

MARCELO TADEU MANCINI

**PLANEJAMENTO URBANO BASEADO EM
CENÁRIOS DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil - Área de Concentração: Planejamento e Operações de Transportes.

Orientador: Prof. Assoc. Antônio Néelson Rodrigues da Silva

SÃO CARLOS

2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

M269p Mancini, Marcelo Tadeu.
Planejamento urbano baseado em cenários de mobilidade sustentável. / Marcelo Tadeu Mancini; orientador Antônio Néelson Rodrigues da Silva. São Carlos, 2011.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Área de Concentração em Planejamento e Operações de Transportes) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2011.

1. Mobilidade sustentável. 2. Planejamento baseado em cenários. 3. Planejamento urbano. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: **Arquiteto e Urbanista Marcelo Tadeu Mancini**

Título da tese: PLANEJAMENTO URBANO BASEADO EM CENÁRIOS DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Data da defesa: 13/05/2011:

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Associado **Antônio Néelson Rodrigues da Silva (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC) APROVADO

Prof. Dr. **José Aparecido Sorratini**
(Universidade Federal de Uberlândia) APROVADO

Prof^ª. Dr^ª. **Márcia Helena Macêdo**
(Universidade Federal de Goiás) APROVADO

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes:
Prof. Associado **Paulo Cesar Lima Segantine**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Associado **Paulo Cesar Lima Segantine**

À Deus pela minha vida e à minha família:

Marcelino, Suzilei e Maraisa pelo apoio

e amor incondicionais.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Antônio Nélon pela excelente orientação, ensinamentos, profissionalismo e intensa presença no acompanhamento de cada etapa desta pesquisa.

Aos professores Márcia Helena Macedo, José Aparecido Sorratini, Renato Lima, José Mendes, Ana Seráfico e Ary Ferreira da Silva pelas valiosas contribuições durante e após a banca de qualificação e congressos, essenciais à conclusão deste trabalho.

À Marcela Costa e Conrado Plaza pelos essenciais dados para a realização desta pesquisa.

Aos colegas da disciplina “Planejamento Urbano de Transportes” do ano de 2009 pela atualização do IMUS.

Aos professores do STT pelos essenciais conhecimentos oferecidos e a todos os exemplares funcionários deste departamento pelo auxílio nas questões acadêmicas.

A todos os orientados do Professor Nélon que comigo conviveram neste período em especial ao Victor Frazão, a Hellem Miranda e ao Mário Azevedo pelas valiosas ideias, auxílios e amizade.

A todos os colegas alunos da pós-graduação em Engenharia de Transportes pelos momentos de convivência, pelo esforço conjunto, pelos momentos de diversão, pelos momentos de estudo e aconselhamentos em especial ao Gustavo Riente, Tiago Bastos e Mateus Araujo nas planilhas e referencias bibliográficas.

A todos da minha família em especial ao meu pai Marcelino, mãe Suzilei, irmã Maraisa, ao recém-chegado Matheus e as avós pelo apoio incondicional, sobretudo afetivo, moral, ético e financeiro em todos os momentos, essenciais à minha formação. Agradeço também pela compreensão nos momentos distantes os quais certamente estive em pensamento.

A todos os amigos presentes ao meu lado nos momentos de diversão e tristeza, aos seus conselhos essenciais em minha vida, em especial ao Diego Alves, Madalena Ribeiro, ao Diogo Gontijo. Ao Idair Espinosa, Luiz Jaquinto, Marcos Zara, Matheus e Rafael Moretto, Fernanda e Wallace pelos momentos de convivência.

À Tectran pelo reconhecimento do trabalho e pelas oportunidades oferecidas.

À CAPES (Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro, 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 trabalho.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, muito obrigado!

*“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível,
e de repente você estará fazendo o impossível.”*

São Francisco de Assis

MANCINI, M. T. (2011). **Planejamento Urbano Baseado em Cenários de Mobilidade Sustentável**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

Adaptações da estrutura urbana visando incentivar as viagens por modos sustentáveis, bem como a seleção e a implantação de ações e políticas com o mesmo propósito, são ainda desafios para técnicos e gestores. O Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) foi aqui adotado como base de uma estratégia para contornar esses problemas. Cada um de seus 87 indicadores foi avaliado por especialistas, os quais apontaram potenciais dificuldades para a implementação de melhorias. Com base nestas avaliações foi possível desenvolver, aplicar e analisar os resultados de um método de planejamento através de cenários, com a finalidade de obter alternativas para adaptar cidades ao conceito de mobilidade sustentável. Os resultados obtidos com a aplicação na cidade de São Carlos apontam o método como uma estratégia promissora de planejamento urbano, pois se mostrou capaz de indicar diversos possíveis conjuntos de ações práticas com grande potencial para conduzir a cidade à meta de mobilidade urbana sustentável. Estas ações puderam ser escolhidas com base em critérios claros, tais como: custo de execução, períodos de tempo (múltiplos de 4 anos, de forma a coincidir com o período de gestão dos prefeitos) ou ainda, o risco político decorrente da execução das ações. A análise dos resultados conduziu à conclusão de que o método é adequado para fins de planejamento urbano, uma vez que foi consistente não apenas com os problemas observados, mas também com as soluções previstas para muitos dos desafios da mobilidade urbana. Além disso, os indicadores que influenciam indiretamente na Geração de Viagens Sustentáveis (GVS), e que estavam associados a ações classificadas como viáveis em todos os quesitos, foram os que apresentaram maior potencial para alterar o valor geral do índice. Adicionalmente, embora alguns domínios tenham tido vários indicadores com avaliações ruins (por exemplo, os domínios "Modos Não-motorizados" e "Sistemas de Transporte Urbano"), eles também concentraram um grande número de indicadores associados a ações viáveis. Isso parece indicar que esses indicadores podem ser facilmente melhorados, se estimulados por políticas adequadas.

Palavras-chave: Mobilidade Sustentável. Planejamento Baseado em Cenários. Planejamento Urbano.

ABSTRACT

MANCINI, M. T. (2011). Urban Planning based on Scenarios of Sustainable Mobility. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

Adaptations of the urban structure for encouraging trips by sustainable modes, as well as the selection and implementation of actions and policies with the same objective, are still challenges to technicians and urban managers. The Index of Sustainable Urban Mobility (I_SUM) was adopted here as the basis of a strategy to deal with those problems. Each one of the 87 indicators of I_SUM was evaluated by experts, who pointed out potential difficulties for the implementation of improvements. The evaluations provided elements for the development, application and analysis of the results of a scenario-based planning method. The goal of the method is the search of alternatives to adapt cities to the concept of sustainable urban mobility. The results obtained with the application in the city of São Carlos suggest that the method is a promising urban planning strategy, given that it can indicate several sets of practical actions with clear potential to conduct the city to the goal of sustainable mobility. That selection of actions was based on clear criteria, such as: implementation costs, time (in multiples of four years, in order to match the time available to the elected mayors), and the political risk of the proposed actions. The analyses of the outcomes led to the conclusion that the method is appropriate for urban planning purposes, given that it was consistent not only with the observed problems but also with the anticipated solutions to many of the urban mobility challenges. Also, indicators that simultaneously have an indirect influence on the generation of sustainable trips, and were associated to actions meeting all feasibility criteria, have shown a clear potential to change the overall index value. Furthermore, although some Domains have had several indicators with poor evaluations (e.g., the Domains “Non-Motorized Modes” and “Urban Transport Systems”), they also have concentrated a large number of indicators associated to feasible actions. It seems to indicate that these indicators could be easily improved, if stimulated by adequate policies.

Key-words: Sustainable Mobility. Scenario-based Planning. Urban Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Domínios e temas do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS). ...	12
Figura 2: Cubo de referência (ou benchmarking cube) que caracteriza simultaneamente as três dimensões: custo, prazo e risco político.	37
Figura 3: Etapas da metodologia de trabalho.	44
Figura 4: Influência na geração de viagens sustentáveis (GVS) dos indicadores agrupados por domínios do IMUS.	48
Figura 5: Classificação dos indicadores quanto a medidas de transporte (TRA), de política (POL), de 'Uso do Solo' ou Índices/Taxas (IND) dentre os domínios do IMUS.	50
Figura 6: Classificação dos indicadores e influência na GVS.	51
Figura 7: Classificação dos indicadores quanto ao prazo de implantação das ações para atingir o escore máximo para a cidade de São Carlos - SP.	53
Figura 8: Classificação dos indicadores quanto ao custo de implantação das ações para atingir o escore máximo para a cidade de São Carlos - SP.	53
Figura 9: Classificação dos indicadores quanto ao risco político de implantação das ações para atingir o escore máximo para a cidade de São Carlos - SP.	54
Figura 10: Porcentagem de indicadores conforme a viabilidade das ações, agrupadas por domínios do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável.	55
Figura 11: Viabilidade das ações e escores.	57
Figura 12: Escores atuais dos indicadores distribuídos por domínios.	58
Figura 13: Viabilidade dos indicadores em relação à influência na geração de viagens sustentáveis.	59
Figura 14: Variações do IMUS geral para uma gestão ambiciosa.	62
Figura 15: Variação do IMUS geral para gestão ambiciosa por conjunto de indicadores agrupados por viabilidade e por influência na GVS.	63
Figura 16: Variação do IMUS pela simulação de gestão conservadora em relação ao IMUS atual.	67

Figura 17: Variação do IMUS geral para gestão conservadora por conjunto de indicadores agrupados por viabilidade e por influência na GVS.....	67
Figura 18: Classificação do que ocorre com cada conjunto de indicadores no cenário 1 e distribuição dentre os tipos de ação.....	70
Figura 19: Classificação do que ocorre com cada conjunto de indicadores no cenário 2 e distribuição dentre os tipos de ação.....	72
Figura 20: Classificação do que ocorre com cada conjunto de indicadores no cenário 3 e distribuição dentre os tipos de ação.....	74
Figura 21: Classificação do que ocorre com cada conjunto de indicadores no cenário 4 e distribuição dentre os tipos de ação.....	76
Figura 22: Classificação do que ocorre com cada conjunto de indicadores no cenário 5 e distribuição dentre os tipos de ação.....	78
Figura 23: Indicadores de influência direta na GVS distribuídos por cenários.....	80
Figura 24: Indicadores de influência média na GVS distribuídos por cenários.....	80
Figura 25: Indicadores de influência indireta na GVS distribuídos por cenários.....	81
Figura 26: Comparação entre o índice atual e os principais cenários gerados.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de bicicletários por veículo	20
Tabela 2: Extensão de ciclovias a se construir a cada 100 vagas de estacionamento de automóveis por PGV	21
Tabela 3: Pontuação atribuída a cada indicador conforme o prazo, o custo e o risco político. A pontuação e avaliação nesta etapa é atribuída a cada categoria (prazo, custo e risco político) separadamente.....	36
Tabela 4: Avaliação dos critérios conforme a somatória dos pontos para cada categoria, considerando um grupo de cinco especialistas.	36
Tabela 5: Blocos de combinações de custo, prazo e risco político no cubo de referência, obtidos conforme a grau de viabilidade.	37
Tabela 6: Cinco “estágios” de variação do escore de zero a um do indicador “Vazios urbanos” e ações correspondentes (em termos de porcentagem da área urbana vazia ou desocupada).	38
Tabela 7: Variação de escores conforme a viabilidade.	39
Tabela 8: Número de indicadores classificados quanto ao tipo de ação em comparação com a influência na geração de viagens sustentáveis e à viabilidade.	60
Tabela 9: Resultados do IMUS para simulação de gestão ambiciosa e conservadora e variações nas dimensões social, econômica, ambiental e geral.	61
Tabela 10: Ações ‘viáveis em todos os quesitos’ e de ‘influência indireta na GVS’ cuja alteração no IMUS com a execução das ações pode chegar a 5,21 %.	64
Tabela 11: Resumo de todas as variações simuladas para implantação do IMUS em uma gestão ambiciosa quanto à viabilidade e influência na geração de viagens sustentáveis.	66
Tabela 12: Resumo de todas as variações simuladas para implantação do IMUS em uma gestão ambiciosa quanto à viabilidade e influência na geração de viagens sustentáveis.	69
Tabela 13: Comparação entre o IMUS 2009 e a variação no cenário 1.....	71

Tabela 14: Comparação entre o IMUS 2009 e a variação no cenário 2.	73
Tabela 15: Comparação entre o IMUS 2009 e a variação no cenário 3.	75
Tabela 16: Comparação entre o IMUS 2009 e a variação no cenário 4.	77
Tabela 17: Comparação entre o IMUS 2009 e a variação no cenário 5.	79

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO.....	ix
ABSTRACT	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xv
SUMÁRIO.....	xvii
LISTA DE APÊNDICES.....	xix
1. Introdução.....	1
1.1. Caracterização do problema	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Justificativa.....	3
1.4. Estrutura do trabalho.....	4
2. Mobilidade Urbana Sustentável	7
2.1. A aplicação da mobilidade urbana sustentável nas cidades brasileiras ..	7
2.2. Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS).....	11
2.3. A importância dos usos do solo para os transportes.....	13
2.4. Viagens Sustentáveis e Polos Geradores de Viagens	15
3. Planejamento urbano baseado em cenários.....	23
3.1. Planejamento urbano para implantação da mobilidade sustentável	23
3.2. Cenários por backcasting.....	27
4. Metodologia	33
4.1. Classificação dos indicadores para análise de resultados	34
4.2. Avaliação da viabilidade e proposição de cenários de gestão	35
4.3. Cenários por <i>backcasting</i>	40
4.4. Execução do cenário.....	41
4.5. Síntese das etapas de aplicação do método.....	42

5. Resultados	47
5.1. Classificação dos indicadores para análise dos resultados.....	47
5.1.1. Influência na geração de viagens sustentáveis	48
5.1.2. Quanto ao tipo de ação	49
5.1.3. Quanto ao custo, prazo e risco político dos indicadores	51
5.2. Resultados quanto à viabilidade das ações e proposição de cenários de gestão.	54
5.2.1. Viabilidade das ações	55
5.2.2. Simulação da efetivação das ações em gestão ambiciosa e conservadora.	61
5.2.2.1. Gestão ambiciosa	62
5.2.2.2. Gestão conservadora.....	66
5.3. Elaboração de cenários por <i>Backcasting</i>	69
5.3.1. Cenário 1	70
5.3.2. Cenário 2.....	72
5.3.3. Cenário 3.....	74
5.3.4. Cenário 4.....	76
5.3.5. Cenário 5.....	78
5.3.6. Análise conjunta de todos os cenários	79
5.4. Execução dos cenários.....	82
6. Conclusão	85
6.1. Conclusão geral.....	86
6.2. Conclusões quanto a aplicação.....	87
6.3. Recomendações de trabalhos futuros	89
BIBLIOGRAFIA.....	91
CD DE APÊNDICES.....	97

LISTA DE APÊNDICES

(Disponíveis apenas em Formato Digital)

Apêndice A - IMUS 2009 (atual situação da mobilidade urbana em São Carlos).

Apêndice A.1 - Planilha de cálculo do IMUS 2009.

Apêndice A.2 - Situação dos indicadores (2009).

Apêndice B - Classificação dos indicadores quanto à influência na GVS.

Apêndice C - Classificação dos indicadores quanto ao tipo de ação.

Apêndice D - Classificação dos indicadores quanto ao prazo, custo e risco político.

Apêndice E - Classificação dos indicadores no cubo de referência quanto à viabilidade.

Apêndice F - Simulação da gestão ambiciosa e conservadora.

Apêndice F.1 - Planilha de cálculo da simulação da gestão ambiciosa.

Apêndice F.2 - Planilha de cálculo da simulação da gestão conservadora.

Apêndice F.3 - Lista de ações da simulação da gestão ambiciosa.

Apêndice F.4 - Lista de ações da simulação da gestão conservadora.

Apêndice F.5 - Memória de cálculo para as duas simulações por indicadores.

Apêndice F.6 - Gráfico de comparação entre a situação atual e as duas simulações.

Apêndice G - Cenários por *backcasting*.

Apêndice G.1 - Avaliações e planilha de cálculo do cenário 1.

Apêndice G.2 - Avaliações e planilha de cálculo do cenário 2.

Apêndice G.3 - Avaliações e planilha de cálculo do cenário 3.

Apêndice G.4 - Avaliações e planilha de cálculo do cenário 4.

Apêndice G.5 - Avaliações e planilha de cálculo do cenário 5.

Apêndice H - Questionário aplicado aos técnicos

1. INTRODUÇÃO

Como uma breve introdução a este trabalho, este capítulo procura apresentar uma delimitação do problema estudado e algumas soluções propostas para o mesmo. Contém ainda os objetivos e uma justificativa para a pesquisa, que visa contribuir para o planejamento e execução da mobilidade urbana sustentável.

1.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A crescente dependência dos modos motorizados individuais, preponderante em diversos países nas últimas décadas, tem levado ao esgotamento da capacidade da infraestrutura viária. Além disso, os diversos problemas daí decorrentes têm fomentado discussões, nas mais diversas especialidades, de como tal situação, hoje percebida como insustentável, pode ser superada. Os problemas não envolvem apenas os transportes, mas setores diversos, tais como: meio ambiente, saúde, economia, organização social, dentre outros. Isso significa que medidas destinadas a reverter tal processo devem abranger todas essas áreas. Em outras palavras, não se trata apenas de tornar a mobilidade sustentável, mas sim todo o processo de desenvolvimento urbano.

As mudanças em direção ao desenvolvimento sustentável devem envolver agentes e instituições em diversas esferas de governo, desde a federal até a municipal, tanto do setor público como privado. Iniciativas que têm sido observadas no caso brasileiro envolvem: políticas, legislação, estudos de caso, informação e educação. No entanto, a falta de *know-how* por parte de técnicos e gestores tem dificultado a identificação dos problemas e de formas efetivas de se alcançar tal desenvolvimento. Um grande desafio é envolver a população, pois a adaptação aos novos padrões de mobilidade exige uma mudança cultural e de costumes.

O Índice de Mobilidade Urbana Sustentável - IMUS (Costa, 2008) se apresenta como uma importante ferramenta de avaliação de uma cidade em relação aos transportes sustentáveis. No entanto, ao envolver também aspectos como política, sociedade, economia, meio ambiente e urbanismo, permite mensurar e delimitar bem o contexto vigente nas cidades em que é aplicado.

Porém, o convencimento da população e a união entre os distintos pontos de vista daqueles que devem ser os pivôs de mudança nas cidades, ou seja, corpo técnico, gestores e sociedade em geral, ainda constituem obstáculos para a efetivação de tais políticas. Medidas com altos custos demandam importantes alterações e restrições. Além disso, mudanças em hábitos e costumes exigem tempo e podem envolver riscos políticos aos gestores na aplicação de tais medidas, que podem inclusive ser, a princípio, impopulares.

Se faz necessário também o aprofundamento e melhor estudo do que seria a mobilidade urbana sustentável. Isso envolve, entre outras coisas, uma definição do que seriam *viagens sustentáveis* e seus comportamentos, o que as incentivam e inibem, quais modos são mais adequados, quais medidas e políticas são mais propícias, e como seria uma legislação que efetivamente apoiasse e conduzisse a tais padrões de mobilidade. Para isso deve-se definir como os espaços públicos se preparariam para tal, quais as formas de convencimento de investidores privados para aderirem e preparem seus empreendimentos; e como os PGV (Polos Geradores de Viagens) podem colaborar para tais viagens, ao invés de só incentivarem a motorização.

Um complexo quadro que relaciona diferentes atores e especialidades demanda um planejamento detalhado de futuro e exige diversas alternativas, a investigação de quais caminhos e abordagens devem se desenvolver em consequência de cada escolha, bem como prever seus riscos e potenciais.

1.2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são:

- Apontar um conjunto de possíveis ações de planejamento urbano e de transportes, propostas através de cenários que indiquem alternativas de execução, para orientar as decisões de gestores, técnicos e toda a população no sentido de alcançar padrões efetivos de mobilidade sustentável.
- Observar a aplicabilidade do processo de planejamento de transportes por cenários na cidade em estudo para reproduzi-la em outras cidades;
- Definir taxa de geração de viagens sustentáveis e como preparar uma cidade para que elas se tornem possíveis.

1.3. JUSTIFICATIVA

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. Assim, este trabalho visa auxiliar gestores, técnicos e cidadãos com ferramentas de planejamento urbano que ajudem a efetivar projetos e ações que revertam os caminhos prováveis em caminhos desejáveis, definidos através de ações bem delimitadas e previsão de todos os possíveis riscos e restrições.

Os espaços públicos e privados acabam por reproduzir e incentivar modos insustentáveis de transportes. Definir precisamente o que são viagens sustentáveis e reunir medidas, legislações e padrões construtivos que as incentivem, eventualmente moveriam a população em direção à sustentabilidade dos transportes.

A dificuldade de convencimento dos gestores, técnicos e cidadãos para tais mudanças decorre do alto custo das adaptações necessárias. Assim, exige alternativas de planejamento que apontem diferentes meios para se alcançar boas condições de mobilidade urbana e uma dessas ferramentas é o planejamento baseado em cenários. Tal método, aliado ao 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.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por seis capítulos, incluindo esta introdução, estruturados da seguinte forma:

- Os capítulos 2 e 3 são de revisão da bibliografia que deu fundamentação teórica à presente pesquisa. O capítulo 2 aborda a mobilidade urbana sustentável em seus conceitos, sua atual situação no Brasil e a utilização do IMUS (Índice de Mobilidade Urbana Sustentável) para a determinação da situação da mobilidade em cada cidade. O capítulo aborda ainda como os transportes relacionam-se aos usos do solo, o conceito de geração de viagens sustentáveis, alternativas para preparar os polos geradores de viagens para tais e o papel da legislação neste processo. O capítulo 3 aborda o planejamento por cenários, as políticas de planejamento para aplicação do transporte sustentável, suas principais barreiras, conceitos de cenários e a aplicação dos cenários por *backcasting*.

- O capítulo 4 apresenta a metodologia utilizada neste trabalho, descrita pela classificação dos indicadores e ações quanto aos níveis de viabilidade, a definição dos diferentes cenários de planejamento e como aplicá-los. Por fim, apresenta um resumo do método utilizado.
- O capítulo 5 apresenta os resultados da aplicação do método para a cidade de São Carlos, através da criação de cenários e a análise detalhada de cada um deles e as diferentes alternativas resultantes.
- O capítulo 6 apresenta as principais conclusões a respeito do método e da análise dos resultados e, por fim, um apontamento de possíveis trabalhos futuros para aprimorar e dar continuidade a esta pesquisa.

2. MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

Este capítulo aborda a implementação de conceitos de desenvolvimento sustentável aos transportes, o que se denomina hoje mobilidade urbana sustentável. A síntese da literatura que trata do tema é apresentada em quatro partes: a primeira faz uma revisão sobre conceitos de mobilidade e a atual situação da mobilidade urbana no Brasil; a segunda parte apresenta o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS); a terceira parte explora a relação entre uso do solo e transportes; e a quarta parte, os conceitos de geração de viagens sustentáveis e a adaptação dos PGV aos novos padrões de viagens.

2.1. A APLICAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NAS CIDADES BRASILEIRAS

É largamente documentado (como em Ortúzar e Willumsen, 1995, por exemplo) o fato de que a demanda por transportes é uma demanda derivada, já que está relacionada à satisfação de necessidades como trabalho, estudos, lazer, saúde, movimentação de bens, dentre outras. Como consequência, a mobilidade é uma necessidade cotidiana, por estar ligada à execução de ações que se localizam com frequência em diferentes espaços geográficos. O deslocamento de pessoas e bens é uma necessidade essencial na dinâmica das cidades. Ao analisar a estrutura física urbana, ela possui espaços destinados aos diferentes usos que estão sempre vinculados a uma via, o espaço destinado à mobilidade de bens e pessoas. Para mover-se, diferentes modos de transportes podem ser escolhidos conforme necessidades espaciais e temporais, desde o mais simples, que é a caminhada, até os mais complexos, utilizando-se de diferentes veículos: bicicleta, carros, trens, aeronaves e barcos.

Mobilidade é definida pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2007a, p. 40) como:

“Um atributo associado às pessoas e aos bens; corresponde às diferentes respostas dadas por indivíduos e agentes econômicos as suas necessidades de deslocamento, consideradas as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades nele desenvolvidas”, ou mais especificamente: “a mobilidade urbana é um atributo das cidades e se refere à facilidade de deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano. Tais deslocamentos são feitos através de veículos, vias e toda a infraestrutura (vias, calçadas, etc.)... É resultado da interação entre os deslocamentos de pessoas e bens com a cidade.” [grifo do autor] (BRASIL, Ministério das Cidades, 2004, p. 13 ¹)

Para que haja mobilidade plena, o direito a acessibilidade deve ser garantido. O Ministério das Cidades (BRASIL, 2007a) apresenta acessibilidade genericamente como a garantia de poder acessar, aproximar, utilizar e manusear qualquer objeto. No contexto do urbanismo, a mesma referência define como a “facilidade em distância, tempo e custo de se alcançar com autonomia os destinos desejados na cidade”. Legislações como a 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade, as políticas de mobilidade urbana e algumas normas técnicas como a ABNT 9050, têm exigido que as cidades brasileiras em seus espaços públicos e privados se adaptem no sentido de eliminar barreiras físicas e arquitetônicas. Tal medida visa prover acesso a todos os cidadãos, sem restrição àqueles com mobilidade reduzida, através da implementação de conceitos relativos ao desenho universal ².

Com a priorização dos modos motorizados individuais nas políticas e na construção de infraestruturas nas últimas décadas, tem se observado a redução da mobilidade e da acessibilidade nas cidades, ocasionadas sobretudo pelos congestionamentos. Em consequência, poluição e elevados índices de mortalidade tornaram-se grandes problemas atuais. Como resposta a tais problemas de abrangência ambiental, social e econômica, conceitos de desenvolvimento sustentável têm sido discutidos dentre

¹ Baseado em Ministério das Cidades. Política Nacional da Mobilidade Urbana Sustentável - Caderno do MCidades n. 6: Ministério das Cidades, Brasília, 2004.

² **Desenho universal:** concepção de espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente todas as pessoas, com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma autônoma, segura e confortável, constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade (Fonte: Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004 *apud* Ministério das Cidades, 2007)

técnicos e pela sociedade em geral. Entende-se como desenvolvimento sustentável “um modelo de desenvolvimento que permite as gerações presentes satisfazerem suas necessidades sem com isso colocar em risco a possibilidade das gerações futuras virem a satisfazer suas próprias necessidades” (BRASIL, 2007a).

