Mobility Management* (MM). Este é um conjunto de medidas aplicadas em diversos países, com destaque para os europeus, que visam o incentivo aos modos de transportes sustentáveis, ou seja, modos coletivos e não motorizados, para a realização de atividades diárias, tais como as de trabalho e estudos. Já Cervero (2008) aborda como medida de redução de viagens veiculares o *Transit-Oriented Development* (TOD), que propõe um adensamento urbano no entorno de estações e a circulação entre as partes da cidade através de corredores de transportes coletivos. Sperry *et al.* (2009) observaram a importância de criar zonas de usos mistos e melhorar as condições de vias de pedestres para estimular a redução de viagens utilizando carros. Schiller *et al.* (2010) destacam, através de experiências diversas, que a efetivação de um sistema de transportes ambientalmente sustentável somente é possível com a aplicação de políticas públicas e a participação da população nas decisões de planejamento.

No entanto, tal como observado por Pinho *et al.* (2010), apesar de existirem inúmeros trabalhos que comprovam a clara relação entre geração de viagens e uso do solo na cidade, ainda há muito que se estudar para consolidar esta relação. Os investimentos para adaptação da mobilidade urbana de forma a torná-la mais sustentável são altos, porém, promovem melhorias indiretas em diversos outros campos. Para que no futuro os investimentos em transportes não se tornem tão altos a ponto de comprometer investimentos gerais, é preciso garantir a sustentabilidade na mobilidade urbana e, conseqüentemente, nas viagens geradas.

Para que se possa incentivar ou exigir que os Pólos Geradores de Viagens se adaptem para produzir e atrair viagens sustentáveis é preciso que a infraestrutura urbana esteja adaptada para tal. Essa adaptação consiste, dentre outras ações, na provisão de vias e equipamentos que incentivem a diversificação modal em grande parte da cidade, para que se possa dar acesso às edificações. Estas, por sua vez, deveriam estar preparadas para receber tais viagens. A dificuldade de convencimento dos gestores, técnicos e cidadãos para tais mudanças, decorrente do alto custo dessas adaptações, exige alternativas de planejamento que apontem diferentes meios para se alcançar boas condições de mobilidade urbana. Uma dessas ferramentas é o plane-

jamento baseado em cenários. Este método, aliado a ferramentas como o Índice de Mobilidade Urbana (Costa, 2008), pode identificar e prover diferentes alternativas para que, respeitadas as peculiaridades locais, a mobilidade urbana ocorra de forma sustentável. Estes são os elementos que garantem a fundamentação teórica deste estudo, cujo objetivo é apontar possíveis ações de planejamento urbano e de transportes, propostas através de cenários que indiquem alternativas de execução, para orientar as decisões de gestores e técnicos no sentido de alcançar padrões efetivos de mobilidade sustentável.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Dois aspectos principais são abordados neste item, que contém uma breve revisão dos conceitos básicos empregados na metodologia. O primeiro trata de aspectos relacionados à mobilidade urbana sustentável, enquanto que o segundo reúne conceitos do planejamento baseado em cenários.

2.1. Índice de mobilidade urbana sustentável e geração de viagens sustentáveis

Nas cidades brasileiras tem sido incentivada a aplicação de Planos de Mobilidade Urbana, sobretudo através de iniciativas governamentais (Rodrigues da Silva *et al.*, 2008). Estas são o resultado de uma política urbana recente, iniciada na Constituição de 1988, fortalecida pelo Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) e por recentes leis específicas. Porém tem sido observado que “apesar de existirem alguns estudos acadêmicos sobre o tema, bem como ferramentas de avaliação e auxílio à criação de Planos de Mobilidade Urbana elaboradas pelo próprio Ministério das Cidades (Brasil, 2006 e 2007), praticamente não existe, no Brasil, *know-how* para elaboração e implementação de Planos de Mobilidade.” (Miranda *et al.*, 2009).

Motivada pela necessidade de auxiliar a implementação de planos de mobilidade, avaliação e planejamento baseados em conceitos de sustentabilidade, Costa (2008) desenvolveu o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), ferramenta constituída por 87 Indicadores, agrupados em 37 Temas distribuídos em 9 Domínios. Esta estrutura aparece parcialmente representada na Figura 1, com a hierarquia de Domínios e Temas, mas sem os Indicadores. Estes, por sua vez, são apresentados na Figura 6. Por abordar relevantes temas para avaliar e adaptar uma cidade quanto à sustentabilidade na mobilidade urbana, este índice pode ser uma importante ferramenta para fornecer alternativas de ações através dos indicadores cujos escores encontram-se mal avaliados.

Após prover mudanças no espaço público para que se alterem os padrões de viagens urbanas, se fazem necessárias também mudanças dentro dos espaços pri-

