



**VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE INDICADORES DE MOBILIDADE
URBANA SUSTENTÁVEL NO BRASIL E EM PORTUGAL**

Marcela da Silva COSTA
Doutoranda
Departamento de Transportes
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo
Av. Trabalhador São-carlense, 400
13566-590 São Carlos, SP, Brasil
Tel: +55 16 33739613
Fax: +55 16 33739601
E-mail: marcelac@sc.usp.br

Renata Cardoso MAGAGNIN
Professor Assistente
Departamento de Arquitetura, Urbanismo e
Paisagismo
Faculdade de Arquitetura, Artes e
Comunicação
Universidade Estadual Paulista
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n
Vargem Limpa, Bauru, SP
17.033-360 Brasil
Tel: +55 14 31036059
Fax: +55 14 31036059
E-mail: magagnin@faac.unesp.br

Rui António Rodrigues RAMOS
Professor Auxiliar
Departamento de Engenharia Civil
Escola de Engenharia
Universidade do Minho
Campus de Gualtar, Braga
4710-057 Portugal
Tel: +351 253 604720
Fax: +351 253 604721
E-mail: rui.ramos@civil.uminho.pt

Antônio Néelson Rodrigues da SILVA
Professor Associado
Departamento de Transportes
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo
Av. Trabalhador São-carlense, 400
13566-590 São Carlos, SP, Brasil
Tel: +55 16 33739595
Fax: +55 16 33739601
E-mail: anelson@sc.usp.br

Palavras-chave: indicadores de mobilidade sustentável, disponibilidade de dados, São Carlos, Braga

RESUMO

A variedade e complexidade dos problemas urbanos, em especial os problemas relacionados à mobilidade, têm exigido o desenvolvimento de indicadores capazes de auxiliar na maior compreensão das questões econômicas, sociais e ambientais que afetam a qualidade de vida dos centros urbanos. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade de implementação de um conjunto de indicadores de mobilidade urbana sustentável para a cidade de São Carlos, Brasil, e para a cidade de Braga, Portugal, selecionadas como estudo de caso. O sistema de indicadores de mobilidade sustentável identificado para os dois países é constituído, em sua maioria, por indicadores relacionados à questão dos Transportes e Meio Ambiente, Planejamento Espacial e Gestão da Demanda por Transportes. O sistema inclui ainda indicadores sobre a Gestão da Mobilidade Urbana e Aspectos Socioeconômicos dos Transportes, onde merecem destaque as questões relativas à acessibilidade aos serviços e atividades urbanas. A análise da disponibilidade de dados nos dois países revelou que muitas das informações necessárias para a construção de sistemas de indicadores de mobilidade urbana ainda são de difícil acesso ou mesmo não são produzidas nem coletadas em centros de médio porte. O estudo também revelou a falta de coordenação na produção dos dados, bem como a incompatibilidade entre os existentes. Todas estas questões remetem à necessidade de se desenvolver uma estrutura permanente para coleta e sistematização de dados de modo a contribuir para que os indicadores urbanos se tornem instrumentos efetivos na busca pela mobilidade sustentável em cidades médias brasileiras e portuguesas.

VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NO BRASIL E EM PORTUGAL

M. S. Costa, R. C. Magagnin, R. A. R. Ramos, A. N. R. Silva

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade de implementação de um conjunto de indicadores de mobilidade urbana para a cidade de São Carlos, Brasil, e para a cidade de Braga, Portugal, selecionadas como estudo de caso. A análise da disponibilidade de dados nos dois países revelou que muitas das informações necessárias para a construção de sistemas de indicadores de mobilidade urbana ainda são de difícil acesso ou mesmo não são produzidas nem coletadas em centros de médio porte. O estudo também revelou a falta de coordenação na produção dos dados, bem como a incompatibilidade entre os existentes. Todas estas questões remetem à necessidade de se desenvolver uma estrutura permanente para coleta e sistematização de dados de modo a contribuir para que os indicadores urbanos se tornem instrumentos efetivos na busca pela mobilidade sustentável em cidades médias brasileiras e portuguesas.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de sustentabilidade começa a ganhar importância no processo de planejamento e formulação de políticas públicas, seja em nível nacional, regional ou local, fato estimulado especialmente pelo grande volume de conferências e debates sobre o desenvolvimento sustentável promovidos principalmente a partir da última década do século XX. Nestes eventos, a necessidade de se criar instrumentos para monitorar os esforços em direção ao desenvolvimento sustentável tem sido igualmente abordada. Deste modo, algumas experiências de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade começaram a ser amplamente divulgadas em diversos países, inclusive no Brasil. No entanto, há inúmeros indicadores voltados a monitorar as condições de sustentabilidade em nível “nacional”, mas relativamente poucos orientados à escala “urbana”. A mesma dificuldade existe ao se tentar identificar indicadores específicos para as questões relacionadas à mobilidade.

Iniciativas em identificar indicadores de mobilidade sustentável para cidades médias brasileiras e portuguesas podem ser vistas em Costa (2003), Costa *et al.* (2003) e Costa *et al.* (2004), estudos inseridos em um projeto maior que visa a construção de um Sistema de Apoio à Decisão que contribua para o desenvolvimento sustentável deste grupo de cidades e que integra pesquisadores de Brasil e Portugal. Nestes trabalhos foi identificado um conjunto de indicadores adequados ao contexto das cidades dos dois países, a partir da seleção de experiências nacionais e internacionais de indicadores de sustentabilidade urbana que serviu como referencial para a busca, e avaliação destes por um grupo de especialistas que desenvolviam, no Brasil e em Portugal, atividades ligadas ao planejamento urbano e de transportes. Tais análises permitiram dispor de um conjunto de 24 indicadores, posteriormente reduzido para um total de 19 indicadores (dos 115