Com o objetivo de diminuir os impactos causados pelos transportes desenvolveu-se o conceito de “Mobilidade Urbana Sustentável”. Black (2010, p. 4), Ministério das Cidades (BRASIL, 2007a, p. 42), Costa (2008, p. 9) e Alves da Silva (2009, p. 24) formulam tal conceito com base em diversas referências, tais como: a capacidade de satisfazer as necessidades básicas dos indivíduos e da sociedade de mover-se livremente, com possibilidade de escolha do modo de transporte, de forma eficiente e segura e em consonância com a saúde humana e sem prejuízo aos ecossistemas. O uso de recursos não renováveis deve ser minimizado e as emissões e resíduos devem ser limitadas a quantidades que possam ser absorvidas pelo planeta, utilizando-se de recursos renováveis, reciclagem e minimização de impactos. Tais conceitos são uma extensão do conceito de desenvolvimento sustentável, já que garantem o acesso a direitos básicos com o menor impacto possível. Um manual da União Europeia sobre Planos de Mobilidade Sustentável (TRT, 2010, p.17) ressalta ainda que o conceito de sustentabilidade vai muito além das necessidades de responder pela gestão dos fluxos de tráfego rodoviário e seus impactos. Deve também abordar, por exemplo, o custo da mobilidade em relação à exclusão social e às mudanças demográficas que irão moldar as estruturas das suas cidades.

Para que os princípios de mobilidade urbana sustentável se tornem uma realidade, algumas medidas se mostram mais eficientes. É o caso da utilização de modos de transportes de menor impacto ambiental, tais como: a caminhada, a utilização da bicicleta e de modos coletivos, como o transporte público por ônibus e sobre trilhos. Também se destacam a utilização de combustíveis renováveis, investimentos em novas tecnologias e a integração modal como alternativas para a construção de uma mobilidade urbana sustentável.

Isso porque a utilização de modos motorizados individuais tornou-se extremamente insustentável. A estratégia de provisão de infraestrutura que tem predominado nas últimas décadas em praticamente todo o mundo, através da implantação de novas e

grandes vias e um espalhamento do tecido urbano, acaba por segregar partes das cidades e favorece o uso do automóvel, o que tem ocasionado os principais problemas de mobilidade urbana. Pode-se citar a saturação da capacidade viária urbana (congestionamento), altos níveis de emissão de substâncias e ruídos poluentes, altos índices de mortes e deficiência física causada por acidentes, desigualdade social, alto índice de ocupação espacial, grande necessidade de investimentos públicos, dentre diversas outras consequências indiretas.

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

A dependência do carro tornou-se um grande problema e um desafio a ser superado (DUPUY, 2011). No Brasil tal problema também é enfrentado, como relatado pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2007b, p. 70), já que possuir carro é uma questão de status relacionada a conforto e poder aquisitivo e item quase que essencial ao estilo de vida da classe média.

(...) As ações políticas realizadas ao longo de 30 anos pouco contribuíram para aumentar a eficiência dos transportes coletivos e diminuir as distâncias entre os equipamentos urbanos. Os investimentos em sistema viário, na maioria das vezes, priorizaram a infraestrutura para o automóvel. No Brasil, de maneira geral, a cultura do planejador urbano ainda procura garantir a prioridade para o automóvel e assim a ideia do direito de ir e vir, muitas vezes, é utilizada para justificar o direito dos automobilistas, esquecendo-se de que tal direito é da pessoa e não do veículo. (BRASIL, 2007b, p. 70)

A medida adotada nas cidades brasileiras no sentido de implementar a mobilidade urbana sustentável, tem sido o incentivo à 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, Miranda *et al.* (2009) apontaram 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 2007a), praticamente não existe, no Brasil, *know-how* para elaboração e implementação de Planos de Mobilidade”.

2.2. ÍNDICE DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL (IMUS)

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 representados na Tabela do **Apêndice A** e são o resultado de uma investigação de diversos indicadores que mensuram aspectos relativos à sustentabilidade. O índice aborda uma grande variedade de temas relativos ao desenvolvimento sustentável, não somente relacionados aos transportes, mas também temas sociais, econômicos e ambientais. Uma avaliação numérica, atribuída conforme a avaliação de diversos especialistas resulta em escores numéricos. Tais escores, a exemplo do IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), variam de 0 a 1, onde um é a melhor avaliação das condições de mobilidade urbana sustentável na cidade avaliada.

Ao abordar relevantes temas para se obter um parecer do estado em que se encontra uma cidade em relação à mobilidade urbana sustentável, este índice pode ser uma importante ferramenta para fornecer alternativas de ações para melhoria de tal índice. Isso ocorreria através da execução de ações visando, sobretudo, melhorar as condições dos indicadores cujos escores encontram-se mal avaliados, situação que conduziu a realização deste trabalho.

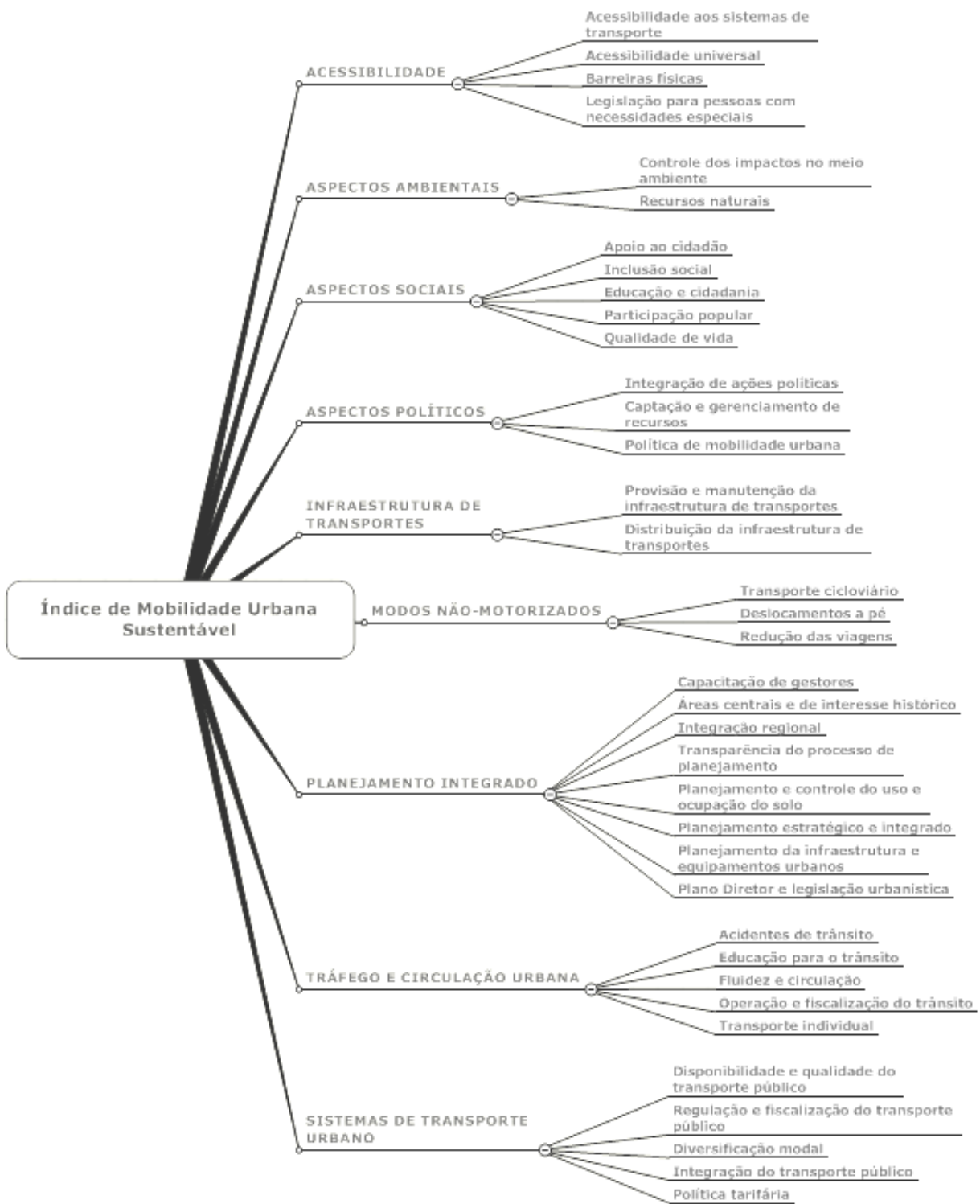


Figura 1: Domínios e temas do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS).

2.3. A IMPORTÂNCIA DOS USOS DO SOLO PARA OS TRANSPORTES

A mobilidade urbana está relacionada à realização de diversas atividades distribuídas pelo espaço urbano. No entanto, segundo Pinho *et al.* (2010), apesar de inúmeros trabalhos comprovarem a clara relação entre geração de viagens e uso do solo na cidade, ainda há muito que se estudar para consolidar estas relações.

Ainda segundo os mesmos autores, 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. Este é um dos motivos que levaram diversos autores a pesquisarem a influência dos usos do solo urbanos no aumento ou diminuição da produção e atração, bem como no comportamento das viagens.

Tem se investigado que a expansão demasiada da cidade e o baixo adensamento urbano geram um grande número de viagens, sobretudo viagens motorizadas individuais. Alguns autores apresentam como solução o adensamento da cidade e uso misto do solo, condições em que o aproveitamento da infraestrutura urbana é maior e o número de viagens geradas e necessidades de grandes deslocamentos é menor. Cervero (2008) apresenta uma investigação sobre o adensamento urbano no entorno de estações de transportes coletivos, o TOD - *Transit-Oriented Development*, que aliado ao uso misto do solo, possibilita a geração de um número menor de viagens motorizadas. Black (2010, p. 136), baseando-se também em outros autores, aponta que a revitalização das áreas centrais e o aproveitamento das infraestruturas de transportes coletivos através do adensamento urbano e de desincentivos à expansão urbana, podem ser medidas caras, mas de efetiva melhoria na sustentabilidade dos transportes. Tais estudo foram reforçados por Sperry *et al.* (2009), que observaram a importância de criar zonas de usos mistos e melhorar as condições de vias de pedestres e ciclistas para estimular a redução de viagens utilizando carros.

Seguindo tais conceitos, Gonçalves *et al.* (2010) estudaram a relação entre a disponibilidade de vagas na área central e o número de viagens motorizadas atraídas. Como alternativa para cidades cujo índice de motorização é muito alto, recomendam que o transporte ferroviário metropolitano chegue às regiões centrais. Além disso, recomendam que sejam reduzidas as vagas para automóveis, através da estipulação de número máximo de vagas (e não mínimo, como habitualmente se faz) e, sobretudo, se invista na implantação de estacionamentos “*park and ride*”³ nas estações de transportes periféricas, para que os usuários deixem seus carros nas regiões suburbanas e acessem o centro por meio de transportes coletivos. Isso torna as regiões centrais mais voltadas aos pedestres e afasta destas áreas congestionamentos e problemas de estacionamento. Ressaltam também a importância da integração com diversos modos de transportes, além de passagem integrada entre estacionamento e metrô, a fim de garantir que tais vagas sejam destinadas aos usuários deste modo de transporte.

Aditjandra *et al.* (2009) fizeram um levantamento em uma cidade americana para comparar com experiências europeias sobre a relação do uso do solo com o comportamento das viagens, visando compreender tal relação para assim determinar bases para o futuro do desenvolvimento sustentável. Após aplicar questionários para caracterizar as viagens a trabalho dos habitantes de uma cidade norte americana, o estudo comprovou que as pessoas que se utilizavam de “viagens sustentáveis para o trabalho” (bicicleta, caminhada e transportes públicos - ônibus e trem) tinham maior propensão para a sustentabilidade, em termos de menor dependência do carro, em comparação ao bairro que gerava menos viagens sustentáveis. No entanto, as pessoas que se diziam muito dependentes do carro pareciam ter tendências pró-transporte público, se tivessem a oportunidade.

³ No sistema “Park and ride” o motorista conduz o veículo até um estacionamento de longa duração, localizado normalmente na periferia e alinhado com eixos de grande fluxo de tráfego para as áreas centrais ou junto a estações de transporte público com a finalidade de realizar o resto da viagem no modo correspondente. Esse sistema, para atingir o objetivo de atrair usuários para o transporte público, necessita promover a integração modal, tornando as viagens mais baratas e mais curtas, e deve ser monitorado (GONÇALVES *et al.*, 2010, p. 5).

2.4. VIAGENS SUSTENTÁVEIS E POLOS GERADORES DE VIAGENS

Conforme discutido nos subitens anteriores, a constante relação dos transportes com o uso do solo se traduz também em relações com as edificações, instalações, equipamentos ou atividades que produzem ou atraem viagens, os chamados Polos Geradores de Viagens (PGV). Estes podem ser: terminais de transportes, escolas, locais de comércio, indústrias ou residências, dentre outros.

O conceito de PGT, ou Polo Gerador de Tráfego, definido em Portugal e Goldner (2003) com base em diversos órgãos e autores, refere-se aos:

“Empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação em seu entorno imediato, podendo prejudicar a acessibilidade de toda uma região, ou agravar condições de segurança de veículos e pedestres, ou ainda edificações ou instalações que exercem grande atratividade sobre a população, mediante a oferta de bens ou serviços, gerando elevado número de viagens, com substanciais interferências no tráfego do entorno e a necessidade de grandes espaços para estacionamento ou carga e descarga.” (CET, 1983 apud PORTUGAL e GOLDNER, 2003)

Tal conceito foi ampliado pelos autores como “locais ou instalações de distintas naturezas que desenvolvem atividades de porte e escala capazes de produzir um contingente significativo de viagens”.

A cidade de São Paulo possui uma legislação especial para aprovação de projetos arquitetônicos e para a execução de obras e serviços necessários para a minimização de impacto no sistema viário, a Lei Municipal nº 15.150/2010. Esta legislação define, no Artigo 2º, Parágrafo I, Polo Gerador de Tráfego como as edificações permanentes: “residenciais com 500 (quinhentas) vagas de estacionamento ou mais; não residenciais com 120 (cento e vinte) vagas de estacionamento ou mais, localizadas nas Áreas Especiais de Tráfego - AET; não residenciais com 280 (duzentas e oitenta) vagas de estacionamento ou mais, localizadas nas demais áreas do Município; serviços socioculturais, de lazer e de educação com mais de 2.500,00m² (dois mil e quinhentos metros quadrados) de

área construída computável; locais destinados à prática de exercício físico ou esporte com mais de 2.500,00m² (dois mil e quinhentos metros quadrados) de área construída computável; serviços de saúde com área igual ou superior a 7.500,00 m² (sete mil e quinhentos metros quadrados); locais de reunião ou eventos com capacidade para 500 (quinhentas) pessoas ou mais; ou atividades e serviços públicos de caráter especial com capacidade para 500 (quinhentas) pessoas ou mais” (SÃO PAULO, 2010).

O ITE (2008) divide os polos geradores em dez grandes categorias: portos e terminais, industriais/agrícolas, residenciais, hotéis/motéis, recreativos, institucionais, saúde, escritórios, comércios e serviços, perfazendo um total de 163 tipos de usos.

Porém, 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 priorizam modos motorizados individuais. Preveem apenas o número de automóveis, atraindo portanto, demandas cada vez maiores.

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.”

Como ‘viagens sustentáveis’ pode-se denominar àquelas geradas por modos menos poluentes, como a caminhada e por bicicleta, para pequenas distâncias ou por transportes coletivos para maiores distâncias. Aditjandra *et al.* (2009) utilizam o termo viagens sustentáveis ao trabalho (*sustainable travel to work*), as quais definem como caminhada, ciclismo e viagens por ônibus ou metrô para atividades rotineiras.

A Gestão da Mobilidade ou *Mobility Management* (MM) tem se mostrado como uma forma eficiente de incentivar viagens sustentáveis. Trata-se de um conjunto de medidas aplicadas em diversos países, com destaque para os europeus, que são definidas como medidas de restrição das viagens motorizadas, sem necessariamente eliminá-las. Por outro lado visam o incentivo às viagens por modos sustentáveis, ou seja, modos coletivos e não motorizados, bem como a minimização de impactos dos modos motorizados para a realização de atividades diárias, tais como as de trabalho e estudos (Balassiano e Real, 2001; Mello, 2007; Alves da Silva, 2009).

Dentre as medidas aplicadas na gestão da mobilidade destacam-se (ALVES DA SILVA, 2009):

- O *carsharing*, que é o aluguel de carros para uso temporário;
- O *carpooling* ou *ridesharing*, que é a partilha de caronas por carros ou vans. Podem ser programadas por agências, e, cada dia mais por meios eletrônicos e internet;
- Faixas para veículos de alta ocupação, que são faixas exclusivas para veículos com mais ocupantes, os chamados *High-Occupancy Vehicles* (HOV);
- Pedágio urbano e rodízio veicular. Pagamento de taxas para entrar na área central e restrições de acesso a veículos conforme numeração de placa;
- Dispositivos de moderação de tráfego ou *Traffic Calming*, que são dispositivos implantados em vias locais para redução de velocidade, bem como obstáculos físicos, canteiros centrais, lombadas eletrônicas, redução de velocidade, dentre outros. A medida visa o desincentivo a modos motorizados.

Além destas medidas, destaca-se ainda o incentivo a viagens sustentáveis através da integração modal, como a instalação de estacionamentos junto a terminais integrados de transportes: bicicletários, estacionamentos de carro "*park and ride*", bem como integração tarifária. Vias destinadas aos modos sustentáveis devem ser incentivadas também, através da criação e melhoria das vias de pedestres, ciclovias,

faixas exclusivas para transportes coletivos, bem como sua expansão. Destacam-se também o uso de combustíveis alternativos e da tecnologia para reduzir a emissão de gases.

A partir de tais adaptações do espaço público 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. Tal como abordado na conceituação de PGV, na fase projetual são estudadas demandas de viagens apenas para automóveis (ITE, 2008). Porém, a insustentabilidade dessas ações, sobretudo pela ocupação demasiada de espaço, deve ser incrementada por estudos de demanda de viagens por outros modos, mais sustentáveis. Estas seriam incentivadas por provisão de infraestruturas, como a facilidade de acesso aos corredores de transportes coletivos, disponibilidade de 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 partir do momento que as cidades dispuserem de tais infraestruturas adequadas para produzir e atrair viagens sustentáveis, bem como seus PGV adequados com estacionamentos, vestiários e outras necessidades que tais viagens demandam, será possível determinar **Taxas de Geração de Viagens Sustentáveis**. Isto significa observar quantas viagens por diferentes modos de viagens cada tipo de PGV atrai, de modo similar ao que hoje é feito pelo ITE para automóveis. A partir daí seria possível prever os espaços necessários ou número de vagas em estacionamento para os modos sustentáveis demandados para cada tipo de uso e ocupação do solo urbano.

Para a efetiva implementação das infraestruturas voltadas a modos de viagens sustentáveis junto aos PGV, a legislação pode ter papel fundamental. Atualmente, ao se criar um empreendimento impactante exige-se um Estudo de Impacto de Vizinhança, amparado pelo Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001) que remete a leis locais como planos diretores e leis de uso e ocupação do solo urbano. Em caso de impacto, são exigidas medidas mitigadoras. Porém ao observar algumas

legislações, constata-se que são exigidas vagas de estacionamento, estruturas viárias, infraestruturas e medidas mitigadoras relacionadas apenas à melhoria para os modos motorizados individuais. Isso pode ser observado claramente na recente Lei de Polos Geradores de Tráfego da cidade de São Paulo (Lei 15.150/2010). O Plano Diretor de São Carlos (Lei 13691/2005) possui mecanismos que ressaltam a necessidade de realização de Estudo de Impacto para usos incômodos, inclusive edificações que ocasionam a geração de tráfego intenso (Artigo 144, Parágrafo VIII). Nas medidas mitigadoras, determina acessos a pedestres e veículos, porém não especifica vagas de estacionamento para diferentes modos de transportes (Anexo 9 da Lei, medidas mitigadoras q e r).

O Plano Cicloviário de Porto Alegre, Lei Complementar 626 do Plano Diretor da cidade, do ano de 2009, é a legislação levantada que mais incentiva viagens sustentáveis e exige a adaptação dos PGV quanto à implantação de infraestruturas voltadas aos modos sustentáveis de viagens. A princípio a lei exige que a cidade execute infraestruturas cicloviárias em todos os novos projetos urbanos (vias, praças, parques e terminais), fornecendo os equipamentos públicos necessários à mobilidade sustentável em todo o espaço urbano. Em seguida, a lei exige que seja obrigatória a destinação de local reservado para o estacionamento de bicicletas em todo e qualquer empreendimento público ou privado que gere tráfego de pessoas e veículos. Àqueles empreendimentos de grande impacto exige-se também a construção de ciclovias em contrapartida (Artigos 22 e 24 da referida lei). A **Tabela 1** reproduz parte do anexo 4 e 5 desta legislação, apenas representando os PGV que são obrigados a destinar vagas de no mínimo 10 bicicletas em contrapartida ao número de vagas de automóveis e a **Tabela 2**, a extensão de ciclovia exigida para cada 100 vagas de estacionamento de automóveis para os PGV.

Tabela 1: Número de bicicletários por veículo (1 vaga = 1 bicicletário para 20 bicicletas)
(Fonte: Anexo 4 da Lei Complementar 626/09 de Porto Alegre-RS)

PGV⁴	Área	Vagas exigidas
Comércio atacadista, indústria, pavilhões e depósitos	500 m ²	1 vaga a cada 10 para automóveis
Comércio varejista	1000 m ²	1 vaga a cada 20 para automóveis
Galerias comerciais, feiras e exposições	1000 m ²	1 vaga a cada 20 para automóveis
Centros comerciais ou Shopping Centers	500 m ²	2 vagas a cada 20 para automóveis
Supermercados	500 m ²	1 vaga a cada 20 para automóveis
Escolas de 1º e 2º graus, ensino técnico e profissionalizantes	2000 m ²	1 vaga a cada 20 para automóveis
Escolas de 3º grau, cursos preparatórios para 3º grau e supletivos	5000 m ²	1 vaga a cada 20 para automóveis
Hospitais e Pronto socorro	3000 m ²	1 vaga a cada 20 para automóveis
Auditórios, cinemas, teatros e centros de eventos	1000 m ²	1 vaga a cada 20 para automóveis
Estádios e ginásios de esporte	500 m ²	1 vaga a cada 20 para automóveis
Clubes, cemitérios, parques, circos, igrejas e templos	5000 m ²	1 vaga a cada 20 para automóveis

⁴ Os PGV isentos não foram reproduzidos na tabela.

Tabela 2: Extensão de ciclovias a se construir a cada 100 vagas de estacionamento de automóveis por PGV
(Fonte: Anexo 5 da Lei Complementar 626/09 de Porto Alegre-RS)

PGV ⁴	Extensão de ciclovias exigida
Serviços em geral	200 m
Comércio varejista	200 m
Galerias comerciais, feiras e exposições	200 m
Centros comerciais ou Shopping Centers	200 m
Supermercados	200 m
Garagens comerciais e postos de abastecimento	200 m

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 prazo. 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 técnicos e gestores, mas também a população em geral, 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.

3. PLANEJAMENTO URBANO BASEADO EM CENÁRIOS

Para a adaptação da cidade aos conceitos de mobilidade urbana sustentável faz-se necessário um planejamento de ações e intensa participação de todos os cidadãos, gestores e técnicos. Este capítulo está dividido em duas partes. Na primeira são apresentadas análises de planejamento urbano quanto à aplicação e execução de planos de mobilidade nas cidades. Como alternativa e ferramenta para tal, a segunda parte apresenta os conceitos de cenários por backcasting.

3.1. PLANEJAMENTO URBANO PARA IMPLANTAÇÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

A definição de quais políticas e ações devem ser escolhidas e implementadas na adaptação das cidades é um grande desafio e deve envolver os planejadores, os gestores e tomadores de decisão e, sobretudo a população que deve ter participação ativa no processo de mudança. 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.

Outra importante definição neste processo é a escolha de quais políticas devem ser aplicadas em cada contexto. Amekudzi *et al.* (2011a, p. 4) abordam que qualquer entidade interessada em aplicar políticas de desenvolvimento sustentável deve definir-se operacionalmente, refletindo as prioridades críticas e as restrições. Desta forma poderá mover-se em direção a sustentabilidade em termos quantitativos e qualitativos. Assim, as ações a serem aplicadas dependem da avaliação do contexto vigente e qual caminho a entidade adotará em direção à sustentabilidade. Neste sentido, o desenvolvimento sustentável pauta-se no desenvolvimento econômico, social e ambiental. Os mesmos autores discorrem sobre a importância de se formular uma política de planejamento diferente para cada país (contexto), já que em

cada um deles uma das vertentes encontra-se em diferentes graus de desenvolvimento. O autor destaca que alguns países como a Noruega e o Japão têm um desenvolvimento sustentável com as três vertentes equilibradas, porém, os países mais pobres têm baixo IDH (que reflete o baixo desenvolvimento econômico e social) e baixos impactos ambientais. São exemplos desses países: Serra Leoa, Nigéria e outros países subsaarianos. Por outro lado, os países com alto IDH (alto desenvolvimento econômico e social) possuem alto impacto ambiental. Exemplos destes países são os Emirados Árabes e os Estados Unidos. Assim, não há uma fórmula única de aplicação do desenvolvimento sustentável. Conforme o contexto local deve ser diferenciada, buscando a melhoria do desenvolvimento econômico e social em países pobres e mantendo a qualidade ambiental. Já dentre os países mais desenvolvidos economicamente, buscar o desenvolvimento sustentável é buscar reduzir seus impactos ambientais mantendo a alta qualidade de vida.

Após definidas tais políticas, no contexto local, a dificuldade encontrada é em relação a grande quantidade de barreiras que se impõem ante a aplicação de políticas relacionadas à mobilidade urbana sustentável. Banister (2005, p. 55) as agrupa em seis principais categorias:

Barreiras de recursos: relacionadas aos recursos físicos e financeiros que devem ser destinados na quantidade e tempo certos. Depende das esferas de governo.

Barreiras institucionais e políticas: relacionadas à falta de ações coordenadas entre diferentes organizações ou níveis de governo ou conflitos com outras políticas. Pode envolver corporações públicas e privadas pela falta de ações coordenadas na implementação de tais políticas.

