

Proposta de índice de mobilidade sustentável: metodologia e aplicabilidade

Proposal of an index of sustainable mobility:
methodology and applicability

Laura Machado
Emilio Merino Dominguez
Miroslava Mikusova

Resumo

O Índice de Mobilidade Sustentável (IMS) foi desenvolvido como uma ferramenta de auxílio no planejamento e na gestão da mobilidade. Além de quantificar os deslocamentos das pessoas, traduz qual o modo utilizado e quantifica os impactos decorrentes destas escolhas na sustentabilidade urbana e pode, portanto, apontar as prioridades de investimento dos recursos públicos. Para a composição do IMS foram selecionados indicadores a partir de dois critérios básicos: a existência dos dados e que esses fossem coletados anualmente. Ao ser aplicado em dez cidades da Região Metropolitana de Porto Alegre, revelou as deficiências no planejamento e na gestão da mobilidade regionais. No âmbito local, percebeu-se a incapacidade das prefeituras em obter informações das operadoras do transporte coletivo e a ausência de diretrizes para promover o transporte não-motorizado.

Palavras-chave: mobilidade; sustentabilidade; indicadores.

Abstract

The Index of Sustainable Mobility (ISM) was developed to be a tool to assist in mobility planning and management, so as to indicate priorities of public resources investment. The ISM quantifies the movements of people, translates the mode used for travel and quantifies the impacts of these choices on urban sustainability. For the composition of the ISM, indicators were selected based on two basic criteria: the existence of data and that they were collected annually. The application of the ISM to ten cities in the Metropolitan Region of Porto Alegre (southern Brazil) revealed deficiencies in regional mobility planning and management. Locally, the inability of municipal governments to obtain information from public transport operators was noted, as well as the lack of guidelines to promote non-motorized transport.

Keywords: mobility; sustainability; indicators.

Introdução

Ainda que as cidades sejam todas diferentes, enfrentam desafios semelhantes e por isso procuram soluções comuns para enfrentar seus problemas. O aumento dos impactos negativos advindos das altas taxas de motorização impõe uma reflexão sobre a questão da mobilidade urbana (Braga, 2006; Keinert et al., 2002).

A massificação do uso do automóvel permitiu o espraiamento do perímetro urbano, o que aumentou as distâncias, gerou mais deslocamentos, maiores congestionamentos, aumento dos níveis de poluição sonora e atmosférica. Estima-se que, em regiões congestionadas, o tráfego de veículos responda por cerca de 90% das emissões de CO, 80% de NOx, hidrocarbonetos e uma boa parcela de particulados, constituindo uma ameaça à saúde (Teixeira et al., 2008). Mais carros também significam maior insegurança viária, pois aumenta o risco de acidentes, atropelamentos e mortes no trânsito.

Esse contexto pode piora quando se trata da população de baixa renda, pois aumenta sua dependência do transporte público para acessar os serviços e equipamentos urbanos, gera mais uma despesa no orçamento doméstico, aumenta o tempo despendido no trânsito, questões que impactam diretamente na qualidade de vida desta população.

Acredita-se que um ponto-chave para recuperar a qualidade de vida urbana, requalificar os espaços públicos, promover a equidade nos deslocamentos e reduzir a poluição ambiental está no planejamento e no gerenciamento da mobilidade (Costa, 2008; Magagnin, 2008). Um bom gerenciamento necessita de monitoramento e avaliações periódicas, ou

seja, acompanhar o comportamento ou resultados de determinadas ações. Uma ferramenta que pode auxiliar nesta questão é o uso de indicadores, pois são considerados tecnicamente apropriados para comparações geográficas e temporais. Bons indicadores são aqueles que levam informações aos planejadores de forma rápida e confiável. Dependendo da quantidade de informações que traduzem da situação que está sendo avaliada, possibilitam o entendimento das inter-relações, ou seja, apresentam uma visão holística da realidade (Campos e Ramos, 2005; Litman, 2007).

Devido a sua complexidade e abrangência, os indicadores de sustentabilidade da mobilidade tem sido tema de diversos estudos, pois ainda não há um consenso sobre quais são os indicadores-chave que devam compor um conjunto padrão ou uma "linha de base". No entanto, não basta um bom conjunto de indicadores se não há dados para alimentá-los. E é esse o quadro que se apresenta na maioria das cidades brasileiras a escassez de informações. Afora nas capitais e nas grandes cidades, na maioria dos municípios o poder público não possui rotinas de coleta de dados, suas secretarias não possuem infraestrutura ou pessoal qualificado para este fim. Quando o problema não é político a grande dificuldade é financeira. Esta realidade fez com que se selecionasse um conjunto básico de indicadores com dados existentes fornecidos por órgãos estatísticos nacionais e regionais a fim de tornar o sistema factível e menos oneroso ao poder público quando da sua aplicação. Este artigo apresenta a proposta metodológica do Índice de Mobilidade Sustentável e sua aplicação em dez municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre.

A mobilidade sustentável

A mobilidade não pode ser considerada um propósito em si. Seu principal objetivo é proporcionar ligações que permitam às pessoas planejarem sua vida pessoal e profissional. O foco da mobilidade deve estar nas pessoas, incluindo aquelas com necessidades especiais como crianças, idosos e portadores de deficiência. A mobilidade, ao promover o acesso aos serviços essenciais a toda a população, é reconhecida como um importante pré-requisito para a melhoria do padrão de vida urbana (Gomide, 2003).

A promoção do transporte público e dos meios não-motorizados é considerada uma estratégia de inclusão social. No entanto, pesquisas demonstram que, nas regiões metropolitanas brasileiras, a faixa de população com renda de até três salários mínimos não tem acesso ao

transporte público, ou seja, os elevados custos das tarifas contribuem para agravar a exclusão social e a segregação espacial.

O Livro Verde sobre os Transportes Urbanos, revisão do Livro Branco sobre Transportes, afirma a necessidade de repensar a mobilidade urbana através da otimização do uso de todos os modos, da organização da intermodalidade entre os diferentes meios de transporte coletivo (bonde, metro, ônibus, táxi) e individual (automóvel, bicicleta, deslocamento a pé) para atingir a prosperidade econômica, a qualidade de vida e a preservação ambiental.

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e o Centre for Sustainable Transportation (CST), um sistema de transportes é considerado sustentável quando apresenta as características relacionadas no Quadro 1 (Gudmundsson, 2003; Litman, 2007; OECD, 2009; Summa, 2004).

Quadro 1 – Características da Mobilidade Sustentável

Dimensão	Características
Ambiental	Minimiza as atividades que causam problemas de saúde pública e danos ao meio ambiente; Reduz a produção de ruído; Minimiza o uso do solo; Limita os níveis de emissões e resíduos dentro daqueles que o planeta possa absorver; Utilize recursos renováveis; Potencializa fontes de energias renováveis; e Reutiliza e recicla seus componentes
Social	Provê acesso a bens, recursos e serviços de forma a diminuir as necessidades de viagens; Opera com segurança; Assegura o movimento seguro de pessoas e bens; Promove equidade e justiça entre sociedade e grupos; Promove equidade intragerações
Econômica	Possui tarifa acessível (<i>affordability</i>) Opera de forma eficiente para dar suporte à competitividade econômica; Assegura que os usuários paguem o total dos custos sociais e ambientais devido às suas opções pelo modo de transporte

Fonte: SUMMA, 2004.

Dentro dessa visão e diante das atuais condições de mobilidade e dos serviços de transporte público no Brasil, a atuação da Secretaria de Mobilidade Urbana vem trabalhando em três eixos estratégicos: a promoção da cidadania e a inclusão social por meio da universalização do acesso aos serviços públicos de transporte coletivo e do aumento da mobilidade urbana; a promoção e o aperfeiçoamento institucional, regulatório e da gestão no setor; e da coordenação das ações para a integração das políticas da mobilidade e destas com as demais políticas de desenvolvimento urbano e de proteção ao meio ambiente.

O cumprimento dessas ações passa, necessariamente, pelo desestímulo ao uso do automóvel. Se, por um lado, o governo apresenta diretrizes sustentáveis na sua política de mobilidade, por outro, financia e promove o transporte individual por meio de incentivos às montadoras de automóveis e da facilidade de crédito para sua aquisição, com o propósito de diminuir o desemprego. Essa é uma questão política que deve ser enfrentada, pois, apesar de haver uma resistência da população neste sentido, não é socialmente viável nem ambientalmente sustentável.

