

DISPONIBILIDADE E QUALIDADE DOS DADOS PARA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho

Universidade Federal do Ceará

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos

Ana Maria Guerra Serafico Pinheiro

Universidade Federal do Pará

José Aparecido Sorratini

Universidade Federal de Uberlândia

Márcia Helena Macêdo

Universidade Federal de Goiás

Antônio Néelson Rodrigues da Silva

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados da avaliação da disponibilidade e qualidade dos dados para o cálculo do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) em quatro cidades: Belém, PA, Curitiba, PR, Goiânia, GO e Uberlândia, MG. Trata-se da primeira etapa de uma ampla pesquisa que visa aplicar o índice em cidades das várias regiões do Brasil. Os resultados encontrados não apontam maiores problemas para obtenção dos dados para seu cálculo no curto prazo. As situações mais desfavoráveis ficaram por conta do domínio “Modos Não-Motorizados” e do tema “Diversificação Modal”, incluído no domínio “Sistemas de Transporte Urbano”. A dificuldade está na necessidade de levantamentos sobre as características das viagens urbanas. A maior disponibilidade de dados no curto prazo não implica, no entanto, na boa qualidade da informação. Mesmo assim, apenas o domínio “Aspectos Ambientais” ficou com classificação média. Pesaram nesta última classificação as dificuldades para obtenção de dados sobre poluição atmosférica e sonora.

ABSTRACT

This paper contains the results of an evaluation of data availability and data quality aiming at the application of the Index of Sustainable Urban Mobility (I_SUM) in four cities: Belém, PA, Curitiba, PR, Goiânia, GO, and Uberlândia, MG. This is a first phase of a research effort for the application of the index to cities of all Brazilian regions. No significant problems were found in the acquisition of data for the index calculation in the short term. The worst conditions were related to the domain “Non-motorized Modes” and to the theme “Diversity of Transportation Modes”, which is part of the domain “Urban Transit Systems”. The difficulty is essentially the non-existence of detailed information about the urban trips. The short term data availability, however, does not mean that the quality of the information is good. Even though, only the domain “Environmental Aspects” was classified as regular, mainly due to the difficulties in gathering data of noise and air pollution.

1. INTRODUÇÃO

É expressiva, nos dias atuais, a quantidade de problemas diretamente decorrentes ou relacionados aos deslocamentos urbanos, tais como acidentes, congestionamentos, barreiras para indivíduos com restrições de mobilidade, poluição sonora e atmosférica, isso sem mencionar impactos que transcendem os limites da cidade, tais como aspectos econômicos, sociais, políticos e até mesmo o aquecimento global. Embora muitos desses problemas assumam características específicas em cada cidade, região ou país, como observado em Rodrigues da Silva *et al.* (2010), há uma percepção crescente e generalizada de que é preciso buscar estratégias que viabilizem padrões mais sustentáveis de mobilidade.

Embora apresente algumas variações, o conceito de mobilidade urbana sustentável é baseado em uma série de pontos em comum, como observado pelo Ministério das Cidades (Brasil, 2006, 2007), por Costa (2008), Alves da Silva (2009) e Black (2010), entre outros. Pressupõe, assim, a satisfação das necessidades básicas dos indivíduos e da livre movimentação da sociedade, bem como a possibilidade de escolha dos modos de transportes, de forma segura e

sem impor riscos à saúde humana e aos ecossistemas. Também envolve o uso de fontes renováveis de energia, e um limite nas emissões e resíduos que possa ser absorvido pelo planeta. Em síntese, o conceito de mobilidade sustentável é uma extensão do conceito de desenvolvimento sustentável. Para alguns autores, como Maffii *et al.* (2010) e Poli (2011), por exemplo, o conceito de sustentabilidade vai além de, simplesmente, controlar o tráfego de veículos rodoviários e reduzir os seus impactos nas cidades.

No Brasil, a estratégia “oficial” para implantação da mobilidade urbana sustentável tem sido a exigência ou o incentivo, por meio de iniciativas governamentais, à aplicação de Planos de Mobilidade Urbana, dependendo do porte da cidade considerada (Rodrigues da Silva *et al.*, 2010). A política urbana recente foi iniciada na Constituição Federal de 1988, fortalecida pelo Estatuto da Cidade (Brasil, 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, 2007), praticamente não existe, no Brasil, *know-how* para elaboração e implantação de Planos de Mobilidade”.

Uma das alternativas para lidar com o desafio de passar do planejamento dos transportes ao planejamento da mobilidade envolve a criação de indicadores e índices para monitorar as condições de mobilidade. Exemplo desse tipo de ferramenta é o IMUS, ou Índice de Mobilidade Urbana Sustentável. Criado por Costa (2008), foi posteriormente aplicado por Miranda (2010) e Pontes (2010), no Brasil, e também explorado por Bernhardt (2010), na Alemanha. Sua estrutura hierárquica, formada por 9 domínios, 37 temas e 87 indicadores, lhe assegura grande abrangência. É exatamente neste ponto, no entanto, que reside um dos desafios para sua aplicação. As experiências de aplicação do IMUS até o momento deixam claro que o cálculo dos 87 indicadores exige uma quantidade considerável de dados. Além disso, a simples existência dos dados não garante a sua qualidade.