Barreiras sociais e culturais: são relativas à aceitação pública das medidas. Estas podem ser consideradas teoricamente muito efetivas a promoverem a sustentabilidade, mas se não forem aceitas na opinião pública, terão efetividade mínima. A aceitação pela opinião pública envolve todos que efetuam as viagens urbanas, os negócios locais, bem como as organizações afetadas pelas novas medidas.

Barreiras legais: políticas e medidas de transportes precisam estar ajustadas com as leis e regulamentos. Entraves jurídicos podem ser gerados pela dificuldade de implementação ou por exigências que muitas vezes impossibilitam as políticas. Por exemplo, concepções de sistemas de transportes são limitadas por regulamentos e diretrizes governamentais, na maioria das vezes benéficos para garantir padrões razoáveis. Podem, porém, às vezes impor restrições à soluções inovadoras, devendo ser amenizados.

Efeitos secundários: quase todas as medidas têm um ou mais efeitos colaterais. Se estes forem graves, a situação pode comprometer outras atividades, de forma que a aplicação da política se torna complicada, apesar de ter efeitos limitados sobre o sucesso das medidas. Um exemplo apresentado pelo autor é na aplicação de medidas de *Traffic Calming*, que apesar de reduzirem a velocidade dos carros, podem causar transtornos ao transporte público ao trazer atrasos e mudança na sua frequência, bem como aumentar a gravidade nos acidentes de trânsito. É difícil prever se estes efeitos serão positivos ou negativos, mas permitem determinar se tais políticas podem ser ampliadas ou não.

Outras barreiras (físicas): são restrições causadas pela limitação espacial ou pela topografia. Como exemplo, a dificuldade de incentivo à promoção do ciclismo em locais cujos terrenos são acidentados ou limitação de espaços para estacionamentos junto às estações.

Na cidade de São Carlos, segundo Miranda *et al.* (2009) as principais barreiras encontradas para a aplicação de políticas de mobilidade urbana sustentável foram:

- i) técnicos e gestores ainda não parecem dominar integralmente o conceito de mobilidade urbana sustentável, ii) uma das barreiras para a implantação de um plano de mobilidade pode ainda estar no arranjo legal que vincula esse plano ao plano diretor municipal e outros dispositivos legais já consolidados, iii) apesar de alguns técnicos/gestores de transportes defenderem o transporte não motorizado e o transporte público como alternativas ideais para a cidade, a prioridade de ação ainda é voltada para o modo motorizado individual (MIRANDA *et al.*, 2009).

Vasconcellos (2000, p.189) apresenta três obstáculos em relação aos novos padrões de mobilidade no Brasil: o político, ocasionado pela dificuldade da classe política em aplicar tais conceitos, já que é formada em sua maioria por elites da classe média. “Por isso em curto prazo os automóveis vão continuar sendo vistos como indispensáveis à reprodução das classes médias e, conseqüentemente, haverá pressões contínuas [sobre a classe política] para que a fluidez do tráfego nas cidades seja elevada.” (comentário deste autor) O segundo problema é estrutural e de natureza física, onde pode haver dificuldade para redistribuir o espaço urbano para novas infraestruturas como faixas exclusivas de diferentes modos de transportes em detrimento do espaço do carro. O terceiro problema é de ordem ideológica, onde pode haver um conflito em relação ao ideal de liberdade de mobilidade que está fortemente associado ao transporte motorizado individual. Com isso a dificuldade de aceitação dos modos de transportes sustentáveis e coletivos torna-se um obstáculo.

Porém segundo o mesmo autor, oportunidades políticas podem ser identificadas em contrapartida a estes desafios. Quanto à superação dos desafios políticos, este começa a contar com maior participação popular e descentralização dos poderes e conseqüentemente, maiores investimentos em educação, informação e meios de organização política, que culminam em maior participação. A solução quanto aos problemas físicos é “usar toda reserva de capacidade viária disponível para o transporte público e não motorizado” e melhorar as infraestruturas de transportes coletivos nas áreas periféricas urbanas onde ainda há espaço para tal. E a solução ao problema ideológico tem se mostrado a mais plausível, já que tem ocorrido ampla conscientização em relação aos problemas trazidos pelo modo motorizado individual.

Sobre a superação de tais barreiras políticas para a implantação da mobilidade sustentável, Banister (2005) aborda que “a concretização da implementação de políticas bem sucedidas requer liderança e um comprometimento com a mudança. Este pensamento é particularmente importante onde existem interesses potencialmente conflitantes e onde há complexidade extrema aliada a resultados incertos”.

Diante das barreiras impostas ao planejamento e a implantação da mobilidade sustentável, sobretudo quanto ao convencimento da população e superação da dependência automobilística, faz-se necessário o uso de ferramentas que envolvam a participação popular no processo e, sobretudo, no entendimento e participação na realização de sua implantação.

3.2. CENÁRIOS POR BACKCASTING

A geração de cenários é uma importante ferramenta de planejamento urbano, já que se pode simular alternativas de aplicação de políticas de curto ou longo prazo e eleger-se a que mais se adéqua ao contexto onde se aplica.

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 consequências a longo-prazo.” Stead e Banister (2003, p. 516), baseados em outros autores, definem que “um cenário é uma ferramenta que descreve figuras do mundo futuro em contextos específicos e sob pressupostos específicos. É uma descrição de um desenvolvimento hipotético ou do futuro estado de uma cidade. A abordagem por cenário envolve a descrição de dois ou mais cenários, criados para comparar e examinar futuros alternativos”, além de prover possíveis caminhos para evitar resultados adversos.

Dentre as vantagens de utilizar-se do planejamento baseado em cenários, Stead e Banister (2003) afirmam que estes proveem diferentes alternativas de ação aos tomadores de decisão; identificam perigos e oportunidades em cada uma das propostas; sugerem uma variedade de possíveis abordagens; ajudam a avaliar alternativas de políticas e ações, aumentam a criatividade e possibilidades de escolhas ao tomador de decisões.

Ao revisar um processo de criação de cenários, Barella e Amekudzi (2011) apresentam que, na última etapa desse processo, ao construir-se cenários, se

considera a viabilidade política de se moverem em direção a um futuro sustentável, e nessa determinação da viabilidade os planejadores têm papel fundamental. Tal transformação não é fácil do ponto de vista político e social, por isso é de grande valia que se envolvam todas as partes interessadas no processo.

Em complemento, Bartholomew (2006) em seu trabalho, define que o planejamento por cenários de transportes e usos do solo acaba por ficar aquém na realização de seu potencial técnico devido à falta de participação popular, metodologias e estruturas institucionais. Para uma realização mais completa dos planejamentos por cenários, três mudanças devem ocorrer. A primeira é aumentar a participação popular na elaboração dos cenários de planejamento de transportes e colocá-la em um ponto central no processo decisório. Isso porque na maioria dos planos estes são feitos apenas por técnicos e a posição dos cidadãos é de apenas carimbar as decisões tomadas por consultores e planejadores, para isso a técnica de envolvimento da população deve ser revista. A segunda mudança se refere à revisão das metodologias utilizadas no planejamento, já que o modelo de quatro etapas apresenta-se deficiente na análise de características de usos do solo em pequenas escalas. Para superar tais limitações de modelagens, o autor ressalta a importância no desenvolvimento de planejamento por cenários. A terceira mudança necessária apontada seria o maior apoio institucional de órgãos federais através da criação de roteiros dos processos de planejamento por cenários, bem como de sua concretização, reforçados também por legislação específica no sentido de apoiar e orientar tal forma de planejamento.

Segundo Barella e Amekudzi (2011), o método predominante para avaliar as futuras condições dos transportes nos Estados Unidos da América é por previsão (*forecasting*), que se “utiliza de complicados modelos e um processo iterativo para prever as futuras condições dos transportes com base em previsões de população, emprego e uso do solo para um dado horizonte de planejamento”. Os mesmos autores apresentam que há dois tipos de cenários: os **projetivos** e os **prospectivos**.

Os cenários de projeção começam a partir da situação corrente e a extrapolam tendendo a produzir imagens do futuro. Um cenário de prospecção, por outro lado, começa a partir de uma possível ou desejável

situação de futuro e trabalha em sentido contrário a presente situação. Criar cenários de projeção é chamado *forecasting* (o método predominante no planejamento de transportes) ao passo que criar cenários de prospecção é o *backcasting* (BARELLA e AMEKUDZI, 2011, p. 4) .

O *backcasting* é 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).

Ainda na comparação entre os dois métodos de cenários, Barella e Amekudzi (2011, p. 11) abordam que “os cenários por *forecasting* se estendem a partir das tendências atuais para o futuro”, sendo assim, dificilmente explicam políticas e mudanças comportamentais que podem ocorrer em longo prazo e podem ainda propagar erros de estimação de parâmetros utilizados nos modelos, levando a uma considerável incerteza. Por outro lado, os cenários por *backcasting*, lidam melhor com as incertezas, já que o processo começa com o futuro. Por não partir das atuais condições, tal incerteza não se propaga por todo o processo.

Os mesmos autores ressaltam ainda que há duas maneiras de se efetuar os estudos dos cenários por *backcasting*: a Técnica (*expert*) e a Participativa. A maioria dos estudos desenvolvidos até hoje se utiliza da abordagem mais técnica, ou seja, um corpo técnico é montado para gerar imagens futuras e determinar as políticas e os caminhos para se conseguir tal imagem. Porém, os autores ressaltam a importância do envolvimento da população no processo de criação de cenários através de imagens do futuro, para obter as propostas de quais futuros são desejáveis por todos. Concluem ainda que, se os cenários por *backcasting* resultarem de um processo participativo, isso se constitui numa oportunidade de tomar ações orientadas por políticas efetivas de avanço e não uma abordagem passiva. Este processo de planejamento participativo é um ambiente de aprendizagem social e

pode ajudar a sensibilizar o público para as questões de sustentabilidade para o transporte. É também uma visão realista do que precisa ser feito para se alcançar um futuro desejável e pode cativar as partes interessadas para prestarem o apoio necessário a tal execução.

Duas aplicações de cenários por *backcasting* são aqui comentadas. Gilbert e Wielderkehr (2002) apresentam o método utilizado pela Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), desenvolvido por diversos países europeus e pelo 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. Com estes é possível obter novos padrões de viagens, espaços urbanos preparados para tal e maior sustentabilidade ambiental para os transportes.

4. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada neste trabalho e será apresentada em cinco partes: na primeira, uma breve introdução e as classificações atribuídas para análise dos indicadores e cenários; na segunda, a avaliação da viabilidade de execução dos indicadores por técnicos e a simulação de aplicação por diferentes gestões; na terceira, apresenta-se a proposição de cenários por backcasting; na quarta, os procedimentos de escolha e aplicação de um dos cenários e, por fim, na quinta, apresenta-se uma síntese das etapas utilizadas na aplicação do método.

Como o objetivo geral do método é avaliar alternativas de intervenções nas cidades para adaptá-las a padrões de viagens mais sustentáveis, porém ainda não necessariamente ali existentes, foi adotado um método de planejamento baseado em cenários. Para fins desta pesquisa, o método foi baseado nos trabalhos de Gilbert e Wielderkehr (2002) e de Banister *et al.* (2008), e complementado por análises conduzidas através de um cubo de referência (ou *benchmarking cube*), tal como adotado por Pinho *et al.* (2010). Uma vez definida, a metodologia foi aplicada em São Carlos, cidade média no estado de São Paulo, cuja população aproxima-se de 222 mil habitantes (IBGE, 2010). Tal como muitas outras cidades do mesmo porte no país, São Carlos vem enfrentando, nas últimas décadas, problemas de planejamento urbano e de transportes decorrentes do intenso crescimento do número de automóveis particulares e do seu tecido urbano. Sua seleção para este estudo foi, em grande medida, influenciada pela existência de uma avaliação recente do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) para a cidade.

O uso deste índice como base da metodologia, por sua vez, se deve ao fato dele se basear em um conjunto de indicadores cujos escores podem ser influenciados por ações voltadas à melhoria da mobilidade urbana sustentável. O IMUS permite ainda identificar os indicadores cujo peso é maior no resultado final, ou ainda, outros fatores classificatórios que permitem eleger ações prioritárias para implementação da melhoria das condições de mobilidade urbana sustentável na cidade em estudo.

4.1. CLASSIFICAÇÃO DOS INDICADORES PARA ANÁLISE DE RESULTADOS

Para facilitar a análise dos 87 indicadores utilizados em diversos cenários foram realizadas classificações, a fim de apontar conjuntos ou grupos cujas características sejam semelhantes. Algumas classificações do próprio IMUS foram aproveitadas, como o caso dos nove domínios nos quais estão contidos os indicadores. Seguem as classificações atribuídas neste trabalho aos indicadores:

Quanto à influência na geração de viagens: Três classificações foram atribuídas aos indicadores: de ‘influência direta na GVS’, ‘influência média na GVS’ e de ‘influência indireta na GVS’. Tais denominações foram atribuídas aos indicadores conforme a capacidade das ações em gerar viagens ditas sustentáveis, pois algumas delas são preparatórias para tais, como ações relacionadas ao uso do solo e políticas, outras de influência média, tais como aquelas relativas à preparação de infraestrutura, educação. Ações cuja influência é direta dizem respeito à própria infraestrutura para viagens sustentáveis, bem como seus avaliadores quantitativos. Os 87 indicadores classificados quanto à influência na geração de viagens encontram-se no **Apêndice B**.

Quanto ao “tipo” de ação: Avalia-se que tipo de ação deverá ser realizada no indicador classificado. Esta classificação foi importante, sobretudo, para os cenários por *backcasting* (descritos nos tópicos 4.3 e 5.3), onde é observado o que ocorre com cada indicador conforme a política adotada. Também se faz interessante analisar quais deles são mais influenciados e se têm ligação com o tipo de ação adotada. Dividem-se em: ações de ‘Uso do Solo’, ‘Políticas’, infraestruturas de ‘Transportes’ ou ‘Índices/Taxas’. Ações de ‘Uso do Solo’ dizem respeito à legislação urbanística, bem como avaliações relativas ao uso e ocupação do solo urbano. ‘Políticas’ são medidas tomadas por governos para educação, taxação ou incentivos a determinadas medidas que visam restringir ou estimular finalidades determinadas. A seguinte diz respeito às ações que avaliam vias ou qualquer tipo de infraestrutura voltada aos transportes, no que diz respeito a todos os modos. ‘Índices/Taxas’ são

aqueles indicadores que se baseiam em medidas e dados quantitativos, tais como quantidade e tempo de viagens, comprimento de congestionamento, velocidade média de tráfego, dentre outras. Os 87 indicadores classificados quanto ao “tipo” de ação encontram-se no **Apêndice C**.

Quanto à viabilidade (prazo, custo e risco político): Conforme será abordado no tópico 4.2, a viabilidade foi avaliada conforme o prazo, custo e risco político das ações de cada indicador. Em seguida, foi classificada dentre uma das dez possíveis categorias, que variavam entre ‘viável em todos os quesitos’ e ‘muito pouco viável em todos os quesitos’. Os 87 indicadores classificados quanto à viabilidade encontram-se nos **Apêndices D e E**.

Com tais classificações foram avaliados os indicadores em grupos e combinados para análises mais detalhadas, o que permite melhores conclusões sobre a grande quantidade de dados, bem como saber ao certo o tipo de ação que deve ser realizada dentre os cenários propostos. Para uma aplicação prática de tais proposições, é importante que se conheça com precisão que tipo de atividades serão necessárias, sendo possível obter um rol de ações conforme o tipo de medidas que o gestor deseja priorizar para a execução.

4.2. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE E PROPOSIÇÃO DE CENÁRIOS DE GESTÃO

Uma vez adotado o IMUS e, como complemento, os indicadores que servem de base para a avaliação dos cenários, o passo seguinte da metodologia envolve especialistas em mobilidade urbana. Estes são convidados a avaliar, através de um questionário (apresentado no **Apêndice H**) que utiliza uma escala predefinida (LIKERT, 1932), qual a viabilidade através do custo, prazo (em intervalos de quatro anos, coincidentes com os mandatos municipais) e o risco político para que cada um dos escores dos 87 indicadores chegasse ao máximo (um, em uma escala de zero a um). Tal avaliação pode ser estendida também a gestores e à população em geral. Esta avaliação baseia-se na situação atual de cada indicador e nas ações necessárias para atingir a pontuação máxima. É atribuído então um número de

pontos para cada uma das escolhas dos especialistas, segundo a Tabela 3. As opiniões dos n especialistas são somadas em seguida para cada indicador e assim, classificadas em Ruim, Médio ou Bom. Isto é exemplificado através da Tabela 4, que representa a situação onde n é igual a cinco especialistas (número adotado na aplicação descrita neste estudo).

Tabela 3: Pontuação atribuída a cada indicador conforme o prazo, o custo e o risco político.

A pontuação e avaliação nesta etapa é atribuída a cada categoria (prazo, custo e risco político) separadamente.

Prazo	Custo	Risco Político	PONTUAÇÃO
4 anos	Baixo	Baixo	3 Pontos
8 anos	Médio	Médio	2 Pontos
Mais que 8 anos	Alto	Alto	1 Ponto

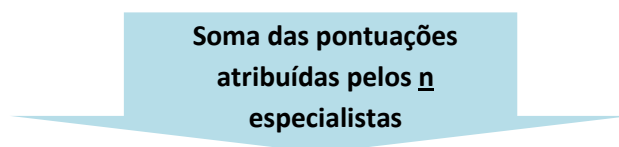


Tabela 4: Avaliação dos critérios conforme a somatória dos pontos para cada categoria, considerando um grupo de cinco especialistas.

Somatória	Avaliação
5 a 8	RUIM
9 a 11	MÉDIO
12 a 15	BOM

Para permitir uma avaliação simultânea das três dimensões ou quesitos (custo, prazo e risco político) foi utilizado o *cube de referência* da Figura 2. Através dele podem ser feitas 27 combinações entre as avaliações “ruim, médio ou bom” para cada dimensão. Como uma forma de facilitar a interpretação dos resultados, estas combinações foram agrupadas em dez blocos formados pelos pequenos cubos internos. Estes exprimem a **viabilidade** de execução das ações, variando de “viável

em todos os quesitos” (obtenção do nível “bom” de avaliação nas dimensões custo, prazo e risco político) até “muito pouco viável” (ou seja, nível “ruim” de avaliação nas três dimensões), conforme a Tabela 5. Esta tabela contém ainda a associação destes blocos a estágios de mudança nos escores, conforme discutido na sequência.

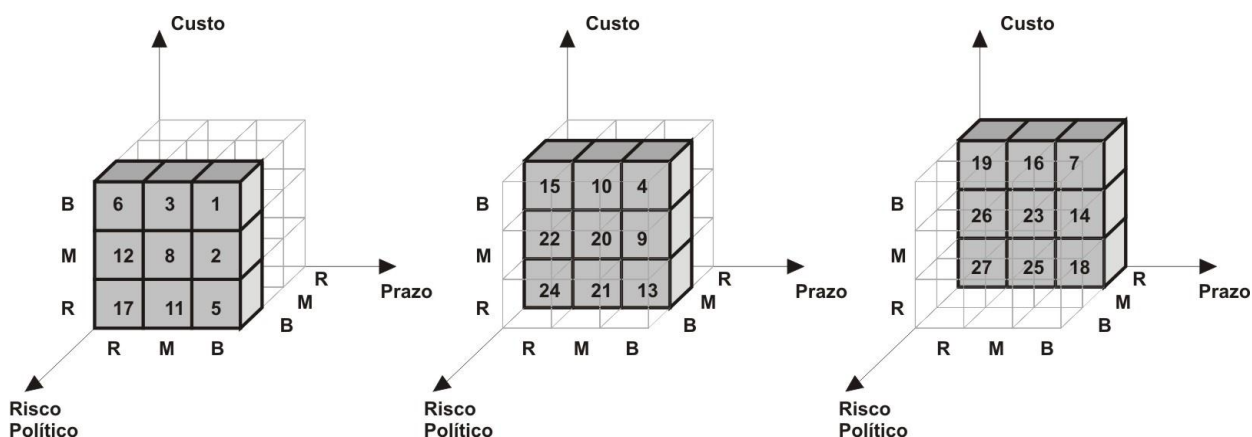


Figura 2: Cubo de referência (ou *benchmarking cube*) que caracteriza simultaneamente as três dimensões: custo, prazo e risco político. Os agrupamentos de cubos internos com características similares estão descritos na última coluna da Tabela 3.

Tabela 5: Blocos de combinações de custo, prazo e risco político no cubo de referência, obtidos conforme a grau de viabilidade.

BLOCOS - CLASSIFICAÇÃO DA VIABILIDADE		Combinações*			Numeração do <i>cubo de referência</i>
1	VIÁVEL em TODOS os quesitos	B	B	B	1
2	VIÁVEL em dois quesitos e POUCO VIÁVEL em um.	B	B	M	2, 3, 4
3	VIÁVEL em dois quesitos e MUITO POUCO VIÁVEL em um.	B	B	R	5, 6, 7
4	VIÁVEL em um quesito e POUCO VIÁVEL em outros dois.	B	M	M	8, 9, 10
5	VIÁVEL em um quesito, POUCO e MUITO POUCO VIÁVEL em outros dois.	B	M	R	11, 12, 13, 14, 15, 16
6	VIÁVEL em um quesito e MUITO POUCO VIÁVEL em outros dois.	B	R	R	17, 18, 19
7	POUCO VIÁVEL em TODOS os quesitos.	M	M	M	20
8	POUCO VIÁVEL em dois quesitos e MUITO POUCO VIÁVEL em um.	M	M	R	21, 22, 23
9	POUCO VIÁVEL em um quesito e MUITO POUCO VIÁVEL em dois.	M	R	R	24, 25, 26
10	MUITO POUCO VIÁVEL em TODOS os quesitos.	R	R	R	27

*B = Bom, M = Médio, R = Ruim

Com a classificação da viabilidade de cada indicador foi possível estipular cenários de execução de ações, onde aquelas definidas como de maior viabilidade são tidas como prioritárias.

Considerando que a avaliação dos indicadores do IMUS se dá através de escores e que estes se situam entre zero e um, adotou-se que, para obter uma fração de variação do escore entre esses extremos, são necessárias determinadas ações. Estas frações de variação dos escores foram aquelas aqui denominadas como “estágios” (conforme exemplo da Tabela 6).

Tabela 6: Cinco “estágios” de variação do escore de zero a um do indicador “Vazios urbanos” e ações correspondentes (em termos de porcentagem da área urbana vazia ou desocupada).

ESCORE	Porcentagem da área urbana do município vazia ou desocupada
1,00	Até 10%
0,75	20%
0,50	30%
0,25	40%
0,00	50% ou mais

Com tais variações de escores, puderam ser simuladas situações futuras de implantação das ações e quais delas podem efetivamente contribuir para melhoria da mobilidade urbana sustentável. Foram utilizados para tais simulações, dois tipos de gestão: uma ambiciosa e uma conservadora, bem como um período de oito anos. No tocante à gestão ambiciosa, entende-se que esta executará neste período o máximo de ações possíveis e encaminhará para a gestão que a suceder alguns projetos que darão continuidade ao trabalho. Por outro lado, da gestão conservadora espera-se que esta executaria apenas as ações mais viáveis. Aquelas consideradas de menor viabilidade não seriam executadas. Este processo foi representado quantitativamente através de uma “variação de estágios” correspondente a cada nível de viabilidade (apresentados na tabela 5), como consta na Tabela 7, onde estas “variações” são somadas a partir do escore atual do indicador.

Tabela 7: Variação de escores conforme a viabilidade.

BLOCOS - CLASSIFICAÇÃO DA VIABILIDADE		Variação de estágios	
		Gestão Ambiciosa	Gestão Conservadora
1	VIÁVEL em TODOS os quesitos	2	1
2	VIÁVEL em dois quesitos e POUCO VIÁVEL em um.	1.75	0.75
3	VIÁVEL em dois quesitos e MUITO POUCO VIÁVEL em um.	1.75	0.75
4	VIÁVEL em um quesito e POUCO VIÁVEL em outros dois.	1.5	0.5
5	VIÁVEL em um quesito, POUCO e MUITO POUCO VIÁVEL em outros dois.	1.5	0.25
6	VIÁVEL em um quesito e MUITO POUCO VIÁVEL em outros dois.	1.25	0.1
7	POUCO VIÁVEL em TODOS os quesitos.	1	0.1
8	POUCO VIÁVEL em dois quesitos e MUITO POUCO VIÁVEL em um.	0.5	NÃO HÁ
9	POUCO VIÁVEL em um quesito e MUITO POUCO VIÁVEL em dois.	0.5	NÃO HÁ
10	MUITO POUCO VIÁVEL em TODOS os quesitos.	NÃO HÁ	NÃO HÁ

A variação de estágios foi quantificada para as simulações de variação de escore conforme a quantidade de ações que se espera executar, segundo o tipo de gestão. Como se pode observar na Tabela 7, as variações dos escores da gestão ambiciosa diferem daquelas da gestão conservadora nas quantidades. Como a quantidade de ações que podem ser executadas no primeiro caso é ampla, a maioria dos indicadores sofre melhorias. Os indicadores mais viáveis têm uma variação maior de escores. Por exemplo, as ações “Viáveis em todos os quesitos” têm o maior potencial de variação nos escores (varia em 2 estágios) para uma gestão ambiciosa de oito anos. Já na gestão conservadora, espera-se que haja execução de um número menor de ações durante o período, por isso a simulação prevê variação de 1 estágio. Todas as ações viáveis em pelo menos um quesito, variam mais que 1 estágio na Gestão conservadora (1 a 6 na primeira coluna da tabela 7) e valores entre 0 e 1 estágio na conservadora. Por outro lado, as ações pouco viáveis (7 a 9) variam em 0,5 estágio os escores da gestão ambiciosa e não há variação na conservadora devido a dificuldade na execução. Os indicadores com classificação “Muito pouco viável em todos os quesitos” não alteram nenhum escore entre as gestões devido à extrema dificuldade de execução das ações.

Cabe ressaltar que em tais simulações é considerada a viabilidade, que foi baseada no julgamento de técnicos. Estes avaliaram, a partir da atual situação, cada um dos indicadores nas três dimensões apresentadas para a cidade em estudo. Os valores alterados seguem os estágios propostos pelo IMUS, portanto, em alguns casos

houve aproximação menor ou maior que a proposta na Tabela 7, como pode ser observada na memória de cálculo no Apêndice **F.5**.