Indicadores de mobilidade

Indicador é um recurso metodológico que informa sobre a evolução/involução do aspecto observado, é útil ao planejamento quando supre os gestores com dados e bases comparativas periódicas sobre determinada situação. De posse de um diagnóstico do problema ou demanda que conduzirá o planejamento ou implementação de políticas, essas devem ser monitoradas,

avaliadas e revisadas continuamente. Para que este processo funcione é imprescindível que haja uma sistematização de um conjunto de indicadores com uma metodologia regular de coleta dos dados (Brasil, 2010).

Dependendo da quantidade de informação utilizada em sua definição, os indicadores classificam-se em simples e compostos. Os primeiros são autoexplicativos, descrevem imediatamente um determinado aspecto da realidade (número de automóveis, por exemplo) ou apresentam a relação entre situações ou ações (relação entre o número de automóveis e tipo de combustível). Essa funcionalidade permite que os indicadores possam ser utilizados em diferentes momentos do ciclo de gestão, quais sejam: (1) *ex-ante*: no diagnóstico de situação, para subsidiar a definição do problema, o desenho de uma política ou a fixação das referências que se deseja modificar; (2) *in curso*: para monitoramento e avaliação da execução, revisão do planejamento e correção de desvios; e (3) *ex-post*: para avaliação de alcance de metas (Brasil, 2010; Kayano e Caldas, 2002; Nahas, 2005).

A seleção dos indicadores varia conforme as estratégias adotadas em cada país ou região e dependem, na prática, da existência e disponibilidade dos dados, de definições e métodos consistentes de coleta. Há uma certa complexidade em relação ao que medir quando se avalia os impactos da mobilidade motorizada sobre a qualidade de vida e a sustentabilidade (Quadro 2). Pesquisadores como Campos e Ramos (2005), Hall (2006), Jeon (2005), Zegras (2006), Litman (2008), Costa (2008), entre outros, vêm desenvolvendo um extenso trabalho no sentido de compilar aqueles indicadores que melhor traduzam os

Quadro 2 – Principais impactos dos transportes nas três dimensões da sustentabilidade

Econômicos	Ambientais	Sociais
Acessibilidade	Uso de recursos	Acessibilidade e <i>affordability</i>
Custos operacionais dos transportes	Intrusão no ecossistema	Segurança e proteção
Produtividade/Eficiência	Emissões atmosféricas	Saúde
Custos para Economia	Contaminação do solo e água	Habitabilidade
Benefícios para a economia	Ruído	Equidade
	Produção de resíduos	Coesão social

Fonte: Litman, 2008.

objetivos da mobilidade sustentável. Ao analisar estas iniciativas depara-se com um alargamento significativo do sobre o que medir, como medir, quanto e quando medir.

Porém, quando não há fontes de dados importantes, a realidade da maioria dos municípios brasileiros de pequeno e médio porte, condiciona, de certa forma, a seleção de indicadores. Nesta proposta de Índice foram adotados os seguintes critérios para seleção dos indicadores: sua importância e relevância para o acompanhamento dos principais impactos da mobilidade e a disponibilidade de dados.

Caracterização da área de estudo

A Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) situa-se na zona nordeste e mais densa do Estado do Rio Grande do Sul. O processo de

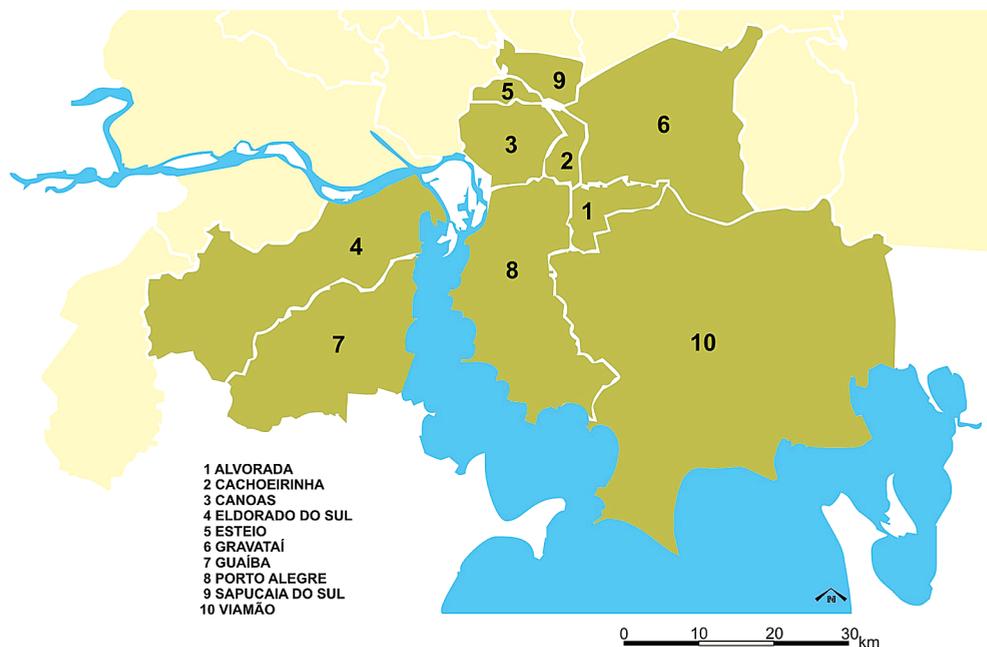
estruturação da região se inicia com a industrialização liderada pela capital e pelos municípios do eixo Norte-Sul (BR-116), eixo historicamente privilegiado, por receber a primeira ferrovia do Estado. Em sua formação original, a região contava com quatorze municípios. Após sofrer desmembramentos, emancipações e incorporações, atualmente a RMPA conta com 31 municípios divididos em cinco sub-regiões. A RMPA1, localizada ao Norte, agrega os municípios do Vale dos Sinos, polarizada por Novo Hamburgo e São Leopoldo; caracteriza-se por ser um centro com forte especialização no setor coureiro-calçadista e na educação superior. Ao Sul está a RMPA2, polarizada por Porto Alegre, caracterizada por um parque industrial dos setores petroquímico, metalúrgico, alimentação e automotivo e por uma elevada hierarquia de serviços. À Leste e Oeste localizam-se as RMPA's 3, 4 e 5 formadas por municípios que possuem atributos marcadamente rurais (Mammarella, 2009).

A busca por soluções integradas no sistema de planejamento do transporte público da região remonta de 1976 quando a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (Geipot) em conjunto com a Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional (Metroplan) elaboraram o Plano Diretor de Transportes Urbanos Plamet-PA e, na década seguinte, o Estudo de Corredores Metropolitanos (Comet/PA), do Transporte Coletivo – Transcol (Alonso, 2008).

Em 1980, foi constituída a Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A. (Trensurb) com o objetivo de planejar, construir e operar o sistema de transportes de passageiros sobre trilhos. A Linha 1, implementada em 1985,

inicialmente ligou Porto Alegre a Sapucaia do Sul e, em 2000, chegou ao município de São Leopoldo. Possui uma extensão de 34 km e 17 estações em cinco municípios da RMPA (Porto Alegre, Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul e São Leopoldo). A expansão até Novo Hamburgo (9,3km) está prevista para o ano de 2012 (Brasil, 2010). A frota de transporte coletivo por ônibus metropolitano possui idade média de 7,7 anos, enquanto a do transporte coletivo urbano da Capital é de 4,7 anos, ou seja, os ônibus do sistema metropolitano possuem um índice de renovação visivelmente menor, o que reduz consideravelmente a qualidade e o conforto das viagens.

Figura 1 – Municípios selecionados para o estudo de caso



Fonte: adaptado de Metroplan.

O Índice de Mobilidade Sustentável foi aplicado em dez municípios da formação original da RMPA, também chamada de "A Grande Porto Alegre", região onde a mancha urbana é contínua. São eles: Porto Alegre, Cachoeirinha, Gravataí no eixo NE, Alvorada e Viamão, no eixo SE, Guaíba e Eldorado, no eixo SO e, finalmente, no eixo N, Canoas, Esteio e Sapucaia do Sul (Figura 1).

Esses municípios apresentam maior nível de integração com a Capital, concentram os maiores fluxos de movimento pendular e, ao mesmo tempo, os maiores desequilíbrios em termos socioeconômicos (Mamarella, 2009). As principais características desses municípios, seus dados socioeconômicos, bem como os aspectos relativos à mobilidade, são apresentados nos Quadros 3 e 4, respectivamente.