Ainda é pequeno o número de aplicações práticas do IMUS nas cidades brasileiras. Associando-se isto ao fato de que seu uso como ferramenta de planejamento depende essencialmente da disponibilidade de dados de boa qualidade, surgiu a motivação para o desenvolvimento deste estudo. O objetivo é comparar as condições de disponibilidade e qualidade dos dados necessários para o cálculo do IMUS, com base nos procedimentos apresentados em Rodrigues da Silva *et al.* (2010). Foram selecionadas, para fins de análise e comparação neste estudo, as seguintes cidades para aplicação do índice: Belém, na região Norte; Curitiba, na região Sul; Goiânia, na região Centro-oeste; e Uberlândia, na região Sudeste. Algumas de suas principais características são apresentadas no item que trata da metodologia, logo após uma breve revisão da literatura sobre o tema mobilidade urbana sustentável. O trabalho se encerra com a apresentação e discussão de alguns dos resultados mais relevantes, que conduziram às conclusões destacadas.

2. MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

Um novo paradigma de planejamento vem sendo gradativamente construído. Por meio dele o planejamento de transportes, o planejamento da circulação e o planejamento urbano vêm sendo agora trabalhados de forma combinada, naquilo que se denomina hoje de planejamento da mobilidade. Essa nova abordagem é baseada nos conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. De acordo com Litman e Burwell (2006), há um crescente

interesse em sustentabilidade. Embora seja um conceito de simples compreensão, pode ter implicações complexas em suas relações com o planejamento de transportes.

Se o conceito de transporte sustentável é visto como uma extensão do conceito de desenvolvimento sustentável apresentado no relatório Brundtland (WCED, 1987), este poderia ser definido como o desenvolvimento que atende às necessidades presentes de transportes sem comprometer as condições das futuras gerações de também terem as suas necessidades atendidas (Gudmundsson, 2004; Richardson, 2005). Além disso, o conceito de sustentabilidade é frequentemente associado a aspectos econômicos, sociais e ambientais (World Bank, 1996; TRB, 2001; Gudmundsson, 2004; Richardson, 2005; Litman e Burwell, 2006; May e Crass, 2007; Rodrigues da Silva *et al.*, 2008; Litman, 2009, 2011).

Em consequência desse novo paradigma, o tratamento dos problemas de mobilidade levou ao desenvolvimento de novos procedimentos e ferramentas de planejamento. Entre eles estão aprimoramentos de índices e indicadores tradicionais. Indicadores são úteis para descrever o comportamento dos vários elementos e funções que constituem o ambiente urbano. De forma geral, os indicadores foram desenvolvidos para ajudar a avaliar os impactos econômicos, sociais e ambientais de políticas e cenários diversos. Outros indicadores se concentram em aspectos específicos da sustentabilidade, tais como acessibilidade, mobilidade e capacidade ambiental (Black, J. A. *et al.*, 2002; Nicolas *et al.*, 2003).

No entanto, tal como observado por Maclaren (1996), indicadores são simplificações de fenômenos complexos que em geral fornecem apenas uma indicação da condição ou estado de um dado elemento. Portanto, uma imagem mais fiel da realidade só pode ser obtida por meio de uma combinação de indicadores, de forma a capturar as diferentes dimensões e aspectos de um problema particular, tal como foi observado por Gudmundsson (2004) na Europa e na América do Norte. Para Litman (2009), essa combinação de indicadores permite análises integradas e mais compreensíveis, o que ajuda os tomadores de decisão a reconhecerem decisões de planejamento e políticas específicas que afetam as metas de sustentabilidade.

Com essa perspectiva, o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável foi concebido por Costa (2008) para combinar os principais Domínios e Temas necessários para o monitoramento da mobilidade urbana. Trata-se de uma ferramenta para dar suporte à gestão da mobilidade e à formulação de políticas públicas. A estrutura hierárquica do IMUS foi construída sobre um conjunto de indicadores que, tal como sugerido por Litman (2009), foram cuidadosamente selecionados para refletir diversos impactos e perspectivas da mobilidade. Além disso, são indicadores baseados em dados relativamente fáceis de obter e de cálculo também direto. As principais características do Índice são:

- Segue uma hierarquia de critérios baseada em conceitos e elementos identificados por técnicos e gestores ligados ao planejamento urbano e de transportes de onze importantes cidades ou regiões metropolitanas brasileiras, conforme descrito em Rodrigues da Silva *et al.* (2008) e Costa (2008).
- A hierarquia de critérios está associada a um sistema de pesos, os quais foram obtidos por meio de consultas a especialistas de diferentes países (Brasil, Portugal, Estados Unidos, Austrália e Alemanha). Esses pesos permitem não só identificar a importância relativa dos elementos e conceitos considerados no Índice, mas também avaliar o

impacto de quaisquer alterações nos elementos que compõem o Índice nas dimensões de sustentabilidade (social, econômica e ambiental).

- A estrutura hierárquica adotada permite compensações (*trade-offs*) entre os elementos que compõem o índice (9 Domínios, 37 Temas e 87 Indicadores, conforme pode ser visto na Tabela 1), ou seja, valores baixos nos pesos de alguns dos elementos (valores entre parênteses) podem ser compensados por valores altos em outros elementos.
- É uma ferramenta de fácil entendimento e aplicação, não necessitando de programas específicos de computador ou de modelos matemáticos complexos para seu uso. Uma simples planilha eletrônica ou máquina de calcular permite realizar todos os cálculos.