Para ocorrer variação de escores, através da mudança de estágios, é necessário que algumas ações sejam executadas. Estas podem ser discriminadas, inclusive quantitativamente. Com isso, um rol de ações pode ser estipulado e apresentado aos gestores (e aos munícipes). Para cada uma destas ações são conhecidos: prazo, custo e risco político. Através da classificação quanto à viabilidade, é possível simular diversas situações, conforme a conjuntura da gestão e a preferência ou priorização por algum critério. Isso permite gerar diversos cenários de planejamento e a avaliação da efetividade dessas mudanças na mobilidade urbana sustentável ao término de duas gestões (8 anos), através de uma comparação do índice final a ser obtido com o atual valor.

4.3. CENÁRIOS POR *BACKCASTING*

Como já observado na revisão da literatura, os cenários por *backcasting* baseiam-se no atual contexto de mobilidade urbana, bem como nas atuais necessidades de mudança para se propor cenários de adaptação da atual situação que se considera problemática, em um definido intervalo de tempo.

Através dos mesmos questionários aplicados a técnicos (mas possíveis de ser aplicados a gestores e à população), descrito na seção anterior, ao final da avaliação de cada um dos indicadores quanto ao prazo, custo e risco político, foi proposta uma nova avaliação do que ocorreria com cada um dos indicadores caso fosse aplicada determinada política. Diante da atual pontuação atribuída ao indicador, o respondente avaliava se o escore do indicador ‘melhoraria muito’, ‘melhoraria’, ‘mantinha-se’, ‘pioraria’ ou ‘pioraria muito’ em um período de oito anos. As cinco políticas (cenários) apresentadas foram:

1. *Consumo zero de combustíveis fósseis e incentivo a diversificação modal, combustíveis renováveis e aos transportes não motorizados.* Medida relativa a uma

política onde seriam incentivadas fontes de energia renováveis e a utilização de modos sustentáveis de transportes.

2. *As ações do governo priorizam o automóvel particular e não há incentivo a diversificação modal.* Cenário onde se mantém a atual situação de priorização aos modos motorizados individuais.

3. *Os novos loteamentos a serem autorizados obrigatoriamente devem ser criados com os conceitos de mobilidade e geração de viagens sustentáveis.* Política de uso do solo urbano com aplicação dos conceitos deste trabalho para as áreas ainda não ocupadas.

4. *O crescimento urbano seria proibido para além da mancha urbana existente atualmente e só seria permitido utilizar os lotes vazios e o adensamento de algumas áreas com a infraestrutura urbana consolidada.* Política de uso do solo para novas áreas e reestruturação do atual tecido urbano.

5. *As principais vias da cidade seriam destinadas aos transportes coletivos e não motorizados como ciclovias e vias de pedestre.* Haveria restrição de uso ao automóvel individual. Pode ser considerada uma política de transportes e restrição do uso das vias por modos individuais em razão da melhoria aos transportes coletivos e não motorizados.

Com tais cenários, pode-se obter um panorama do que ocorreria com os indicadores do IMUS para a cidade em estudo. O cenário 2, foi tomado como base para se comparar com outros cenários propostos, já que apresenta a situação dos indicadores caso não seja feita nenhuma ação corretiva e não se acompanhe as variáveis demográficas.

Foi proposta também uma variação de escores conforme a classificação atribuída, onde a classificação 'mantém' não muda a pontuação; para 'melhora' o escore avança um estágio; para 'melhora muito' avança dois estágios; para 'piora' retrocede um estágio e para 'piora muito' retrocede dois estágios. Com isto foram obtidos valores do IMUS para comparação com os outros cenários elaborados. Além disso,

comparações entre as variações quantitativas do IMUS e as classificações que foram apresentadas no item 4.1, permitiram análises mais acuradas dos cenários.

4.4. EXECUÇÃO DO CENÁRIO

O objetivo deste trabalho é apontar um conjunto de possíveis ações de planejamento urbano e de transportes para que, em um determinado prazo, se tenha uma cidade bem avaliada quanto à mobilidade urbana sustentável. Por demandar investimentos e tratar de execuções futuras, é preciso que gestores, em conjunto com técnicos e com a sociedade, projetem as melhores alternativas para se atingir as metas propostas.

Nas etapas anteriores a esta, apresentou-se como analisar a avaliação atual da cidade e como serão executadas as atividades de planejamento obtidas pelos cenários. Após tais etapas, e conforme as prioridades e condições do município, serão eleitos os melhores cenários, bem como quais ações serão aplicadas e conseqüentemente, quais os custos, prazos e riscos políticos.

Ao eleger um cenário, devem ser colocadas em prática as ações nele propostas, dentro dos prazos determinados e com os devidos investimentos. Sendo assim, diversas mudanças serão feitas, conforme proposto no IMUS e no cenário concebido. Ao final do prazo estabelecido, uma nova avaliação deve ser feita para que seja observado se os índices propostos no cenário foram atingidos. Assim, é possível avaliar o êxito ou continuar o trabalho de implementação de ações voltadas à mobilidade urbana sustentável.

Ao se adaptar os espaços públicos como o método propõe, espera-se também que os lotes privados comecem a preparar-se para receber as viagens sustentáveis geradas, com medidas como: implementação de estacionamentos para bicicletas, melhoria de calçadas e da acessibilidade arquitetônica, maior facilidade de integração modal, dentre outras.

4.5. SÍNTESE DAS ETAPAS DE APLICAÇÃO DO MÉTODO

A aplicação da metodologia desta pesquisa é possível somente após a avaliação do Índice de Mobilidade Urbana (IMUS) para o município em estudo. Na Figura 3 é apresentado um esquema da metodologia utilizada e descrita cada uma das etapas do desenvolvimento desta pesquisa:

- 1 - Atualização ou aplicação dos indicadores do IMUS.
- 2 - Classificação dos indicadores quanto à 'influência na geração de viagens sustentáveis' e ao 'tipo de ação'.
- 3 - Aplicação de questionários a técnicos e gestores da cidade para avaliar custos, prazo e risco político da implantação das ações de cada indicador para chegar ao escore máximo possível no período de 8 anos.
- 4 - Contabilizar os resultados dos questionários e avaliar sua classificação no cubo de referência (*benchmarking*). Com isto será obtida a viabilidade das ações, que combina as classificações de prazo, custo e risco político.
- 5 - Simular a implantação das ações de mobilidade urbana para cada tipo de gestão. Isso ocorre através da variação pré-determinada dos escores em diferentes proporções obtidas conforme a viabilidade do cubo de referência.
 - a) Projeção do IMUS para 8 anos, em uma situação em que as ações fossem executadas por uma gestão ambiciosa.
 - b) Projeção do IMUS para 8 anos, em uma situação em que as ações fossem executadas por uma gestão conservadora.
- 6 - Com as projeções e variações dos escores de cada indicador, obtêm-se listas de ações que devem ser executadas, bem como as mais e menos viáveis para cada uma das simulações do IMUS, detalhadas em prazos, custos e riscos.



Figura 3: Etapas da metodologia de trabalho. Os números correspondem à descrição das etapas.

7 - Aplicação de questionário com técnicos, especialistas e gestores para avaliar cenários conforme a aplicação de políticas definidas, inclusive um cenário onde se avalie a ausência de aplicação de tais políticas, para que se compare com os cenários de aplicação de ações de mobilidade sustentável.

8 - Análise de todos os resultados do IMUS obtidos em simulações e cenários, bem como uma comparação dos dados numéricos com as classificações.

9 - Obtenção das principais conclusões e determinação de quais ações devem ser priorizadas pela gestão para a efetiva implantação e melhoria da Mobilidade Urbana Sustentável.

10 - Após o trabalho de planejamento deve-se efetivar no prazo proposto o cenário planejado, onde se adotam as ações propostas e adaptam-se os espaços públicos. Com tais medidas espera-se que os espaços privados também se adaptem e preparem-se para receber as viagens por diferentes modos de transportes.

11 - A cidade atinge o cenário proposto e é novamente avaliada para obtenção de um novo valor para o índice de mobilidade urbana sustentável. Se a avaliação resultar em um bom nível, espera-se que sejam geradas (produzidas e atraídas) viagens sustentáveis.

5. RESULTADOS

Os resultados são apresentados primeiramente em termos gerais, a começar por uma discussão do método em si e de suas classificações. Em seguida, são apresentados e discutidos os resultados obtidos para a aplicação, na cidade de São Carlos. Estes resultados serão descritos por etapas, tal como apresentado na metodologia. A primeira parte apresenta os resultados das classificações dos indicadores, usados posteriormente para analisar conjuntos de ações de mesmas características para a cidade em estudo. As partes consecutivas apresentam resultados da aplicação do método na cidade de São Carlos, onde a segunda parte apresenta a avaliação da viabilidade dos indicadores e as simulações de gestões; a terceira apresenta os cenários propostos para comparar com os dados obtidos nas simulações de gestão e a quarta como tais resultados podem ser efetivados.

5.1. CLASSIFICAÇÃO DOS INDICADORES PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS

As classificações quanto à influência na Geração de Viagens Sustentáveis (item 5.1.1) e quanto ao tipo de ação (item 5.1.2) são de abrangência geral, já que se referem aos indicadores e portanto independem da cidade analisada. As classificações atribuídas neste trabalho são comparadas também aos domínios do IMUS, um agrupamento inicial proposto por COSTA (2008). A terceira classificação, quanto ao custo, prazo e risco político (item 5.1.3) é específica da cidade em estudo, porém apresenta resultados que podem ser comparado a cidades cujas características a ela se assemelhem. Esta classificação será desenvolvida na próxima seção (5.2), que aborda a viabilidade das ações, uma análise mais aprofundada destas três dimensões.

5.1.1. INFLUÊNCIA NA GERAÇÃO DE VIAGENS SUSTENTÁVEIS

Como o estudo objetiva analisar a geração de viagens por modos mais sustentáveis, se desenvolveu uma classificação de cada um dos indicadores do IMUS quanto à influência de suas ações na Geração de Viagens Sustentáveis (GVS), que pode ser consultada no **Apêndice B**. Esta classificação indica em que medida tais ações contribuem para gerar viagens sustentáveis e podem ser de **influência direta, média ou indireta**. Dentre os 87 indicadores, 28 possuem influência direta na GVS (32 %), 35 apresentam influência média (40 %) e 24 indicadores influência indireta (28 %). Para caracterizar a distribuição da relação das ações na GVS com os domínios do IMUS, foi desenvolvido o gráfico da Figura 4.

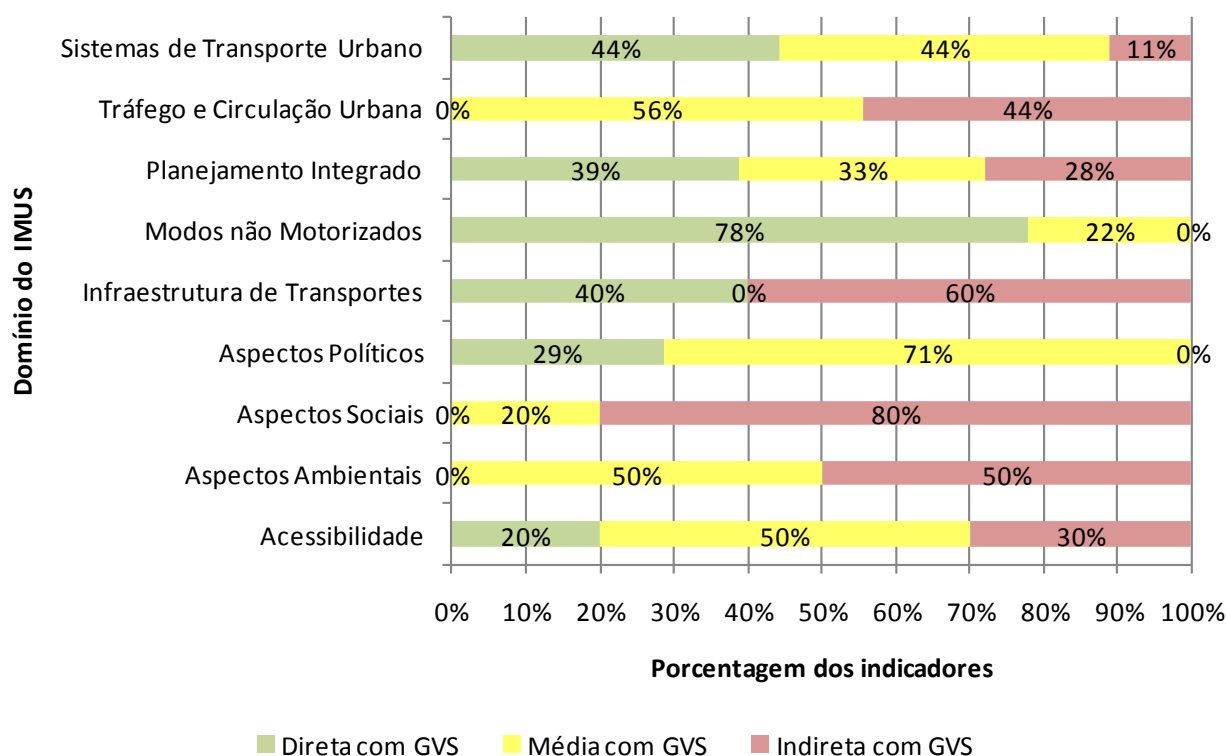


Figura 4: Influência na geração de viagens sustentáveis (GVS) dos indicadores agrupados por domínios do IMUS.

Observa-se que os domínios ‘Modos Não Motorizados’ e ‘Sistemas de Transporte Urbano’ possuem o maior número de indicadores que tem influência direta na GVS (78 % e 44 %), por avaliarem diretamente infraestruturas para viagens sustentáveis.

Por outro lado, “Aspectos Sociais”, “Infraestrutura de Transportes” e “Aspectos Ambientais” possuem a maior porcentagem de indicadores com influência indireta na GVS (80 %, 60 % e 50 %, respectivamente), ou seja, influenciam outros aspectos que futuramente possibilitam que viagens sustentáveis sejam incentivadas. Já os de relação média, possuem alguma influência que não é direta, porém estão mais ligados às viagens sustentáveis. É o caso em que se destacaram os domínios ‘Aspectos Políticos’ e ‘Tráfego e Circulação Urbana’ (71 % e 56 %).

5.1.2. QUANTO AO TIPO DE AÇÃO

Conforme fora abordado na metodologia, esta classificação foi atribuída principalmente para analisar os cenários por *backcasting* (item 5.3) e a relação dos conjuntos de indicadores classificados com as políticas adotadas. É interessante para observar-se o tipo de ação que cada indicador exige para ser bem avaliado. Uma lista, com os indicadores classificados quanto ao tipo de intervenção, pode ser observada na íntegra no **Apêndice C**. Na Figura 5, uma síntese dos resultados é apresentada, onde o gráfico compara os tipos de ação e os domínios do IMUS.

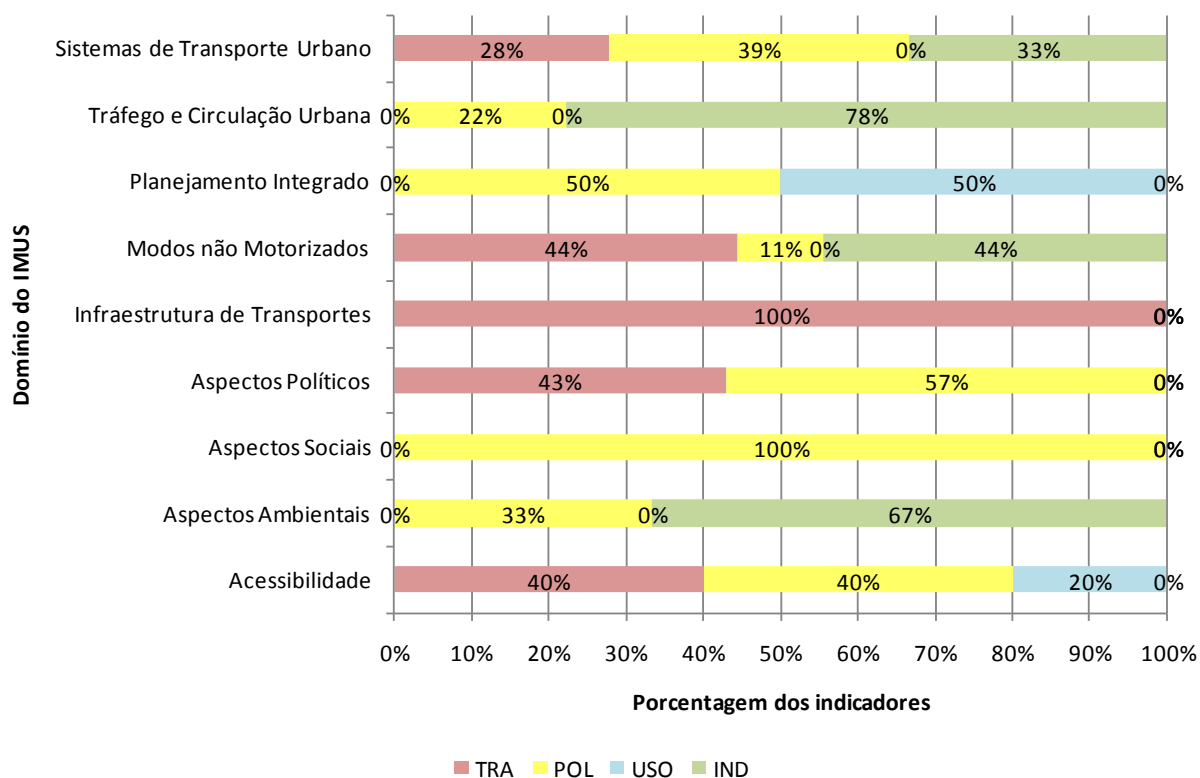


Figura 5: Classificação dos indicadores quanto a medidas de 'Transporte' (TRA), de 'Política' (POL), de 'Uso do Solo' ou 'Índices/Taxas' (IND) dentre os domínios do IMUS.

Observa-se que esta classificação quanto ao tipo de ação relaciona-se bastante com os domínios. Por exemplo, o domínio “Infraestrutura de Transportes” destaca-se por ter 100 % de seus domínios classificados quanto medidas relacionadas à ‘Transportes’. “Aspectos Políticos” e “Aspectos Sociais” destacam-se por ser classificados como ações ‘Políticas’ (57 % e 100 %). Já os domínios “Tráfego e Circulação Urbana” e “Aspectos Ambientais” são indicadores avaliados em sua maior parte como ‘Índices/Taxas’ (78 % e 67 %). Outros domínios têm seus indicadores caracterizados por mais de uma classificação, tais como “Planejamento Urbano”, onde 50 % das ações são ‘Políticas’ e 50 % medidas relacionadas ao ‘Uso do Solo’, dentro outros.

Esta classificação, se distribuída conforme a influência na geração de viagens (Figura 6) mostra evidentes relações entre as medidas de ‘Transportes’ e influência direta na geração de viagens (62 %), já que se referem em sua maior parte aos indicadores que mensuram infraestruturas de provimento de transportes. Outra

importante relação ocorre entre ‘Políticas’ e ações de influência indireta na GVS (41 %), que são indicadores mais ligados a outras áreas, que influenciam indiretamente na geração de viagens, tais como aspectos econômicos, sociais e ambientais. Por fim, as ações de influência média na GVS apresentam clara relação com a classificação dos indicadores tidos como ‘Índices/Taxas’ (57 %) e ‘Uso do Solo’ (45 %). Os ‘Índices/Taxas’ são medidas que embasam a avaliação dos domínios, tais como congestionamento, número médio de viagens por habitantes, dentre outros. Já a classificação ‘Uso do Solo’, foi atribuída aos indicadores que analisam mudanças nos lotes públicos e privados para adaptação à mobilidade urbana sustentável.

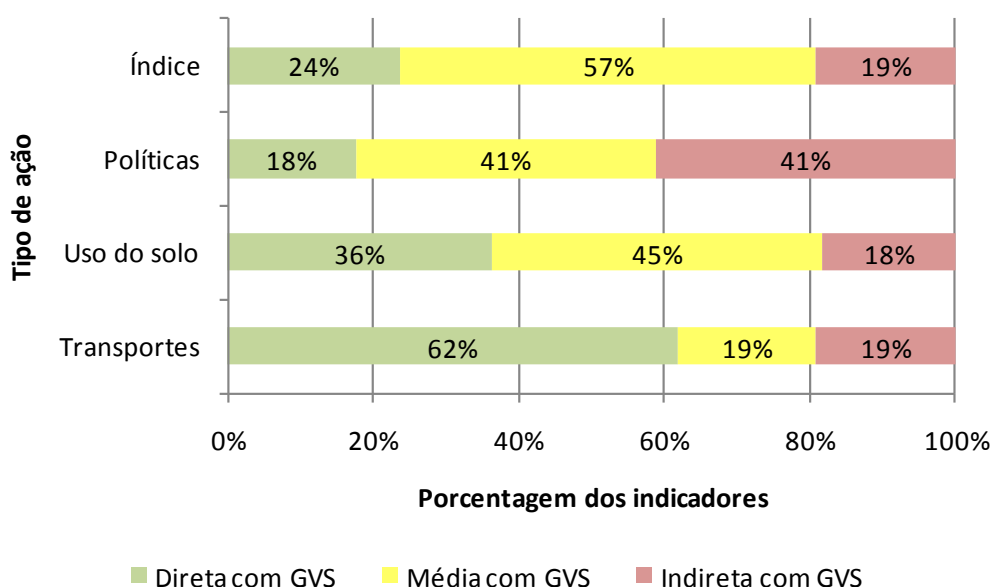


Figura 6: Classificação dos indicadores e influência na GVS.

5.1.3. QUANTO AO CUSTO, PRAZO E RISCO POLÍTICO DOS INDICADORES

Esta análise foi realizada a partir do diagnóstico de mobilidade na cidade de São Carlos para 2009, quando o índice de mobilidade urbana sustentável apresentou um valor de **0,568** (numa escala entre 0 e 1), conforme discutido em Plaza e Rodrigues da Silva (2010) e apresentada nos **Apêndices A.1 e A.2**. Cada indicador foi avaliado individualmente por especialistas em mobilidade urbana de forma a obter, a partir da

situação inicial (IMUS 2009), o prazo, o custo e o risco político para melhorar este índice em um período de oito anos. Como fora apresentado, tal questionário pode ser estendido a gestores e à população. Um resumo destas avaliações aparece nas Figuras 7, 8 e 9, respectivamente, em relação a cada um destes aspectos. A classificação na íntegra dos indicadores quanto a estes quesitos pode também ser consultada no **Apêndice D**.

Quanto ao **prazo** de implantação das ações de melhoria da mobilidade urbana sustentável (Figura 7), observou-se que 20 % dos indicadores já estão com escore máximo. Isso indica que devem ser mantidos os serviços oferecidos, variando-os apenas para se adequar a eventuais mudanças nas variáveis demográficas. Dentre os indicadores que necessitam de ações para melhoria, 7 % deles poderiam ser realizados no primeiro biênio de uma gestão com início imediato e 21 % em um segundo biênio, em um percentual total de 28 % das ações possíveis de serem executadas em 4 anos. Para uma segunda gestão, 20 % das ações poderiam ser realizadas no primeiro biênio e 22 % no segundo, totalizando 42 % dos indicadores. Além destes, um percentual de 10 % dos indicadores necessitariam de mais que duas gestões para terem suas ações executadas.

Quanto ao **custo** de implantação das ações de melhoria (Figura 8), a maioria delas (40 %) tem custo médio. Se somadas, as percentagens de indicadores que envolvem ações com custos baixos (25 %) e muito baixos (13 %) somam 38 %, o segundo maior percentual. Já 22 % dos indicadores exigem ações de melhoria com custo alto (17 %) e muito alto (5 %) de implantação. Também foi avaliado o risco político de implantação das ações (Figura 9). Nesta classificação a grande maioria das ações praticamente não representa risco político, com percentual de 70 % dos indicadores, somados os riscos baixos (33 %) e muito baixos (37 %). Uma pequena parte das ações é classificada em um grupo de medidas de alto e muito alto risco político, em um percentual agregado de apenas 8 % do total dos indicadores.

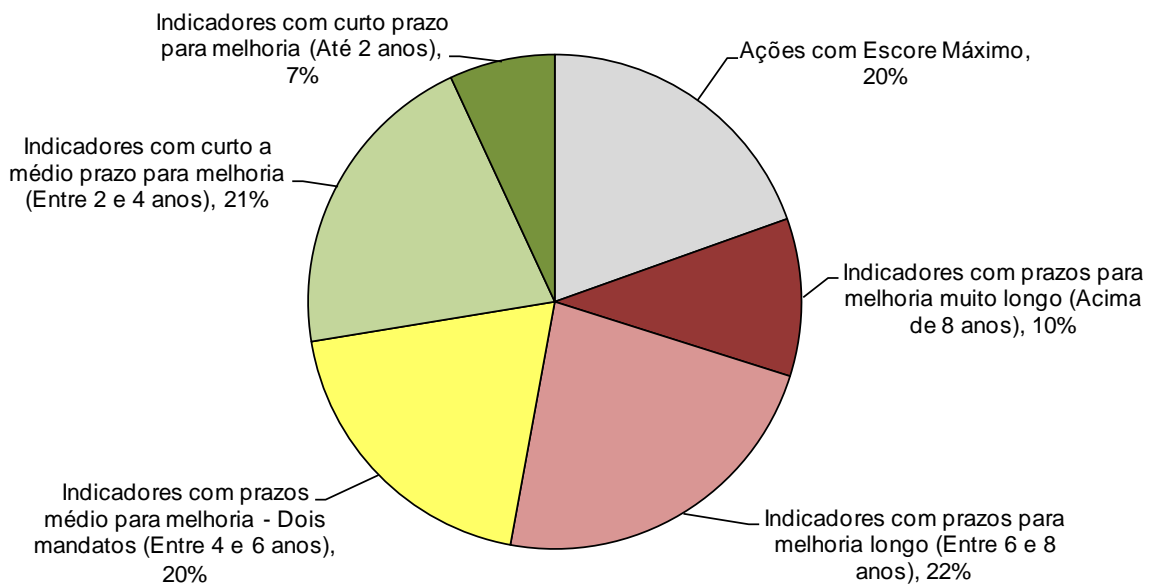


Figura 7: Classificação dos indicadores quanto ao prazo de implantação das ações para atingir o escore máximo para a cidade de São Carlos - SP.