Quadro 3 – Caracterização socioespacial dos municípios selecionados*

Município	Área (km ²)	População total	Densidade demográfica	Tx desemprego (25 a 59 anos)	PIB per capita	IDESE	IDH-M
Alvorada	70,81	183.968	2.598,00	14,50	2.574,15	0,704	0,768
Cachoeirinha	43,77	107.564	2.457,70	10,90	10.166,36	0,788	0,813
Canoas	131,10	306.093	2.334,90	12,80	17.328,87	0,810	0,815
Eldorado do Sul	509,70	27.268	53,50	11,90	18.539,71	0,713	0,803
Esteio	27,54	80.048	2.906,30	13,20	12.564,12	0,818	0,842
Gravataí	463,76	232.629	501,60	12,60	7.767,85	0,726	0,811
Guaíba	376,97	94.307	250,20	14,70	6.530,89	0,714	0,815
Porto Alegre	496,83	1.360.590	2.738,60	10,10	8.764,29	0,815	0,865
Sapucaia do Sul	58,64	122.751	2.093,20	13,40	9.248,65	0,739	0,806
Viamão	1.494,26	227.429	152,20	12,40	3.886,56	0,708	0,808

* Os dados referem-se ao Censo Demográfico 2000

Quadro 4 – Aspectos socioespaciais e de mobilidade dos municípios selecionados*

Município	Distância ao polo (km)	Nível de integração ao polo	Movim. pendulares pessoas > 15 anos (%)	% domicílios c/ carro	Índice de motorização**	% ocupados caráter informal ***	Óbitos acidentados trânsito****
Alvorada	30	Muito alta	56,33	32,78	11,67	37,90	4,35
Cachoeirinha	11	Muito alta	42,53	48,23	30,89	34,40	8,37
Canoas	12	Alta	28,56	46,48	27,53	32,60	11,43
Eldorado do Sul	10	Alta	45,30	39,47	13,55	41,30	33,01
Esteio	17	Alta	44,97	50,00	34,10	29,60	13,74
Gravataí	23	Alta	32,94	45,09	19,76	37,60	13,33
Guaíba	19	Alta	32,61	42,65	21,61	33,50	18,03
Porto Alegre	-	Polo	9,88	49,17	46,38	31,70	26,83
Sapucaia do Sul	19	Alta	40,61	44,56	32,31	34,40	10,59
Viamão	10	Alta	46,33	37,74	14,67	37,10	7,47

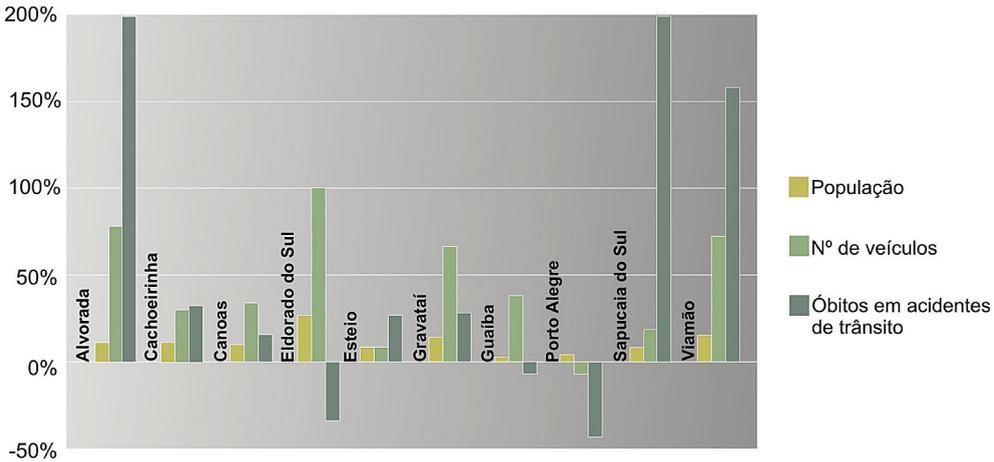
* Os dados referem-se ao Censo Demográfico 2000.

** veículos por 100 habitantes.

*** Esta avaliação é importante para identificar trabalhadores que não recebem Vale Transporte (VT).

**** Mortes por 100 habitantes.

Figura 2 – Gráfico da variação entre população/veículos/mortes no período de 2000-2007 na área de estudo.



Fonte: elaboração própria.

O Gráfico da Figura 2 apresenta um comparativo dos dados relativos às taxas de motorização, as taxas populacionais e do número de óbitos por acidentes de trânsito, no período entre 2000-2007. Observa-se que, na maioria dos municípios, o crescimento da população é bem menor se comparado ao número de veículos. Porém o crescimento do número de óbitos por acidentes de trânsito chegou a aumentar em até 200% (Sapucaia do Sul e Alvorada) (Figura 2).

As altas taxas de motorização também são responsáveis pelo aumento da poluição atmosférica. Segundo os dados dos Boletins de Qualidade do Ar gerados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (Fepam), coletados na estação de monitoramento localizada no Centro/Rodoviária de Porto Alegre, dos 351 dias monitorados em 2005, 112 apresentaram níveis indesejáveis. Ou seja, em 31,90% dos

dias, o que representa, aproximadamente, um terço do ano, a qualidade do ar oscilou entre as faixas do Regular ao Inaceitável (Fepam, 2008).

Metodologia adotada na construção do IMS

Seleção do conjunto de indicadores

Apesar de haver certo consenso quanto aos Temas a ser incluídos para um monitoramento consistente, o mesmo não acontece quando se analisa os indicadores que lhes darão suporte (Quadro 5). Existe uma grande variância quanto ao que e como medir, ou seja, qual indicador utilizar. Muitos indicadores irão variar dependendo da escala e do conceito adotados. Por exemplo, ao se mensurar a acessibilidade,

podem ser utilizados indicadores como: a existência de intermodalidade, o tempo de viagem por modo, o percentual de crianças que vão à escola a pé, o número de pessoas que estudam e trabalham no local, o percentual de uso do solo misto, etc.

Para estruturar o Índice selecionou-se um conjunto de indicadores que não fosse muito extenso e não atrapalhasse a gestão municipal ou confundisse o acompanhamento e, tampouco, muito reduzido que impossibilitasse uma visão sistêmica e a tomada de

decisões. A simetria do conjunto também foi levada em conta para assegurar um equilíbrio no monitoramento das três dimensões da sustentabilidade: Social, Ambiental e Econômica (Litman, 2008; Rossetto et al., 2004).

Tendo por base os Temas arrolados no Quadro 5 e, na perspectiva de uma seleção de indicadores adaptados à realidade dos municípios brasileiros, analisaram-se aqueles temas cujos indicadores requeressem informações quantitativas e cujos dados fossem coletados com periodicidade anual (Quadro 6).

Quadro 5 – Temas mais citados pelos pesquisadores/sistemas de indicadores de mobilidade

Temas/Sistemas	Summa (2004)	Litman (2008)	Transforum (2007)	Hall (2006)	Ramos (2005)	Costa (2008)	Jeon (2005)	Term (2003)
Sociais								
Acessibilidade	x	x	x	x		x		
Acessibilidade universal	x	x	x	x*	x	x	x	x
Acidentes	x	x	x	x	x	x	x	x
Mobilidade	x	x	x	x	x	x	x	x
Equidade	x	x		x				
Qualidade do serviço		x	x	x	x	x		x
Ambientais								
Poluição atmosférica	x	x	x	x	x	x	x	x
Ruído	x	x	x	x	x	x	x	x
Aquecimento global	x	x	x	x	x	x	x	x
Uso energia	x		x	x		x	x	x
Uso solo transportes	x	x	x	x		x	x	x
Intrusão ecossistema	x	x	x	x		x		
Econômicos								
Custos para economia	x	x	x	x		x		x
Produtividade/Eficiência	x	x	x	x		x		
<i>Affordability</i>	x	x	x	x	x	x	x	
Congestionamentos		x	x	x		x		
Confiabilidade		x	x	x		x	x	
Custos operacionais	x		x	x	x	x	x	x

* dados parciais

Quadro 6 – Caracterização das dimensões, temas e indicadores

Dimensões/Temas	Indicadores	Tipo quantitativo	Existência do dado	Periodicidade anual
Sociais				
Acessibilidade	Uso misto do solo	x	x	
Acidentes	Nº de mortes e feridos	x	x	x
Mobilidade	Passageiros transportados por modo	x	x	x
Equidade	Terminais intermodais	x	x	x
Ambientais				
Poluição atmosférica	Emissões por tipo de poluente	x		
Ruído	% de população exposta a ruídos maiores que 65db	x		
Aquecimento global	Emissões de gases de efeito estufa	x		
Uso energia	Consumo de combustíveis	x	x	x
Uso solo transportes	% do solo apropriado pelos transportes	x		
Econômicos				
Custos para economia	Investimento público nos transportes	x	x*	x
Produtividade/Eficiência	Índice de passageiros por Km (IPK)	x	x	x
Affordability (custo da tarifa)	% orçamento doméstico gasto em transporte	x	x*	x
Congestionamentos/Atrasos	Custos dos congestionamentos	x		

* dados parciais.