submetidos à avaliação) considerados de extrema relevância para os dois países, os quais abrangiam questões como os impactos ambientais dos transportes, estratégias para o gerenciamento da mobilidade urbana, planejamento espacial das cidades e aspectos socioeconômicos dos transportes. No entanto, para que os indicadores identificados possam efetivamente constituir as bases de um sistema de gestão da mobilidade em cidades brasileiras e portuguesas, é necessário ainda investigar a viabilidade de construção dos mesmos com base na disponibilidade de dados e informações para o grupo de cidades analisadas.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade de implementação do conjunto de indicadores de mobilidade urbana sustentável para a cidade de São Carlos, centro de porte médio localizado no interior do estado de São Paulo, Brasil, e para a cidade de Braga, Portugal, selecionadas como estudo de caso. Do mesmo modo, busca-se identificar potenciais fontes de informação nos dois países capazes de subsidiar a construção de sistemas de indicadores de mobilidade, a fim de que estes se tornem instrumentos efetivos para o acompanhamento das mudanças ocorridas nas cidades médias brasileiras e portuguesas no sentido de implementar o conceito de sustentabilidade em nível urbano.

Com o intuito de melhor contextualizar os temas abordados neste trabalho e apresentar a experiência desenvolvida, são discutidos na próxima seção alguns aspectos referentes aos indicadores de sustentabilidade e de mobilidade urbana. Em seguida é resumida a abordagem que culminou com a identificação dos indicadores de mobilidade urbana sustentável para cidades brasileiras e portuguesas, desenvolvida nos trabalhos de Costa (2003), Costa *et al.* (2003) e Costa *et al.* (2004). Na seção 4 é apresentada a análise da disponibilidade de dados e informações para implementação do conjunto de indicadores nas cidades de São Carlos (Brasil) e Braga (Portugal). Por fim na seção 5 são apresentadas algumas considerações sobre o estudo realizado.

2 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE URBANA

Indicadores são instrumentos que reduzem grande quantidade de informação a um número apropriado de parâmetros para a análise e tomada de decisão. Traduzem conceitos abstratos e difíceis de serem mensurados em entidades operacionais e mensuráveis, fornecendo uma informação sintética sobre determinado fenômeno. Sua utilização permite revelar condições e tendências, apontando aspectos deficientes ou aqueles que necessitam de intervenção.

Os indicadores possuem múltiplas finalidades. Agregados através de métodos aritméticos ou regras de decisão possibilitam a construção de índices que podem simplificar ainda mais alguns parâmetros complexos. Dentre as inúmeras aplicações de índices e indicadores podem ser citadas: alocação de recursos; comparação entre diferentes áreas geográficas; análises de tendências no tempo e no espaço; informação ao público e investigação científica (Gomes, 2000).

A variedade e complexidade dos problemas urbanos, em especial os problemas relacionados à mobilidade, têm exigido o desenvolvimento de instrumentos capazes de auxiliar para a maior compreensão das questões econômicas, sociais e ambientais, bem como para o conhecimento das características e especificidades dos centros urbanos. Neste nível, os indicadores provêm informação que pode ser utilizada para a proposição de planos e políticas que visam a melhoria da qualidade de vida da população. O processo de

desenvolvimento de indicadores constitui ainda uma etapa importante para a construção do conceito de sustentabilidade urbana, permitindo à comunidade uma maior compreensão do referencial adotado, além do acompanhamento dos progressos realizados nesta direção. Um grande número de indicadores urbanos pode ser desenvolvido. No entanto, o tamanho do sistema e sua estrutura irão depender de fatores como: os objetivos e metas que se deseja alcançar; a audiência ou público ao qual se destina; a relevância dos indicadores para o contexto ao qual se aplicam e, sem dúvida, a disponibilidade de dados e informações para a construção dos indicadores selecionados.

No que diz respeito à mobilidade urbana, os indicadores tradicionais amplamente utilizados, tendem a enfatizar somente a eficiência econômica dos sistemas de transportes, deixando em segundo plano outras questões fundamentais para a sustentabilidade. Neste sentido, a seleção de indicadores de mobilidade deve levar em consideração os objetivos específicos estabelecidos em determinado nível. Dentre estes objetivos podem se destacar preocupações ambientais, preocupações com o maior equilíbrio da divisão modal, melhor aproveitamento da infra-estrutura, introdução de novas tecnologias, entre outros. No entanto, ainda que aspectos específicos mereçam destaque por uma determinada comunidade, em virtude de suas características ou mesmo pelas deficiências que possam apresentar, uma visão integrada que relacione também questões como uso e ocupação do solo, crescimento e distribuição da população e das atividades urbanas, aspectos econômicos, sociais e ambientais, devem sempre estar presentes no desenvolvimento de indicadores de mobilidade urbana. Deve-se considerar também que a sustentabilidade, assim como a mobilidade sustentável, permanecem conceitos influenciados por fatores como localização geográfica, estágio de desenvolvimento econômico e interesses específicos de cada comunidade em particular, o que irá refletir diretamente no processo de identificação de indicadores urbanos. Com base nesta premissa, estudos como o de Costa (2003), Costa *et al.* (2003) e Costa *et al.* (2004) procuraram identificar indicadores de mobilidade adequados ao contexto das cidades brasileiras e portuguesas, selecionadas para estudo. A abordagem desenvolvida nestes estudos, bem como o sistema de indicadores de mobilidade obtido, os quais são objeto de uma análise mais detalhada neste trabalho, são apresentados na próxima seção deste documento.