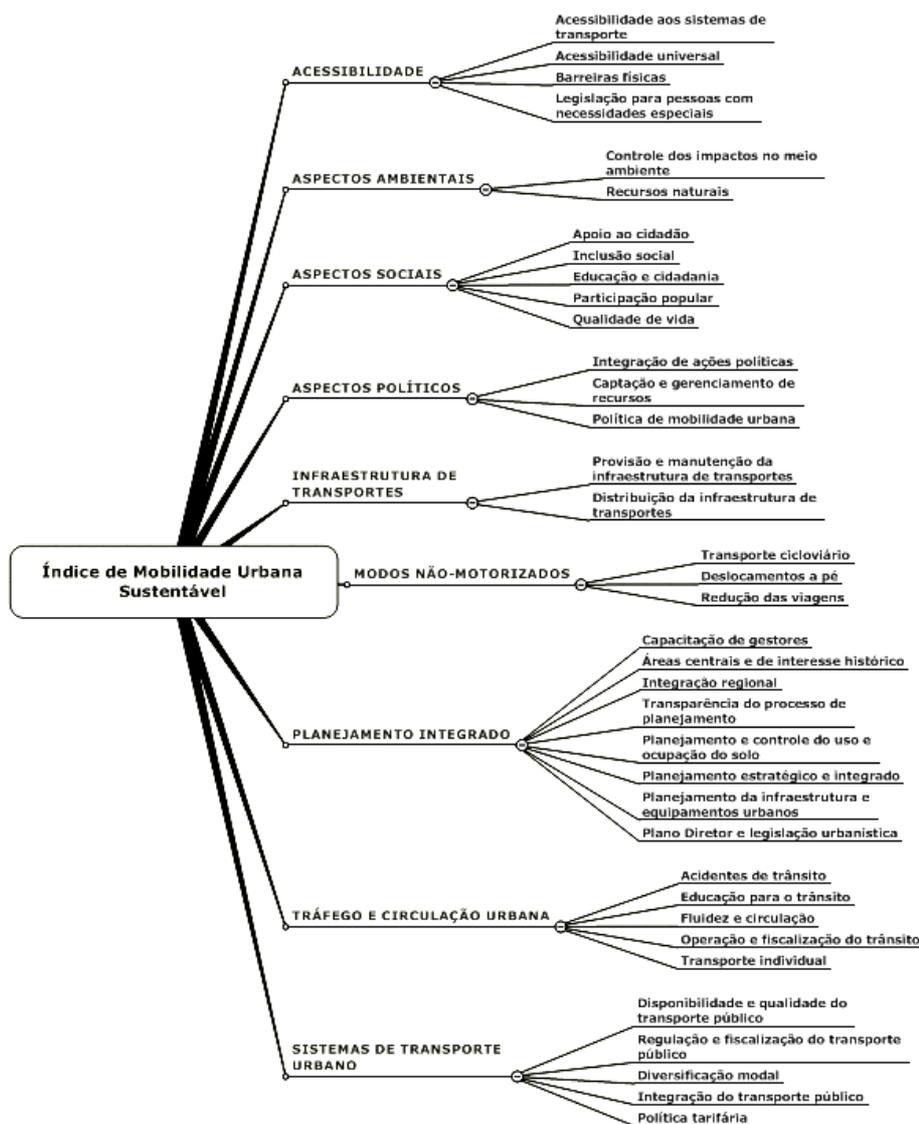


Figura 1. Domínios e temas do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS)

vados, sobretudo aqueles que têm maior potencial de produção e atração de viagens, como os PGV. Oportunamente, o conceito de taxa de Geração de Viagens Sustentáveis (GVS), apresentada por Bryans e Nielsen (1999), é uma alternativa para adaptação dos padrões de viagens, a partir de incentivos ao uso do transporte coletivo e não motorizado, sobretudo em atividades rotineiras como estudos e trabalho. Os autores destacam que “determinar uma taxa de viagens sustentáveis não será em si reduzir o número de viagens de carro geradas por novas habitações, mas se faz necessário o desenvolvimento e o planejamento conjunto de serviços e melhorias de infraestruturas de forma a atingir a redução no uso do carro.”

A partir de tais adaptações do espaço urbano e com a mudança no padrão de geração de viagens, não faz sentido que os PGV continuem provendo espaços aptos apenas para receber viagens de automóveis particulares. Como fora abordado na introdução, na fase projetual são estudadas demandas de viagens apenas para automóveis, porém a insustentabilidade dessas

ações, sobretudo pela ocupação demasiada de espaço, deve ser incrementada por estudos de demanda por outros modos mais sustentáveis, incentivadas por provisão de infraestruturas como facilidade de acesso aos corredores de transportes coletivos, bicicletários e melhores calçadas. Isso possibilitaria a diversificação modal e um melhor aproveitamento do espaço urbano, sobretudo em espaços ligados a atividades rotineiras, tais como estudo e trabalho, dispensando a ocupação de grandes áreas destinadas a bolsões de estacionamentos em áreas centrais e em grandes empreendimentos urbanos.

A aplicação de medidas para atingir uma mobilidade urbana sustentável não pode partir apenas do princípio de “prever e prover”, mas deve considerar também a possibilidade de “prever e prevenir” (como sugerido por Owens, 1995), evitando a implantação de infraestruturas que apenas mascaram os problemas no curto e médio prazos. Devem ser definidas alternativas eficazes que utilizem outros modos de transportes e novos hábitos para prevenir problemas mais graves.

Para que estas mudanças ocorram de fato é preciso convencer não só a população, mas também técnicos e gestores, o que não é uma tarefa simples. Nesse sentido, é interessante visualizar *a priori* os possíveis resultados das diferentes alternativas de atuação propostas, o que pode ser feito através da construção de cenários.