Tabela 1: Estrutura Hierárquica de Critérios do IMUS e respectivos Pesos

Domínio	Temas	Indicadores
Acessibilidade (0,108)	Acessibilidade aos sistemas de transporte (0,290)	<ul style="list-style-type: none"> • Acessibilidade ao transporte público (0,333) • Transporte público para pessoas com necessidades especiais (0,333) • Despesas com transportes (0,333)
	Acessibilidade universal (0,280)	<ul style="list-style-type: none"> • Travessias adaptadas para pessoas com necessidades especiais (0,200) • Acessibilidade aos espaços abertos (0,200) • Vagas de estacionamento para pessoas com necessidades especiais (0,200) • Acessibilidade a edifícios públicos (0,200) • Acessibilidade aos serviços essenciais (0,200)
	Barreiras físicas (0,220)	<ul style="list-style-type: none"> • Fragmentação urbana (1,000)
	Legislação para pessoas com necessidades especiais (0,210)	<ul style="list-style-type: none"> • Ações para acessibilidade universal (1,000)
Aspectos Ambientais (0,113)	Controle dos impactos no meio ambiente (0,520)	<ul style="list-style-type: none"> • Emissões de CO (0,250) • Emissões de CO₂ (0,250) • População exposta ao ruído de tráfego (0,250) • Estudos de Impacto Ambiental - EIA (0,250)
	Recursos naturais (0,480)	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de combustível (0,500) • Uso de energia limpa e combustíveis alternativos (0,500)
Aspectos Sociais (0,108)	Apoio ao cidadão (0,210)	<ul style="list-style-type: none"> • Informação disponível ao cidadão (0,200)
	Inclusão social (0,200)	<ul style="list-style-type: none"> • Equidade vertical (renda) (0,200)
	Educação e cidadania (0,190)	<ul style="list-style-type: none"> • Educação para o desenvolvimento sustentável (0,200)
	Participação popular (0,190)	<ul style="list-style-type: none"> • Participação na tomada de decisão (0,200)
	Qualidade de vida (0,210)	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade de vida (0,200)
Aspectos Políticos (0,113)	Integração de ações políticas (0,340)	<ul style="list-style-type: none"> • Integração entre níveis de governo (0,500) • Parcerias público-privadas (0,500)
	Captação e gerenciamento de recursos (0,330)	<ul style="list-style-type: none"> • Captação de recursos (0,250) • Investimentos em sistemas de transporte (0,250) • Distribuição dos recursos (coletivo x privado) (0,250) • Distribuição dos recursos (motorizados x não-motorizados) (0,250)
	Política de mobilidade urbana (0,330)	<ul style="list-style-type: none"> • Política de mobilidade urbana (1,000)
Infraestrutura de Transportes (0,120)	Provisão e manutenção da infraestrutura de transportes (0,460)	<ul style="list-style-type: none"> • Densidade e conectividade da rede viária (0,250) • Vias pavimentadas (0,250) • Despesas com manutenção da infraestrutura (0,250) • Sinalização viária (0,250)
	Distribuição da infraestrutura de transporte (0,540)	<ul style="list-style-type: none"> • Vias para transporte coletivo (1,000)
Modos Não-Motorizados (0,110)	Transporte cicloviário (0,310)	<ul style="list-style-type: none"> • Extensão e conectividade de ciclovias (0,333) • Frotas de bicicletas (0,333) • Estacionamento de bicicletas (0,333)
	Deslocamentos a pé (0,340)	<ul style="list-style-type: none"> • Vias para pedestres (0,500) • Vias com calçadas (0,500)
	Redução de viagens (0,350)	<ul style="list-style-type: none"> • Distância de viagem (0,250) • Tempo de viagem (0,250) • Número de viagens (0,250) • Ações para redução do tráfego motorizado (0,250)

Tabela 1: Estrutura Hierárquica de Critérios do IMUS e respectivos Pesos (continuação)

Domínio	Temas	Indicadores
Planejamento Integrado (0,108)	Capacitação de gestores (0,120)	<ul style="list-style-type: none"> Nível de formação de técnicos e gestores (0,500) Capacitação de técnicos e gestores (0,500)
	Áreas centrais e de interesse histórico (0,110)	<ul style="list-style-type: none"> Vitalidade do centro (1,000)
	Integração regional (0,120)	<ul style="list-style-type: none"> Consórcios intermunicipais (1,000)
	Transparência do processo de planejamento (0,120)	<ul style="list-style-type: none"> Transparência e responsabilidade (1,000)
	Planejamento e controle do uso e ocupação do solo (0,140)	<ul style="list-style-type: none"> Vazios urbanos (0,200) Crescimento urbano (0,200) Densidade populacional urbana (0,200) Índice de uso misto (0,200) Ocupações irregulares (0,200)
	Planejamento estratégico e integrado (0,140)	<ul style="list-style-type: none"> Planejamento urbano, ambiental e de transporte integrado (0,500) Efetivação e continuidade das ações (0,500)
	Planejamento da infraestrutura urbana e equipamentos urbanos (0,130)	<ul style="list-style-type: none"> Parques e áreas verdes (0,333) Equipamentos urbanos (escolas) (0,333) Equipamentos urbanos (postos de saúde) (0,333)
	Plano diretor e legislação urbanística (0,120)	<ul style="list-style-type: none"> Plano diretor (0,333) Legislação urbanística (0,333) Cumprimento da legislação urbanística (0,333)
Tráfego e Circulação Urbana (0,107)	Acidentes de trânsito (0,210)	<ul style="list-style-type: none"> Acidentes de trânsito (0,333) Acidentes com pedestres e ciclistas (0,333) Prevenção de acidentes (0,333)
	Educação para o trânsito (0,190)	<ul style="list-style-type: none"> Educação para o trânsito (1,000)
	Fluidez e circulação (0,190)	<ul style="list-style-type: none"> Congestionamento (0,500) Velocidade média do tráfego (0,500)
	Operação e fiscalização de trânsito (0,200)	<ul style="list-style-type: none"> Violação das leis de trânsito (1,00)
	Transporte individual (0,210)	<ul style="list-style-type: none"> Índice de motorização (0,500) Taxa de ocupação de veículos (0,500)
Sistemas de transporte urbano (0,112)	Disponibilidade e qualidade do transporte público (0,230)	<ul style="list-style-type: none"> Extensão da rede de transporte público (0,125) Frequência de atendimento do transporte público (0,125) Pontualidade (0,125) Velocidade média do transporte público (0,125) Idade média da frota de transporte público (0,125) Índice de passageiros por quilômetro (0,125) Passageiros transportados anualmente (0,125) Satisfação do usuário com o serviço de transporte público (0,125)
	Diversificação modal (0,180)	<ul style="list-style-type: none"> Diversidade de modos de transporte (0,33) Transporte coletivo x transporte individual (0,33) Modos não-motorizados x modos motorizados (0,33)
	Regulação e fiscalização do transporte público (0,180)	<ul style="list-style-type: none"> Contratos e licitações (0,50) Transporte informal (0,50)
	Integração do transporte público (0,220)	<ul style="list-style-type: none"> Terminais intermodais (0,50) Integração do transporte público (0,50)
	Política tarifária (0,190)	<ul style="list-style-type: none"> Descontos e gratuidades (0,33) Tarifas de transporte (0,33) Subsídios públicos (0,33)