3 SELEÇÃO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL PARA CIDADES BRASILEIRAS E PORTUGUESAS

O processo de identificação de indicadores de mobilidade sustentável para cidades brasileiras e portuguesas, apresentado de forma detalhada nos estudos de Costa (2003), Costa *et al.* (2003) e Costa *et al.* (2004), compreendeu, primeiramente, uma seleção de indicadores de sustentabilidade apresentados em experiências nacionais e internacionais. Buscou-se através deste procedimento estabelecer um referencial teórico para a mobilidade urbana sustentável, uma vez que os elementos e indicadores selecionados a partir destas experiências permitiriam revelar os principais atributos e características que devem ser monitorados no sentido de promover o conceito. Ao todo foram analisados dezesseis sistemas de indicadores, desenvolvidos para diferentes escalas e contextos, os quais incluíam diferentes dimensões da sustentabilidade. Como não poderia deixar de ser, sistemas específicos voltados a monitorar a questão dos transportes e mobilidade também foram incluídos nesta seleção.

Uma estrutura constituída por cinco **Categorias** principais, vinte **Temas** (quatro por categoria), cada um contendo um conjunto de **Palavras-chave** representativas, foi utilizada para agregar todos os elementos relacionados à questão da mobilidade urbana identificados com base no conjunto de experiências selecionadas. Esta estrutura, apresentada na Figura 1, constitui o referencial utilizado para a busca dos indicadores.

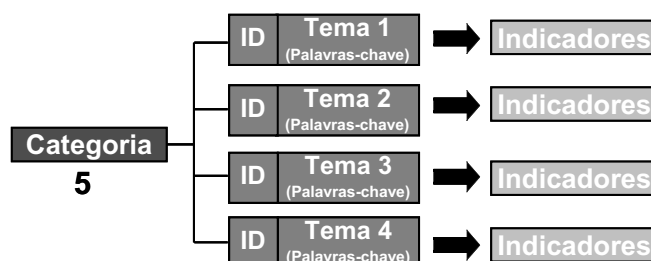


Fig. 1 Referencial para a busca de indicadores de mobilidade urbana

Para cada item foi atribuído um **Identificador (ID)** representando a Categoria e o Tema a que pertence. O ID foi utilizado em uma etapa posterior para agrupar os indicadores dos diferentes sistemas dentro dos novos Temas e Categorias determinados no estudo. Deste modo, ao identificar um indicador que continha determinada palavra-chave ou expressão, este era classificado no Tema correspondente, atribuindo-lhe seu respectivo ID. Através deste procedimento foi identificado um conjunto de 465 indicadores relacionados à questão da mobilidade, do total de 1350 que foram identificados nas experiências nacionais e internacionais consultadas. Uma vez que muitos dos indicadores selecionados nesta etapa constituíam medidas semelhantes entre si ou eram totalmente inadequados para serem aplicados no nível urbano, uma nova seleção foi realizada a fim de estabelecer um conjunto mínimo que pudesse ser submetido à avaliação de especialistas do Brasil e Portugal. Com base nesta nova seleção, o conjunto a ser avaliado foi reduzido para 115 indicadores.

Todos os critérios (Categorias, Temas e Indicadores de mobilidade) foram submetidos à avaliação por profissionais e especialistas brasileiros e portugueses, com o objetivo de estabelecer sua importância relativa para a monitoração da mobilidade urbana. Toda a avaliação foi desenvolvida com base no Processo Analítico Hierárquico – AHP (ver Saaty, 1980), resultando em pesos para cada elemento considerado. A partir dos pesos obtidos para todos os critérios (Categorias, Temas e Indicadores) foram gerados *scores* ou valores finais para cada um dos 115 indicadores avaliados. Ou seja, os pesos resultantes para cada critério ou nível de informação foram combinados de modo a gerar um valor final que traduz prioridades para o conjunto de indicadores, considerando de forma particular os resultados obtidos para Brasil e Portugal e, ainda, para os dois países simultaneamente.

Para cada conjunto de *scores* foram extraídos a média e o desvio padrão. Com base nestes parâmetros foram identificados: os grupos de indicadores com menores *scores* para Brasil e Portugal, sugeridos para serem desconsiderados em uma proposta final para cada país em particular; os grupos de indicadores com maiores *scores* para Brasil (52 indicadores) e Portugal (39 indicadores), considerados como pontos importantes no sentido de desenvolver sistemas de indicadores de mobilidade sustentável para cada país em particular e os grupos de indicadores com maiores *scores*, comuns para Brasil e Portugal. Este último grupo, composto por 24 indicadores, constitui, portanto, as bases para o desenvolvimento de um sistema de indicadores de mobilidade sustentável aplicável no

contexto dos dois países. A estrutura apresentando as Categorias, Temas e Indicadores que constituem este sistema é mostrada na Tabela 1. Nesta tabela, as categorias foram identificadas por letras, da seguinte maneira: Categoria A - Transportes e Meio Ambiente; Categoria G - Gestão da Mobilidade Urbana; Categoria P - Planejamento Espacial e Demanda por Transportes; e, Categoria S - Aspectos Socioeconômicos dos Transportes.