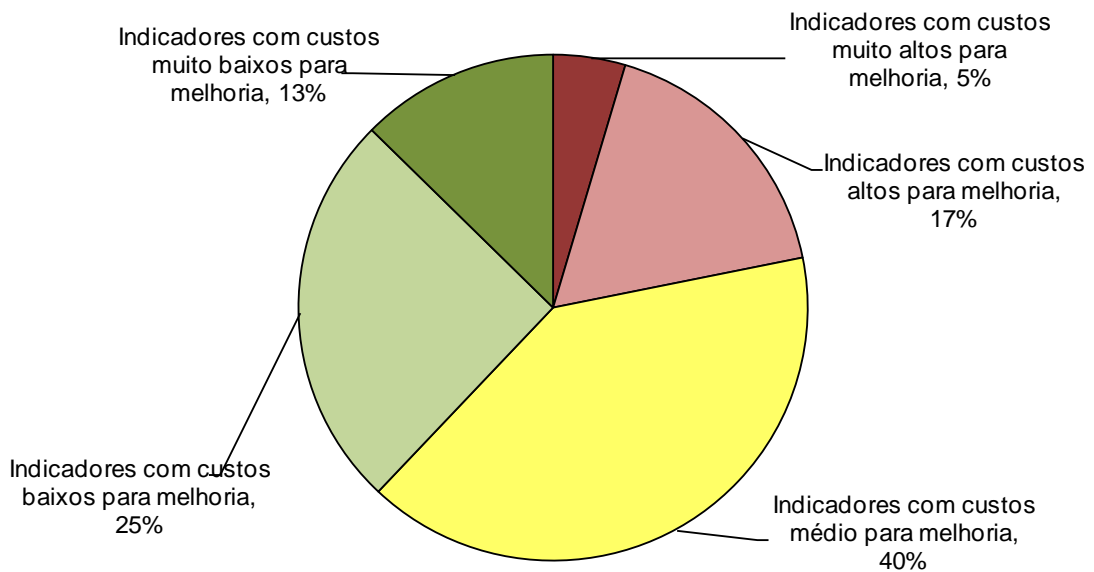


Figura 8: Classificação dos indicadores quanto ao custo de implantação das ações para atingir o escore máximo para a cidade de São Carlos - SP.

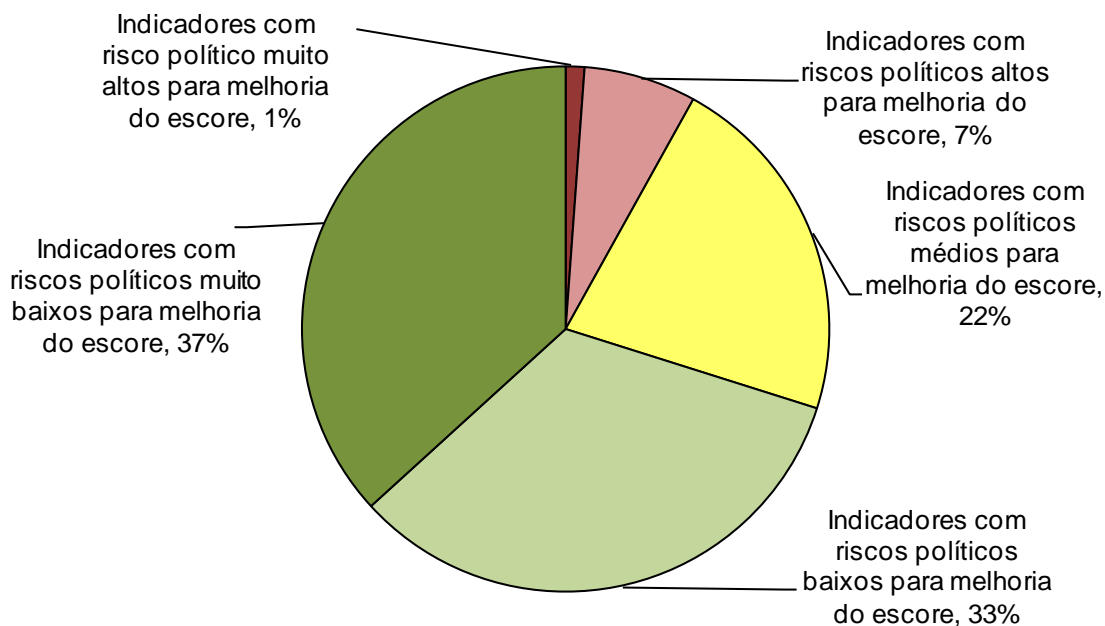


Figura 9: Classificação dos indicadores quanto ao risco político de implantação das ações para atingir o escore máximo para a cidade de São Carlos - SP.

A análise das ações deve se dar, porém, de forma simultânea nas três classificações. Esta avaliação pode ser feita através do cubo de referência, onde a classificação conjunta das dimensões foi denominada **viabilidade**. Várias combinações podem ser assim feitas.

5.2. RESULTADOS QUANTO À VIABILIDADE DAS AÇÕES E PROPOSIÇÃO DE CENÁRIOS DE GESTÃO

Este tópico apresenta a classificação dos indicadores quanto à viabilidade (subitem 5.2.1). Através dessa classificação são identificados os indicadores mais ou menos viáveis e também comparados quanto as outras classificações criadas, apresentando conjuntos de ações que podem ser desenvolvidas com maior facilidade. Esta análise culminou nas simulações da realização das ações em uma gestão ambiciosa ou conservadora, que são apresentadas no subitem 5.2.2.

5.2.1. VIABILIDADE DAS AÇÕES

A classificação de cada indicador quanto à viabilidade pode ser consultada na íntegra no **Apêndice E**. Uma primeira análise entre classificações para se observar em quais conjuntos de indicadores encontram-se as ações mais viáveis, foi a comparação da viabilidade com os domínios do IMUS (Figura 10). Ao observar este gráfico, pode-se destacar que 100 % das ações dos indicadores do domínio “Infraestrutura de Transportes” são viáveis em pelo menos um dos quesitos (custo, prazo ou risco político). Esta classificação deve ter ocorrido devido à concentração de indicadores que avaliam a infraestrutura necessária aos modos de transportes motorizados. O domínio “Acessibilidade” também pode ser destacado quanto às ações viáveis em pelo menos um quesito, em uma somatória de quase 90 % dos indicadores. Isso certamente reflete os recentes incentivos, legislação e especificações técnicas para diminuir ou eliminar barreiras arquitetônicas nas cidades.

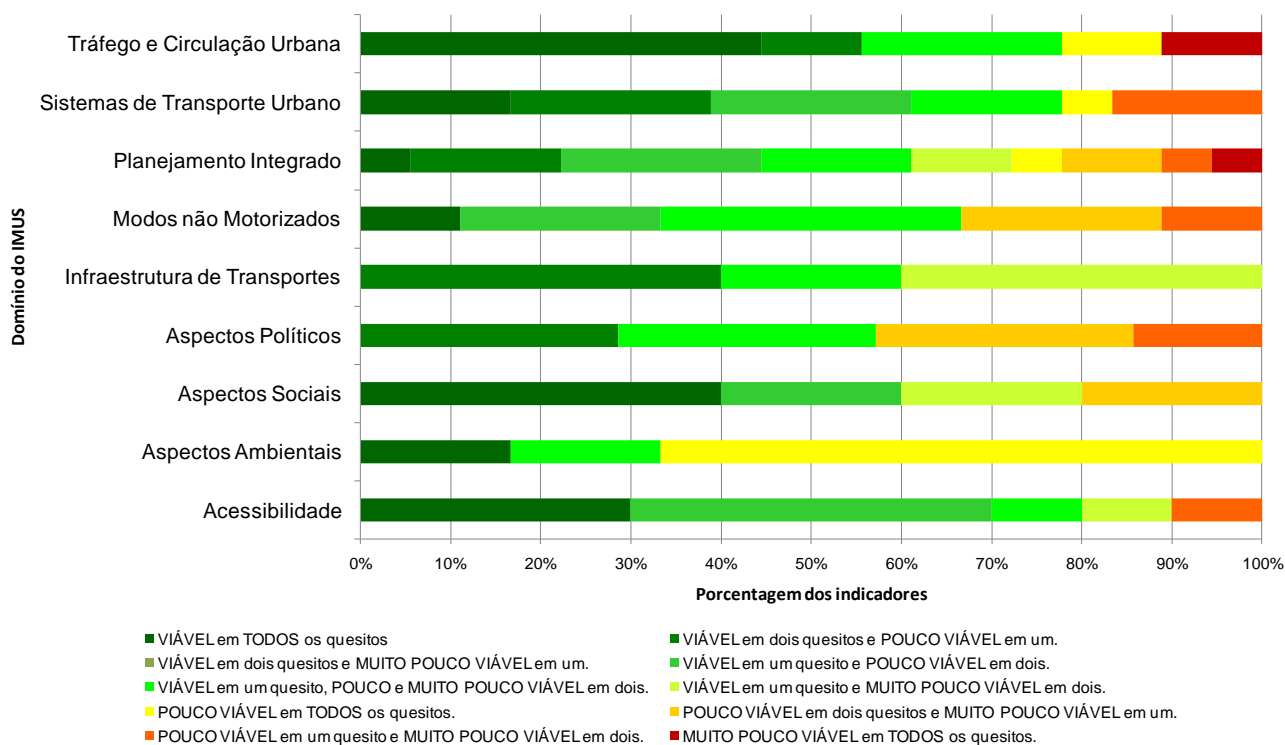


Figura 10: Porcentagem de indicadores conforme a viabilidade das ações, agrupadas por domínios do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável.

O domínio “Tráfego e Circulação Urbana” possui o maior número de ‘ações viáveis em todos os quesitos’ (quase 45 %). Quanto aos aspectos mais voltados à gestão, viabilidade maior ocorre nos domínios “Aspectos Sociais” e “Planejamento Integrado”, podendo apontar preferenciais ações para iniciar a adaptação da cidade ao conceito de Mobilidade Urbana Sustentável. No domínio “Sistemas de Transporte Urbano”, cujas ações referem-se aos transportes coletivos, quase 80 % das ações têm viabilidade em pelo menos um quesito, porém quase 15 % de ações são de pouca viabilidade. Devido ao pequeno incentivo aos modos não motorizados, avaliados no domínio com mesma denominação, uma potencial viabilidade pôde ser observada, já que pouco menos de 70 % dos indicadores são viáveis em pelo menos um aspecto. Estas ações podem influenciar na melhoria do escore de outros domínios, como é o caso dos “Aspectos Ambientais”, cujos indicadores com pouca viabilidade somam quase 70 %. Estes se relacionam, sobretudo, à emissão de poluentes como gases do efeito estufa.

Buscou-se identificar também se havia relação entre os indicadores com maiores escores no IMUS atual e seu grau de viabilidade para melhoria (Figura 11). Esta avaliação permitiu constatar que, dentre os indicadores menos viáveis, a maior parte deles possui escores mais próximos de zero. Já os mais viáveis apresentam maior percentual de escores com escore máximo ou próximo do máximo, comprovando que grande parte dos indicadores bem avaliados pode possuir ações mais viáveis. Isto pode ser observado, por exemplo, dentre os indicadores ‘viáveis em todos os quesitos’, dos quais 60 % têm escore máximo (1,00), e dentre os ‘pouco viáveis em um quesito e muito pouco em dois’, dos quais mais que 70% têm escore mínimo (0,00).

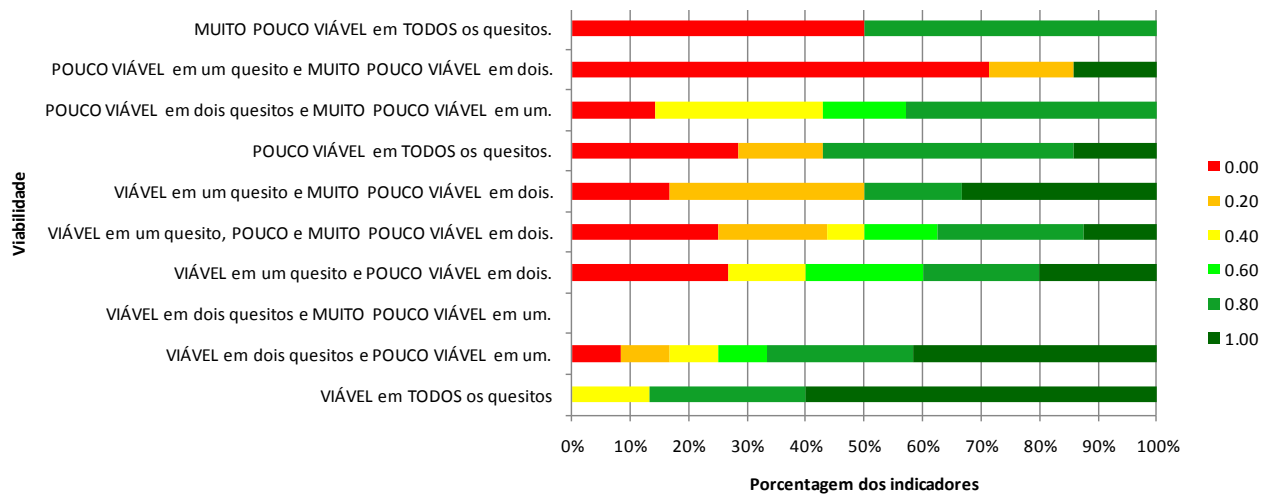


Figura 11: Viabilidade das ações e escores.

Para aprofundar esta análise, foi confrontada também a viabilidade dos indicadores por domínios (Figura 10) com a atual pontuação no IMUS (Figura 12). Observa-se claramente que o domínio “Infraestrutura de Transportes” possui o maior percentual de indicadores com escore máximo (conforme Figura 12), bem como as ações mais viáveis (ver Figura 10). Por outro lado, os domínios “Sistemas de Transportes Urbanos” e “Modos não Motorizados” já não apresentam relação tão clara entre viabilidade e altos escores. Embora apontados como medidas para melhoria da mobilidade urbana sustentável por ter grande viabilidade, estes dois domínios possuíam quase 60 % dos indicadores com escores menores que 0,4. Esta constatação pode, no entanto, apontar um potencial para melhoria que estes indicadores podem ter, já que são viáveis e no quadro atual encontram-se com avaliação ruim, evidenciando a priorização do modo motorizado individual pelas atuais políticas públicas.

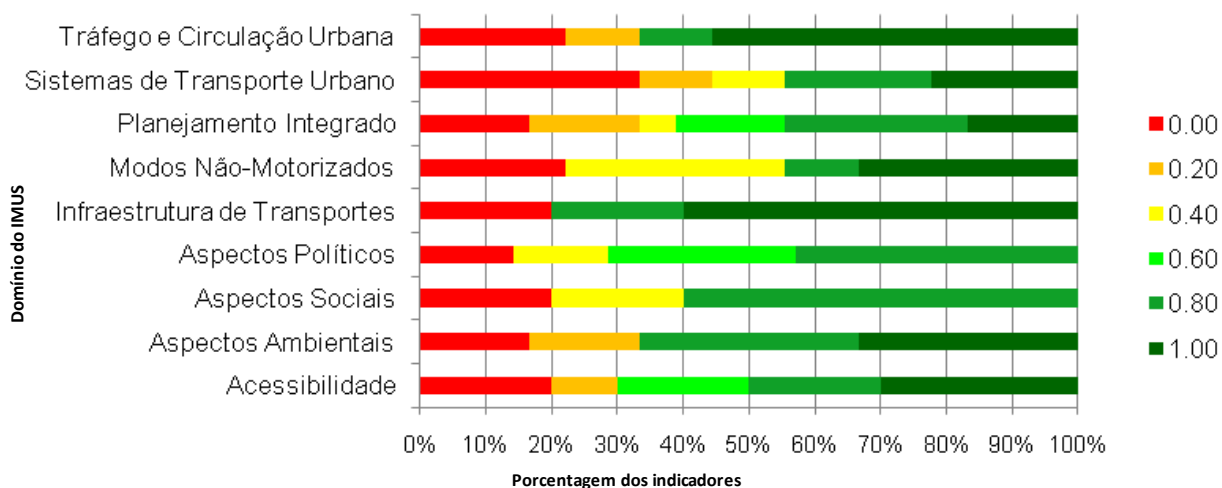


Figura 12: Escores atuais dos indicadores distribuídos por domínios.

Já o domínio “Aspectos Ambientais”, que possui a menor viabilidade (conforme Figura 10), concentra pouco mais que 30 % dos indicadores com escore abaixo de 0,4, o que revela a maior dificuldade de execução das ações de melhorias para os mesmos (conforme Figura 12). Situação parecida ocorre também com o domínio “Aspectos Políticos”.

Portanto, em linhas gerais pode-se observar que a maior parte dos indicadores viáveis encontra-se dentre os escores melhor avaliados. Em alguns domínios, porém, ocorre situação inversa, dado que indicadores com escores baixos aparecem entre os de maior viabilidade, Isso indica conjuntos de ações viáveis, porém não priorizadas atualmente pelos gestores, tais como os transportes não motorizados e os transportes coletivos (Sistemas de Transporte Urbano).

Outra importante análise compara a viabilidade das ações e qual a influência destas para a geração de viagens sustentáveis (cujos resultados foram descritos no tópico 5.1.1). Esta comparação é apresentada no gráfico da Figura 13.

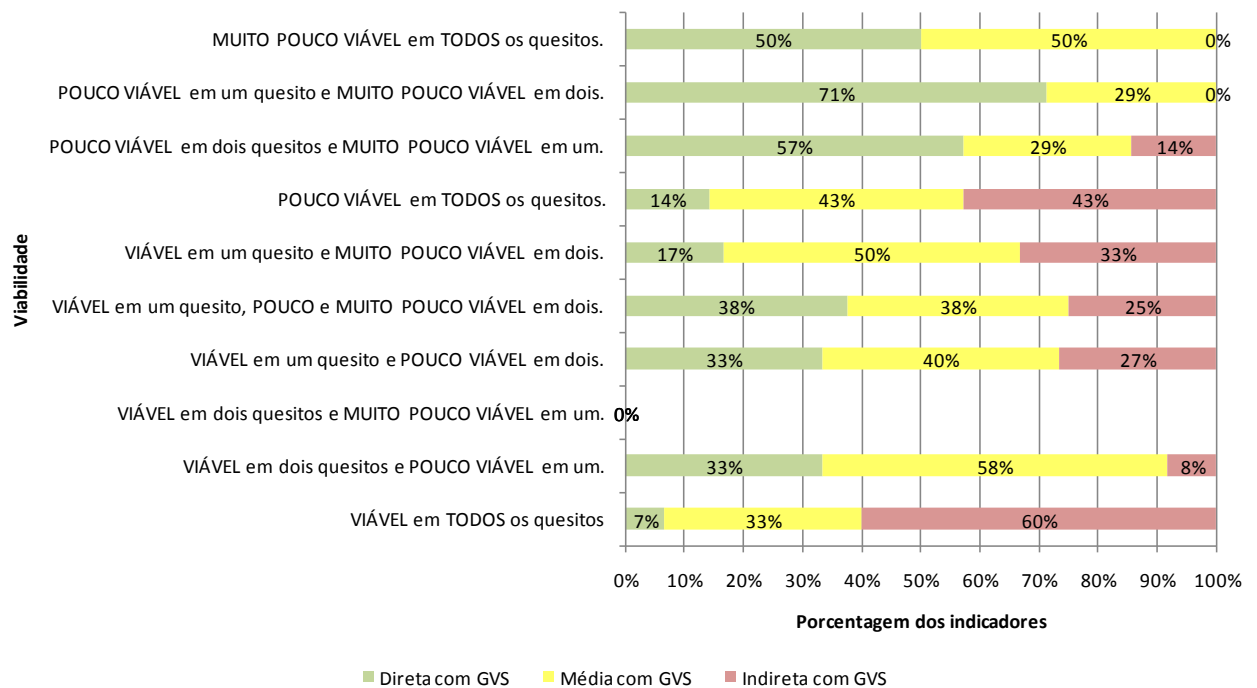


Figura 13: Viabilidade dos indicadores em relação à influência na geração de viagens sustentáveis.

Observa-se que os indicadores mais viáveis são aqueles cuja influência é indireta sobre a GVS (60 %) Isso indica que devem ser priorizadas ou primeiramente executadas ações que preparam a implantação de infraestruturas e outras medidas relacionadas aos modos de viagens mais sustentáveis. Por outro lado, ações diretamente relacionadas à GVS são menos viáveis (57 % dentre as ações ‘pouco viáveis em dois quesitos e muito pouco em um’ e 71 % das ‘pouco viáveis em um quesito e muito pouco em dois’). Isso se explica porque ações de influência direta na GVS, atualmente, não são priorizadas pelos governos, bem como não possuem infraestruturas relacionadas na maioria das cidades médias, como é o caso da cidade em estudo, o que as torna menos viáveis.

Pode-se observar também a classificação dos tipos de ações exigidas pelos indicadores com sua viabilidade (apresentada no tópico 5.1.2). A Tabela 8 simplifica as classificações de viabilidade em apenas duas, ‘mais viáveis’ e ‘menos viáveis’. Em seguida é apresentado o número de indicadores em cada categoria e sua totalização na última linha de cada bloco.

Tabela 8: Número de indicadores classificados quanto ao tipo de ação em comparação com a influência na geração de viagens sustentáveis e à viabilidade.

Classificação no cubo de referência	Simplificação	Direta com GVS		Média com GVS		Indireta com GVS	
VIÁVEL em TODOS os quesitos	Mais viáveis	TRA	5	TRA	3	TRA	3
VIÁVEL em dois quesitos e POUCO VIÁVEL em um.		POL	5	POL	12	POL	11
VIÁVEL em dois quesitos e MUITO POUCO VIÁVEL em um.		USO	2	USO	1	USO	2
VIÁVEL em um quesito e POUCO VIÁVEL em dois.		IND	4	IND	8	IND	2
VIÁVEL em um quesito, POUCO e MUITO POUCO VIÁVEL em dois.		TOTAL:	16	TOTAL:	24	TOTAL:	18
VIÁVEL em um quesito e MUITO POUCO VIÁVEL em dois.	Menos viáveis	TRA	8	TRA	1	TRA	1
POUCO VIÁVEL em TODOS os quesitos.		POL	1	POL	2	POL	3
POUCO VIÁVEL em dois quesitos e MUITO POUCO VIÁVEL em um.		USO	2	USO	4	USO	0
POUCO VIÁVEL em um quesito e MUITO POUCO VIÁVEL em dois.		IND	1	IND	4	IND	2
MUITO POUCO VIÁVEL em TODOS os quesitos.		TOTAL:	12	TOTAL:	11	TOTAL:	6

TRA: 'Transportes', POL: 'Políticas', USO: 'Uso do Solo', IND: 'Índices/Taxas'.

Observa-se na Tabela 8 que a maioria dos indicadores classificados concentram-se dentre as ações mais viáveis, com influência média na GVS (24) e a maioria delas 'Política' (12). É importante observar também onde se encontram as maiores somas na classificação por tipos de ações. Dentre as de 'Transportes', a maioria é de menos viáveis e de relação direta com a GVS (8); as de 'Política' são em sua maior parte mais viáveis e de relação média com a GVS (12); as ações de 'Uso do Solo', apesar de poucas, são maioria dentre as menos viáveis e de relação média com a GVS (4); e, por fim, dentre os 'Índices/Taxas', a maioria é de ações mais viáveis e de relação média com a GVS (8).

Os dados apresentados na Tabela 8, bem como todas as análises apresentadas até aqui, são de cunho qualitativo. Estes dados, sobretudo a última tabela podem ser analisados com maior precisão se for observado o potencial de mudança que cada grupo de indicadores provoca quantitativamente no índice final. Estes dados são obtidos ao simular-se uma variação dos escores conforme a viabilidade, obtidos para as hipóteses de gestões ambiciosa e conservadora. Cabe também destacar até aqui o número de análises que podem ser realizadas através das diversas classificações

que auxiliam na escolha de quais ações podem ser escolhidas por gestores para a efetiva aplicação de medidas para implantação da mobilidade urbana sustentável.

5.2.2. SIMULAÇÃO DA EFETIVAÇÃO DAS AÇÕES EM GESTÃO AMBICIOSA E CONSERVADORA

Para realizar as análises apresentadas até aqui em uma visão mais prática, foram simulados dois tipos de gestões: uma **ambiciosa** e uma **conservadora**, onde os escores foram alterados em maior ou menor proporção, conforme a viabilidade dos indicadores apresentada na metodologia (item 4.2). Como resultado dessas alterações de escores foram obtidas listas de ações que podem ser interpretadas como metas para uma gestão de oito anos. Isto facilitaria o processo de tomada de decisão dos gestores com o objetivo de melhorar a Mobilidade Urbana Sustentável e outros aspectos daí decorrentes. As ações consideradas ‘muito pouco viáveis em todos os quesitos’ são aquelas associadas aos indicadores “Crescimento Urbano” e “Índice de Motorização”. Nenhuma das duas simulações de gestão chega a prever alteração de escore para estes indicadores, devido à extrema dificuldade para identificação de ações que possam ser aplicadas para melhoria de seus escores. Isso se explica pela expansão territorial e baixo adensamento do tecido urbano, em grande medida consequência dos vazios urbanos decorrentes de especulação imobiliária, e o acesso facilitado por modos motorizados individuais. As simulações de variação do IMUS para uma gestão ambiciosa e conservadora apresentaram os resultados reproduzidos na **Tabela 9** e serão descritos em seguida. Um gráfico contendo a variação de cada indicador nas simulações pode ser consultado no **Apêndice F.6**.

Tabela 9: Resultados do IMUS para simulação de gestão ambiciosa e conservadora e variações nas dimensões social, econômica, ambiental e geral.

	IMUS 2009	Gestão Ambiciosa	Gestão Conservadora
Social	0,192	0,267 + 39,0 %	0,221 + 15,5 %
Econômica	0,191	0,260 + 36,6 %	0,216 + 13,5 %
Ambiental	0,186	0,258 + 38,4 %	0,212 + 14,0 %
IMUS Geral	0,568	0,784 + 38,1 %	0,650 + 14,3 %

5.2.2.1. GESTÃO AMBICIOSA

Esta simulação admite que, em um prazo de oito anos, a equipe gestora de uma cidade realizaria o máximo de ações possíveis, obtendo melhorias significativas no IMUS. No **Apêndice F.1**, pode ser consultada a planilha de cálculo do IMUS para esta gestão e no **Apêndice F.5** o memorial de cálculo desta simulação. Também pode ser consultada no **Apêndice F.3**, uma lista com todas as ações que devem ser realizadas para atingir os escores dos indicadores alterados. Esta lista de ações pode servir como lista de metas para que o gestor cumpra tais ações. Com esta simulação, o IMUS geral pode atingir o escore de 0,784 (aumento de aproximadamente 38 % em relação ao valor atual, variação significativa, como pode ser observado no gráfico da Figura 14).