3. METODOLOGIA

Como o estudo aqui conduzido baseia-se integralmente em um posterior cálculo do IMUS, é importante caracterizar um pouco melhor sua estrutura e seu funcionamento. O Índice de Mobilidade Urbana Sustentável estabelece uma medida da qualidade da mobilidade urbana por meio de um número que se situa em uma escala de “0 a 1”. Quanto mais próximo este índice estiver do valor “1”, melhores, e mais sustentáveis, serão as condições da mobilidade da população. O IMUS é calculado por meio da compilação de dados referentes a 87 indicadores. Cada indicador é calculado a partir de dados específicos. Esses dados estão, normalmente, disponíveis em instituições que atuam na área da mobilidade de cada cidade.

Os indicadores são distribuídos por diversos temas, conforme assuntos correlatos. Cada tema possui uma pontuação global equivalente a “1,0”, que é dividida entre seus indicadores. Caso verifique-se a não aplicação de qualquer um dos indicadores, redistribuem-se os pesos de

forma a garantir que a soma final permaneça a mesma. Todos os temas são agrupados em nove grandes domínios de interesse, apresentados na Tabela 1. Os domínios são peças essenciais para a estrutura do IMUS e, dessa forma, todos eles devem ser considerados para o cálculo do índice. A não inclusão de qualquer tema poderia tornar a avaliação tendenciosa, desconsiderando problemas relacionados a questões fundamentais.

Uma vez determinada a localidade na qual se aplicará o IMUS, o estudo é realizado em duas fases. A primeira consiste da verificação dos dados disponíveis, o que leva à seleção dos indicadores passíveis de serem utilizados. A classificação das informações é realizada com o apoio de técnicos da prefeitura e também por meio de consulta a instituições dos governos estadual e federal e a outros bancos de dados oficiais.

A informação disponível é avaliada essencialmente segundo dois critérios: disponibilidade e qualidade. Um método desenvolvido pela OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) foi adaptado para esta avaliação. O método foi desenvolvido para análise de um conjunto de indicadores cujo objetivo era integrar aspectos ambientais em políticas de transportes (OECD, 1999).

Quando se considera a disponibilidade, os dados podem ser obtidos em curto prazo (CP), médio prazo (MP) e longo prazo (LP). Essa distribuição considera que os intervalos de tempo curto, médio e longo correspondem, respectivamente, ao período de um ano, ao de uma gestão administrativa e ao de mais de uma gestão administrativa. Em termos de qualidade, os dados são classificados como de Alta, Média e Baixa qualidade, seguindo uma escala decrescente de confiabilidade. Para OECD (1999, p. 24) os dados necessários ao cálculo de um indicador devem estar disponíveis em curto prazo ou serem passíveis de obtenção a uma razão custo/benefício razoável; estar documentados de maneira adequada e possuírem qualidade conhecida; ser atualizados a intervalos regulares de acordo com procedimentos confiáveis.

Os autores afirmam que esses critérios descrevem os indicadores “ideais”, os quais nem sempre são obtidos na prática. OECD (2007, p. 60-62) destaca que a validade e a qualidade dos dados, e sua consequente aceitação pelas instituições envolvidas no processo, dependem da credibilidade institucional do provedor das informações. A precisão requerida das informações, ou a proximidade dos valores dos dados disponíveis dos (normalmente desconhecidos) valores reais, dependerá da aplicação que será feita dessas.

Para o presente estudo, as equipes rastrearam as fontes de informação tendo sempre em vista a experiência das várias instituições responsáveis pela coleta e/ou armazenamento das mesmas. O trabalho foi facilitado naquelas localidades nas quais havia algum estudo de transportes ou de planejamento do desenvolvimento urbano recente e mais completo (ex: Plano Diretor de Transportes Urbanos (PDTU), Plano de Mobilidade Urbana (PMU) e Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU)). No caso desta pesquisa, foram estabelecidos os seguintes critérios para a qualidade:

- ALTA - no caso dos dados estarem disponíveis como consequência de levantamento recente ou em que possam ser obtidos de maneira rápida e com baixo custo. Alguns desses indicadores são levantados de forma rotineira por instituições locais, como é o caso dos dados de acidentes de trânsito ou dos volumes de passageiros transportados no sistema de transportes públicos.