Ao aplicar esses critérios observou-se uma significativa redução no número de indicadores que pudessem ser monitorados, ou seja, confirmando que a disponibilidade dos dados é um limitante no processo de seleção. Também houve dificuldade em encontrar indicadores que monitorassem as questões ambientais (poluição sonora, atmosférica, consumo do solo, etc.). Na maioria dos municípios brasileiros, à exceção das capitais, não existe uma rotina de coleta de dados pelos órgãos ambientais. Muitas informações ainda não foram compiladas de forma sistemática ou não estão acessíveis (São Paulo, 2008).

Para suprir essas lacunas, iniciou-se uma segunda etapa: encontrar indicadores *proxy* para compor o sistema. Para os indicadores ambientais, devido à inexistência de dados sobre os níveis de poluentes, optou-se pela taxa de motorização. Esse indicador pode alertar sobre

futuros problemas ambientais do tipo: aumento das emissões atmosféricas, ruído, congestionamentos, expansão urbana, consumo de combustíveis fósseis, etc.. No conjunto proposto, a título de equilíbrio do sistema, desagregou-se o indicador “consumo de combustíveis” em renováveis e não renováveis, no caso o álcool. Considerou-se o uso desse combustível como um indicador negativo, pois, apesar de provir de fontes renováveis, entende-se que o etanol contribui, diretamente, para a poluição atmosférica e, indiretamente, para o aumento dos congestionamentos e do consumo do solo, tanto pela necessidade de infraestrutura viária como pelo desmatamento de áreas para o plantio do insumo.

Na dimensão social foram incluídos indicadores referentes ao transporte público já que este, segundo Gomide (2003), é um promotor da acessibilidade à cidade e

consequentemente da inclusão social. Devido à dificuldade de obtenção dos dados do Transporte Coletivo (TC) urbano, à exceção de Porto Alegre, foram considerados apenas os dados do transporte metropolitano. A Metroplan disponibilizou os dados relativos a: passageiros transportados, quilometragem percorrida, tarifas, para o período 2004-07, o que determinou a série histórica analisada. Os dados referentes a passageiros do trem metropolitano não foram considerados devido à impossibilidade de desagregação por município.

Já na dimensão econômica, um indicador *proxy* proposto foi a relação entre o investimento público municipal em transporte e seu PIB, considerando que quanto maior for o investimento maior será seu efeito positivo na economia.

A partir destas considerações estruturou-se o sistema ou conjunto de indicadores. O detalhamento dos Temas e Indicadores selecionados para monitorar a mobilidade nas três dimensões da sustentabilidade, bem como as respectivas fontes dos dados, é apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 – Dimensões, temas e indicadores propostos e respectiva fonte de dados

Dimensão	Tema	Indicador	Fonte
Social (SOC)	SOC01: Acidentes com mortes	% de mortes em acidentes de trânsito/ nº de veículos	Datasus
	SOC02: Oferta de TC	Passageiros transportados <i>per capita</i>	Metroplan/EPTC, IBGE
	SOC03: Intermodalidade	Número de estações intermodais	Trensurb
Econômica (ECO)	ECO01: Orçamento gasto em transporte (tarifa)	Valor médio da tarifa *mês/ Salário mínimo	Metroplan/ Ministério do Trabalho e Emprego,
	ECO02: Eficiência transporte coletivo	Índice de Passageiros por Km (IPK)	Metroplan, EPTC
	ECO03: Investimentos públicos no setor de transportes	% de gastos em transporte/PIB	Ministério da Fazenda, FEE Dados
Ambiental (AMB)	AMB01: Taxa de motorização	Nº de veículos em circulação <i>per capita</i>	FEE Dados
	AMB02: Consumo de combustíveis fósseis	Venda combustível fóssil (gasolina+diesel) <i>per capita</i>	FEE Dados
	AMB03: Consumo de combustíveis alternativos	Venda de álcool hidr. <i>per capita</i>	FEE Dados

Evidentemente, esses indicadores não medem todos, mas alguns dos aspectos necessários para o acompanhamento dos impactos negativos da mobilidade sobre a sustentabilidade urbana.

Formatação do Índice de Mobilidade Sustentável (IMS)

Elaborada a hierarquia do sistema, seguiram-se os passos metodológicos sugeridos por Costa (2008), Campos e Ramos (2005), Magalhães (2004) e Nahas (2005) para o tratamento dos dados e formulação matemática. Essa proposta inova ao propor um ranking municipal para uma melhor visualização e acompanhamento do IMS (Passo 7).

Passo 1 – Padronização dos dados: procedimento necessário para obtenção de valores normalizados de uma dada distribuição. É obtida pelo cálculo da média e do desvio padrão do intervalo de dados brutos.

Passo 2 – Correlação dos indicadores: necessário a fim de verificar sua independência e evitar a redundância de monitoramento. A correlação é obtida pela média dos produtos dos valores reduzidos (padronizados) das variáveis (Bussab e Murettin, 1987). A análise das correlações, efetuada através dos valores obtidos (sem os pesos) para cada indicador nos diferentes municípios, demonstrou que os indicadores selecionados não apresentam correlações significativas (a 95% de confiança).

Passo 3 – Aplicação dos pesos aos indicadores: objetiva identificar qual o grau de importância de cada Dimensão e Tema para a avaliação da mobilidade sustentável. Originalmente, previu-se aplicar um questionário utilizando o

método Analytic Hierarchy Process (AHP) para obter as preferências do gestor num comparativo par a par. No entanto, devido a dificuldades de compreensão, pelos técnicos das prefeituras municipais, optou-se por utilizar o método ordenador de 1 a 3, sendo 1 mais importante e 3 menos. O peso final, para cada Indicador, Tema e Dimensão, obteve-se pela média aritmética de todas as avaliações. Posteriormente, esses valores foram normalizados para o intervalo de zero a um, de modo que a soma dos pesos de cada componente da avaliação resultasse no valor igual a um.

Passo 4 – Determinação da direção dos indicadores: dependendo do que está sendo mensurado a avaliação será positiva ou negativa. Por exemplo, os indicadores que medem a frequência de transporte público são positivos, e aqueles que quantificam o número de acidentes, negativos.

Passo 5 – Cálculo dos subíndices: o índice composto é derivado e possibilita avaliar o estado parcial de cada uma das três dimensões da sustentabilidade. O valor de cada dimensão é computado separadamente a partir dos valores padronizados dos indicadores obtidos (Passo 1) que, a seguir, foram multiplicados pelos respectivos pesos (Passo 3) e pela direção desejada (+ ou -) (Passo 4).

Passo 6 – Cálculo do índice total: obteve-se pela soma dos valores obtidos em cada dimensão ou subíndice.

Passo 7 – Obtenção do ranking dos municípios: obtida através da classificação pelo Esquema dos Cinco Números ou Estatísticas de Ordem. Essa é dada pelo intervalo interquartil, ou seja, a diferença entre o terceiro e o primeiro quartis (dq). É obtida pelo cálculo das seguintes medidas: (1) da Mediana (Md):

do valor que deixa metade dos dados abaixo e metade acima dele; (2) dos extremos: o valor máximo e mínimo do conjunto de dados; e (3) dos quartis ou juntas (J): cada quartil faz o mesmo que a mediana para as duas metades demarcadas pela mediana. O primeiro quartil ou junta é um valor que deixa um quarto

dos valores abaixo e três quartos acima dele. O terceiro quartil deixa três quartos dos dados abaixo e um quarto acima. O segundo quartil é representado pela mediana (Bussab e Morettin, 1987).

O resultado parcial desta sequência de ações é apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 – Dimensões, indicadores, direção e peso obtidos*

Dimensão	Peso	Indicador	Peso	Direção
SOC	0,44	SOC01	0,36	diminuir
		SOC02	0,34	aumentar
		SOC03	0,30	aumentar
ECO	0,29	ECO01	0,40	diminuir
		ECO02	0,31	aumentar
		ECO03	0,29	aumentar
AMB	0,27	AMB01	0,45	diminuir
		AMB02	0,33	diminuir
		AMB03	0,22	diminuir

*A descrição de cada indicador pode ser observada no Quadro 7.