2.2. Planejamento baseado em cenários

De acordo com Banister *et al.* (2008), “os cenários não objetivam prever o futuro, mas mostrar como diferentes interpretações das forças de mudanças podem levar a diferentes possibilidades futuras. (...) Os cenários objetivam auxiliar os gestores no presente sobre assuntos que terão conseqüências a longo-prazo.” Um dos métodos de planejamento por cenários é o *backcasting*, definido em Gilbert e Wielderkehr (2002) como um trabalho que tem início com a observação da presente conjuntura e do passado. A partir daí é definido o futuro que se quer buscar e são estabelecidas metas para atingi-lo. O trabalho com cenários por previsão (*forecasting*) se faz interessante quando os objetivos são desconhecidos ou considerados inatingíveis. Já os cenários baseados em *backcasting* são preferíveis quando se deseja iniciar as mudanças por pontos de partida baseados em tendências atuais, porém envolvem mudanças maiores e mais radicais (Gilbert e Wielderkehr, 2002).

Duas aplicações de cenários por *backcasting* são apresentadas nos trabalhos citados acima. Gilbert e Wielderkehr (2002) apresentam o método utilizado pela *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), desenvolvido por diversos países europeus e o Canadá. As etapas consistiam primeiramente na definição de transportes ambientalmente sustentáveis e que cada país membro escolhesse quais atividades achavam importantes, dentre as quais foram consensuais seis mais críticas. Na segunda etapa, foi definido um cenário mantendo a evolução atual e mais três cenários de ações voltadas aos transportes sustentáveis, com horizonte até 2030. Dentre os três cenários, que tomaram como referência os índices do ano de 1990, dois eram de mudanças extremistas e um com mudanças mais moderadas. Adotado um destes cenários, a terceira fase consistiu em uma avaliação das implicações sociais e econômicas para a sua execução e barreiras para sua aplicação. A fase quatro conjugou a definição de políticas de aplicação para os gestores e conscientização da população em geral.

Banister *et al.* (2008) citam um planejamento por cenários objetivando a redução da emissão de gases poluentes pelo transporte para o Reino Unido. Baseado na atual realidade e na tentativa de mudar este cenário projeta-se uma ação principal e possíveis metas e programas para atingi-la, sempre em comparação

com um cenário onde os problemas atuais continuam sem intervenção. Estas metas devem ser avaliadas por gestores e profissionais. Em um segundo estágio, trabalha-se com a descrição de “imagens do futuro”, baseadas em pressupostos sobre elementos “estratégicos” e “externos”. Os primeiros são aqueles que influenciarão diretamente nas estratégias, como novas tecnologias, e os segundos aqueles que podem variar conforme a política aplicada, como em um cenário. Uma terceira etapa consiste em gerar cenários de longo prazo, baseados nos levantamentos anteriores. Estes devem ser escritos e avaliados por quem a projeta, bem como pelos gestores e investidores, a fim de eliminar possíveis conflitos e escolher o melhor caminho para atingir um futuro sustentável.

O ponto de partida para o planejamento de cenários por *backcasting* consiste em um bom conhecimento da atual conjuntura e de intervenções baseadas na solução das situações problemáticas que tendem a se agravar. Por isto avaliações da atual situação da mobilidade urbana sustentável, através de instrumentos como o IMUS (Costa, 2008), ou a identificação de potencial diversificação modal baseada no uso do solo e nas redes de transportes disponíveis (Pinho *et al.*, 2010), se mostram como importantes pontos de partida para a definição de cenários de intervenção para se obter novos padrões de viagens, espaços urbanos preparados para tal e maior sustentabilidade ambiental para os transportes.

3. METODOLOGIA

Para estudar alternativas de intervenções em cidades para adaptá-las para novos padrões de viagens foi adotado um método de planejamento baseado em cenários, tomando por base os trabalhos de Gilbert e Wielderkehr (2002) e de Banister *et al.* (2008). O estudo piloto foi desenvolvido em São Carlos, estado de São Paulo, cidade média cuja população aproxima-se de 220 mil habitantes (IBGE, 2009). O município enfrenta problemas de planejamento e de transportes característicos do intenso crescimento do tecido urbano e do número de automóveis particulares, vivenciados nas últimas décadas em cidades de mesmo porte. Sua seleção para estudo foi, em grande medida, influenciada pela existência de uma avaliação recente do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS). Essa decisão se deve ao fato do índice se basear em um conjunto de indicadores cujos escores podem ser influenciados por ações voltadas à melhoria da mobilidade urbana sustentável. Para fins deste estudo foi determinado um prazo de dez anos para identificar quais ações poderiam alterar positivamente o IMUS. A definição das ações deste estudo pautou-se na priorização do transporte coletivo e dos modos não motorizado, através da

adaptação das vias principais ao transporte coletivo e às ciclovias.

Foram feitas classificações dos indicadores, de tal maneira que fosse possível selecionar ações exequíveis para se alcançar as metas pautadas no cenário, relacionadas à melhoria da mobilidade urbana. A classificação se deu segundo dois critérios relacionados à implementação das ações envolvidas: quanto ao grau de dificuldade e quanto ao horizonte de tempo demandado. Em seguida, cada um dos critérios foi subdividido, em ambos os casos, em: máximo, médio e mínimo. Estas combinações foram reunidas em seis níveis, conforme representado graficamente na Figura 2. Para facilitar a análise, os seis níveis foram reunidos em apenas duas grandes classes, assim caracterizadas: “mínimo e médio grau de dificuldade” para os itens de 1 a 3 da Figura 2 e de “máxima dificuldade”, para os itens de 4 a 6 da Figura 2. Os indicadores classificados foram separados dentro de cada domínio do IMUS, o que permitiu então contabilizar o número de ações de cada grau de dificuldade para cada um dos domínios.