- MÉDIA - quando as informações provêm de estudos mais antigos (mais de dois anos) e precisam ser atualizadas por meio de algum tipo de cálculo estatístico, ou serem estimadas pelos técnicos dos órgãos locais, com base no seu conhecimento do problema. Este seria o caso, por exemplo, da atualização dos dados referentes às características das viagens urbanas (tempo, extensão e divisão modal) que são normalmente levantados em pesquisas mais completas e caras.
- BAIXA - para aquelas informações provenientes de atualizações de dados de estudos bem mais antigos (mais de cinco anos) ou que dependam, por exemplo, da aplicação de modelos desenvolvidos para outras localidades. Um exemplo seria o cálculo da quantidade de poluição atmosférica, com base no consumo de combustíveis e utilizando o modelo desenvolvido pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo) para a cidade de São Paulo.

A condição ideal para o cálculo do IMUS é aquela na qual os dados de alta qualidade (A) estão disponíveis no curto prazo (CP). No entanto, segundo Costa (2008) e Miranda (2010), admite-se a utilização de combinações “CP - M” e “CP - B”, considerando-se as dificuldades iniciais de obtenção dos dados. Na medida em que o uso da ferramenta se torne parte da rotina das cidades, a qualidade das informações tende a melhorar, pois deverá haver um maior cuidado com a coleta e o armazenamento dos dados, inclusive com o desenvolvimento de metodologias para compilação e análise. Esse processo permitirá, inclusive, o aperfeiçoamento do próprio IMUS.

Na fase seguinte, que consiste do cálculo do IMUS, as informações são analisadas com o uso de ferramentas computacionais incluindo programas de planilha eletrônica, de Sistemas de Informações Geográficas e de banco de dados. O uso da *Internet* também é fundamental, para o acesso a bancos de dados públicos, por exemplo. Descrições do cálculo do IMUS podem ser encontradas no trabalho de Costa (2008) e outros estudos citados no início deste artigo. Neste trabalho, relata-se a aplicação da primeira fase do método a quatro cidades que, por intermédio da adesão das Universidades locais ao projeto de pesquisa, terão o cálculo do IMUS efetuado. As quatro cidades são listadas, juntamente com dados de população e frota, na Tabela 2.

Tabela 2: Características das cidades estudadas

Cidade	População		Frota de veículos em geral		Veículos por habitante	
	2000	2010	2000*	2010	2000	2010
Belém	1.280.614	1.393.399	131.779	291.799	0,10	0,21
Curitiba	1.587.315	1.751.907	682.441	1.247.998	0,43	0,71
Goiânia	1.093.007	1.302.001	445.167	870.900	0,41	0,67
Uberlândia	501.214	604.013	152.127	311.127	0,30	0,52

Fontes: IBGE (2011a) e DENATRAN (2011)

* Estimado a partir da frota municipal de 2001 e da proporção entre as frotas estaduais de 2000 e 2001.

Houve uma preocupação do coordenador de pesquisa em uniformizar a classificação da disponibilidade e qualidade dos dados, por meio de reuniões e treinamento das equipes das universidades locais que participam do projeto. Essas equipes entraram em contato com instituições locais para o levantamento dos dados disponíveis. Cada equipe catalogou as fontes e os dados disponíveis para o cálculo dos indicadores em cada localidade.

Posteriormente, esses resultados foram encaminhados à coordenação para agregação e análise conjunta. As comparações e avaliações ocorreram em torno das variáveis “disponibilidade” e “qualidade”. Para efeito de análise da qualidade foi estabelecida uma escala mais detalhada, envolvendo níveis intermediários entre a “alta e a média” e a “média e a baixa” qualidades. Esse procedimento e os demais utilizados na análise são descritos na próxima seção, juntamente com os resultados obtidos.

4. AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE E QUALIDADE DOS DADOS

O processo de avaliação da disponibilidade e qualidade dos dados consistiu de levantamento, por parte das equipes locais, das possíveis fontes de informações e de como poderiam ser aproveitadas para o cálculo dos indicadores. A partir da divisão da disponibilidade em curto, médio e longo prazos e da qualidade em alta, média e baixa, procedeu-se a uma análise conjunta dos dados.

Uma primeira análise, relacionada à disponibilidade de dados, foi feita a partir da agregação dos indicadores do conjunto de cidades, separando-os por domínio do IMUS, conforme é apresentado na Figura 1. Pode-se observar que a maior parte dos indicadores pode ser calculada para o curto e o médio prazos. Apenas alguns indicadores dos domínios “Sistemas de Transporte Urbano”, “Modos Não-Motorizados” e “Aspectos Sociais” foram classificados como de obtenção no longo prazo. Os indicadores referentes aos dois primeiros domínios citados dependem de informações sobre escolha modal e características das viagens de cada modo, o que depende, normalmente, de uma pesquisa origem-destino, que falta, por exemplo, à cidade de Curitiba.