A formulação matemática do Índice é:

$$\begin{aligned}
 \text{Mobilidade Urbana Sustentável} &= f(\text{IMS}) \\
 &= f(\text{SOC} + \text{ECO} + \text{AMB}) \\
 &= f(W^* \text{ISOC} + W^* \text{IECO} + W^* \text{IAMB})
 \end{aligned}$$

Onde:

$$\begin{aligned}
 \text{ISOC} &= [(W^* - \text{SOC01}) + (W^* \text{SOC02}) + (W^* \text{SOC03})] \\
 \text{IECO} &= [(W^* - \text{ECO01}) + (W^* \text{ECO02}) + (W^* \text{ECO03})] \\
 \text{IAMB} &= [(W^* - \text{AMB01}) + (W^* - \text{AMB02}) + (W^* - \text{AMB03})] \\
 W &= \text{Pesos atribuídos pelos especialistas}
 \end{aligned}$$

Com o modelo matemático estabelecido, seguiu-se a recolha dos dados necessários para alimentar os indicadores. Estes dados foram compilados em planilhas Excel para o cálculo da série histórica 2004-07 para cada um dos dez municípios da RMPA.

Análise da aplicação do IMS

O resultado da aplicação do Índice de Mobilidade Sustentável (IMS) pode ser observado em cinco momentos: (1) apresentação dos resultados obtidos para cada Indicador, Dimensão e IMS, nos dez municípios, para o ano de 2004 (Quadro 9); (2) apresentação

dos valores obtidos para o IMS, por município, para cada ano (Quadro 10); (3) o gráfico das médias do IMS na série temporal (Figura 3); (4) exemplificação de gráfico com a evolução do IMS do município no período (Figura 4); e (5) espacialização do ranking dos municípios em relação ao IMS para a série histórica (Figuras 6, 7, 8 e 9).

Quadro 9 – Valores dos indicadores, dimensões e IMS para os municípios em 2004

DIM	Indicador	DIR	Municípios									
			ALV	CACH	CAN	ELD	EST	GRAV	GUA	POA	SAP	VIA
SOC	SOC01: %mortes acidentes/veiculos tot	(-)	-0,430	0,429	0,264	-0,556	-0,185	-0,229	0,198	0,474	-0,165	0,200
	SOC02: Pass transp TC/PC	(+)	0,155	0,455	-0,153	-0,147	-0,123	-0,224	-0,262	0,692	-0,390	-0,003
	SOC03: Intermodalidade	(+)	-0,183	-0,183	0,549	-0,183	-0,061	-0,183	-0,183	0,549	0,061	-0,183
	$SOC = (SOC01 + SOC02 + SOC03) * 0,44$		-0,201	0,308	0,290	-0,390	-0,162	-0,280	-0,108	0,754	-0,217	0,006
ECO	ECO01: % tarifa/SM	(-)	0,112	-0,123	0,251	0,096	0,361	-0,715	-0,717	0,243	0,292	0,200
	ECO02: IPK	(+)	0,053	-0,127	-0,012	-0,024	-0,166	-0,147	-0,217	0,848	-0,165	-0,044
	ECO03: Gastos transporte/PIB	(+)	-0,037	0,258	-0,309	-0,309	-0,036	0,535	0,331	-0,053	-0,305	-0,075
	$ECO = (ECO01 + ECO02 + ECO03) * 0,29$		0,037	0,002	-0,020	-0,069	0,046	-0,095	-0,175	0,301	-0,052	0,023
AMB	AMB 01: Veiculos/pc	(-)	0,715	-0,298	-0,188	0,465	-0,358	0,139	0,117	-0,648	-0,412	0,468
	AMB 02: Consumo comb. fóssil/PC	(-)	0,323	0,150	-0,519	-0,319	-0,523	0,199	0,060	0,071	0,234	0,324
	AMB 03: Cons. comb. renováveis/PC	(-)	0,126	-0,490	-0,203	0,163	0,093	0,012	0,011	-0,121	0,151	0,257
	$AMB = (AMB01 + AMB02 + AMB03) * 0,27$		0,314	-0,172	-0,246	0,083	-0,213	0,095	0,051	-0,188	-0,007	0,283
$IMS = SOC + ECO + AMB$			0,150	0,139	0,025	-0,376	0,329	-0,280	-0,232	0,867	-0,276	0,313

Quadro 10 – Valores do IMS para os municípios da área de estudo nos anos 2004-2007

IMS/ANO	Municípios									
	ALV	CACH	CAN	ELD	EST	GRAV	GUA	POA	SAP	VIA
IMS 2004	0,150	0,139	0,025	-0,376	-0,329	-0,280	-0,232	0,867	-0,276	0,313
IMS 2005	0,533	-0,194	0,051	-0,365	-0,464	-0,117	-0,303	0,850	-0,223	0,184
IMS 2006	0,316	0,182	0,023	-0,447	-0,224	-0,233	-0,326	0,721	-0,240	0,227
IMS 2007	0,274	0,370	-0,112	-0,171	-0,158	-0,295	-0,257	0,732	-0,415	0,031
Médias	0,318	0,124	-0,003	-0,340	-0,294	-0,231	-0,279	0,792	-0,288	0,189

Na análise da série histórica, Porto Alegre destaca-se por apresentar os maiores valores para o IMS, o que já era esperado, uma vez que a capital oferece maior mobilidade e infraestrutura tanto física quanto de recursos humanos, o que proporciona maior segurança e eficiência nos deslocamentos da população.

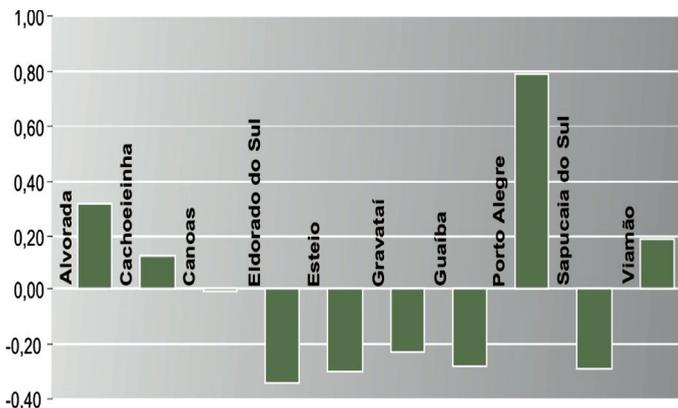
As médias mais baixas são apresentadas pelos municípios do eixo SO (Guaíba e Eldorado), e pelas cidades situadas no eixo N (Esteio e Sapucaia) (Figura 3). No entanto, as razões para estes baixos índices são distintas. Isso pode ser comprovado ao visualizar a estrutura interna do sistema. As cidades do eixo SO apresentaram os piores valores para os indicadores da dimensão social: maiores índice de mortes no trânsito, maior despesa no orçamento doméstico com transporte e por esses municípios não oferecerem outras opções de transporte coletivo além do modal ônibus.

As médias baixas dos municípios do eixo N surpreenderam por estes possuírem o modal trem metropolitano. Estas médias são consequência dos valores negativos obtidos na dimensão ambiental (maior índice

de motorização e maior consumo de combustível) e baixa oferta de transporte público. Pode-se dizer que os baixos índices obtidos pelos municípios do eixo N também podem estar relacionados a certa inexpressividade dos números de oferta de transporte coletivo por ônibus, se comparado aos municípios de Viamão e Alvorada. O que pode significar, por outro lado, que estes municípios teriam maiores conexões com a região da RMPA1 (São Leopoldo e Novo Hamburgo). Talvez essas interrogações fossem respondidas ao se analisar um comparativo entre essas duas principais sub-regiões da RMPA (1 e 2). Outra hipótese seria que a não inclusão do número de passageiros atendidos pelo trem metropolitano possa estar afetando os resultados (esses dados não foram computados por não estarem desagregados por município).

Já o o baixo IMS obtido para os municípios de Guaíba e Eldorado, apesar de apresentarem índices altos de movimentos pendulares em direção ao polo, pode indicar uma deficiência no sistema de transporte público, tanto na oferta quanto no custo da tarifa.

Figura 3 – Gráfico das médias do IMS por município para a série 2004-2007



Excetuando o polo, as maiores médias obtidas no período pertencem aos municípios de Alvorada, Viamão e Cachoeirinha, cidades consideradas dormitório, de menor poder aquisitivo, e, portanto, possuem menores taxas de motorização e, conseqüentemente, menor consumo de combustíveis. Estes municípios também apresentaram valores altos para o indicador oferta de transporte público metropolitano.