Tabela 1 Sistema de indicadores de mobilidade sustentável para Brasil e Portugal

Categoria	ID	Tema	N	Indicador
			1	Fragmentação de terras e florestas
	A2	Impactos ambientais	2	Impactos do uso do automóvel
			3	Resíduos gerados por veículos rodoviários
			4	Dias por ano em que os padrões de qualidade do ar não são atendidos
			5	Emissão de gases acidificantes pelos transportes
A	A3	Qualidade do ar	6	Emissão de gases que geram o efeito estufa pelos transportes
			7	Emissões causadas pelos transportes e intensidade das emissões
			8	População exposta à poluição do ar pelos transportes
			9	Poluição sonora
	A4	Ruído de tráfego	10	População exposta ao ruído acima de 65 dB(A) causado pelos transportes
			11	Ruído de tráfego: exposição e incômodo
	G5	Despesas/Investimentos/ Estratégias econômicas	12	Investimentos em infra-estrutura de transportes
	G6	Gerenciamento/Monitoração	13	Gerenciamento efetivo do tráfego/Fiscalização
			14	Sistemas para monitoração dos transportes e meio ambiente
	G8	Medidas para o incremento da mobilidade urbana	15	Desenvolvimento de planos municipais para a redução das viagens
			16	Acessibilidade ao centro
	P13	Acesso aos serviços e atividades urbanas	17	Acesso aos serviços básicos
			18	Acesso aos serviços de transportes
	P14	Desenvolvimento urbano/ Uso do solo	19	Planejamento do uso do solo urbano
	P15	População urbana	20	Densidade populacional
			21	Taxa de crescimento da população
	P16	Viagens/Deslocamentos	22	Mobilidade local e passageiros transportados
			23	Acidentes fatais de transportes
S	S19	Segurança	24	Segurança e proteção de vias residenciais

Definida a estrutura de indicadores de mobilidade sustentável comum a Brasil e Portugal, na seção seguinte é feita a caracterização do sistema e a identificação dos dados básicos necessários para a construção dos indicadores propostos.

3.1 Caracterização do sistema de indicadores de mobilidade sustentável

O sistema de indicadores de mobilidade sustentável identificado para Brasil e Portugal, é constituído, em sua maioria, por indicadores relacionados à questão dos Transportes e Meio Ambiente, Planejamento Espacial e Gestão da Demanda por Transportes, contemplando quatro das cinco categorias avaliadas e onze dos vinte Temas considerados nos trabalhos de Costa (2003), Costa *et al.* (2003) e Costa *et al.* (2004). O sistema inclui ainda indicadores sobre Gestão da Mobilidade Urbana e Aspectos Socioeconômicos dos Transportes, onde merecem destaque questões relativas à acessibilidade aos serviços e atividades urbanas. Para os dois países foi desconsiderada a Categoria Infra-estrutura e Tecnologias de Transportes por incluir os indicadores que obtiveram os menores *scores* com base na avaliação feita por especialistas dos dois países.

Com o objetivo de investigar a viabilidade de construção deste conjunto de indicadores para as cidades de São Carlos (Brasil) e Braga (Portugal), selecionadas como estudo de caso, foi feita primeiramente uma revisão dos conceitos e definições de cada indicador. Foram utilizadas as informações disponíveis nos sistemas que constituíram o referencial

teórico para a busca de indicadores. Estas informações incluíam, entre outras, o significado e relevância da medida, a especificação e o método de coleta dos dados estatísticos, o processo de cálculo dos indicadores e as metas e limites a serem observados (ver, por exemplo, UNCHS, 1996; UNCSD, 2001; EEA, 2002).

Este processo permitiu uma análise pormenorizada dos indicadores e a identificação dos dados necessários para sua construção. Ao mesmo tempo acabou por revelar que algumas das medidas propostas necessitavam ainda de pequenas adaptações para serem aplicáveis ao contexto urbano, ou ainda, alguns indicadores que apresentaram grande semelhança entre si poderiam ser agregados em uma medida única, simplificando ainda mais o sistema. Assim alguns indicadores foram redefinidos considerando a dimensão urbana e outros foram agregados, reduzindo o tamanho final do sistema. O sistema final obtido, já com as devidas adaptações, bem como a definição de cada um dos indicadores que o constitui é apresentado na Tabela 2. Esta inclui também a identificação dos dados necessários para formulação de cada um dos indicadores de mobilidade sustentável.