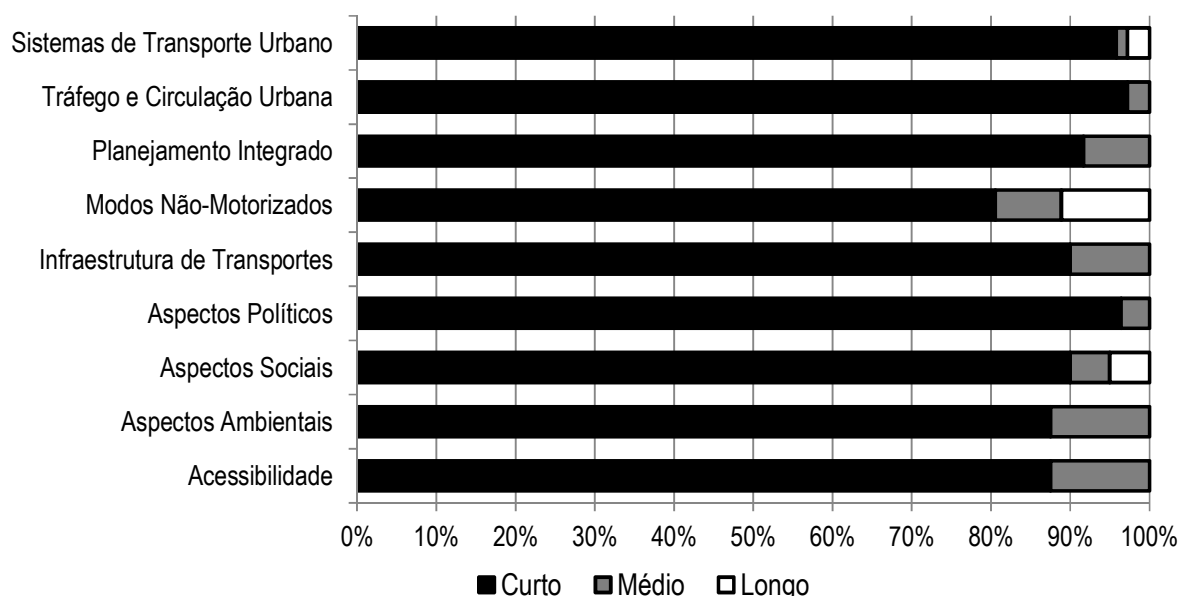


Figura 1: Prazos estimados para obtenção dos dados para o cálculo dos indicadores do IMUS, separados por domínio para as quatro cidades

Agregando-se os dados de outra maneira (Tabela 3), pode-se avaliar e comparar as condições encontradas em cada uma das cidades. A correta interpretação da Tabela 3 pressupõe uma consulta à legenda que aparece no lado direito da mesma. Como as quatro cidades estarão todas sempre representadas nas nove grandes células resultantes dos cruzamentos das colunas A, M e B e das linhas CP, MP e LP, a sua posição relativa obedece à disposição apresentada

na legenda. Aqui se identifica uma vantagem das capitais sobre a cidade de Uberlândia. Elas dispõem de maior quantidade de indicadores para os quais os dados estariam disponíveis no curto prazo.

Quanto à qualidade das informações, a distribuição entre as categorias é menos concentrada, embora exista uma maioria de indicadores para os quais se avalia como bom o nível dos dados disponíveis. Alguns dos dados são provenientes, por exemplo, do Censo Demográfico do IBGE (2011b), de cadastros de veículos e planilhas de cálculos tarifários. São bases de dados que, em geral, apresentam altos padrões de qualidade, inerentes às suas aplicações.

Tabela 3: Percentuais de indicadores classificados segundo a disponibilidade e qualidade dos dados, para as quatro cidades

		Qualidade					
		A		M		B	
Disponibilidade	CP	66%	86%	15%	5%	16%	2%
		63%	61%	25%	5%	3%	18%
	MP	0%	0%	2%	0%	1%	1%
		5%	2%	1%	1%	0%	13%
	LP	0%	0%	0%	0%	0%	6%
		0%	0%	2%	0%	0%	0%

LEGENDA	
Belém	Curitiba
Goiânia	Uberlândia

Em outros casos, como na questão de dados de acidentes de trânsito, não se tem uma qualidade tão grande, embora seja um dado de muita importância para as administrações públicas. Os dados mais diretamente relacionados à acessibilidade, à infraestrutura e à operação dos sistemas de transporte urbano são, normalmente, mais fáceis de obter e de melhor qualidade. A Figura 2 apresenta os resultados agregados por domínio, considerando todas as quatro cidades.

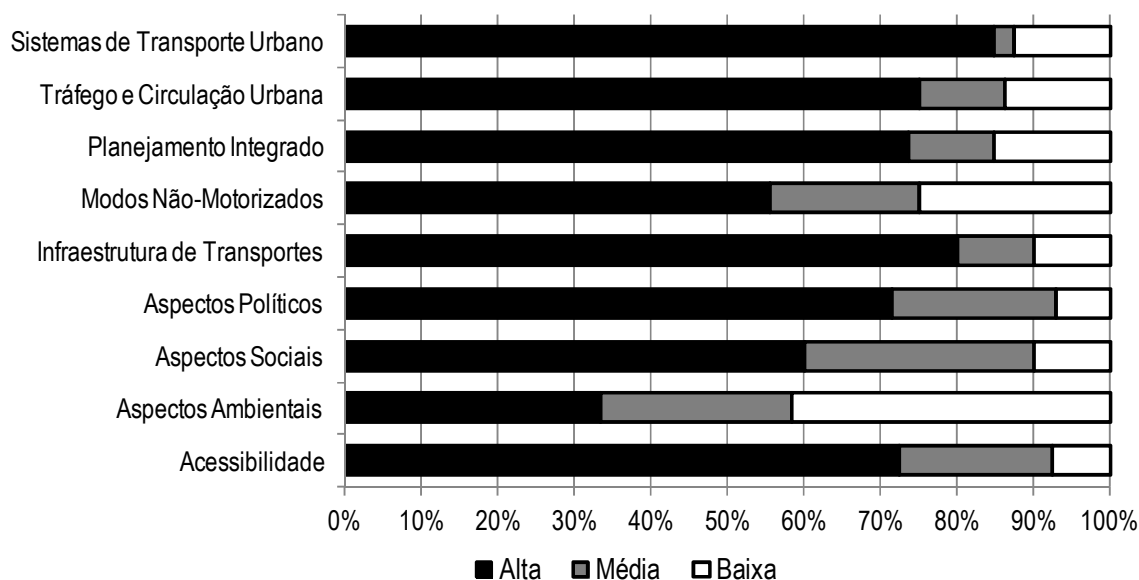


Figura 2: Estimativa da qualidade dos dados para o cálculo dos indicadores do IMUS, separados por domínio para as quatro cidades

A análise da Figura 2 permite constatar que o pior desempenho encontra-se no domínio “Aspectos Ambientais”. Em virtude da dificuldade para obter dados de levantamentos diretos de emissões de poluentes (CO, CO₂ e material particulado) e de níveis de ruído, apela-se para modelos desenvolvidos para outras localidades, o que leva à baixa qualidade da informação.