		GRAU DE DIFICULDADE		
		MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO
HORIZONTE DE TEMPO	MÍNIMO	1	2	4
	MÉDIO	2	3	5
	MÁXIMO	4	5	6

1 - Baixíssimo grau de dificuldade e prazo
 2 - Baixo grau de dificuldade e prazo
 3 - Médio grau de dificuldade e prazo
 4 - Alto grau de dificuldade e prazo
 5 - Altíssimo grau de dificuldade e prazo
 6 - Extremo grau de dificuldade e prazo

Figura 2. Classificação quanto ao grau de dificuldade e horizonte de tempo para implantação das ações

Adicionalmente, é preciso reconhecer que nem todos os indicadores do IMUS (listados na Figura 6) apresentam relação direta com a geração de viagens sustentáveis. Em virtude disso, os indicadores foram subdivididos em subgrupos, com base em uma classificação dessa influência, como sendo “direta”, “média” ou “indireta”.

Para se trabalhar com dados gerais, foram simulados dois cenários através da variação de conjuntos de ações. Foram feitas alterações nos escores dos indicadores conforme a classificação obtida pelo grau de dificuldade. A única classificação em que não houve variação de escore foi a 6, de “extremo grau de dificuldade e prazo longo”, pois se considera que um horizonte de dez anos não seja suficiente para a sua efetiva implementação. O cenário **otimista** simula que o gestor realize muitas ações, inclusive as difíceis (exceto a 6, devido ao tempo necessário para tal). Por isso, a variação dos escores neste cenário, no caso de ter obtido classificação do grau de dificuldade de execução como 1, foi elevado ao máximo; 2 e 3, elevados em dois estágios (os escores geralmente são apresen-

tados no IMUS em estágios de pontuação como, por exemplo, 0,25, 0,50, 0,75 e 1,00) e 4 e 5, elevados em um estágio. Já o cenário **pessimista** considera que o gestor execute apenas as ações de fácil e média dificuldade. Para este cenário, as alterações foram menores que o otimista, conforme a classificação do grau de dificuldade: os que obtiveram classificação 1 foram elevados em dois estágios; 2 e 3 subiram um estágio e os de 4 a 6 não mudaram. Para observar o potencial de variação de cada conjunto de ações, o cenário otimista foi analisado em partes, que eram definidas pelos grupos de classificação quanto à influência na GVS e quanto ao grau de dificuldade das ações.

4. RESULTADOS

Os primeiros resultados obtidos se referem à classificação quanto ao grau de dificuldade de execução e prazos, classificados em relação às atuais condições na cidade em estudo. Dentre os 87 indicadores, 17 deles, ou seja, 19 % encontram-se no escore máximo, com classificação satisfatória para a mobilidade urbana; 13 (15 %) foram classificados como “grau de dificuldade e prazo mínimo”; 39 indicadores (45 %) são ações de dificuldade e prazo médios, com combinações variadas de graus e, por fim, 18 (21 %) são de grau de dificuldade máximo e longo prazo (Figura 3).

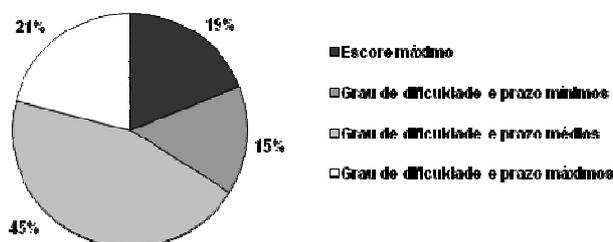


Figura 3. Classificação dos indicadores do IMUS quanto à dificuldade e prazo de adaptação

Os indicadores do IMUS estão reunidos em Temas (que por sua vez estão vinculados aos Domínios), conforme a estrutura da Figura 1. Assim, para observar em quais áreas específicas relativas à mobilidade sustentável se encontram estes indicadores, foram confrontados os dados obtidos no que se refere ao grau de dificuldade e prazo e aos domínios do IMUS, dos quais foi obtido o gráfico da Figura 4. Pode-se observar neste gráfico a carência de ações realizadas em algumas áreas, e em outras, grande parte delas consolidadas.

No domínio “Tráfego e Circulação Urbana”, uma alta porcentagem de ações apresentam escores máximos (56 %), resultado do predomínio de políticas de mobilidade urbana que priorizam o transporte motorizado. Por outro lado, os domínios “Sistemas de Transporte Urbano” e “Planejamento Integrado”, cujas ações se destinam a melhoria do transporte coleti-