Tabela 2 Caracterização do sistema de indicadores de mobilidade sustentável

N	Indicador	Definição	Dados
1	Fragmentação de bairros e comunidades	Fragmentação de bairros e comunidades pela construção de infra-estrutura de transportes. Tamanho médio de áreas urbanas contíguas, não cortadas por infra-estrutura de transportes como rodovias ou vias de trânsito rápido.	Mapa da área urbana dividida em zonas; mapa do sistema viário com classificação das vias.
2	Resíduos gerados por veículos rodoviários	Número de veículos descartados anualmente e toneladas de resíduos de pneus tratados anualmente. Séries temporais para acompanhar a evolução destes indicadores.	Números de veículos descartados por ano; toneladas de resíduos de pneus reciclados.
3	Dias por ano em que os padrões de qualidade do ar não são atendidos	Número de dias por ano em que a concentração média de poluentes atmosféricos (CO, NO ₂ , O ₃ , SO ₂) ultrapassam os padrões especificados pelos órgãos de controle e fiscalização.	Concentrações médias dos principais poluentes atmosféricos; parâmetros de controle da qualidade do ar.
4	Emissões causadas pelos transportes e intensidade das emissões	Emissões de CO ₂ , CO, NO _x , VOC e SO _x , percentagem do total de emissões, intensidade de emissões per capita. Emissões para o tráfego rodoviário por unidade de volume de tráfego.	População urbana; frota veicular municipal dividida em categorias (moto, passeio, micro-ônibus e ônibus), consumo de combustível por veículo, fatores médios de emissão por tipo de veículo/combustível.
5	População exposta à poluição do ar causada pelos transportes	Percentagem da população exposta a padrões inferiores de qualidade do ar devido a emissões causadas pelos transportes.	Distribuição da população urbana; concentração de poluentes atmosféricos.
6	Ruído de tráfego: exposição e incômodo	População total (ou percentagem da população total) exposta a níveis de ruído de tráfego causados pelo modo rodoviário nos seguintes níveis:(dBA): 45-55; 55-65; 65-75 e >75. Existência e nível de implementação de planos de controle de ruído.	Mapa da área urbana dividida em zonas; população por zona; mapa do sistema viário com classificação das vias; mapas de ruído de tráfego ou medidas do ruído produzido nas principais vias da cidade (pontos de medição).Existência de medidas ou estratégias visando a redução do ruído ambiental.
7	Investimentos em infra-estrutura de transportes	Capital anual investido em infra-estrutura para o automóvel privado, transporte coletivo, bicicleta e vias para pedestres (construção e manutenção).	Investimentos públicos e privados em infra-estrutura de transportes.
8	Gerenciamento efetivo do tráfego/fiscalização	Existência de sistemas de gerenciamento do tráfego urbano e fiscalização.	Disponibilidade de sistemas de gerenciamento de tráfego; programas de controle e fiscalização; medidas e tecnologias adotadas.
9	Sistemas para a monitoração dos transportes e meio ambiente	Existência de instrumentos municipais (indicadores ou sistemas de indicadores) para a monitoração do progresso e eficiência das políticas para o setor de transportes e impactos no meio ambiente.	Estatísticas regulares sobre transportes e mobilidade e impactos no meio ambiente.
10	Desenvolvimento de planos municipais para a redução das viagens	Existência e tipo de medidas adotadas para a redução do número de deslocamentos na área urbana ou redução das distâncias de deslocamento (uso misto do solo, estratégias para a melhor distribuição de empregos e serviços).	Dispositivos legais (legislação urbana).
11	Acessibilidade ao centro	Tempo médio de todas as viagens feitas para o centro da cidade.	Mapa do sistema viário da cidade; matriz origem/destino.
12	Acesso aos serviços básicos	Número de empregos, estabelecimentos de ensino e comércio localizados em áreas acessíveis até uma hora de caminhada das zonas mais densamente ocupadas.	Mapa da área urbana dividida em zonas; número de empregos, estabelecimentos de ensino e comércio por zona.
13	Acesso aos serviços de transportes	Número de domicílios (ou percentagem do total) que possui automóvel privado.	População urbana; dados domiciliares (dimensão, número de moradores, renda); frota veicular do município.
14	Planejamento do uso do solo urbano	Existência e ano de criação de legislação específica sobre o uso do solo urbano (perímetro urbano, parcelamento do solo, zoneamento, áreas de interesse especial, código de obras, plano diretor de transporte urbano e outros instrumentos).	Dispositivos legais (legislação urbana).
15	Densidade populacional	População total dividida pela área considerada.	População urbana dividida em zonas; mapa da área urbana dividido em zonas.
16	Taxa de crescimento da população	A taxa de crescimento da população entre dois instantes de tempo (t1 e t2) é calculada como uma taxa de crescimento exponencial, expressa em percentagem por ano.	Dados censitários (nascimentos, mortes, migrações).
17	Mobilidade local e passageiros transportados	Número de viagens diárias e tempo gasto per capita por tipo de viagem e modo de transporte. Distância média per capita por tipo de viagem e modo de transporte.	Mapa da cidade dividido em zonas; matriz origem destino.
18	Acidentes fatais de transportes	Número de acidentes fatais e lesões graves causados pelo transporte rodoviário por ano.	Estatísticas de acidentes de trânsito na área urbana.
19	Segurança e proteção para as vias residenciais	Existência de medidas para assegurar o conforto e segurança em vias residenciais: sinalização, fiscalização e cruzamentos para pedestres.	Medidas para moderação de tráfego, segurança viária, instrumentos legais e operacionais.

4 ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE DADOS

Após a caracterização do sistema e a definição dos parâmetros necessários para a construção dos indicadores, a etapa seguinte contemplou a análise da disponibilidade de dados e informações no âmbito das cidades abrangidas pela pesquisa, a qual é descrita de forma detalhada na próxima seção. Nesta seção é feita também a identificação das fontes de informação, cuja busca não abrangeu somente órgãos ou instituições dos municípios analisados, como também fontes em outros níveis que pudessem contribuir com subsídios para o desenvolvimento do sistema proposto.

Antes de se proceder a análise da disponibilidade de dados para o desenvolvimento do sistema de indicadores de mobilidade é necessário, primeiramente, realizar uma breve caracterização das cidades selecionadas para estudo e para as quais o sistema é proposto.

Localizada no centro do estado de São Paulo e conhecida como importante pólo científico e tecnológico do Brasil, a cidade de São Carlos experimentou nas últimas décadas um intenso crescimento, situação semelhante a de muitos outros centros de porte médio brasileiros. Com população aproximada de 192 mil habitantes (IBGE, 2000), São Carlos apresenta hoje uma grande pressão por infra-estrutura de diferentes naturezas, dentre elas o transporte. A cidade se destaca por abrigar importantes centros de ensino e pesquisa tais como: um campus da Universidade de São Paulo, a Universidade Federal de São Carlos, o Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste e o Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária mantidos pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), além de inúmeras empresas de alta tecnologia que reforçam ainda mais o caráter de pólo de desenvolvimento científico e tecnológico do país.

Já o concelho de Braga, localizado no distrito de Braga, região norte de Portugal, e com uma população de aproximadamente 165 mil habitantes (INE, 2001), em que na cidade de Braga se concentram 110 mil habitantes, destaca-se no contexto da região por possuir uma importante universidade a nível nacional, Universidade do Minho, que possui uma comunidade universitária de aproximadamente 13100 usuários, em 2000, os quais se dividem em 12000 alunos, 800 docentes e 300 funcionários. Complementarmente, e em parte motivado pela existência da Universidade, a cidade possui uma atividade econômica diversificada principalmente associada a áreas tecnológicas e de serviços.