Naquelas áreas mais “novas”, pelo menos para as instituições e técnicos das áreas ligadas à mobilidade, como são os domínios “Aspectos Sociais” e “Planejamento Integrado”, ainda é baixa a qualidade dos dados disponíveis. O domínio “Modos Não-Motorizados” também carece de uma melhor base de dados, mas tende a melhorar se realmente for colocado em prática o atual discurso de apoio aos modos mais sustentáveis.

Quando se analisa a qualidade dos dados para cada cidade separadamente (Tabela 3), destaca-se o desempenho de Curitiba, com 86 % dos indicadores possuindo dados de boa qualidade. O desempenho das outras duas capitais é semelhante entre elas. Uberlândia se destaca com a maior quantidade de indicadores com baixa qualidade (31 %) de informação. Apesar disso, a maioria dos dados ainda apresenta um padrão aceitável de qualidade.

A Tabela 4 apresenta um resumo da qualidade dos dados, calculando-se uma nota para as informações de cada domínio, separando-se cada uma das cidades. Para o cálculo dessas notas foram atribuídos pesos da seguinte forma: dez para dados de alta qualidade, cinco para os de média qualidade e zero para os de baixa qualidade. Os diferentes tons de cinza que preenchem as células da tabela sinalizam cinco categorias de qualidade: alta (8 a 10), alta-média (6 a 8), média (4 a 6), média-baixa (2 a 4) e baixa (menor que 2 - inexistente neste caso).

Tabela 4: Classificação da qualidade dos dados para cada domínio e cidade

Domínio	Belém	Curitiba	Goiânia	Uberlândia	Todas
Acessibilidade	9,5	9,5	7,0	7,0	8,3
Aspectos Ambientais	5,0	5,0	4,2	4,2	4,6
Aspectos Sociais	7,0	8,0	6,0	9,0	7,5
Aspectos Políticos	5,7	10,0	8,6	8,6	8,2
Infraestrutura de Transportes	7,0	10,0	9,0	8,0	8,5
Modos Não-Motorizados	5,0	6,7	7,2	7,2	6,5
Planejamento Integrado	8,9	10,0	8,9	3,9	7,9
Tráfego e Circulação Urbana	7,2	9,4	8,9	6,7	8,1
Sistemas de Transporte Urbano	7,8	8,9	10,0	7,8	8,6
Todos	7,4	8,9	8,2	6,6	7,8

5. CONCLUSÕES

A julgar pelos resultados encontrados para as cidades analisadas neste estudo, não existem maiores problemas para obtenção dos dados para o cálculo do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável em curto prazo. Neste aspecto, as situações mais desfavoráveis ficaram por conta do domínio “Modos Não-Motorizados” e do tema “Diversificação Modal”, este incluído no domínio “Sistemas de Transporte Urbano”. Nos dois casos, a dificuldade está na necessidade de levantamentos mais sofisticados, e caros, sobre as características das viagens urbanas.

A maior disponibilidade de dados no curto prazo não implica, necessariamente, na boa qualidade da informação. Mesmo assim, as equipes técnicas classificaram, de forma geral, como alta a qualidade dos dados para cinco domínios, entre alta e média para outros três e

apenas o domínio “Aspectos Ambientais” ficou com classificação média. Pesaram nesta última classificação as dificuldades para obtenção de dados sobre poluição atmosférica e sonora.

No geral, pode-se perceber que naquelas cidades nas quais já foram elaborados planos diretores de desenvolvimento urbano, de transportes urbanos, ou de mobilidade urbana, existe uma disponibilidade maior de informações. A cidade de Curitiba foge um pouco à regra, pois nunca elaborou um PDTU “tradicional”, a partir de pesquisa de origem-destino, mas o sistema de transportes tem o devido cuidado no planejamento urbano. Essa disponibilidade também está associada ao porte da localidade. Cidades maiores tendem a ter maiores problemas, inclusive de mobilidade, e para tratar destes monta-se uma estrutura institucional mais completa para cuidar não só da mobilidade, mas também de meio ambiente, uso do solo, infraestrutura e outros.

Outro aspecto a se destacar é a existência de uma quantidade muito grande de dados que são gerados no dia a dia das operações dos sistemas de trânsito e transportes. Muitas cidades já possuem sistema de rastreamento dos ônibus por satélite, detectores de veículos para contagem do volume de tráfego nas vias principais, bases cartográficas atualizadas e outras bases de dados. Isso não significa, no entanto, que esses dados podem ser aplicados ao planejamento de forma imediata e efetiva. É preciso desenvolver ferramentas para organizar os dados e extrair as informações que serão úteis para o cálculo de índices como o IMUS e outros que auxiliem na administração das cidades.