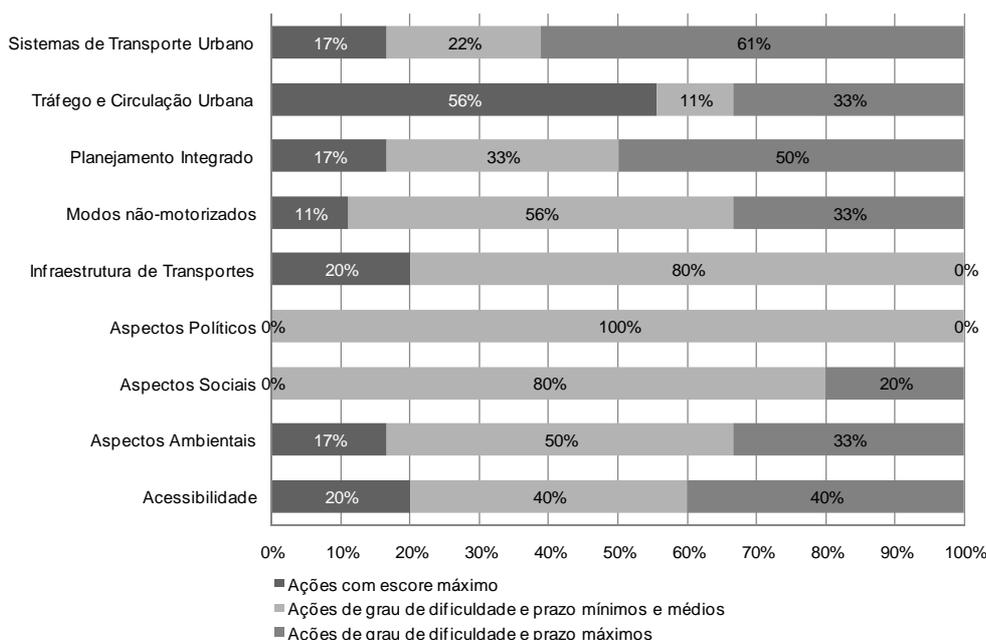


Figura 4. Comparação do grau de dificuldade de execução das ações por domínio do IMUS

vo, integração entre modos de transporte, planejamento urbano e gestão dos sistemas, concentram o maior número de ações com máxima dificuldade e prazo de execução (61 % e 50 % dos 18 indicadores de cada domínio). Os domínios “Infraestrutura de Transportes” e “Aspectos Sociais” somam 80 % de ações de mínimo e médio grau de dificuldade de execução e curto prazo de ação. O domínio “Aspectos Políticos” concentra 100 % das ações nessa mesma classificação, indicando pontos que podem ser priorizados para a implantação de ações que provocarão mudanças no Índice de Mobilidade Urbana Sustentável na cidade.

Outro importante resultado pode ser observado na relação entre o grau de dificuldade para a implementação das ações e a sua influência nos padrões de GVS, através do qual se verificam os desafios para que se possam incentivá-los. Conforme apresentado no gráfico da Figura 5, observa-se que há maior concentração de ações de grau máximo de dificuldade dentre os indicadores mais relacionados à geração de

viagens sustentáveis (50 %). Estes são em sua maior parte indicadores cujas ações referem-se à alterações nos lotes privados e sua relação com a infraestrutura urbana pública, integração entre os modos de viagens, infraestrutura de incentivo aos modos não motorizados e ao transporte coletivo.

Ao contrário, pode ser observado que dentre as ações de pouca relação ou que influenciam indiretamente nos padrões de geração de viagens, 62 % são ações de mínimo e médio grau de dificuldade e prazo, além de 25 % já terem atingido escore máximo, restando apenas 13 % de ações de máximo grau de dificuldade e prazo. Estes indicadores referem-se às ações de gestão, educação e participação dos cidadãos nas decisões. Observando-se os resultados apresentados, reforça-se que as ações que precisam ser executadas concentram-se na implantação de infraestrutura que incentive o uso de modos de transportes não motorizados, melhoria do transporte coletivo e a integração entre os modos de transportes.

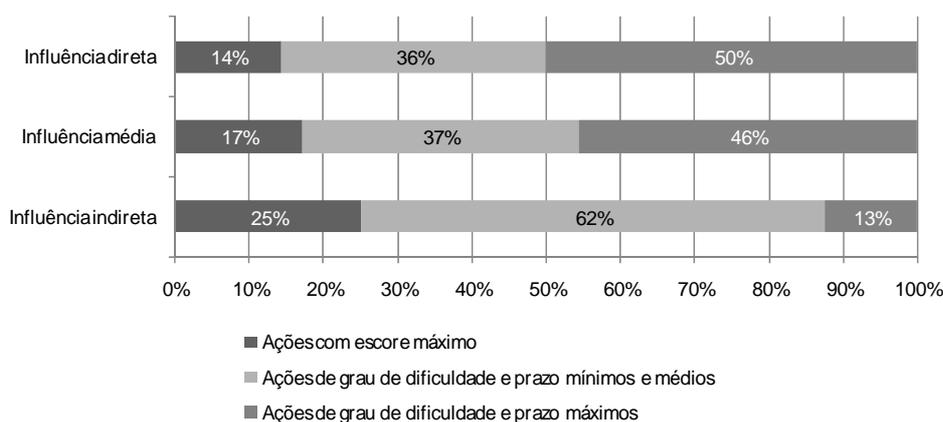


Figura 5. Comparação entre os indicadores conforme a influência na geração de viagens e o grau de dificuldade de execução