Para as duas cidades foi realizada uma busca por dados e informações que pudessem subsidiar o desenvolvimento dos indicadores de mobilidade apresentados neste trabalho. Esta busca, no entanto, não se restringiu a identificação de fontes ou dados produzidos somente no âmbito dos municípios abrangidos pela pesquisa. Buscou-se, inicialmente, identificar todas as prováveis fontes de informação para a construção dos indicadores, sejam estas órgãos gestores em escala nacional, estadual (ou no nível das regiões, ou distritos, como é o caso de Portugal), instituições de ensino e pesquisa, agências de regulamentação e fiscalização e demais entidades ligadas ao setor de transportes. Além disso, foi realizada uma conferência de dados (ou *checklist*) para as cidades de São Carlos e Braga buscando identificar quais os dados e informações que poderiam ser disponibilizados pelas suas respectivas administrações municipais.

Para a cidade de São Carlos, a pesquisa começou com a identificação das fontes de dados para a construção dos indicadores ambientais. No que diz respeito aos indicadores relacionados aos resíduos gerados por veículos rodoviários, incluindo aí o descarte de veículos e pneus, sua reciclagem ou reaproveitamento, algumas entidades ou associações,

como é o caso da ANIP (Associação Nacional de Indústria de Pneumáticos), CEMPRE (Compromisso Empresarial para a Reciclagem), e de órgãos do governo como é o caso do GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes) disponibilizam uma série de dados sobre estas questões, no entanto, estes estão contabilizados em nível nacional, não havendo informações específicas para os municípios brasileiros. Do mesmo modo, o município de São Carlos não dispõe destas informações, dada a complexidade e dificuldade em obtenção destes dados. Sobre os indicadores relacionados às questões das emissões causadas pelos transportes, a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental ligada à Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo) mantém 29 estações medidoras da qualidade do ar espalhadas pela região metropolitana de São Paulo, Cubatão, Campinas, São José dos Campos, Sorocaba e Paulínia não abrangendo, portanto, o município de São Carlos, para o qual não é produzida qualquer informação referente à qualidade do ar. Da mesma forma, para os indicadores de ruído de tráfego, não foram encontradas no momento informações que pudessem subsidiar a construção dos mesmos na cidade de São Carlos.

No que diz respeito aos indicadores sobre gestão da mobilidade urbana, a Prefeitura Municipal dispõe de dados relativos aos investimentos em infra-estrutura de transportes, porém, no que se refere aos demais mecanismos sugeridos no sistema, estes ainda não foram implementados na cidade de São Carlos até o presente momento.

Quanto aos indicadores sobre Planejamento Espacial de Demanda por Transportes grande parte dos dados necessários ao desenvolvimento dos mesmos são disponibilizados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Prefeitura Municipal e pela ACISC (Associação Comercial e Industrial de São Carlos). Foi observada, no entanto, a ausência de informações necessárias para a construção de alguns indicadores de acessibilidade e mobilidade urbana, principalmente no que se refere às características dos deslocamentos efetuados na área. A cidade dispõe atualmente apenas de uma Matriz de Transporte Público desenvolvida no ano de 2001, que supre somente em parte as informações necessárias para o desenvolvimento deste grupo de indicadores.

Finalmente, para os indicadores relacionados aos acidentes causados pelos transportes e à segurança viária, os dados estatísticos podem ser obtidos junto à Polícia Militar ou no Departamento Municipal de Trânsito e ainda, avaliados os mecanismos adotados pela própria Prefeitura Municipal visando maior segurança especialmente das vias residenciais da cidade.

No caso da cidade de São Carlos cabe destacar ainda a importância dos centros de ensino e pesquisa situados na cidade, em especial a Escola de Engenharia de São Carlos e a Universidade Federal de São Carlos que, através de seus estudos e pesquisas têm contribuído para o preenchimento de algumas lacunas existentes no que diz respeito às informações sobre transportes e mobilidade na cidade. Um resumo das informações obtidas para a cidade de São Carlos é apresentado na Tabela 3. Nela é indicada a viabilidade de construção do indicador e citados os órgãos ou instituições que disponibilizam no presente momento as informações necessárias para o desenvolvimento do mesmo.

Para a cidade de Braga (Portugal), a busca por dados começou pela identificação das informações disponíveis e geridas pelo próprio município e por entidades nacionais. Relativamente aos indicadores relacionados aos resíduos gerados por veículos rodoviários, incluindo aí o descarte de veículos e pneus, sua reciclagem ou reaproveitamento, não existe uma base estatística que permita organizar estas informações para Braga. Esta dificuldade

é resultado da inexistência a nível municipal de um inventário associado aos veículos ou aos pneus. A única forma de obter alguma informação seria recolher os dados relativos ao registo de automóveis em Braga, na Conservatória de Registo Automóvel, e procurando contactar as empresas de venda de pneus, de modo a obter o número de vendas anuais. Pode-se, no entanto, considerar que estes processos são complexos e não garantem resultados confiáveis, em parte devido à elevada mobilidade dos proprietários dos veículos.