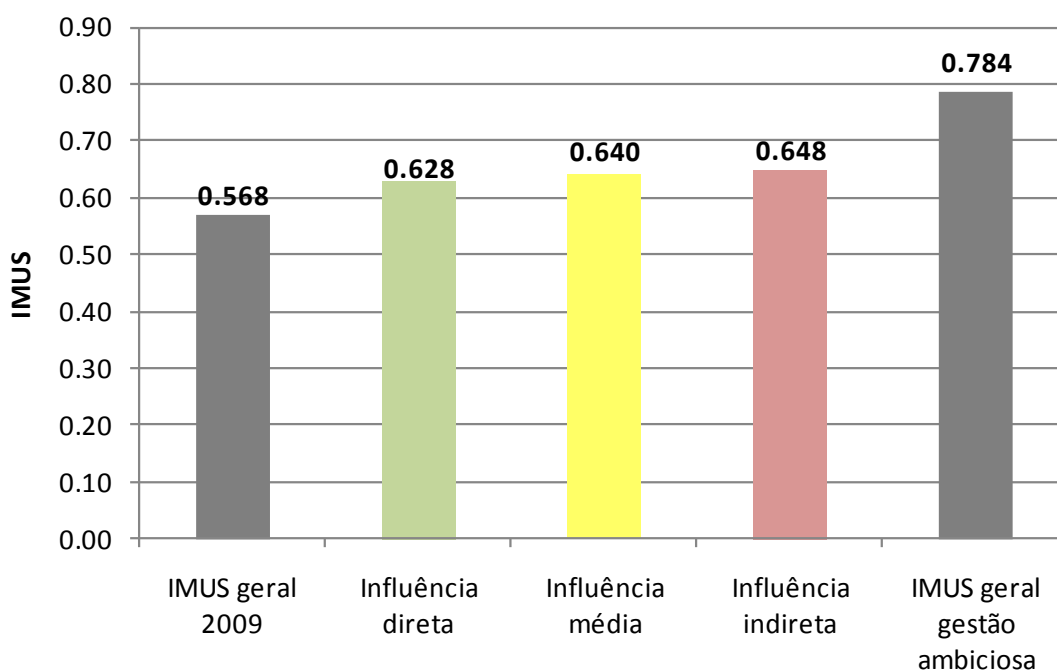


Figura 14: Variações do IMUS geral para uma gestão ambiciosa.

Para observar quais indicadores mais contribuíram para a mudança no IMUS geral, a variação do índice foi feita por partes, através do desmembramento de conjuntos conforme classificações semelhante. No gráfico da Figura 14, é apresentado como

referência o índice atual, que está em 0,568. Se alterados somente os indicadores de influência direta, o índice alcança 0,628 (11 % de variação). Se alterados os de influência média, 0,640 (13 % de variação) e, somente os de influência indireta chega a 0,648 (14 % de variação). Caso sejam alterados todos os indicadores conjuntamente, o IMUS geral atinge o apresentado anteriormente para o conjunto geral, que é 0,784.

O gráfico da Figura 15 apresenta os indicadores variados quantitativamente pela viabilidade em relação à influência na geração de viagens sustentáveis.

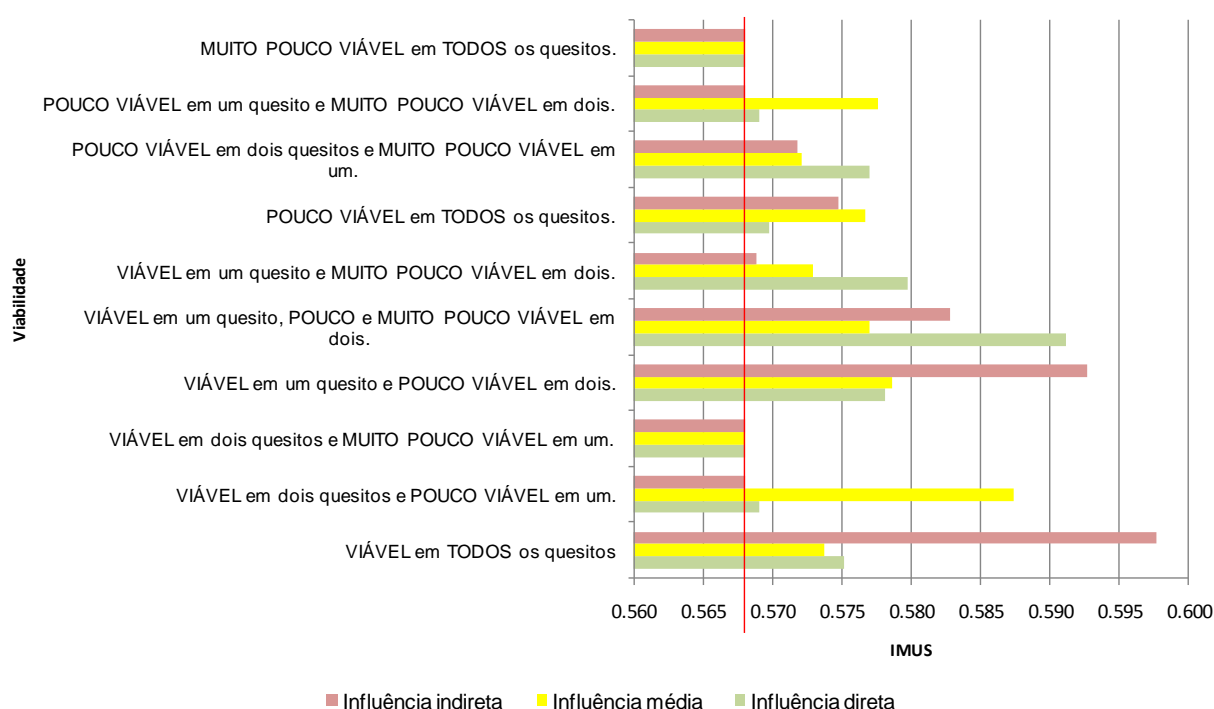


Figura 15: Variação do IMUS geral para gestão ambiciosa por conjunto de indicadores agrupados por viabilidade e por influência na GVS. A linha vermelha marca o atual índice (0,568).

A realização de ações menos viáveis é considerada mais audaciosa e apresenta naturalmente dificuldades na execução, por isso observa-se que quanto menos viáveis as ações, menor variação no índice ocorre. No cenário ambicioso, considera-se que algumas ações menos viáveis sejam realizadas, porém como fora apresentado, as classificadas como ‘muito pouco viáveis em todos os quesitos’ não sofrem alteração em nenhuma das simulações de gestão pela evidente dificuldade

de execução. Por outro lado, alguns conjuntos de ação destacam-se pelo grande potencial de mudança no índice. É o caso do conjunto de ações ‘viáveis em todos os quesitos’ e de ‘influência indireta’, que elevam sozinhos o índice para 0,598 (5,21 % de variação). É importante não somente observar as alterações numéricas, mas observar quais ações são necessárias para efetuar tais mudanças, como pode ser observado na Tabela 10. Ao se observar os nove indicadores desta classificação, cinco deles encontram-se com a avaliação máxima (1,00), bastando apenas a alteração de quatro índices para atingir esta significativa mudança no índice. Como as ações classificadas como ‘viáveis em todos os quesitos’ são a combinação de curto prazo, baixo custo e baixo risco político para execução das ações, estas podem ser tomadas como prioritárias para melhorias iniciais mais significativas.

Tabela 10: Ações ‘viáveis em todos os quesitos’ e de ‘influência indireta na GVS’ na gestão ambiciosa (AMB) cuja alteração no IMUS com a execução das ações pode chegar a 5,21 %.

Indicador	Ação	2009	AMB
1.2.3 Vagas de estacionamento para pessoas com necessidades especiais	Manter o número de vagas necessário conforme as normas vigentes.	1.00	1.00
3.1.1 Informação disponível ao cidadão	Disponibilizar informações sobre planos e projetos de transportes e mobilidade urbana.	0.75	1.00
3.3.1 Educação para o desenvolvimento sustentável	Promover ações de formação continuada sobre desenvolvimento sustentável para crianças, jovens e adultos.	0.25	0.75
7.4.1 Transparência e responsabilidade	Divulgar nas publicações formais periódicas informações referentes à aplicação e fonte de recursos, impactos sociais, econômicos e ambientais de planos e projetos de transportes e mobilidade urbana.	0.75	1.00
8.1.1 Acidentes de trânsito	Manter o número de mortos em acidentes de trânsito em vias urbanas estabilizadas abaixo de 1 a cada 100.000 habitantes/ano.	1.00	1.00
8.2.1 Educação para o trânsito	Implantar disciplinas ou programas de educação para o trânsito nas 120 escolas públicas e particulares do município.	0.68	1.00
8.4.1 Violação das leis de trânsito	Manter estabilizada a porcentagem de condutores habilitado que cometeram infração em menos de 2% do total de condutores com habilitação.	1.00	1.00
9.3.1 Contratos e licitações	Manter todos os contratos de prestação de serviços de transportes regularizados.	1.00	1.00
9.3.2 Transporte informal	Manter a participação do transporte informal inexpressiva ou inexistente no transporte público urbano e ainda combatê-lo, regulamentá-lo ou incorporá-lo ao sistema formal.	1.00	1.00

As ações mais viáveis de influência indireta são as que mais alteram o índice. Porém, se considerados todos os indicadores mais viáveis, estes alteram até 12,1 % e se forem considerados também os de menor viabilidade, chega-se aos 14,1 %, como apresentado na Tabela 11 e graficamente na Figura 15. Observa-se na Tabela 8, que a maioria dos indicadores “mais viáveis (“viáveis em todos os quesitos”) e de influência indireta” são considerados ‘Políticas’, o que significa que servem como preparação para aplicação de outras efetivas medidas que influenciam diretamente na GVS. Podem-se observar na Tabela 10 as características de políticas das ações “viáveis em todos os quesitos” e de ligação indireta com a GVS.

Dentre outros conjuntos de ações que podem ser destacados, um deles composto por um indicador apenas, pode alterar 2,0 % do índice, chegando a 0,580. É o indicador ‘vias para transporte coletivo’, que consiste na expansão da área atendida por este transporte, único classificado como de ‘influência direta na GVS’ e ‘viável em um quesito e muito pouco viável em dois’, porém possui grande potencial de alteração.

As ações de influência direta na GVS, que são majoritariamente indicadores dos domínios ‘Modos Não Motorizados’ e ‘Sistemas de Transporte Urbano’ não apresentam os maiores diferenciais nos resultados como outros indicadores viáveis, porém, dentre as ações menos viáveis, que demandam maiores prazos e custos, são as que mais provocam mudanças.

Muitas combinações de ações que alteram mais significativamente o IMUS e de diversos graus de viabilidade podem ser escolhidas, conforme as necessidades de uma gestão, bem como quais prioridades devem ser elencadas. Mas dentre os resultados mais importantes, pode-se destacar que para implementar as ações de incentivo às viagens sustentáveis, é preciso primeiro implementar ações políticas e de outras áreas como educação, política, e diferentes incentivos para então preparar as infraestruturas voltadas para estes modos de transportes. A Tabela 11 apresenta todos os resultados juntos e a somatória das variações.

Tabela 11: Resumo de todas as variações simuladas para implantação do IMUS em uma gestão ambiciosa quanto à viabilidade e influência na geração de viagens sustentáveis.

Classificação no cubo de referência	Influência direta			Influência média			Influência indireta			Variação
	IMUS_D	Variação	Indicador	IMUS_M	Variação	Indicador	IMUS_I	Variação	Indicador	
VIÁVEL em TODOS os quesitos	0.575	1.25%	1	0.574	1.00%	5	0.598	5.21%	9	7.46%
VIÁVEL em dois quesitos e POUCO VIÁVEL em um.	0.569	0.18%	4	0.587	3.40%	7	0.568	0.00%	1	3.58%
VIÁVEL em dois quesitos e MUITO POUCO VIÁVEL em um.	0.568	0.00%	0	0.568	0.00%	0	0.568	0.00%	0	0.00%
VIÁVEL em um quesito e POUCO VIÁVEL em dois.	0.578	1.77%	5	0.579	1.85%	6	0.593	4.33%	4	7.96%
VIÁVEL em um quesito, POUCO e MUITO POUCO VIÁVEL em dois.	0.591	4.07%	6	0.577	1.57%	6	0.583	2.60%	4	8.24%
VIÁVEL em um quesito e MUITO POUCO VIÁVEL em dois.	0.580	2.06%	1	0.573	0.86%	3	0.569	0.15%	2	3.07%
POUCO VIÁVEL em TODOS os quesitos.	0.570	0.30%	1	0.577	1.52%	3	0.575	1.18%	3	3.00%
POUCO VIÁVEL em dois quesitos e MUITO POUCO VIÁVEL em um.	0.577	1.57%	4	0.572	0.70%	2	0.572	0.65%	1	2.93%
POUCO VIÁVEL em um quesito e MUITO POUCO VIÁVEL em dois.	0.569	0.17%	5	0.578	1.67%	2	0.568	0.00%	0	1.84%
MUITO POUCO VIÁVEL em TODOS os quesitos.	0.568	0.00%	1	0.568	0.00%	1	0.568	0.00%	0	0.00%
Variação TOTAL:	0.060	11.4%	28	0.072	12.6%	35	0.080	14.1%	24	38.08%
IMUS:		0.628			0.640			0.648		0.784

5.2.2.2. GESTÃO CONSERVADORA

Neste caso é previsto que o gestor execute apenas as ações de maior viabilidade. Por isso nesta simulação o IMUS chega a 0,650, 14,35 % de variação positiva a partir dos 0,568 atuais. No **Apêndice F.2**, pode ser consultada a planilha de cálculo do IMUS para esta gestão e no **Apêndice F.5** o memorial de cálculo desta simulação. O gráfico da Figura 16 mostra o atual índice, as variações por conjuntos de influência na GVS e a variação completa para a gestão conservadora.

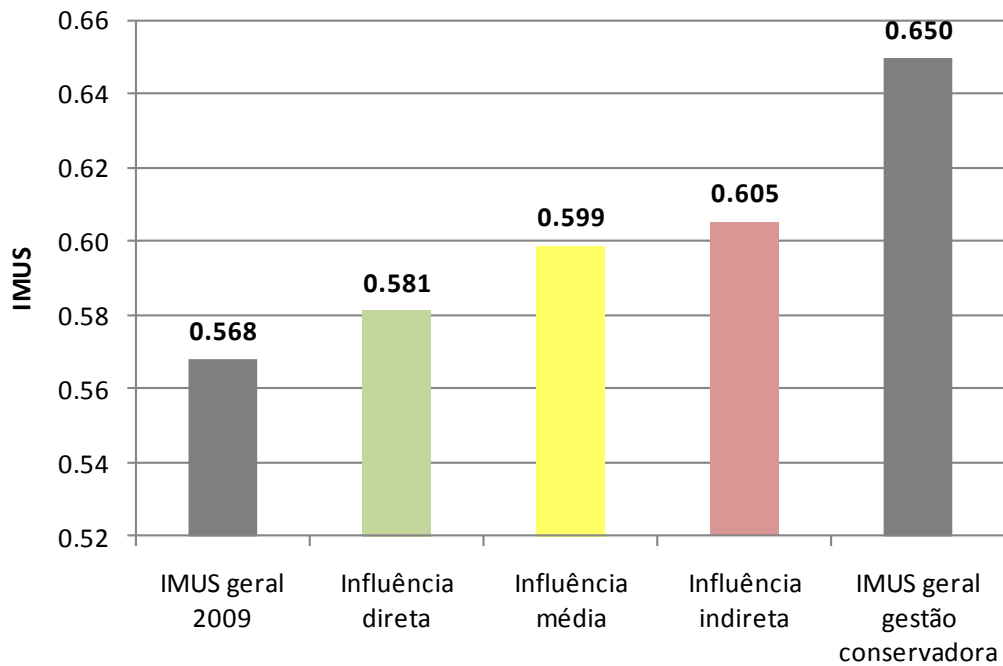


Figura 16: Variação do IMUS pela simulação de gestão conservadora em relação ao IMUS atual.

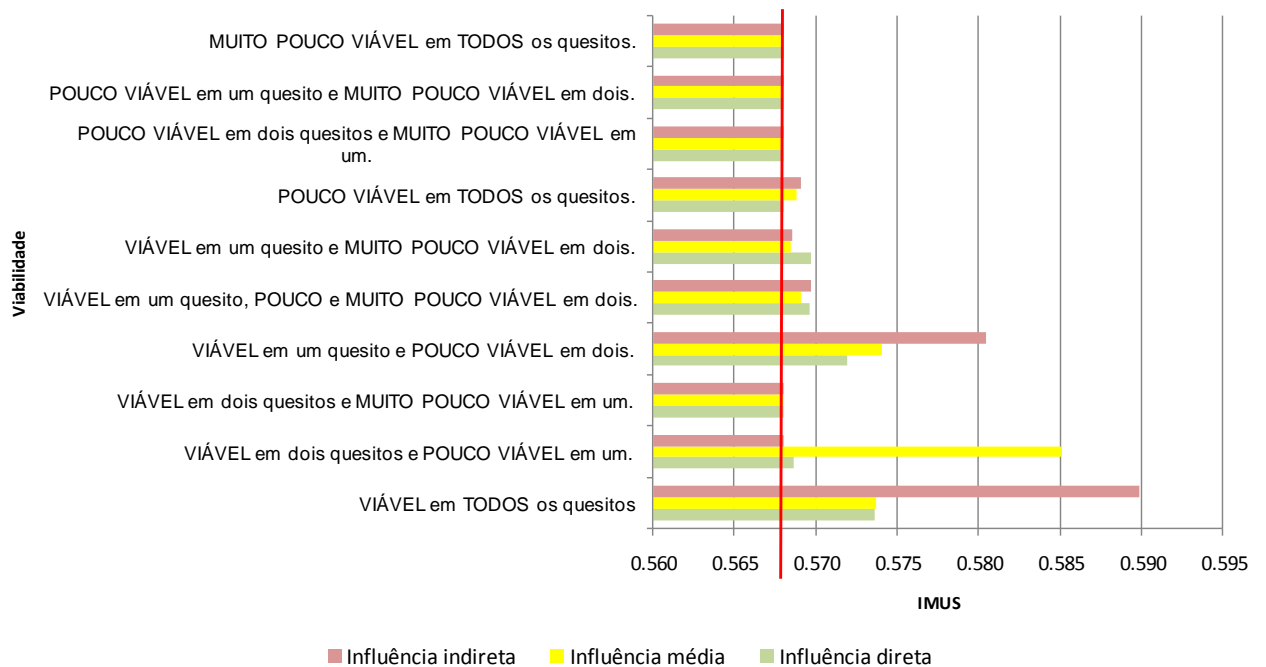


Figura 17: Variação do IMUS geral para gestão conservadora por conjunto de indicadores agrupados por viabilidade e por influência na GVS. A linha vermelha marca o atual índice (0,568).

A simulação pela gestão conservadora não prevê mudanças tão significativas no índice, por isso qualquer conjunto de alterações que aumente significativamente o IMUS geral deve ser priorizado, sobretudo se houver maior viabilidade. Assim como ocorreu na simulação da gestão ambiciosa, as ações indiretamente influentes na GVS alteram mais o índice (6,60 %, chegando a 0,605), as de média influência alteram-no em 5,40 % (chegando a 0,599), e as de influência direta na GVS, 2,30 % (alterando para 0,581 o índice). Para consultar todas as ações que devem ser realizadas para chegar a tais escores, o **Apêndice F.4** as apresenta em detalhes.

Conforme se observa na Figura 17 e na Tabela 12, destacam-se também neste cenário o conjunto de ações 'viáveis em todos os quesitos' de 'influência indireta na GVS', que nesta simulação alteram o índice em 3,83 %, elevando-o a 0,590, ou seja, mais do que todas as ações dos 28 indicadores de influência direta na GVS. Assim como na gestão conservadora, a mudança efetiva deste conjunto de nove indicadores ocorre em apenas quatro, já que os outros cinco possuem escore máximo (1,00). A variação maior nestes indicadores ocorre devido a maior viabilidade. Isto porque esta simulação prevê apenas que as ações mais viáveis sejam executadas devido a menor exigência de prazos, custos e risco político para a realização.

Devido a menor viabilidade de grande parte dos indicadores de influência direta na GVS, estes não provocam mudanças significativas neste tipo de gestão, porém há de se destacar um dos indicadores, que é 'estacionamento de bicicletas' que é classificado como 'viável em todos os quesitos' e de relação direta com a GVS, que altera em quase 1% do valor do índice. Outras ações pouco menos viáveis provocam também mudanças significativas, porém, assim como nas simulações da gestão ambiciosa, a escolha das ações a serem implantadas depende da viabilidade e prioridades da gestão. Porém, é interessante que sejam realizadas todas as ações da simulação que contemplam as áreas que são importantes para a efetiva implantação da mobilidade urbana sustentável. A Tabela 12 apresenta um resumo com todas as variações do IMUS na simulação de uma gestão conservadora das ações.

Tabela 12: Resumo de todas as variações simuladas para implantação do IMUS em uma gestão ambiciosa quanto à viabilidade e influência na geração de viagens sustentáveis.

Classificação no cubo de referência	Influência direta			Influência média			Influência indireta			Variação
	IMUS	Variação	Indicador	IMUS	Variação	Indicador	IMUS	Variação	Indicador	
VIÁVEL em TODOS os quesitos	0.574	0.98%	1	0.574	1.00%	5	0.590	3.83%	9	5.81%
VIÁVEL em dois quesitos e POUCO VIÁVEL em um.	0.569	0.11%	4	0.585	3.00%	7	0.568	0.00%	1	3.10%
VIÁVEL em dois quesitos e MUITO POUCO VIÁVEL em um.	0.568	0.00%	0	0.568	0.00%	0	0.568	0.00%	0	0.00%
VIÁVEL em um quesito e POUCO VIÁVEL em dois.	0.572	0.68%	5	0.574	1.06%	6	0.580	2.19%	4	3.92%
VIÁVEL em um quesito, POUCO e MUITO POUCO VIÁVEL em dois.	0.570	0.28%	6	0.569	0.18%	6	0.570	0.30%	4	0.76%
VIÁVEL em um quesito e MUITO POUCO VIÁVEL em dois.	0.570	0.28%	1	0.568	0.07%	3	0.569	0.08%	2	0.44%
POUCO VIÁVEL em TODOS os quesitos.	0.568	0.00%	1	0.569	0.13%	3	0.569	0.18%	3	0.31%
POUCO VIÁVEL em dois quesitos e MUITO POUCO VIÁVEL em um.	0.568	0.00%	4	0.568	0.00%	2	0.568	0.00%	1	0.00%
POUCO VIÁVEL em um quesito e MUITO POUCO VIÁVEL em dois.	0.568	0.00%	5	0.568	0.00%	2	0.568	0.00%	0	0.00%
MUITO POUCO VIÁVEL em TODOS os quesitos.	0.568	0.00%	1	0.568	0.00%	1	0.568	0.00%	0	0.00%
Variação TOTAL:	0.013	2.3%	28	0.031	5.4%	35	0.037	6.6%	24	14.35%
IMUS:	0.581			0.599			0.605			0.650

5.3. ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS POR *BACKCASTING*

Os cenários por *backcasting* baseiam-se na atual situação para estabelecer metas a serem atingidas dentro de um determinado prazo. Neste estudo foram cinco propostas de cenários relacionados a políticas de mobilidade urbana sustentável para um prazo de 8 anos, a fim de estabelecer uma comparação com as simulações de gestões apresentadas no tópico anterior (5.2.2). Estas foram submetidas a especialistas, dos quais foi solicitado que, diante de tais cenários e da atual situação de cada indicador do IMUS para a cidade de São Carlos, avaliassem o que ocorreria com o escore e conseqüentemente com as ações de cada indicador. Tais cenários servem para avaliar qualitativamente o que pode ocorrer com cada ação diante das políticas aplicadas para basear o planejamento urbano. Conforme apresentado na metodologia (item 4.3), foram atribuídos valores a cada indicador para se observar numericamente a variação do IMUS geral. As opiniões dos técnicos e a simulação numérica dos cenários podem ser consultadas no **Apêndices G**. Porém esta análise numérica não pôde ser tão detalhada quando as simulações para as gestões

ambiciosa e conservadora, pois apenas sugere de maneira geral tais tendências. Seguem os resultados por cenário:

5.3.1. CENÁRIO 1: CONSUMO ZERO DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E INCENTIVO A DIVERSIFICAÇÃO MODAL, COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS E AOS TRANSPORTES NÃO MOTORIZADOS.

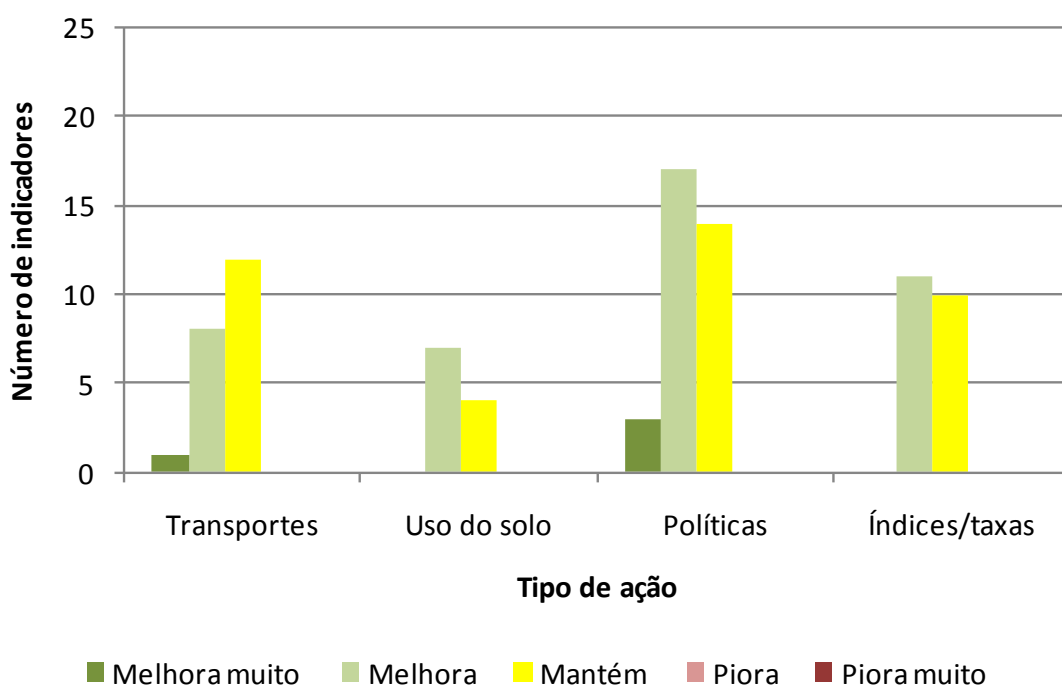


Figura 18: Classificação do que ocorre com cada conjunto de indicadores no cenário 1 e distribuição dentre os tipos de ação.