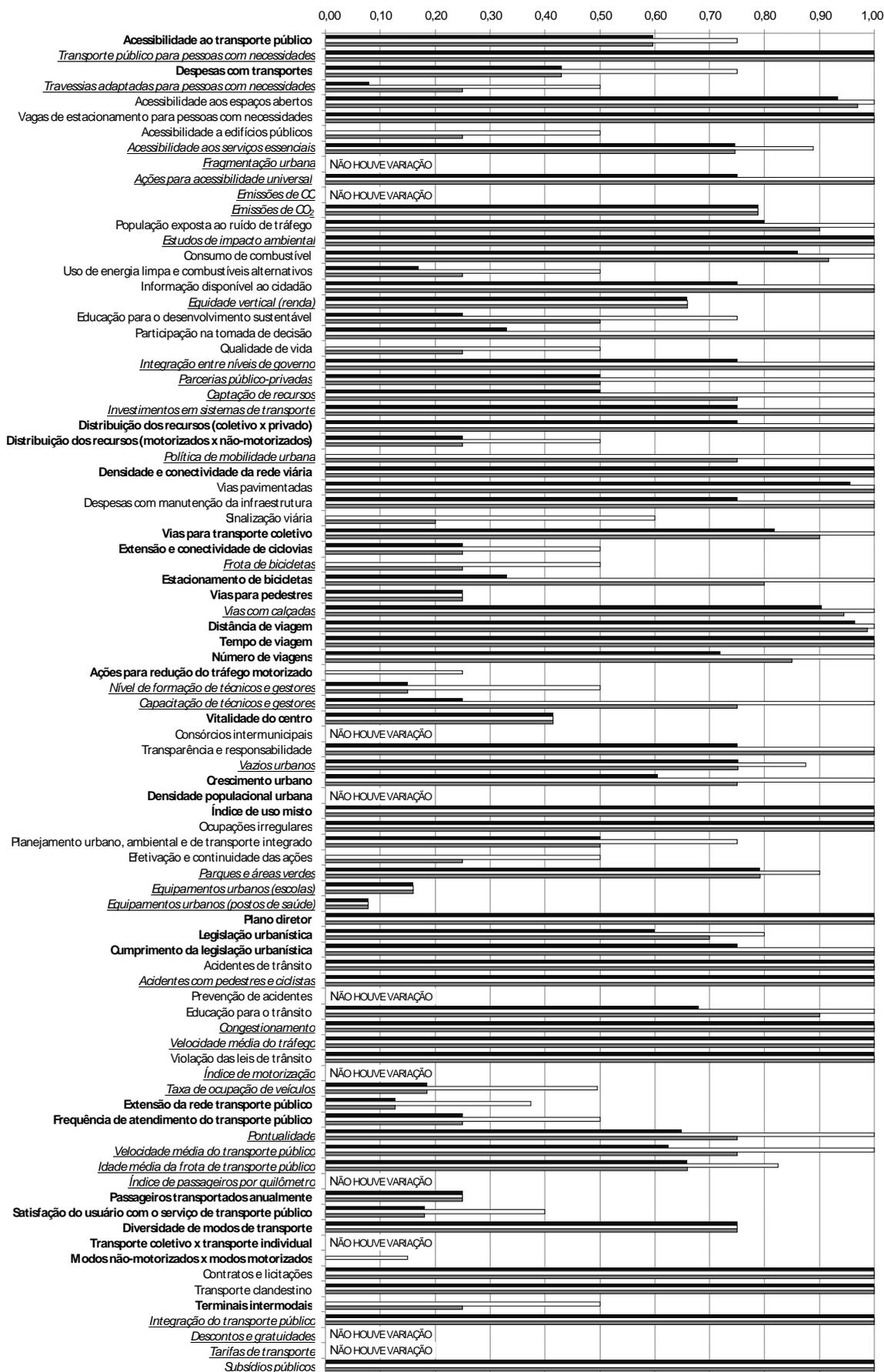


Figura 6. Indicadores, relação com GVS, situação atual e variação dos escores em cada cenário

Até então foram apresentados resultados que se relacionam às ações de forma independente, ou seja, uma avaliação por indicadores. Os próximos resultados apresentam cenários que simulam a atuação conjunta dos indicadores, podendo observar o potencial de alteração de cada alternativa no resultado geral do IMUS da cidade em estudo. Os cenários têm horizonte de dez anos e foram obtidos através de variação dos escores, determinada pelo grau de dificuldade e prazo da implantação. Os índices apresentados na Tabela 1 foram variações do IMUS geral obtido na cidade em estudo, que foi de 0,568 (em um escala que vai de zero, para a pior condição, até um, para a melhor condição) no ano de 2009.

Tabela 1. Valores obtidos no IMUS 2009 e variações obtidas nos cenários otimista e pessimista

	<i>IMUS 2009</i>		<i>Otimista</i>		<i>Pessimista</i>	
Social	0,192	0,257	+ 34,2 %	0,223	+ 16,5 %	
Econômica	0,191	0,253	+ 32,8 %	0,219	+ 14,8 %	
Ambiental	0,186	0,250	+ 34,3 %	0,216	+ 15,8 %	
IMUS Geral	0,568	0,760	+ 33,8 %	0,658	+ 15,8 %	

O cenário otimista considera que a maioria das ações possa ser realizada no horizonte de tempo estipulado, e os escores dos indicadores foram variados, incluindo os de maior dificuldade. Conforme apresentado na Tabela 1, neste cenário o valor global do IMUS aumentaria 33,8 % em relação ao valor atual. Já o cenário pessimista, que considera que o gestor executará o mínimo possível das ações para atingir a proposta de mobilidade urbana sustentável, sem executar as de médio grau de dificuldade e prazo, altera o índice em até 15,8 %. Nenhum dos cenários varia os escores dos indicadores que já estão na máxima pontuação (1,00) nem os considerados de extremo grau de dificuldade e prazo (nível 6 na Figura 2). Para que se possa constatar o número destas ações consideradas de extremo grau de dificuldade e prazo em relação à GVS, eles são 6 dentre os 28 indicadores de influência direta na GVS (21 %), 10 dentre os 35 de influência média (28 %) e apenas 2 daqueles 25 de influência indireta (8 %), em um total geral de 18 indicadores. A Figura

6 apresenta os escores atuais de cada indicador do IMUS (ações) e a variação dos mesmos nos cenários otimista e pessimista. Os indicadores estão assim formatados, conforme a influência que possuem nos padrões de Geração de Viagens Sustentáveis: em negrito estão os de influência direta; em itálico sublinhado, os de influência média; e aqueles sem formatação são os de influência indireta. Em alguns deles o escore atual é nulo, e devido ao grau de dificuldade de execução não houve variação.