O sistema também permite visualizar o comportamento do índice individualmente, por município. O Gráfico da Figura 4, que representa o IMS do município de Alvorada no período 2004-2007, ilustra e exemplifica esta possibilidade.

De um modo geral, os indicadores que afetaram diretamente os resultados do Índice foram as altas taxas de motorização, o número de mortes em acidentes e os altos valores das tarifas. Ao se observar os valores do IMS obtidos para o conjunto da região na série (2004-2007) à luz das estatísticas de ordem a percepção é de um maior equilíbrio (Figura 5).

No Quadro 11, são apresentados os valores obtidos pelas estatísticas de ordem calculadas para cada ano da série histórica do IMS; essa metodologia permitiu a formação do ranking dos municípios ao serem agregados os resultados por quartis (Quadro 12).

Figura 4 – Gráfico da evolução do IMS do município de Alvorada (2004-2007)

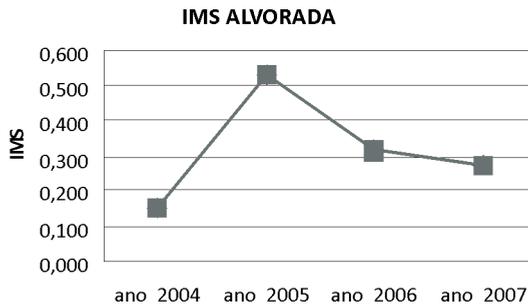
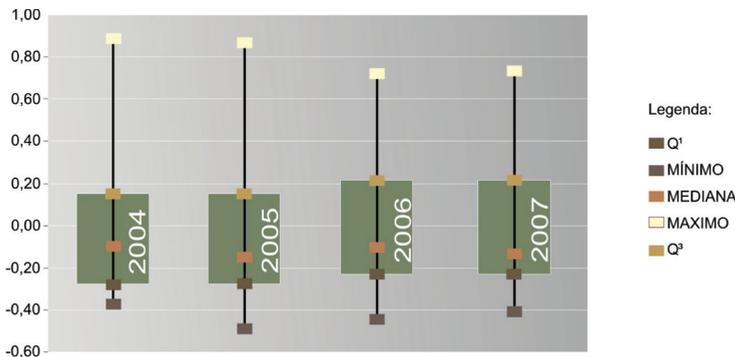


Figura 5 – Gráfico boxplot da série histórica



Quadro 11 – Estatísticas de ordem calculadas para a série histórica do IMS

Cinco números	Ano 2004	Ano 2005	Ano 2006	Ano 2007
Q ¹	-0,279	-0,283	-0,238	-0,235
Mínimo	-0,376	-0,464	-0,447	-0,415
Mediana	-0,104	-0,155	-0,100	-0,135
Máximo	0,867	0,850	0,721	0,732
Q ³	0,147	0,151	0,216	0,213

Quadro 12 – Ranking dos municípios em relação ao IMS

Ano	Classificação dos intervalos interquartis			
	MÁX- Q ³ Bom	Q ³ - MEDIANA Médio	MEDIANA- Q ¹ Baixo	Q ¹ -MÍN Muito Baixo
2004 Municípios	0,867 a 0,147 Alvorada Porto Alegre Viamão	0,147 a -0,104 Cachoeirinha Canoas	-0,104 a -0,279 Guaíba Sapucaia do Sul	-0,279 a 0,376 Eldorado do Sul Esteio Gravataí
2005 Municípios	0,850 a 0,151 Alvorada Porto Alegre Viamão	0,151 a -0,155 Canoas	-0,155 a -0,283 Cachoeirinha Gravataí Sapucaia do Sul	-0,283 a -0,464 Eldorado do Sul Esteio Guaíba
2006 Municípios	0,721 a 0,216 Alvorada Porto Alegre Viamão	0,216 a -0,100 Cachoeirinha Canoas	-0,100 a -0,238 Esteio Gravataí	-0,238 a -0,447 Eldorado do Sul Guaíba Sapucaia do Sul
2007 Municípios	0,732 a 0,213 Alvorada Cachoeirinha Porto Alegre	0,213 a -0,135 Canoas Viamão	-0,135 a -0,235 Eldorado do Sul Esteio	-0,235 a -0,415 Gravataí Guaíba Sapucaia do Sul

Do ranking apreende-se que não há nenhum município em estado crítico em relação à mobilidade, uma vez que nenhum deles apresentou um IMS menor que -0,50. No entanto, Eldorado do Sul, Esteio e Sapucaia do Sul chegaram

a apresentar dados que tangenciaram este limite (-0,447, -0,464 e -0,415, respectivamente).

Obtida a classificação de cada município, o ranking do IMS foi espacializado para cada ano da série histórica (Figuras 6, 7, 8 e 9):