Agradecimentos:

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento da pesquisa, através do Edital MCT/CNPq nº 18/2009 - P&D&I em Transportes, às instituições que disponibilizaram os dados e aos pesquisadores e estudantes que realizaram a coleta e organização dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves da Silva, S. C. (2009) *Mobilidade Urbana Sustentável - O Campus de UTAD*. Dissertação (Mestrado). Universidade de Trás-os Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.
- Bernhardt, J. (2010) *Nachhaltigkeit urbaner Mobilität Indexbildung und Benchmarking - Die Städte Kaiserslautern und Tübingen im Vergleich*. Institut für Mobilität & Verkehr, Technischen Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern.
- Black, J. A.; A. Paez e P. A. Suthanaya (2002) Sustainable Urban Transportation: Performance Indicators and Some Analytical Approaches. *Journal of Urban Planning and Development*, v. 128, n. 4, p. 184-209.
- Black, W. R. (2010) *Sustainable transportation: Problems and solutions*. Guildorf, New York.
- Brasil (2001) *Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257*. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 03/09/2011.
- Brasil (2006) *Gestão integrada da mobilidade urbana: Curso de capacitação*. (Mobilidade e desenvolvimento urbano). Ministério das Cidades, Secretaria de Transporte e da Mobilidade Urbana, Brasília.
- Brasil (2007) *Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana*. (PlanMob: Construindo a Cidade Sustentável). Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana - SeMob, Brasília.
- Costa, M. d. S. (2008) *Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável*. Tese (Doutorado). Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- DENATRAN (2011) *Estatística - Frota*. Departamento Nacional de Trânsito. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 05/09/2011.
- Gudmundsson, H. (2004) Sustainable Transport and Performance Indicators. In: Hester, R. E. e R. M. Harrison (Ed.). *Transport and the Environment - Issues in Environmental Science and Technology*. Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- IBGE (2011a) *IBGE - Cidades@*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 05/09/2011.
- IBGE (2011b) *Censo Demográfico 2010*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: 05/09/2011.

- Litman, T. e D. Burwell (2006) Issues in Sustainable Transportation. *International Journal of Global Environmental Issues*, v. 6, n. 4, p. 331-347.
- Litman, T. (2009) Sustainable Transportation Indicators: A Recommended Research Program For Developing Sustainable Transportation Indicators and Data. In: Anais do *Transportation Research Board 88th Annual Meeting*, Washington, D.C.
- Litman, T. (2011) *Well measured - Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute. Victoria. Disponível em: <<http://www.vtpi.org/wellmeas.pdf>>. Acesso em: 03/09/2011.
- Maclaren, V. W. (1996) Urban Sustainability Reporting. *Journal of the American Planning Association*, v. 62, n. 2, p. 184-202.
- Maffii, S.; A. Martino; A. Sitran e P. Raganato (2010) *Sustainable Urban Transport Plans*. Parlamento Europeu, Transporti e Territorio, Bruxelas.
- May, A. D. e M. Crass (2007) Sustainability in Transport: Implications for Policy Makers. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 2017, p. 1-9.
- Miranda, H. d. F.; M. T. Mancini; M. A. N. d. Azevedo Filho; V. F. B. Alves e A. N. Rodrigues da Silva (2009) Barreiras para a Implantação de Planos de Mobilidade. In: Anais do *XXIII ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Vitória.
- Miranda, H. d. F. (2010) *Mobilidade Urbana Sustentável e o Caso de Curitiba*. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Nicolas, J.-P.; P. Pochet e H. Poimboeuf (2003) Towards Sustainable Mobility Indicators - Application to the Lyons conurbation. *Transport Policy*, v. 10, n. 3, p. 197-208.
- OECD (1999) *Indicators for the Integration of Environmental Concerns into Transport Policies*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- OECD (2007) *The OECD Guide*. Measuring Material Flows and Resource Productivity. Working Group on Environmental Information and Outlooks. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- Poli, C. (2011) *Mobility and Environment - Humanists versus Engineers in Urban Policy and Professional Education*. Springer, New York.
- Pontes, T. F. (2010) *Avaliação da Mobilidade Urbana na Área Metropolitana de Brasília*. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.
- Richardson, B. C. (2005) Sustainable transport: analysis frameworks. *Journal of Transport Geography*, n. 13, p. 29-39.
- Rodrigues da Silva, A. N.; M. D. Costa e M. H. Macedo (2008) Multiple views of sustainable urban mobility: The case of Brazil. *Transport Policy*, v. 15, n. 6, p. 350-360.
- Rodrigues da Silva, A. N.; M. S. Costa e R. A. R. Ramos (2010) Development and application of I_SUM - An index of Sustainable Urban Mobility. In: Anais do *Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington, D.C.
- TRB (2001) Transportation, Energy, and Environmental Policy: Managing Transitions. In: *VIII Biennial Asilomar Conference*. Transportation Research Board, Washington, D.C.
- WCED (1987) *Our Common Future (The Brundtland Report)*. World Commission on Environment and Development. United Nations, New York.
- World Bank (1996) *Sustainable Transport: Priorities for Policy Reform*. The World Bank, Washington, D.C.

Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho (azevedo@det.ufc.br)

Departamento de Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará
Bloco 703, Campus do Pici - Fortaleza, CE

Ana Maria Guerra Serafico Pinheiro (serafico@ufpa.br)

Faculdade de Engenharia Civil, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará
Rua Augusto Corrêa, Guamá - Belém, PA

José Aparecido Sorratini (sorratin@ufu.br)

Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia
Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica - Bloco 1Y - Uberlândia, MG

Márcia Helena Macêdo (marcia.macedo4@gmail.com)

Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás
Praça Universitária s/n. Setor Universitário - Goiânia, GO

Antônio Nelson Rodrigues da Silva (anelson@sc.usp.br)

Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo
Av. do Trabalhador São-carlense, 400 - São Carlos, SP