Trata-se de uma política, através da qual o consumo de combustíveis fósseis deve ser desestimulado por meio de educação e outros meios possíveis (taxação, restrição, dentre outros), além do incentivo à diversificação modal, sobretudo aos transportes não motorizados. Com isto os indicadores mais afetados positivamente foram os ligados a 'Política', como mostrado na Figura 18, onde as ações e consequentemente os escores de 17 indicadores 'melhoram' e 3 'melhoram muito'.

No geral, a maior parte das ações ‘melhoram’, com exceção daquelas de transportes, onde a maior parte se mantém com a mesma avaliação do atual índice.

Se confrontado com a Figura 5 (do tópico 5.1.2), observa-se que os indicadores classificados como ‘Políticas’ são majoritariamente dos domínios “Aspectos Sociais”, “Aspectos Políticos” e “Planejamento Integrado”, o que aponta que para aplicar tais cenários, ações de conscientização e política devem ser priorizadas.

Ao simular quantitativamente as variações, são obtidos os resultados da Tabela 13, onde se observa que o índice apresenta uma melhora de 19 % em relação ao atual, atingindo um índice geral de 0,676. Observa-se que a maior alteração ocorre no escore ambiental e social (alterados em todos os escores para compor o índice geral). As avaliações dos indicadores neste cenário e a simulação quantitativa pelo IMUS encontram-se no **Apêndice G.1**.

Tabela 13: Comparação entre o IMUS 2009 e a variação no cenário 1.

	IMUS 2009	Cenário 1	
Social	0,192	0,229	+ 19,3 %
Econômica	0,191	0,226	+ 18,4 %
Ambiental	0,186	0,222	+ 19,4 %
IMUS Geral	0,568	0,676	+ 19,0 %

5.3.2. CENÁRIO 2: AS AÇÕES DO GOVERNO PRIORIZAM O AUTOMÓVEL INDIVIDUAL MOTORIZADO E NÃO HÁ INCENTIVO À DIVERSIFICAÇÃO MODAL.

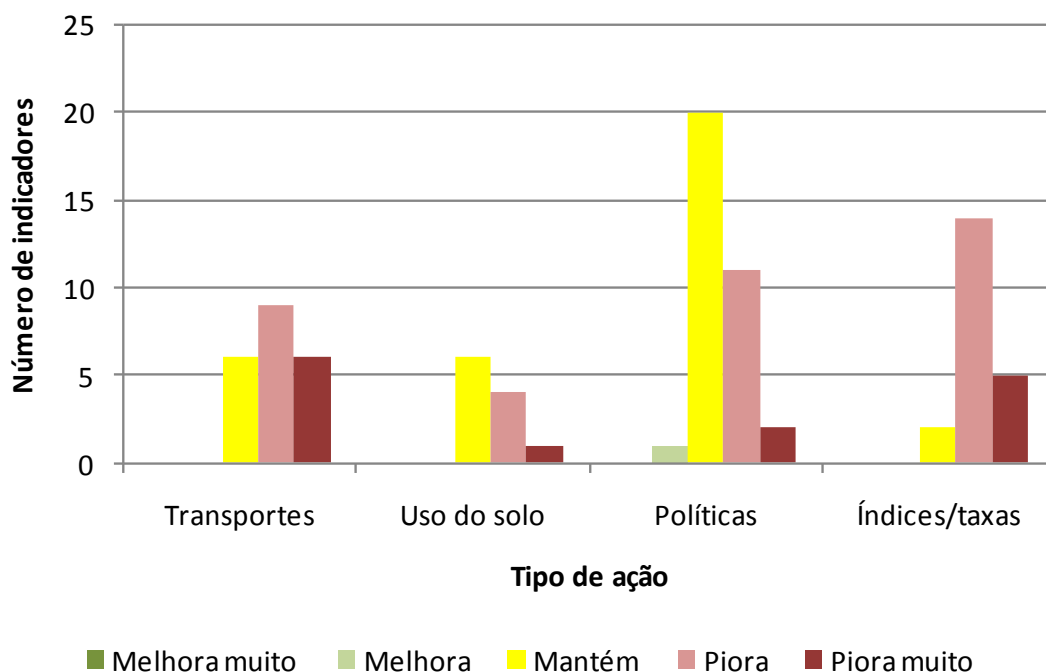


Figura 19: Classificação do que ocorre com cada conjunto de indicadores no cenário 2 e distribuição dentre os tipos de ação.

O cenário 2 prevê que não seja adotada política alguma relativa à mobilidade urbana sustentável. Isso significaria continuar o incentivo aos transportes individuais motorizados, agravando o quadro de problemas que pode ser observado atualmente. Este cenário pode ser observado como um contraponto a todos os cenários apresentados, pois é uma situação onde nada é feito (*do nothing*) e como poderiam comportar-se os atuais escores dos indicadores. Esta visão pessimista do cenário ocorre porque os investimentos em modos motorizados acabam sendo melhorias em curto prazo. Porém, em um prazo maior, o incentivo ao crescimento do número de automóveis acaba por agravar tais problemas (Pinho *et al.*, 2010). Os autores que apresentam o conceito de *backcasting* ressaltam a importância de apresentar como contraponto aos cenários de melhoria, um cenário do tipo *do*

nothing dentro de determinado prazo (Banister *et al.*, 2008). Outro fato que justifica o agravamento de tais indicadores é porque, ao deixar de aplicar ações e políticas, ocorre um descompasso entre o oferecimento de serviços e a variação demográfica, tendendo a uma piora dos escores.

Na Figura 19, ao observar os escores avaliados separados por tipos de ação, constata-se que os indicadores relacionados a ‘Índices/Taxas’, são os mais alterados já que são os que mais pioram. Estes são em sua maioria parte dos domínios ‘Tráfego e Circulação Urbana’ e ‘Aspectos Ambientais’ (Figura 5 do tópico 5.1.2). A maioria dos indicadores tem piora em seus escores. Aqueles classificados como medidas de transportes possuem a maior parte de escores ‘muito piorados’ - domínios “Infraestrutura de Transportes” e “Modos não Motorizados”. Grande parte dos indicadores classificados como ‘Políticas’ (20) são mantidos em seus escores atuais, já que não se observa tendência de variação. Além disso, o cenário prevê que as políticas sejam mantidas como as atuais, caracterizadas pelo incentivo a tais modos de transportes.

Ao simular quantitativamente as variações, são obtidos os resultados da Tabela 14, onde se observa que o índice apresenta uma perda de 25,6 % em relação ao atual, atingindo um índice geral de 0,423. Observa-se que a maior alteração ocorre nas dimensões ambiental e econômico (alterados em todos os escores para compor o índice geral). As avaliações dos indicadores neste cenário e a simulação quantitativa pelo IMUS encontram-se no **Apêndice G.2**.

Tabela 14: Comparação entre o IMUS 2009 e a variação no cenário 2.

	IMUS 2009	Cenário 2	
Social	0,192	0,144	- 24,7 %
Econômica	0,191	0,142	- 25,6 %
Ambiental	0,186	0,137	- 26,7 %
IMUS Geral	0,568	0,423	- 25,6 %

5.3.3. CENÁRIO 3: OS NOVOS LOTEAMENTOS A SEREM AUTORIZADOS OBRIGATORIAMENTE DEVEM SER CRIADOS COM OS CONCEITOS DE MOBILIDADE E GERAÇÃO DE VIAGENS SUSTENTÁVEIS.

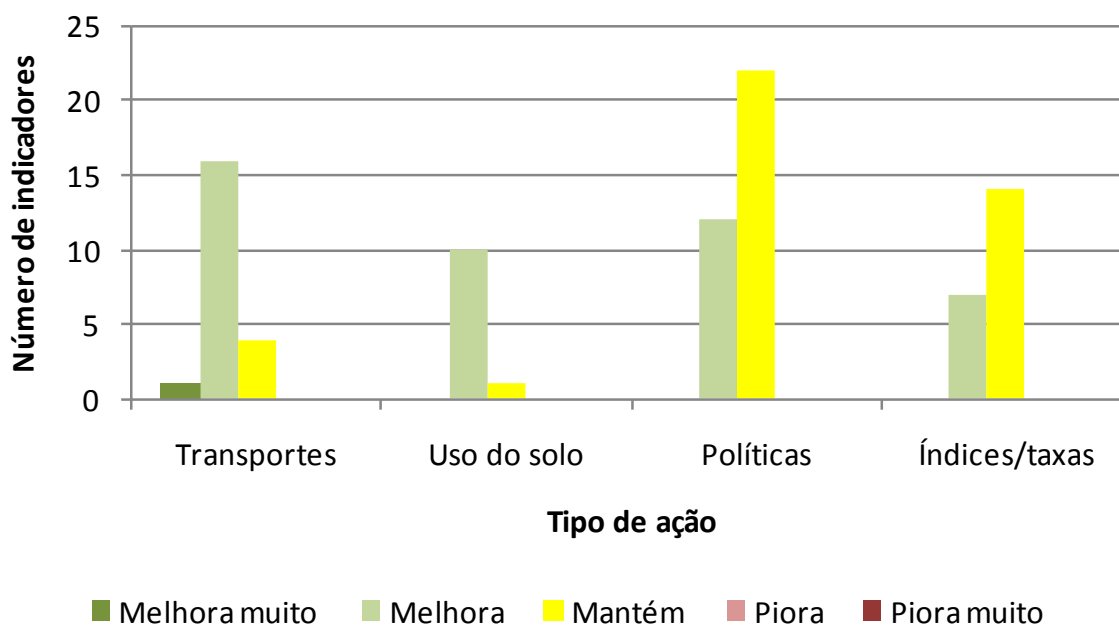


Figura 20: Classificação do que ocorre com cada conjunto de indicadores no cenário 3 e distribuição dentre os tipos de ação.

Ao prever que a administração municipal só aprovaria loteamentos adaptados a tais conceitos, isto é, com infraestrutura de transporte para diferentes modos de transportes e outras medidas que incentivem a geração de viagens sustentáveis, observa-se uma melhora nos escores de grande parte dos indicadores. Por ser uma medida de ‘Transportes’, observa-se na Figura 20 maior número de indicadores com melhora neste conjunto de ações (16). Estes são compostos, sobretudo por indicadores dos domínios “Infraestrutura de Transportes” e “Modos não motorizados”, dentre outros (Figura 5 do tópico 5.1.2). Grande parte dos indicadores caracterizados pela melhora do ‘Uso do Solo’ também se destacam, já que são previstas adaptações do uso do solo no cenário. Já os indicadores do conjunto de ‘Políticas’ e ‘Índices/taxas’, possuem grande número de ações com escores não alterados e melhorando.

Ao simular quantitativamente as variações, são obtidos os resultados da Tabela 15, onde se observa que o índice apresenta uma melhoria de 21,1 % em relação ao atual, atingindo um índice geral de 0,688. Observa-se que a maior alteração ocorre no escore ambiental (alterado em todos os escores para compor o índice geral). As avaliações dos indicadores neste cenário e a simulação quantitativa pelo IMUS encontram-se no **Apêndice G.3**.

Tabela 15: Comparação entre o IMUS 2009 e a variação no cenário 3.

	IMUS 2009	Cenário 3	
Social	0,192	0,232	+ 20,9 %
Econômica	0,191	0,230	+ 20,7 %
Ambiental	0,186	0,227	+ 21,6 %
IMUS Geral	0,568	0,688	+ 21,1 %

5.3.4. CENÁRIO 4: O CRESCIMENTO URBANO SERIA PROIBIDO PARA ALÉM DA MANCHA URBANA EXISTENTE ATUALMENTE E SÓ SERIA PERMITIDO UTILIZAR OS LOTES VAZIOS E O ADENSAMENTO DE ALGUMAS ÁREAS COM A INFRAESTRUTURA URBANA CONSOLIDADA.

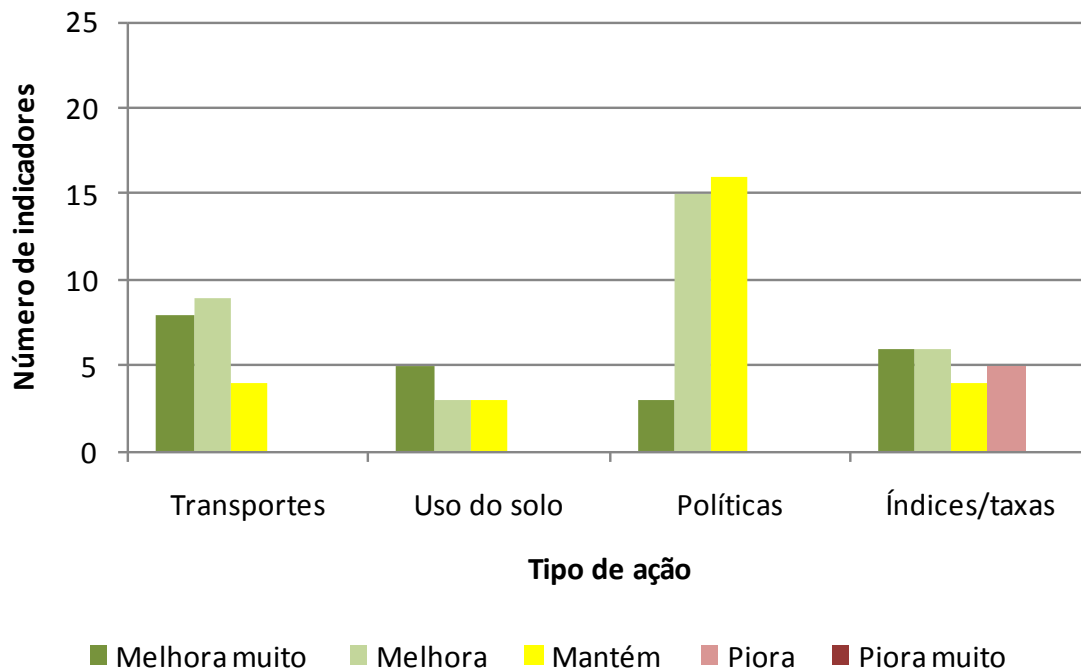


Figura 21: Classificação do que ocorre com cada conjunto de indicadores no cenário 4 e distribuição dentre os tipos de ação.

Cenário cuja política relaciona-se fortemente aos usos do solo, já que proíbe a expansão para além dos atuais limites e incentiva o adensamento do tecido urbano. Os indicadores cujas ações são classificadas como medidas de ‘Uso do Solo’ não são maioria no gráfico da Figura 21, pois possuem poucos indicadores no conjunto (11), porém 5 indicadores podem ‘melhorar muito’ seus escores.

Destaca-se neste cenário um grande número de indicadores que obtiveram classificação como ‘melhora muito’ em seus escores com a política aplicada. Dentre estes se destacaram os indicadores cujas ações são classificadas como ‘Transportes’ (8), nos quais os domínios em destaque são “Infraestrutura de Transportes” e “Transportes não Motorizados” (Figura 5 do tópico 5.1.2). Os

indicadores do tipo 'Políticas', em sua maioria mantêm os escores atuais (16), e concentram também grande parte dos que 'melhoram' (15).

Dentre os 'Índices/Taxas', aparecem - além dos indicadores que melhorariam - cinco que tem seus escores piorados, os quais são interessantes destacar, pois com o adensamento urbano podem ter suas avaliações penalizadas. Tais indicadores são: aumento nas emissões de CO e CO₂, aumento da população exposta ao ruído, aumento dos congestionamentos e diminuição da velocidade média de tráfego.

Ao simular quantitativamente as variações, são obtidos os resultados da Tabela 16, onde se observa que o índice apresenta uma melhoria de 23,6 % em relação ao atual atingindo um índice geral de 0,702. Observa-se que a maior alteração ocorre no escore social (alterado em todos os escores para compor o índice geral). As avaliações dos indicadores neste cenário e a simulação quantitativa pelo IMUS encontram-se no **Apêndice G.4**.

Tabela 16: Comparação entre o IMUS 2009 e a variação no cenário 4.

	IMUS 2009	Cenário 4	
Social	0,192	0,240	+ 25,3 %
Econômica	0,191	0,235	+ 23,3 %
Ambiental	0,186	0,228	+ 22,2 %
IMUS Geral	0,568	0,702	+ 23,6 %

5.3.5. CENÁRIO 5: AS PRINCIPAIS VIAS DA CIDADE SERIAM DESTINADAS AOS TRANSPORTES COLETIVOS E NÃO MOTORIZADOS COMO CICLOVIAS E VIAS DE PEDESTRE. HAVERIA RESTRIÇÃO DE USO AO AUTOMÓVEL INDIVIDUAL MOTORIZADO.

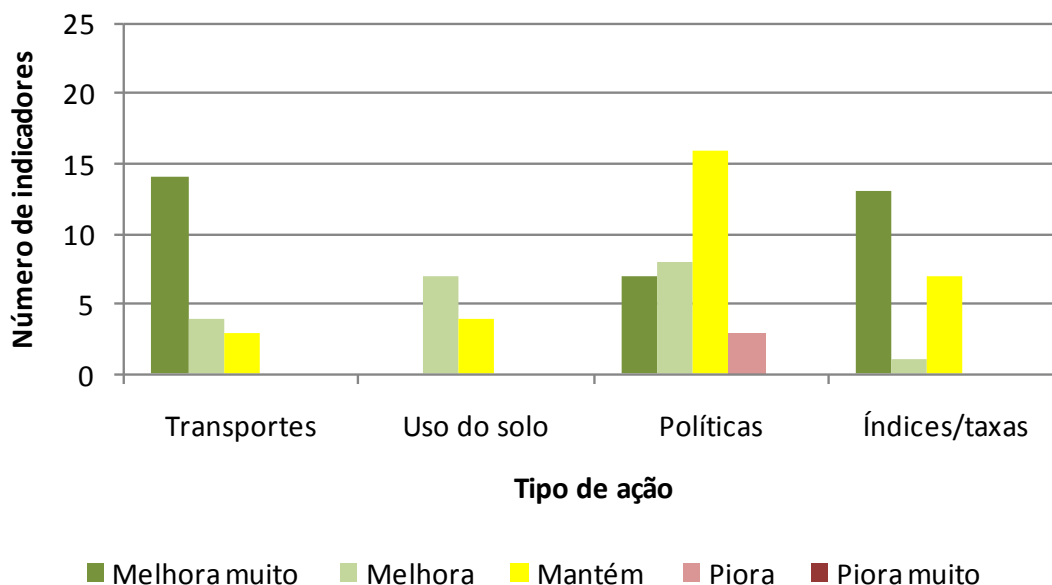


Figura 22: Classificação do que ocorre com cada conjunto de indicadores no cenário 5 e distribuição dentro os tipos de ação.

O cenário 5 prevê medidas relacionadas às infraestruturas de ‘Transportes’ e ‘Políticas’, ao estipular que nos próximos 8 anos se utilizem as principais vias para os transportes coletivos e não motorizados em restrição ao automóvel particular. Neste prazo a tendência avaliada por especialistas, como pode ser observado na Figura 22, é que muitos indicadores tenham grande melhoria, como pode se observar no conjunto de medidas de ‘Transportes’ e dentre os ‘Índices/Taxas’, onde 14 e 13 indicadores, respectivamente, aparecem nesta classificação. Destacam-se dentre estes indicadores os domínios “Infraestrutura de Transportes”, “Modos não Motorizados”, “Aspectos Ambientais” e “Tráfego e Circulação Urbana”. Dentro de ‘Políticas’ destaca-se um grande número de indicadores que mantêm os atuais escores, bem como melhoram e melhoram muito além de poucos que pioram.

Ao simular quantitativamente as variações, são obtidos os resultados da Tabela 17, onde se observa que o índice apresenta uma melhoria de 32,8 % em relação ao atual atingindo um índice geral de 0,755, a melhor variação obtida dentre os cinco cenários. Observa-se que a maior alteração ocorre no escore ambiental (alterado em todos os escores para compor o índice geral). As avaliações dos indicadores neste cenário e a simulação quantitativa pelo IMUS encontram-se no **Apêndice G.5**.

Tabela 17: Comparação entre o IMUS 2009 e a variação no cenário 5.

	IMUS 2009	Cenário 5	
Social	0,192	0,255	32,9%
Econômica	0,191	0,250	31,2%
Ambiental	0,186	0,250	34,1%
IMUS Geral	0,568	0,755	32,8%

5.3.6. ANÁLISE CONJUNTO DE TODOS OS CENÁRIOS

Após apresentados todos os cenários, pode-se avaliar em cada cenário a influência das ações na geração de viagens sustentáveis. As Figuras 23, 24 e 25 apresentam consecutivamente os indicadores de influência direta, média e indireta na GVS e quais as tendências nos cenários por *backcasting*.

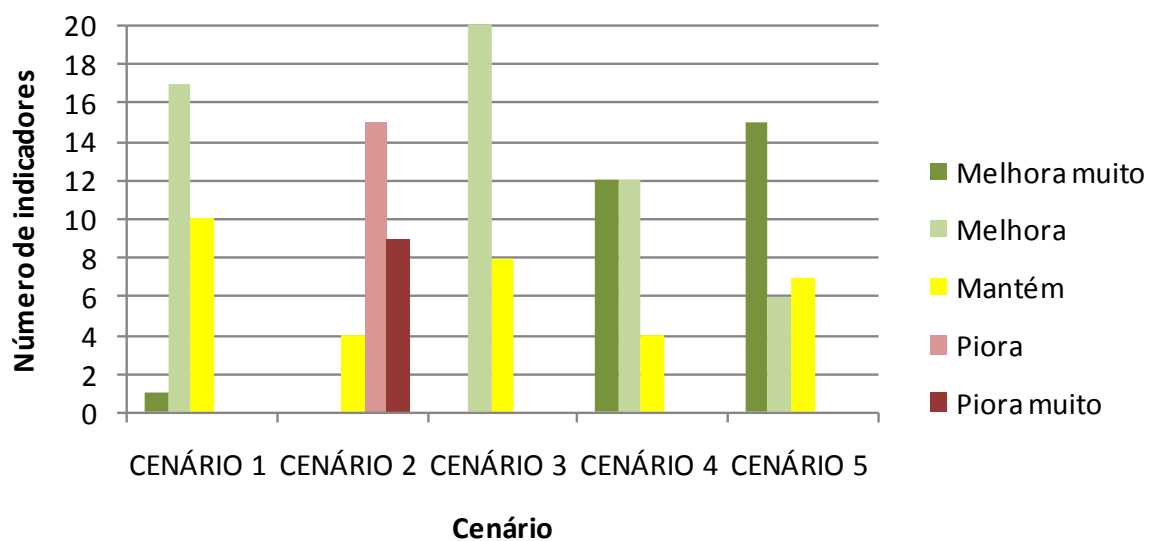


Figura 23: Indicadores de influência direta na GVS distribuídos por cenários.

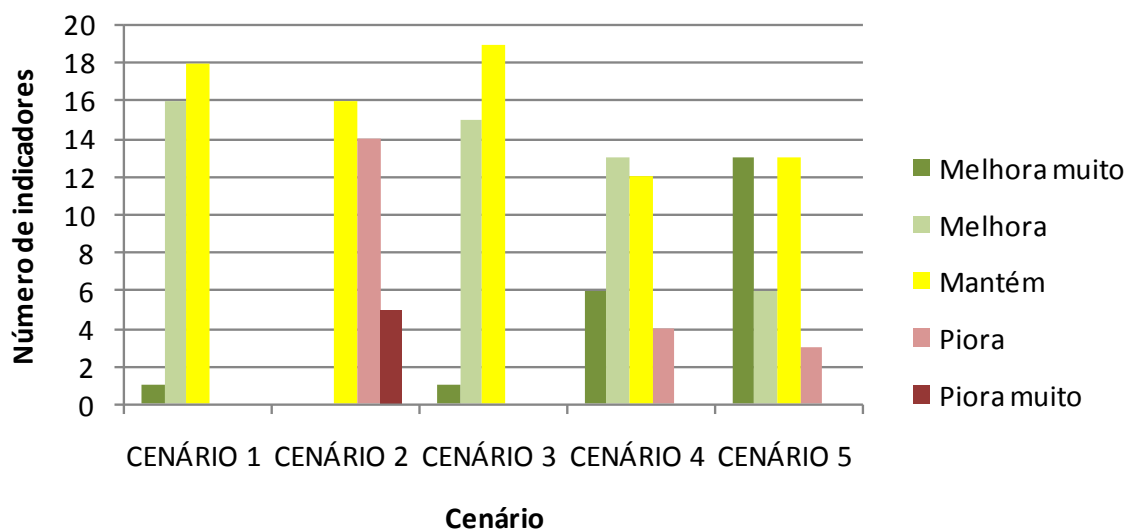


Figura 24: Indicadores de influência média na GVS distribuídos por cenários.