Tabela 3 Resumo das informações obtidas para a cidade de São Carlos

N	Indicador		Fontes de Dados
1	Fragmentação de bairros e comunidades	✓	Prefeitura Municipal, Departamento de Transportes - EESC
2	Resíduos gerados por veículos rodoviários	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
3	Dias por ano em que os padrões de qualidade do ar não são atendidos	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
4	Emissões causadas pelos transportes e intensidade das emissões	✓	Estimativas podem ser feitas com base em dados sobre frota veicular e em fatores médios de emissão por tipo de veículo/combustível
5	População exposta à poluição do ar causada pelos transportes	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
6	Ruído de tráfego: exposição e incômodo	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
7	Investimentos em infra-estrutura de transportes	✓	Prefeitura Municipal de São Carlos
8	Gerenciamento efetivo do tráfego/fiscalização	✓	Prefeitura Municipal de São Carlos
9	Sistemas para a monitoração dos transportes e meio ambiente	✓	O indicador pode ser desenvolvido, no entanto, a Prefeitura Municipal de São Carlos não dispõe destes mecanismos no presente momento
10	Desenvolvimento de planos municipais para a redução das viagens	✓	O indicador pode ser desenvolvido, no entanto, a Prefeitura Municipal de São Carlos não dispõe destes mecanismos no presente momento
11	Acessibilidade ao centro	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
12	Acesso aos serviços básicos	✓	Prefeitura Municipal de São Carlos, ACISC
13	Acesso aos serviços de transportes	✓	Prefeitura Municipal de São Carlos, IBGE
14	Planejamento do uso do solo urbano	✓	Prefeitura Municipal de São Carlos
15	Densidade populacional	✓	Prefeitura Municipal de São Carlos, IBGE
16	Taxa de crescimento da população	✓	IBGE
17	Mobilidade local e passageiros transportados	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
18	Acidentes fatais de transportes	✓	Polícia Militar, Departamento Municipal de Trânsito
19	Segurança e proteção para as vias residenciais	✓	O indicador pode ser desenvolvido, no entanto, a Prefeitura Municipal de São Carlos não dispõe destes mecanismos no presente momento

Sobre os indicadores relacionados a concentração de poluentes atmosféricos, a cidade de Braga possui, desde maio de 2004, duas estações permanentes de medição da qualidade do ar. O Instituto do Ambiente promove avaliações pontuais da qualidade do ar em algumas cidades portuguesas, disponibilizando as informações em uma base de dados *online* (ver <http://www.qualar.org>). É, portanto, possível avaliar a qualidade do ar na cidade de Braga e identificar os períodos em que são ultrapassados os respectivos valores padrão. No entanto, como as estações permanentes são apenas duas, não é possível detalhar especialmente as concentrações de poluentes e assim avaliar qual a população exposta. Em Portugal, algumas cidades começam também a desenvolver campanhas de avaliação de ruído, normalmente associadas ao desenvolvimento de novos planos municipais de urbanização. Esta é a situação que ocorre em Braga, ou seja, quando é desenvolvido um projeto para novas construções é realizado um mapa de ruído para avaliar o ambiente acústico existente no local. Mas, o somatório dos estudos já realizados em Braga não tem cobertura para toda a cidade. Portanto, como a informação necessária para construir os indicadores associados à avaliação do ruído não está disponível para toda a cidade, não é possível, de imediato,

desenvolver esses indicadores. Contudo, é possível fazer estimativas recorrendo a *software* de previsão de ruído em contexto urbano, tendo por base, principalmente, dados de contagens de tráfego.

No que diz respeito aos indicadores sobre gestão da mobilidade urbana, o município de Braga, assim como o de São Carlos, dispõe apenas de dados relativos aos investimentos em infra-estrutura de transportes. No entanto, como parte dos investimentos efetuados em Braga são suportados pelo governo nacional, parte dos dados tem que ser recolhido no Instituto de Estradas de Portugal.

Com relação aos dados necessários à construção dos indicadores sobre Planeamento Espacial e Demanda por Transportes, a sua maioria, é recolhida e organizada pelo Instituto Nacional de Estatística. No entanto, é de salientar a ausência de informações necessárias para a construção de alguns indicadores de acessibilidade e mobilidade urbana, principalmente no que se refere às características dos deslocamentos efetuados na zona urbana. A respeito dos deslocamentos diários, o único dado disponível foi recolhido durante o recenseamento da população e identifica o local, ao nível da freguesia, de residência e de trabalho de cada cidadão. Poderá assumir-se, contudo, que será possível realizar um estudo para gerar uma matriz de origem-destinos sobre a rede de transportes públicos da cidade, que no caso de Braga é de gestão municipal.

Os dados necessários para os indicadores relacionados aos acidentes causados pelos transportes podem ser obtidos através da Polícia de Segurança Pública de Braga, contudo, em um formato bruto, obrigando a um tratamento posterior da localização espacial e tipo de ocorrência associado a cada registro. No que se refere à segurança viária, informações podem ser obtidas no município, uma vez que é ele que gere o tráfego e define medidas de segurança na zona urbana. No entanto, algumas das vias de inserção na zona urbana são gerenciadas pelo Instituto de Estradas de Portugal, que possui a jurisdição sobre as vias da rede nacional. Observa-se assim, que as medidas das duas entidades nem sempre são coincidentes, o que poderá dificultar a sistematização de alguns dos dados necessários.

Semelhante à Tabela 3, a Tabela 4 apresenta os resultados da busca por informações para a cidade de Braga, indicando a viabilidade de construção de cada indicador e as respectivas fontes de dados para seu desenvolvimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou avaliar a viabilidade de implantação de um sistema de indicadores de mobilidade urbana para cidades brasileiras e portuguesas com base na disponibilidade de dados para a construção do sistema proposto. Este sistema, resultante de um trabalho de consulta realizado a diversos profissionais e especialistas que exercem atividades ligadas ao planeamento urbano e de transportes, contempla dezenove indicadores que refletem algumas das principais preocupações relacionadas à mobilidade sustentável em cidades brasileiras e portuguesas.

A busca por dados para construção do sistema nas cidades de São Carlos (Brasil) e Braga (Portugal) revelou a dificuldade em se obter informações precisas sobre as condições de mobilidade nestes centros urbanos, situação que pode se repetir em outros centros de porte médio brasileiros e portugueses. Tal dificuldade reside, principalmente, no fato de muitas das informações fundamentais para o desenvolvimento do sistema não serem produzidas ou coletadas pelas próprias municipalidades. Neste sentido, quando se buscam dados em

fontes diversas à administração municipal, questões como a multiplicidade de agências, instituições e órgãos que produzem o mesmo tipo de informação, a falta de precisão dos dados apresentados e a incompatibilidade dos mesmos, principalmente devido ao nível de agregação, representam outras dificuldades a serem enfrentadas para a construção de indicadores urbanos.