Figura 6 – Espacialização do ranking do IMS para o ano de 2004

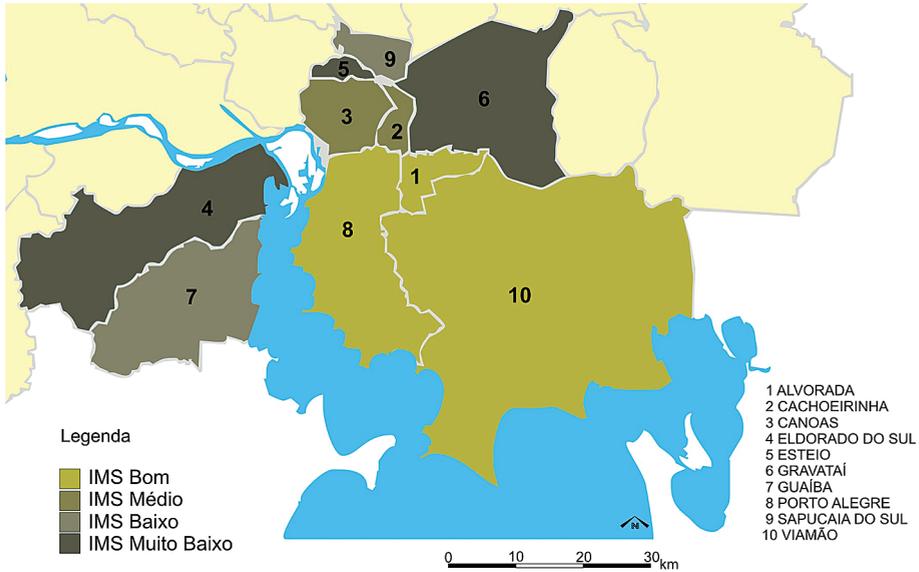


Figura 7 – Espacialização do ranking do IMS para o ano de 2005

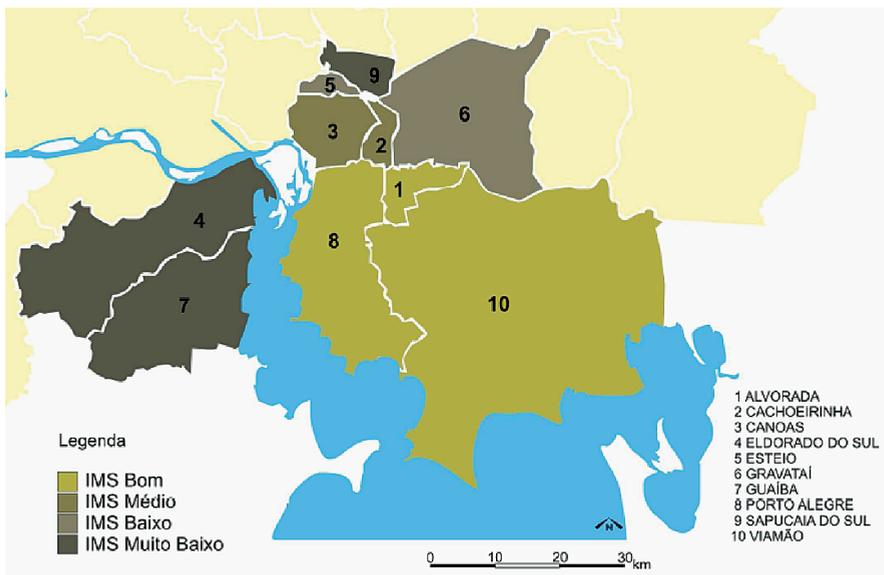


Figura 8 – Espacialização do ranking do IMS para o ano de 2006

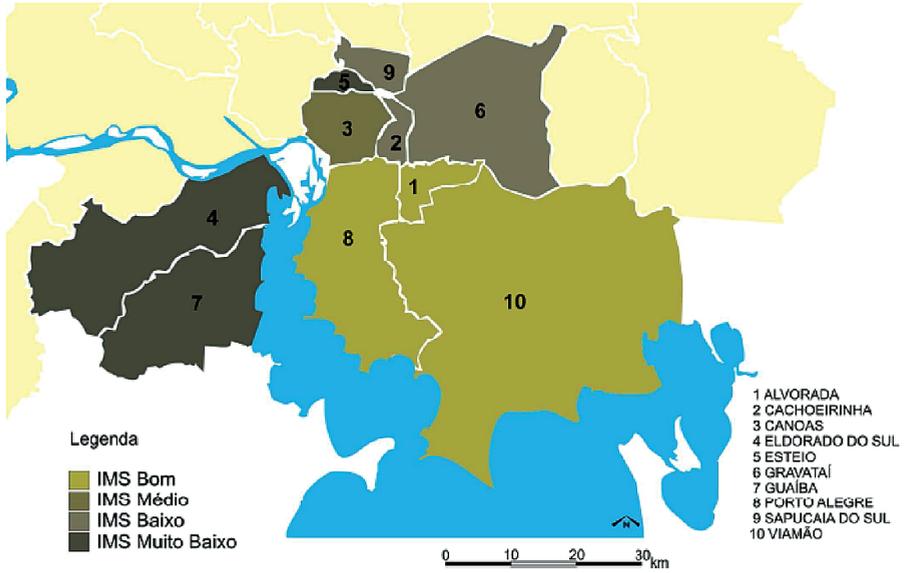
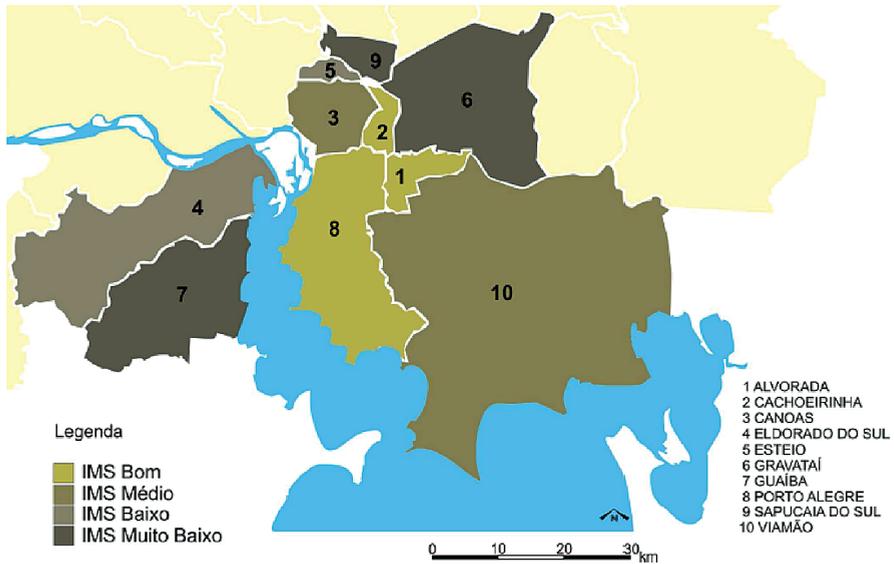


Figura 9 – Espacialização do ranking do IMS para o ano de 2007



Síntese dos resultados obtidos

O município polo apresentou os maiores valores em toda a série histórica (2004-2007) devido a: baixos índices de acidentes; alta oferta de transporte coletivo por ônibus; tarifas mais econômica; e maior eficiência do transporte coletivo (IPK).

As médias mais altas encontraram-se nos municípios de Alvorada, localizado a NO e Viamão no eixo L. Esses valores devem-se, principalmente, às baixas taxas de motorização, e aos baixos níveis de consumo de combustíveis.

O IMS médio foi diagnosticado nos municípios do eixo NE (Cachoeirinha e Canoas) resultado de baixos índices de mortes por acidentes e bons níveis de oferta de transporte metropolitano. Porém, um bom indicador de oferta de transporte público não significa que este seja de boa qualidade. Essa informação poderia ser obtida ao acrescentar indicadores qualitativos ao Índice a fim de aprofundar as informações quanto às taxas de ocupação, acidentalidade, crimes, condições e localização das paradas, etc..

As médias mais baixas foram encontradas no eixo SO (Guaíba e Eldorado) e L (Gravataí), devido a: maior índice de mortes no trânsito; maior peso das tarifas no orçamento doméstico; e por apresentarem apenas o modal ônibus. Como esses municípios possuem os maiores níveis de movimentos pendulares em direção ao polo, é um indicativo de que o transporte metropolitano por ônibus deve ser redimensionado em sua oferta e nas tarifas.

Surpreendentemente, os municípios do eixo N (Esteio e Sapucaia) também

apresentaram os menores valores para o IMS. Entre as causas estão: valores negativos na dimensão ambiental; menor oferta de transporte público metropolitano por ônibus; e maiores índices de motorização e consumo de combustível. Também pode significar que estas cidades possuem maior integração com a RMPA1 ou, ainda, que a não inclusão do número de passageiros atendidos pelo trem metropolitano possa estar afetando os resultados.

Em uma análise geral, pode-se dizer que o sistema de transporte coletivo metropolitano não está adequadamente dimensionado para atender à população. As redes de serviços por ônibus se sobrepõem e concorrem entre si. Muitas vezes são escassas, como ocorre nos municípios localizados no eixo SO, que tem como gargalo um único acesso ao Polo: a ponte do Rio Guaíba, que dá continuidade à BR-116. Pode-se dizer que a falta de conexão funcional das redes é uma decorrência da ausência de coordenação dos sistemas urbanos e metropolitanos nas três esferas governamentais.

Outro aspecto a ressaltar são os valores das tarifas que pesam sobremaneira no orçamento doméstico das famílias que dependem do transporte coletivo. À exceção do trem metropolitano, que possui tarifas subsidiadas, o modal ônibus vem apresentando uma variação negativa de passageiros se for levado em conta o crescimento populacional e a estabilidade da oferta. Também se observou que nas cidades do eixo N o automóvel privado é o modo de transporte preferencial da população, o que pressupõe uma tendência de agravamento dos congestionamentos e da acidentalidade no eixo da BR-116.

Conclusões e sugestões para trabalhos futuros

Ao analisar as informações do transporte público da RMPA verificou-se que os sistemas de transporte responderam ao espraiamento da mancha urbana de forma isolada. Cada esfera de governo federal, estadual e municipal gerencia os subsistemas de sua responsabilidade com pouca ou nenhuma relação com os demais transportes da região. Atualmente alguns projetos de infraestrutura de transporte estão em andamento sem uma coordenação entre eles, isto é, não é resultado de um planejamento integrado. Entre eles está a construção da nova rodovia, a RS-010, que ligará Porto Alegre à Novo Hamburgo, uma rota alternativa à BR116 (eixo N). A implantação da Linha 2 do Trensurb, denominada Linha da Copa, que prevê a construção de um anel metroviário com 34,4 quilômetros de extensão com 24 estações convencionais e sete estações de integração multimodal ligando a região central de Porto Alegre até as proximidades de Viamão, no eixo SE. E a construção de um terminal hidroviário ligando o município de Guaíba à Capital, como alternativa à Ponte do Guaíba.

Ao selecionar os indicadores para a composição do Índice, constatou-se que no âmbito municipal há uma carência de metodologia de coleta e acompanhamento de dados e informações, de recursos humanos e operacionais, principalmente para o monitoramento das questões ambientais, do transporte público e do transporte não-motorizado.

Nas visitas às prefeituras municipais para aplicar os questionários junto aos técnicos, chamaram a atenção a falta de controle e o

descaso com o acompanhamento dos serviços prestados pelas operadoras do transporte público coletivo. Afora o município de Porto Alegre, as demais prefeituras não dispõem de quaisquer dados sobre demanda, passageiros transportados, evolução do preço da tarifa, etc.

Para sanar essa deficiência, sugere-se o repasse de informações por parte das operadoras e consórcios de transporte com os municípios. Um passo para avançar na melhoria dessa situação estaria em iniciar uma sistemática de coleta de dados por parte das instituições (Metroplan, Famurs, Coredes) e/ou dos gestores da RMPA, tanto nas esferas municipais quanto regional. Também é importante que se criem fontes de dados sobre o transporte não motorizado, com o cadastramento das bicicletas, por exemplo.