Porém, para obter um maior detalhamento do cenário otimista, este foi desmembrado conforme a classificação das ações pelo grau de dificuldade e prazo e pela influência na Geração de Viagens Sustentáveis. Assim, pode-se observar detalhadamente a eficácia de cada grupo de indicadores para variação do panorama da mobilidade urbana sustentável. Os índices apresentados na Tabela 2 foram variações do IMUS geral obtido na cidade em estudo (0,568) no ano de 2009. As variações são feitas em cada conjunto de ações em separado e assim foram obtidos os dados apresentados na Tabela 2.

Ao analisar a tabela, observou-se que as ações em todos os graus de dificuldade e prazo que têm influência direta nos padrões de GVS apresentam pouca mudança no IMUS geral, acrescentam 8,62 %, resultado obtido considerando-se as ações de máxima dificuldade e prazo que incluem 2,64 % deste índice. Quadro diferente apresenta-se quando são consideradas as ações de influência média nos padrões de GVS, cujas ações de grau mínimo e médio de dificuldade e prazo influenciam em significativos 14,08 % do IMUS geral e, caso se realizem as ações de grau de dificuldade e prazo máximos, adicionam 15,48 % ao índice, apontando uma alternativa de prioridade para se atingir alta variação na mobilidade urbana sustentável. Já as ações de influência indireta na GVS apresentam 9,85 % de mudança do índice final, sendo 9,50 % relativo a ações de grau de dificuldade e prazo mínimos e médios. Os valores somados resultam na variação obtida no cenário otimista (33,80 %), com uma pequena variação decorrente de arredondamentos.

Tabela 2. Grau de dificuldade das ações x alteração no IMUS Geral causada pela variação do grau de influência das ações na GVS

	<i>Influência direta</i> (28 indicadores)		<i>Influência média</i> (35 indicadores)		<i>Influência indireta</i> (24 indicadores)	
Ações de grau de dificuldade/prazo mínimos e médios (<i>níveis 1 a 3 da Fig. 1</i>)	0,602	+ 5,98 %	0,648	+ 14,08 %	0,622	+ 9,50 %
Ações de grau de dificuldade/prazo máximos (<i>níveis 4 e 5 da Fig. 1</i>)	0,583	+ 2,64 %	0,576	+ 1,40 %	0,570	+ 0,35 %
Ações em todos os graus de dificuldade/prazo (<i>níveis 1 a 5 da Fig. 1</i>)	0,617	+ 8,62 %	0,656	+ 15,48 %	0,624	+ 9,85 %

5. CONCLUSÕES

Para planejar cidades com padrões de mobilidade e geração de viagens sustentáveis é fundamental selecionar ações e políticas que possam produzir resultados economicamente eficientes, socialmente justos e ambientalmente corretos no curto, médio e longo prazo. Como os desdobramentos dessas intervenções não são totalmente previsíveis, uma das estratégias de planejamento é simular o futuro através da construção de cenários. Os cenários possuem como principal característica determinar, em um dado horizonte de tempo, possibilidades de atuação que podem se caracterizar por diferentes formas de investimentos, políticas e iniciativas para se alcançar um determinado objetivo, tal como demonstrado neste trabalho. Através de um estudo de caso realizado em uma cidade média foram simulados cenários com diferentes alternativas de ações ligadas à implementação e melhoria da mobilidade urbana sustentável, para que assim possam ser adaptados os Pólos Geradores de Viagens visando gerar viagens mais sustentáveis. A partir dessas alterações, as conclusões obtidas permitem analisar as conseqüências gerais dos diversos cenários de ação propostos, como discutido na sequência.

Dentre os resultados obtidos ao comparar as classificações atribuídas aos indicadores, pode-se destacar que a dificuldade maior na implantação encontra-se nas ações ligadas ao transporte coletivo e ao planejamento integrado entre os modos de transportes, já que se encontram implantadas em estágio incipiente e refletem a prioridade por modos motorizados no atual cenário. Outra peculiaridade encontra-se entre as ações mais relacionadas à Geração de Viagens Sustentáveis (GVS), que em sua maior parte são de difícil execução e demandam prazo maior de implantação. Isso porque, diferente do que ocorre atualmente na provisão de infraestrutura, destinada majoritariamente para automóveis particulares, estas ações consideradas difíceis estão relacionadas às mudanças para modos de transportes mais sustentáveis, bem como demandam a criação da infraestrutura necessária para implantá-los. Também estão relacionadas às mudanças dentro dos lotes privados, onde as ações dependem, não só do gestor, mas também da atuação dos cidadãos, o que dificulta sua implantação.