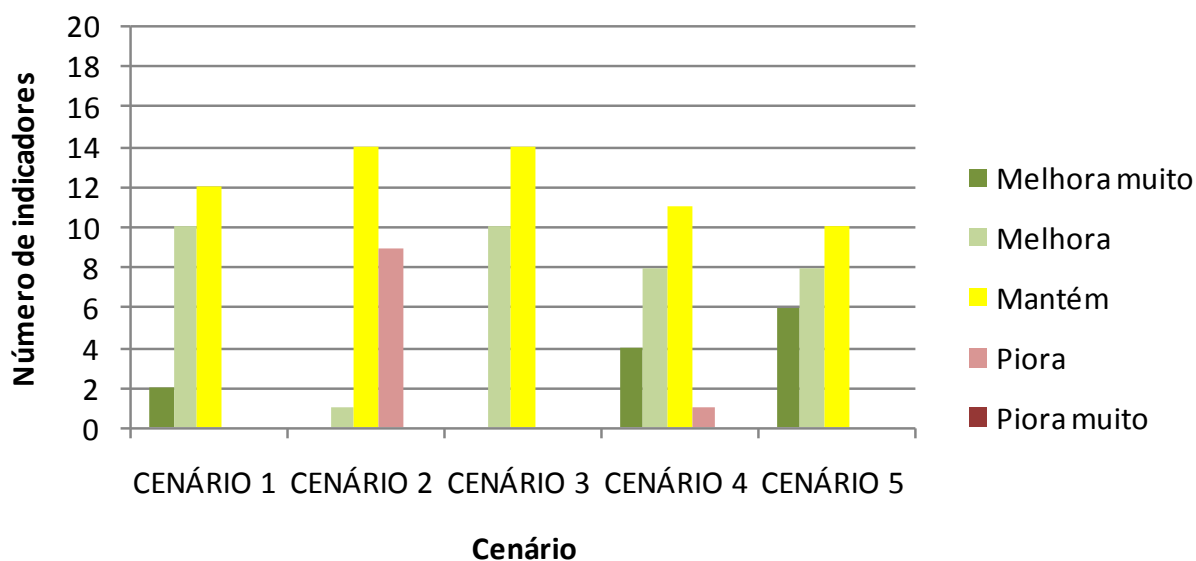


Figura 25: Indicadores de influência indireta na GVS distribuídos por cenários.

No gráfico da Figura 23, em que podem ser analisados os indicadores de influência direta na GVS, observa-se que a maior parte dos escores das ações ‘melhoram’ ou ‘melhoram muito’, com destaque para o cenário 3, onde 20 indicadores possuem esta classificação, e para o cenário 5, onde 15 indicadores desta relação com a GVS ‘melhoram muito’. Já no cenário 2, o maior número de indicadores afetados pela política aplicada, ou seja, com escores que ‘pioram’ ou ‘pioram muito’ são os de relação direta com a GVS. Tais avaliações são obtidas porque a maioria dos cenários apresentados são políticas ligadas à geração de viagens sustentáveis. Tais indicadores são, em sua maior parte, dos domínios “Modos não Motorizados” e “Sistemas de Transporte Urbano” (Figura 4 do tópico 5.1.1).

Dentre as ações de influência média na GVS, apresentadas no gráfico da Figura 24, onde se soma a maioria dos indicadores, observa-se um grande número de escores que se mantêm nos cenários, ou seja, não são variados pelas políticas aplicadas. Porém alguns cenários apresentam também muitos escores melhorados, tais como o cenário 1 (16), cenário 3 (15), cenário 4 (13) e o cenário 5, com 13 escores que ‘melhoram muito’. No cenário 2, observa-se que, além da maior ocorrência dos escores que se mantêm (16), 14 deles pioram. Ao se analisar numericamente este conjunto de indicadores diante da variação das gestões ambiciosa e conservadora,

observa-se que mesmo em grande número, na média, tais indicadores não provocam tanta variação no IMUS geral, já que indicadores de influência direta e indireta na GVS, sobretudo o último, apesar de serem em menor número, provocam na média, mudanças mais significativas no índice. Isto ocorre também nos cinco cenários já que um grande número de ações de média influência na GVS mantém seus escores, porém ocorre em menor grau variação, por haver também grande número de escores que melhoram.

Os indicadores de relação indireta na GVS, Figura 25, têm a maior parte de seus escores também mantidos, porém apresentam número semelhante de ações que ‘melhoram’ (cenário 1, 3, 4 e 5) ou ‘melhoram muito’. No cenário 2, apesar de ter em sua maioria ações que se mantêm, 9 delas pioram devido ao cenário ruim. Estes indicadores, apesar de poucos e de terem grande parte deles mantidos nos cenários, ao serem analisados no contexto das variações quantitativas para as gestões ambiciosa e conservadora, estão associados às ações mais viáveis e às que mais provocam mudanças no IMUS geral para o contexto de São Carlos. Por isso devem ser observadas quanto à sua implantação para preparar melhorias na mobilidade urbana sustentável.

A avaliação destes cenários numericamente tem o intuito de obter a variação numérica em termos de índice com a adoção de políticas específicas e comparação com a simulação de outros cenários. Para tanto, a maior variação dentre os cenários ocorreu no cenário 5. Porém cada situação deve ser avaliada para o contexto de da cidade em que se aplica o método para que se avalie o potencial de mudanças para a adoção de determinadas políticas e seus desdobramentos, bem como avaliar os pontos afetados negativamente por tais ações.

5.4. EXECUÇÃO DOS CENÁRIOS

Um grande número de cenários pode ser simulado para planejar a forma mais adequada de preparar a implantação efetiva da mobilidade urbana sustentável.

Através da variação numérica dos escores que avaliam a mobilidade urbana, possíveis ações pontuais para a melhoria do IMUS são obtidas, com alternativas de escolha (tal como feito nas simulações de gestão ambiciosa e conservadora), bem como a obtenção de cenários de estudo a partir aplicação de políticas, com a finalidade de observar e planejar seus possíveis desdobramentos. O resultado da simulação do IMUS de São Carlos para todos os cenários pode ser observado na Figura 26, onde a simulação para a gestão ambiciosa apresenta a maior variação no índice, seguida pelos cenários (com exceção do cenário 2 que piora o índice) e em seguida pela simulação da gestão conservadora.

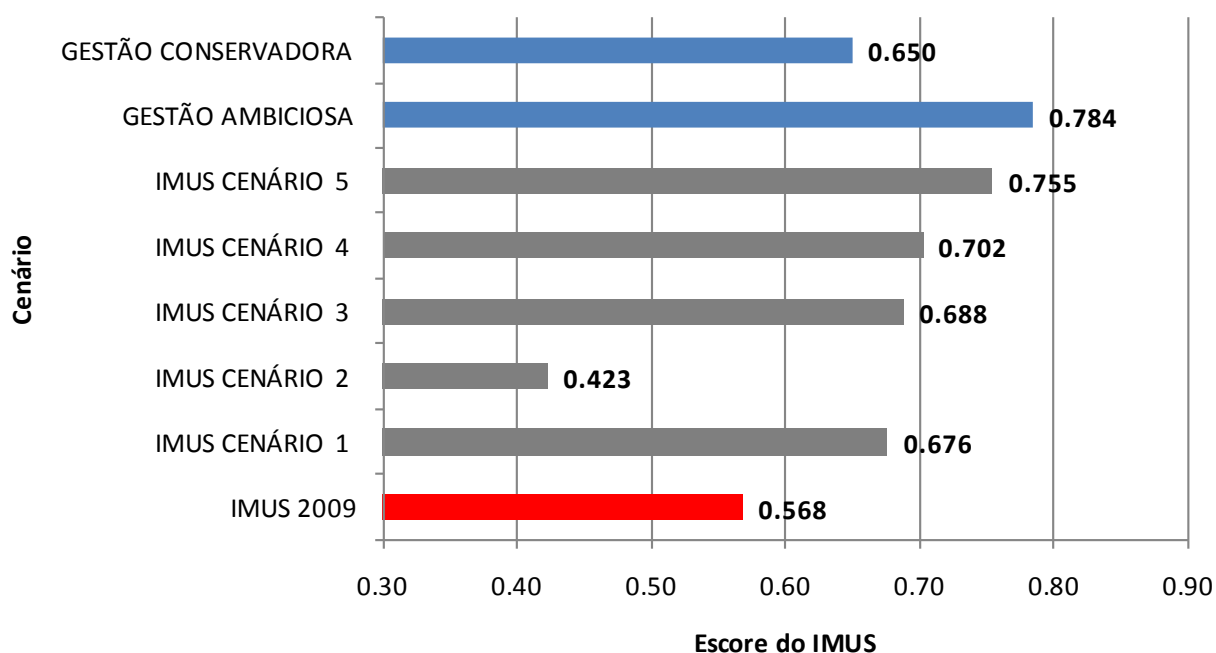


Figura 26: Comparação entre o índice atual e os principais cenários gerados.

Assim como foi apresentado neste trabalho, possibilidades de cenários podem ser obtidas e apresentadas ao poder público e para a sociedade em geral, a fim de conjuntamente elegerem qual o melhor cenário de intervenção. Desta forma, torna-se possível efetivar tais ações planejadas e atingir uma boa avaliação da mobilidade urbana sustentável na cidade em estudo após determinado prazo. Tais ações visam

à adaptação dos espaços públicos urbanos a fim de prepará-los, bem como a incentivar a sociedade à geração de viagens sustentáveis.

Para que tais medidas sejam incentivadas, é importante criar uma legislação que incentive que tais adaptações sejam adotadas também pelos proprietários de imóveis privados, para que assim estejam preparados para receber e gerar tais viagens. Isso deve ocorrer através de estacionamentos para veículos de diversos modos, fácil acesso às linhas de transporte público, bem como priorização aos modos coletivos e não motorizados ante os modos individuais motorizados.

Assim sendo, pode-se criar uma “Taxa de Geração de Viagens Sustentáveis” que seria baseada em diferentes contagens realizadas em polos geradores de viagens, para estimar quantas viagens por modos sustentáveis podem ser atraídas e produzidas, tal como é feito atualmente para automóveis (ITE, 2008), e assim predefinir espaços adequados para tais viagens.

6. CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as principais conclusões a respeito do método e da análise dos resultados e sugestões de possíveis trabalhos futuros para aprimorar e dar continuidade a esta pesquisa.

O atual modelo de transportes urbanos baseia-se principalmente nos modos de transportes motorizados. Adaptar o tecido urbano visando incentivar as viagens por modos sustentáveis, bem como a seleção e a implantação de ações com este propósito, ainda é um desafio a técnicos e gestores devido à falta de *know-how* e experiências anteriores, sobretudo no Brasil. O Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), aplicado na cidade de São Carlos no ano de 2008 e atualizado em 2009, foi adotado neste trabalho como uma estratégia para contornar essas limitações.

Cada um dos 87 indicadores do IMUS serviu de parâmetro para avaliação da atual situação e para a proposição de possíveis ações para adaptar o espaço urbano para a mobilidade urbana sustentável. Isso ocorreu através da avaliação de especialistas convidados, que, com base em critérios claros, definiram as possíveis ações a serem realizadas com base em: custo de execução, períodos de tempo que demandam (em múltiplos de 4 anos, de forma a coincidir com o período de gestão dos prefeitos) e risco político decorrente da sua execução. Com base nestas avaliações foi possível desenvolver, aplicar e avaliar os resultados de um método de planejamento através de cenários, com a finalidade de obter alternativas para adaptar o espaço público urbano ao conceito de mobilidade sustentável.

Os cenários por *backcasting* utilizados neste trabalho possuem como principal característica basear-se na perspectiva de resolução dos principais problemas atuais. Permitem assim 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 determinadas metas. Estas mudanças visam uma cidade que gere menores impactos ambientais, e que esteja mais bem

preparada em seus diferentes usos do solo para produzir e atrair viagens potencialmente mais sustentáveis.

Três foram as principais conclusões obtidas neste trabalho. A primeira delas refere-se à eficácia da aplicação do método para qualquer cidade e as outras duas referem-se à aplicação deste para a cidade de São Carlos. Estas foram possíveis através da análise dos diversos cenários e das classificações aos conjuntos de indicadores, apontando conclusões referentes à situação da mobilidade urbana sustentável que pode ser estendida a outras cidades de diferentes portes.

6.1. CONCLUSÃO GERAL

Quanto ao método utilizado, conclui-se através dos dados e dos diversos cenários apresentados, que é adequado para fins de planejamento urbano, na medida em que permite determinar diferentes conjuntos de ações para a efetiva implementação da mobilidade urbana sustentável e, conseqüentemente, da geração de viagens sustentáveis. Diante das avaliações dos especialistas convidados, os indicadores foram classificados quanto à viabilidade, o que permitiu simular quantitativamente estas melhorias. Para isso, foram geradas duas simulações de implementação das ações para um período de oito anos, considerando dois tipos de gestão: ambiciosa e conservadora.

Com as diversas combinações possíveis de ações, tais como as que foram apresentadas nos resultados e na Figura 26 (do tópico 5.4), foram obtidas diversas possibilidades de aplicações de políticas. Estas podem ser escolhidas e balizadas conforme a conjuntura da gestão, prioridades, ou ainda pela melhoria que podem causar no índice geral. Além disto, o método permite avaliar se no futuro, diante da adoção de políticas específicas, os indicadores tendem a manter-se, melhorar ou piorar, como fora apresentado nos cinco cenários simulados.

A comprovação da eficiência destas simulações do método pode ser obtida ao se observar os resultados que se mostraram bastantes condizentes com os problemas e soluções que se esperam aos desafios correntes. É o caso das próprias

conclusões apresentadas a seguir, bem como da aparente maior viabilidade dos domínios relacionados aos transportes motorizados, ou ainda, do agravamento dos escores dos indicadores relacionados a tráfego quando se simula um cenário onde se mantém o atual quadro de incentivo aos modos motorizados (cenário 2, tópico 5.3.2). As diversas simulações possíveis permitem realizar importantes análises, através da observação da variação quantitativa e qualitativa das ações de cada indicador, bem como extrair das mesmas importantes conclusões.

6.2. CONCLUSÕES QUANTO À APLICAÇÃO

Quanto à aplicação do método para a cidade de São Carlos, após a análise dos diversos resultados apresentados, conclui-se que alguns conjuntos de ações têm maior potencial de mudança no IMUS geral como apresentado nas simulações, bem como maior viabilidade, por isso podem ser priorizadas para uma efetiva implementação. Dentre as diversas simulações de escores realizadas, algumas se destacam por estas características. Tanto na gestão ambiciosa como na conservadora, os indicadores que são viáveis em todos os quesitos e que influenciam indiretamente na GVS, são os que mais alteram o índice geral (5,21 % na gestão ambiciosa, elevando o índice de 0,568 para 0,598 - tópico 5.2.2.1 - e 3,83 % na gestão conservadora, elevando o índice para 0,590 - tópico 5.2.2.2).

A análise das ações demandadas para melhoria dos escores destes indicadores apontam ainda mais a importância de sua priorização, já que para serem implementadas demandam baixo custo, curto prazo (aproximadamente 2 anos) e apresentam baixo risco político. Além destas características, cinco dos nove indicadores desta classificação já possuem escore máximo (1,00) bastando apenas mantê-los nesta condição (Tabela 10 do tópico 5.2.2.1). Ou seja, apenas os outros quatro indicadores precisam ser melhorados para alterar significativamente o IMUS geral de forma positiva. Se analisados em conjunto com os indicadores mais viáveis e de relação indireta com a GVS, em sua maior parte são caracterizados como 'Políticas' (11 dentre 18 indicadores, como pode ser visto na Tabela 8 do tópico 5.2.1). Estes podem desta forma, ser interpretados como as primeiras medidas que

devem ser tomadas como organização da gestão para preparação da aplicação de outras ações mais ligadas à mobilidade urbana sustentável (de influência direta na GVS).

Outra importante conclusão quanto aos resultados para a cidade em estudo que deve ser destacada se refere aos indicadores dos domínios “Modos Não Motorizados” e “Sistemas de Transporte Urbano” (transportes coletivos). No IMUS atual se encontram mal avaliados, sendo que quase 55 % dos seus indicadores têm escores abaixo de 0,40 (Figura 12 do tópico 5.2.1). Porém, ao observar a classificação destes domínios quanto à viabilidade, estes são uma exceção nas tendências entre os outros indicadores (onde aqueles com melhores escores estão entre os mais viáveis e os de menores escores, menos viáveis).

Apesar de mal classificados, eles se destacam por concentrar a maior parte dos indicadores mais viáveis (quase 80 % entre os “Sistemas de Transporte Urbano” e quase 70 % dos “Modos Não Motorizados”, como apresentado na Figura 10 do tópico 5.2.1), ao lado dos domínios que se referem aos transportes motorizados e a acessibilidade (“Tráfego e Circulação Urbana”, “Infraestrutura de Transportes” e “Acessibilidade”). Isso significa que, se mais valorizados pelas gestões políticas, estes indicadores poderiam ser facilmente aprimorados, já que possuem alta viabilidade. Muitas vezes não o são apenas por falta de incentivo, ocasionando a avaliação desfavorável observada no atual índice. É o que se pode observar dentre as medidas de acessibilidade, que possuem alta viabilidade (90 % dentre as mais viáveis) e estão bem avaliadas, devido ao grande incentivo que os governos de diversos níveis têm dado a este tipo de ação no Brasil nos últimos anos.

Indicadores dos domínios “Modos Não Motorizados” e “Sistemas de Transporte Urbano” são, em sua maioria, classificados como de Influência Direta na Geração de Viagens Sustentáveis (Figura 4 do tópico 5.1.1). Dentre estes se observa, nas simulações das gestões ambiciosa e conservadora, que eles não têm o maior potencial de mudança, porém algumas de suas ações menos viáveis podem alterar significativamente o índice, em comparação aos indicadores de influência média e indireta na GVS (Tabela 11 e 12 dos tópicos 5.2.2.1 e 5.2.2.2). Isto aponta que, se realizadas, suas ações mais difíceis (de menor viabilidade) podem alterar mais

significativamente o índice (4,10 % na gestão ambiciosa e 0,28 % na conservadora). Na simulação dos cinco cenários futuros (tópico 5.3), também se observa este potencial de mudança dentre os indicadores de influência direta na GVS (Figura 23 do tópico 5.3.6), onde se encontra a maior parte dos indicadores que “melhorariam” ou “melhorariam muito” diante das políticas aplicadas. Por outro lado, estes são os que “pioram” e “pioram muito” no cenário 2, onde a política aplicada é a de continuar incentivando modos individuais motorizados.

O incentivo ao transporte coletivo e aos modos não motorizados é apontado como a alternativa para se alcançar tais padrões em cidades médias, acompanhadas de diversas outras medidas de mobilidade, uso do solo e políticas públicas.

Tais conclusões permitem destacar a importância do planejamento urbano na definição de ações que preparem os espaços públicos para novos padrões de viagem mais sustentáveis, bem como das políticas que devem ser formuladas e incentivadas para que tais mudanças sejam efetivamente implementadas. Com tais análises conclusivas e “imagens do futuro” construídas pelos cenários de planejamento, aqueles com melhor conjuntura podem ser escolhido por técnicos, gestores e por representantes da população da cidade em estudo para implantação.

6.3. RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Como continuidade e aprimoramento a esta pesquisa, recomenda-se os seguintes trabalhos:

- Aplicar o método de cenários por *backcasting* feito neste trabalho a partir de questionários aplicados não só a técnicos, mas também gestores e com a população em geral para comparar com os resultados aqui apresentados;
- Aplicar um dos cenários na cidade em estudo para avaliar a escolha de tal cenário, sua aplicação e eficácia através de uma nova avaliação pelo IMUS, pelo menos em curto prazo (2 a 4 anos).

- Estudar e determinar Taxas de Geração de Viagens Sustentáveis em Polos Geradores de Viagens de um município e compará-las as taxas do *Trip Generation Handbook* do ITE. Porém, para descobrir tal taxa é necessário que o município tenha um bom Índice de Mobilidade Sustentável e possua mais de um PGV preparado para receber viagens sustentáveis, para que se observe o número dessas viagens atraídas.
- Aplicar o método de planejamento baseado em cenários para a aplicação da mobilidade urbana sustentável em mais cidades de diferentes portes.

BIBLIOGRAFIA

- ADITJANDRA, P.; MULLEY, C. e NELSON, J. D. **Extend to Which Sustainable Travel to Work Can Be Explained by Neighborhood Design Characteristics**. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, n. 2134, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2009, pp. 114-122. Disponível em <http://trb.metapress.com/content/hn76488055pp0125/>. Acesso em: 08 de Abril de 2011.
- ALVES DA SILVA, S. C. **Mobilidade Urbana Sustentável - O Campus de UTAD**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Trás-os Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 2009
- AMEKUDZI, A.; FISCHER, J. M.; KHAYESI, M.; KHISTRY, C. J. e ASIAMA, S. **Risk-Theoretical Foundations for Setting Sustainable Development Priorities: A Global Perspective**. Anais do 90th Transportation Research Board Annual Meeting. Washington, DC, 2011. Em CD-ROM.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004. 97p.
- BALASSIANO, R. e REAL, M. V. **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, 2001, v. 2, p. 273-282.
- BANISTER, D. **Overcoming Barriers to the Implementation of Sustainable Transport**. In: RIETVELD, P. e STOUGH, R. Barriers to Sustainable Transport: Institution, Regulation and Sustainability. Taylor & Francis Ltda: London, 2005, p. 54-68

- BANISTER, D.; HICKMAN, R. e STEAD, D. **Looking Over the Horizon: Visioning and Backcasting**. In: PERRELS, A.; HIMANEN, V. e LEE-GOSSELIN, M. (eds.) Building Blocks for Sustainable Transport. Emerald, UK, 2008, p. 24-53.
- BARELLA, E. e AMEKUDZI, A. **Using Backcasting for Sustainable Transportation Planning**. Anais do 90th Transportation Research Board Annual Meeting. Washington, DC, 2011. Em CD-ROM.
- BARTHOLOMEW, K. **Land Use-Transportation Scenario Planning: Promise and Reality**. Transportation: Planning, Policy, Research, Practice, Volume 34, Issue 4., 2006, p. 397-412. Disponível em: <http://faculty.arch.utah.edu/bartholomew/fulltext.pdf>. Acesso em 08 de Abril de 2011.
- BLACK, W. R. **Sustainable Transportation: Problems and Solutions**. The Gilford Press: London, 2010.
- BRASIL. **Estatuto da Cidade**. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Gestão Integrada da Mobilidade Urbana (Curso)**. Brasília: Ministério das Cidades, 2006.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **PlanMob: construindo a cidade sustentável - Caderno de Referências para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. Ministério das Cidades: Brasília, 2007a.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**. Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade: Brasília, 2007b.
- BRYANS, W. e NIELSEN, S. **An Investigation into Methodologies for Determining a 'Sustainable' Trip Generation Rate**. Traffic Engineering and Control, v. 40, n. 1, p. 13-16, 1999.
- CERVERO, R. **Vehicle Trip Reduction Impacts of Transit-Oriented Housing**. Journal of Public Transportation, v. 11, n. 3, p. 13-16, 2008.

- COSTA, M. S. **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2008.
- DUPUY, G. **Towards Sustainable Transport: The Challenge of Car Dependence**. United Kingdom: John Libbey Eurotext, 2011.
- GILBERT R. e WIELDERKEHR, P. **Policy Instruments for Achieving Environmentally Sustainable Transport**. Organization for Economic Cooperation and Development: Paris, 2002.
- GONÇALVES, J.; PORTUGAL, L. e NASSI, C. **Estudo de Estacionamentos integrados nas Proximidades das Estações Metroviárias**. Anais do XVI PANAM, Lisboa, 2010. Disponível em http://www.panam2010.info/PANAM_CONFERENCE_PROCEEDINGS/documents/01077.pdf. Acesso em: 08 de Abril de 2011.
- IBGE. **Cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em: 28 Jan. 2010.
- ITE. **Trip Generation Handbook**. Institute of Transportation Engineers, Washington, D.C., 2008
- LIKERT, R. **A Technique for the Measurement of Attitudes**, Archives of Psychology, v. 22, n.140, p. 1-55, 1932.
- MELLO, A. C. V. **Potencial de Captação de Demanda Adicional na Linha Dois do Metropolitano do Rio de Janeiro**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- MIRANDA, H. F.; MANCINI, M. T.; M.; AZEVEDO FILHO, A. N.; ALVES, V. F. B. e RODRIGUES DA SILVA, A. N. **Barreiras para a Implantação de Planos de Mobilidade**. Anais do XXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, ANPET, Vitória-ES, 2009. Em CD-ROM.

- ORTÚZAR, J. D. e WILLUMSEN, L. G. **Modeling Transport**. 2^a ed. John Wiley: Winchester, England, 1994.
- OWENS, S. **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, 1995.
- PLAZA, C. V. e RODRIGUES DA SILVA A. N. **Elementos para Promoção de Mobilidade Urbana Sustentável em uma Cidade Média Brasileira**. Apresentado no XIV Congresso da Associação CODATU (COopération pour le Développement et l'Amélioration des Transports Urbains et périurbains). Buenos Aires, 2010.
- PINHO, P.; SILVA, C. e REIS, J. **How Urban Structure Constraints Sustainable Mobility Choices: Comparison of Copenhagen and Porto**. Anais do 12th World Conference on Transport Research. Lisboa, Portugal, 2010. Em CD-ROM.
- PORTO ALEGRE. **Plano Cicloviário Integrado de Porto Alegre**. Lei Complementar n^o 626, de 15 de Julho de 2009.
- PORTUGAL, L. S. e GOLDNER, L. G. **Estudo de Polos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes**. Edgard Blücher: São Paulo, 2003.
- RODRIGUES DA SILVA, A. N.; COSTA, M. S. e MACEDO, M. H. **Multiple Views of Sustainable Urban Mobility: The Case of Brazil**. *Transport Policy*, v. 15, n. 6, p. 350-360, Oxford, 2008.
- SÃO PAULO. **Lei de Procedimentos de Aprovação de Polos Geradores de Tráfego**. Lei n^o 15.150, de 06 de Maio de 2010.
- SÃO CARLOS. **Plano Diretor do Município de São Carlos**. Lei 13.691, de 25 de Novembro de 2005.

SCHILLER, P. L.; BRUUN, E. C. e KENWORTHY, J. R. **An Introduction to Sustainable Transportation: Policy, Planning and Implementation.** Earthscan: London, UK, 2010.

SPERRY, B. R.; BURRIS, M. W. e DUMBAUGH, E. **A Case Study of Induced Trips at Mixed-use Developments.** Anais do 89th Transportation Research Board Annual Meeting. Washington, DC, 2009. Em CD-ROM.

STEAD, D. e BANISTER, D. **Transport Policy Scenario-Building. Transportation Planning and Technology**, v. 26. N. 6, p. 513-536. Taylor & Francis Ltda: London, 2003.

TRT, Trasporti e Territorio. **Sustainable Urban Transport Plans.** European Parliament: Brussels, 2010. Disponível em <http://www.europarl.europa.eu/studies>. Acesso em: 08 de Abril de 2011.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte Urbano nos Países em Desenvolvimento: Reflexões e Propostas.** 3^a ed. Anablume: São Paulo, 2000.

APÊNDICES (EM CD-ROM)