Ao estruturar o IMS optou-se por trabalhar com um número reduzido de indicadores, pois um índice com muitas variáveis torna-se de difícil execução e acompanhamento. A maior dificuldade na seleção dos indicadores foi a de encontrar aqueles com dados existentes, desagregados e que possuíssem séries históricas.

O sistema de indicadores proposto não é conclusivo e, sim, um ponto de partida para que se possa encontrar uma forma de estruturar e manter um banco de dados confiável em relação à mobilidade urbana. Ressalta-se que alguns indicadores propostos podem ser refinados, como é o caso do indicador renda/tarifa, mensurando-o pela renda média do município, e não pelo salário mínimo Brasil e do indicador de intermodalidade, por exemplo.

Tendo em vista as limitações encontradas, acredita-se que a proposta do IMS foi satisfatória, pois possibilitou detectar a evolução/involução da sustentabilidade da mobilidade

nos municípios. Obviamente, um entendimento mais amplo do estado da mobilidade ficará mais claro se houver continuidade no monitoramento. Cabe destacar que os indicadores selecionados permitem que o IMS seja aplicado nas demais Regiões Metropolitanas desde que haja uma padronização dos pesos, ou seja, um

consenso entre os especialistas brasileiros em relação à importância de cada indicador, tema e dimensão da sustentabilidade. Por fim, para tornar o Índice mais robusto, sugere-se a realização de análises de sensibilidade para detectar qual é o indicador que mais influencia no resultado final.

Laura Machado

Arquiteta e Urbanista, Mestre em Planejamento Urbano e Regional, lotada na Coordenadoria de Obras, Manutenção e Projetos vinculada à Proplan – Pró-reitoria de Planejamento, Desenvolvimento e Avaliação da Universidade Federal do Pampa. Alegrete/RS, Brasil.

laura.lauramachado@gmail.com

Emilio Merino Dominguez

Arquiteto e Urbanista. Doutor em Transportes. Professor Visitante da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Consultor Senior de diversas empresas de consultoria. Porto Alegre/RS, Brasil.

emilio.merino@gmail.com

Miroslova Mikusova

Engenheira. Professora da Facultad en Operacion y Economia de Transporte y Comunicaciones, Departamento de Transporte urbano da University of Zilina. Zilina/Região de Zilina, Eslováquia.

mikusova@fpedas.uniza.sk

Referências

- ALONSO, J. A. (2008) Gênese e Institucionalização da Região Metropolitana de Porto Alegre. Secretaria de Planejamento e Gestão. Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser. Texto para discussão FEE nº 29. Porto Alegre, FEE, 19 p.
- BRAGA, T. M. (2006). Sustentabilidade e condições de vida em áreas urbanas: medidas e determinantes em duas regiões metropolitanas brasileiras. *Revista Eure*. Santiago de Chile, v. XXXII, n. 96, pp. 47-71.
- BRASIL (2010) Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos (SPI). Indicadores de programas: Guia Metodológico. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Brasília, DF.
- BUSSAB, W. O. e MORETTIN, P. A. (1987). *Estatística básica. Métodos quantitativos*. São Paulo, Atual.

- CAMPOS, V. B. G. e RAMOS, R. A. R (2005). Proposta de Indicadores de Mobilidade Sustentável Relacionando Transporte e Uso do Solo. Congresso Luso-Brasileiro para Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. PLURIS 2005. EESC/USO, São Carlos, SP.
- COSTA, M. S. (2008). *Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável*. Tese de Doutorado. São Carlos, Universidade de São Paulo.
- FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental (2011). Qualidade Ambiental. Qualidade do Ar. *Boletim da Qualidade do Ar - 24 horas - Rede Automática*. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br>>
- GOMIDE, A. de A. (2003). Transporte Urbano e Inclusão Social: elementos para políticas públicas. Instituto de Políticas Econômicas Aplicadas (IPEA). Texto para discussão nº 960. IPEA, Brasília, DF. 34 p.
- _____ (coord.) (2004). *Regulação e organização do transporte público urbano em cidades brasileiras: estudos de caso*. Brasília, IPEA/Ministério das Cidades.
- GUDMUNDSSON, H. (2001). Indicators to Support Sustainable Transport Policy Decisions – Examples From the US and Canada. In: BEST Conference Indicators and Benchmarking in the Transportation Sector Brussels. National Environmental Research Institute Roskilde; Denmark.
- HALL, R. (2006). Understanding and Applying the concept of sustainable development to transportation planning and decision. U.S. Massachusetts: MIT, 2006. Tese de doutorado. Engineering Systems Division, MIT, Massachusetts, EUA.
- JANNUZZI, P. de M. (2003). *Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações*. Campinas, Alínea.
- JEON, C. M. (2005). *Incorporating sustainability into transportation planning and decision making: definitions, performance measures, and evaluation*. Tese (Ph.D. in the School of Civil and Environmental Engineering Georgia Institute of Technology. Atlanta, EUA. 225p.
- KAYANO, J. e CALDAS, E. (2002). “Indicadores para o diálogo”. In: SPINK, P.; CACCIA-BAVA, S. e PAULICS, V. (eds.). *Novos contornos da gestão local: conceitos em construção*. Pólis: FGV-EAES, São Paulo, SP.
- KEINERT, T. M. M.; KARRUZ, A. P. e KARRUZ, S. M. (2002). Sistemas Locais de Informação e a Gestão Pública da Qualidade de Vida nas Cidades. *Terra Livre*. São Paulo, ano 18, v. I, n. 18, pp.115-132.
- LITMAN, T. (2007) Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning, Transportation. Research Record 2017, Transportation Research Board.
- _____ (2008). Sustainable Transportation Indicators. A Recommended Research Program For Developing Sustainable Transportation Indicators and Data. In: 2009 Transportation Research Board Annual Meeting.
- MAGAGNIN, R. C. (2008). *Um Sistema de suporte à decisão na Internet para o planejamento da mobilidade urbana*. Tese de doutorado. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos.
- MAGALHÃES, M. T. Q. (2004). *Metodologia para desenvolvimento de sistemas de indicadores: uma aplicação no planejamento e gestão da política nacional de transportes*. Dissertação de Mestrado. Brasília, Universidade de Brasília.
- MAMMARELLA, R. (org). (2009). *Como anda Porto Alegre. Conjuntura Urbana 8*. Rio de Janeiro, Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2009. 220p.

- NAHAS, M. I. P. (2005) (coord). Construção do Sistema Nacional de Indicadores para Cidades. IDHS: Instituto de Desenvolvimento Humano Sustentável da PUC Minas. BH, MG.
- OECD (2009). Indicators For The Integration of Environmental Concerns into Transport Policies. Organisation for Economic Co-operation and Development. Working Group on the State of the Environment. Disponível em <<http://www.oecd.org>>.
- ROSSETTO, A. M.; ORTH, D. M.; ROSSETTO, C. R. e FLORES, G. L. (2004). Proposta de um Sistema de Indicadores para Gestão de Cidades visando ao Desenvolvimento Sustentável. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC, Florianópolis, SC.
- SÃO PAULO (2008). Secretaria Municipal do Verde e do Meio ambiente: Centro de Estudos da Metrôpole. Indicadores Ambientais e Gestão Urbana: desafios para a construção da sustentabilidade na cidade de São Paulo. Sepe, P. M e Gomes, S. (Coords.). São Paulo.
- SUMMA (2004). Operationalising Sustainable Transport and Mobility: The system Diagram and Indicators. Sustainable Mobility, policy Measures and Assessment. Deliverable 3. Workpackage 2. Final. Version 1.1. European Commission.
- TEIXEIRA, E. C.; FELTES, S. e SANTANA, E. R. R. de (2008). Estudo das Emissões de Fontes Móveis na Região Metropolitana de Porto Alegre. *Química Nova*. Rio Grande do Sul, v. 31, n. 2, pp. 244-248.
- TERM (2003). Paving the way for EU enlargement - Indicators of transport and environment integration. *Transport and Environment Reporting Mechanism Environmental issue report*. n. 32. European Environment Agency. Copenhagen, EEA.
- TRANSFORUM (2007). Scientific forum on transport forecast validation and policy assessment. Sixth Framework Programme. Final Report. European Union, AVV Transport Research Centre.
- VTPI (2003). The On-Line TDM Encyclopaedia. Victoria Transport Policy Institute Victoria, Canada.
- ZEGRAS, P. C. (2005). *Sustainable urban mobility: exploring the role of the built environment*. Tese de doutorado. EUA, Massachusetts Institute of Technology.

Texto recebido em 14/out/2011
Texto aprovado em 11/dez/2011