Tabela 4 Resumo das informações obtidas para a cidade de Braga

N	Indicador		Fontes de Dados
1	Fragmentação de bairros e comunidades	✓	Câmara Municipal de Braga
2	Resíduos gerados por veículos rodoviários	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
3	Dias por ano em que os padrões de qualidade do ar não são atendidos	✓	Instituto do Ambiente
4	Emissões causadas pelos transportes e intensidade das emissões	✓	Estimativas podem ser feitas com base em dados de contagem de tráfego e em fatores médios de emissão por tipo de veículo
5	População exposta à poluição do ar causada pelos transportes	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
6	Ruído de tráfego: exposição e incômodo	✓	Estimativas podem ser feitas com base em dados de contagem de tráfego
7	Investimentos em infra-estrutura de transportes	✓	Câmara Municipal de Braga e Instituto de Estradas de Portugal
8	Gerenciamento efetivo do tráfego/fiscalização	✓	Câmara Municipal de Braga
9	Sistemas para a monitoração dos transportes e meio ambiente	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
10	Desenvolvimento de planos municipais para a redução das viagens	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
11	Acessibilidade ao centro	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
12	Acesso aos serviços básicos	✓	Câmara Municipal de Braga, Instituto Nacional de Estatística
13	Acesso aos serviços de transportes	✓	Câmara Municipal de Braga, Instituto Nacional de Estatística
14	Planejamento do uso do solo urbano	✓	Câmara Municipal de Braga,
15	Densidade populacional	✓	Instituto Nacional de Estatística
16	Taxa de crescimento da população	✓	Instituto Nacional de Estatística
17	Mobilidade local e passageiros transportados	✗	Não foram encontrados dados que permitam a construção do indicador
18	Acidentes fatais de transportes	✓	Polícia de Segurança Pública – Comando de Braga
19	Segurança e proteção para as vias residenciais	✓	Câmara Municipal de Braga, Instituto de Estradas de Portugal

Em ambas as cidades foi observada maior dificuldade em dispor de dados para o desenvolvimento de indicadores ambientais, principalmente àqueles relacionados aos resíduos gerados por veículos rodoviários e ruído, não havendo qualquer tipo de informação que pudesse subsidiar a construção destes indicadores. No caso das emissões de poluentes a situação é um pouco diferente, Braga possui duas estações permanentes de medição de concentrações de poluentes, no entanto, São Carlos não tem qualquer medição.

Constata-se também uma grande deficiência de informações a respeito dos padrões de deslocamento intra-urbano. Tanto em São Carlos como em Braga isso se deve, fundamentalmente, à ausência de uma Matriz Origem/Destino que permita uma análise mais detalhada de aspectos como acessibilidade, tempos de deslocamento e divisão modal em ambas as cidades.

Embora tenham sido encontradas dificuldades para a obtenção dos dados necessários, pode-se afirmar que o sistema de indicadores proposto é viável para ser implementado em cidades médias brasileiras e portuguesas, ressaltando, no entanto a ausência quase que total

de dados para a construção dos indicadores ambientais. Finalmente deve-se destacar a necessidade de se desenvolver uma estrutura permanente e coordenada para coleta e sistematização de dados sobre mobilidade em nível municipal. O estabelecimento desta estrutura deve facilitar o processo de gerenciamento da informação e, em última análise, contribuir para que os indicadores urbanos se tornem instrumentos efetivos na busca pela mobilidade sustentável em cidades médias brasileiras e portuguesas.

6 REFERÊNCIAS

Costa, M. S. (2003). **Mobilidade Urbana Sustentável: um Estudo Comparativo e as Bases de um Sistema de Gestão para Brasil e Portugal**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Costa, M. S.; Silva, A. N. R.; Magagnin, R. C. e Souza, L. C. L (2003). **Um Sistema de Indicadores Visando a Mobilidade Sustentável em Cidades Brasileiras de Médio Porte: o que Revelam os Sítios Eletrônicos dos Governos Locais**, *in* III ENECS – Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, São Carlos, Brasil, set. 2003.

Costa, M. S.; Silva, A. N. R. e Ramos, R. A. R. (2004). Indicadores de Mobilidade Urbana para Brasil e Portugal, *in* **Contribuições para o Desenvolvimento Sustentável em Cidades Portuguesas e Brasileiras**, Almedina, Coimbra, Portugal, 83-97.

EEA – European Environment Agency (2002). **Indicators of Transport and Environment Integration (TERM)**. Disponível em: <http://themes.eea.eu.int/Sectors_and_activities/transport/indicators>. Acesso em 22 ago. 2003.

Gomes, M. L.; Marcelino, M. M. e Espada, M. G. (2000). **Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**, Direcção Geral do Ambiente, Lisboa, Portugal.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000). **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 10 jan. 2003.

INE - Instituto Nacional de Estatística (1991). **Recenseamento da População e da Habitação (Portugal) – Censos 1991**, Lisboa, Portugal.

INE - Instituto Nacional de Estatística (2001). **Recenseamento da População e da Habitação (Portugal) – Censos 2001**, Lisboa, Portugal.

SAATY, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw Hill, New York.

Sales Index (2004). **Sistema de Gestão de Informação de Base Concelhia**, Markttest, Lisboa, Portugal.

UNCHS – United Nations Conference on Human Settlements (1996). **Urban Indicators**. Disponível em: <http://www.unhabitat.org/programmes/guo/guo_indicators.asp>. Acesso em 25 out. 2002.

UNCSD – United Nations Commission on Sustainable Development (2001). **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies**. Disponível em: <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table_4.htm>. Acesso em 30 out. 2002.