Em um panorama geral, de acordo com as condições de implantação e investimentos, pode-se quantificar a efetividade de cada conjunto de ações, conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2, pela comparação entre os resultados do IMUS - Índice de Mobilidade Urbana Sustentável. A variação, que se refere ao cenário otimista, ocorreu entre o mínimo de 5,98 %, caso somente fossem executadas as ações de 'mínimo e médio graus de dificuldade' diretamente relacionadas à GVS, até o máximo aumento de 33,8 %, onde se

considera que todas as ações propostas seriam executadas. Ao considerar um cenário pessimista, no qual foi simulada a execução de poucas iniciativas, quantificadas através de pequenas variações nos itens considerados de fácil e média dificuldade e prazo, o acréscimo é de até 15,8 % em relação ao IMUS atual. Porém a maior efetividade de mudança ocorre com a aplicação concomitante de ações de influência média e indireta na GVS e de mínimo e médio grau de dificuldade, que podem alterar o IMUS em cerca de 24 % (14,08 % + 9,50 %, extraídos da Tabela 2). São ações ligadas à educação, conscientização e divulgação aos cidadãos, melhoria na sinalização viária, melhoria de calçadas, formação de técnicos e gestores, melhorias ligadas a pontualidade no transporte público e medidas de integração entre os modos de transportes. Portanto, pela facilidade e potencial melhoria com pouca variação destes índices, estas ações podem ser priorizadas como início de um plano de mudança na mobilidade urbana, para que, conseqüentemente incentive novos padrões de viagens sustentáveis e a adaptação de Pólos Geradores para recebê-las.

Para planejar ações consideradas de difícil implantação pode-se observar que cenários como os simulados, aliados ao IMUS, são importantes ferramentas para avaliar as mudanças causadas pelas ações ligadas aos padrões de GVS, bem como indicar quais estratégias e iniciativas pontuais podem ser estudadas para alterar a mobilidade urbana de toda a cidade. Espera-se que este método auxilie decisões, já que podem ser elaborados vários cenários, com previsões pessimistas e otimistas. Através deles, podem ser priorizadas ações, conforme o prazo de implantação, dificuldade de execução, eficácia das alterações no IMUS geral, bem como priorizar a melhoria de áreas específicas relacionadas ao planejamento urbano.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES (Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) por contribuírem para diferentes fases do desenvolvimento da pesquisa que deu origem a esse artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balassiano, R. e Real, M. V. (2001) Identificação de Prioridades para Adoção de Estratégias de Gerenciamento da Mobilidade: O Caso do Rio de Janeiro. *Anais do XV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Campinas-SP, v. 2, p. 273-282.
- Banister, D.; R. Hickman e D. Stead (2008) Looking Over the Horizon: Visioning and Backcasting. In: Perrels, A.; V. Himanen e M. Lee-Gosselin (eds.) *Building Blocks for Sustainable Transport*. Emerald, UK, p. 24-53.
- Brasil. Estatuto da Cidade (2001) - *Lei nº 10.257*, de 10 de julho de 2001.
- Brasil. Ministério das Cidades (2006) *Gestão Integrada da Mobilidade Urbana (Curso)*. Brasília: Ministério das Cidades.
- Brasil. Ministério das Cidades (2007) *PlanMob: construindo a cidade sustentável - Caderno de Referências para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana*. Brasília: Ministério das Cidades.

- Bryans, W. e S. Nielsen (1999) An investigation into methodologies for determining a 'suitable' trip generation rate. *Traffic Engineering and Control*, v. 40, n. 1, p. 13-16.
- Cervero, R. (2008) Vehicle Trip Reduction Impacts of Transit-Oriented Housing. *Journal of Public Transportation*, v. 11, n. 3, p. 13-16.
- Costa, M. S. (2008) *Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável*. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP.
- Gilbert R. e P. Wielderkehr (2002) *Policy Instruments for Achieving Environmentally Sustainable Transport*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- IBGE (2009). *Cidades*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 27 set. 2010.
- ITE (2008) *Trip Generation Handbook*. Institute of Transportation Engineers, Washington, D.C.
- Mello, A. C. V. (2007) *Potencial de Captação de Demanda Adicional na Linha Dois do Metropolitano do Rio de Janeiro*. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Miranda, H. F.; M. T. Mancini; M. A. N. Azevedo Filho; V. F. B. Alves e A. N. Rodrigues da Silva (2009) Barreiras para a Implantação de Planos de Mobilidade. *Anais do XXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte*, ANPET, Vitória-ES. Em CD-Rom.
- Ortúzar, J. D. e L. G. Willumsen (1995) *Modeling Transport*. (2ª ed.). John Wiley. Chichester, England
- Owens, S. (1995) From 'Predict and Provide' to 'Predict and Prevent'?: Pricing and Planning in Transport Policy. *Transport Policy*, v. 2, n. 1, p. 43-49. Elsevier Science Ltd. Cambridge, UK.
- Pinho, P.; C. Silva e J. Reis (2010) How Urban Structure Constraints Sustainable Mobility Choices: Comparison of Copenhagen and Porto. *Anais do 12th World Conference on Transport Research*. Lisboa, Portugal. Em CD-Rom.
- Portugal L. S. e L. G. Goldner (2003) *Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes*. Edgard Blücher, São Paulo.
- Rodrigues da Silva, A. N.; M. S. Costa e M. H. Macedo (2008) Multiple Views of Sustainable Urban Mobility: The Case of Brazil. *Transport Policy*, Oxford, v. 15, n. 6, p. 350-360.
- Schiller P. L.; E. C. Bruun e J. R. Kenworthy (2010) *An Introduction to Sustainable Transportation: Policy, Planning and Implementation*. Earthscan. London, UK.
- Sperry, B. R.; M. W. Burris e E. Dumbaugh (2009) A Case Study of Induced Trips at Mixed-use Developments. *Anais do 89th Transportation Research Board Annual Meeting*. Washington, DC. Em CD-Rom.