

# **PROPOSTA DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL RELACIONANDO TRANSPORTE E USO DO SOLO**

**V. B. G. Campos, R. A. R. Ramos**

## **RESUMO**

Neste trabalho apresenta-se uma proposta de indicadores de mobilidade sustentável com base na conjugação das características do uso e ocupação do solo e do sistema de transportes. O conjunto de indicadores propostos tem por objetivo auxiliar as análises sobre desenvolvimento sustentável em áreas urbanas. O conjunto de indicadores foi desenvolvido tendo por base a análise de projetos e pesquisas em curso, desenvolvidas principalmente em cidades europeias, e que buscam estratégias e políticas de ocupação do território e de transportes que possam contribuir para o desenvolvimento sustentável. A utilização do conjunto de indicadores apresentados permitirá avaliar a sustentabilidade de intervenções no território através de monitoração e análise das medidas propostas, ou até identificar ações a promover na busca de uma maior sustentabilidade urbana.

## **1 INTRODUÇÃO**

No contexto de uma cidade a preocupação com a sustentabilidade está relacionada com as várias atividades que são desenvolvidas na mesma, das quais resultam determinadas pressões e impactos, no presente e no futuro. As atividades têm diferentes impactos em função da sua localização, especificidade e tipologia, pelo que se justifica analisar a situação existente de modo a procurar soluções que permitam o equilíbrio entre o necessário desenvolvimento socioeconômico e a construção de um território ambientalmente equilibrado. Dentre estas atividades está a de transporte (motorizado ou não) que se faz necessária na medida em que dá suporte ao exercício de atividades sociais, econômicas e lazer, entre outras. O sistema de transporte surge para dar mobilidade aos indivíduos em função da necessidade de integração dos mesmos com as diferentes atividades que são definidas pelo uso e ocupação do solo. Desta forma, se estabelece uma relação estreita entre estratégias e políticas de Transporte e Uso do Solo, análise bastante enfatizada por diferentes pesquisadores, e que compreende, de forma simplificada, um círculo “vicioso” que envolve o Uso do Solo, o Intercâmbio de Atividades, o Transporte/Mobilidade e a Acessibilidade.

A definição mais comum de sustentabilidade é devida a Brundtland Commission e apresentada no relatório final, *Our Common Future*, da World Commission on Environment and Development de 1987, que define o desenvolvimento sustentável como uma forma de desenvolvimento que vai de encontro as necessidades da geração atual sem comprometer a possibilidade (ou capacidade) das gerações futuras em satisfazer as suas necessidades.

Entre as análises de sustentabilidade de um território está a mobilidade sustentável, que pode ser compreendida como uma forma de mobilidade que promova uma igualdade de possibilidades de deslocamentos, com facilidades de acesso às diversas atividades de uma região, promovendo uma redução no consumo de energia associada aos meios de transporte, e buscando assim, uma redução da poluição ambiental e uma melhoria na eficiência dos recursos aplicados no transporte. É a partir deste conceito e do conhecimento de relações existentes entre Transporte e Uso do Solo que se propõe um conjunto de indicadores para avaliação da mobilidade urbana sustentável, como parte do estudo e análise da sustentabilidade urbana. A proposta de indicadores se baseou nas três dimensões da sustentabilidade, Meio Ambiente, Economia e Sociedade, e tem como referência as estratégias de ocupação urbana e de uso do transporte. O conjunto de indicadores apresentados resulta de uma análise desenvolvida com base em pesquisas europeias recentes e que enfatizam a importância do estudo da relação entre Transporte e Uso do Solo no desenvolvimento sustentável nas cidades.

Na seção 2 é abordada a relação de impactos que se estabelece, para um contexto urbano, entre as intervenções associadas aos transportes e alterações de uso do solo. A seção 3 desenvolve o conceito de sustentabilidade para o Transporte e Uso do Solo, com base em estudos que procuram definir estratégias sustentáveis para o desenvolvimento urbano. Na seção 4 é então apresentada a proposta de indicadores de mobilidade sustentável, apresentando-se detalhadamente a respectiva forma de fazer a sua avaliação. Na seção 5 são apresentadas algumas conclusões e considerações sobre a utilização do conjunto de indicadores proposto.

## **2 UMA ABORDAGEM SOBRE A RELAÇÃO TRANSPORTE E USO DO SOLO**

O conceito de mobilidade sustentável está fortemente ligado às relações que se estabelecem entre Transporte e Uso do Solo, pelo que se justifica conhecer um pouco melhor as relações que se podem identificar quando se implementam medidas que visam intervir nos transportes ou na ocupação do território, ou seja, os impactos que medidas tomadas apenas numa perspectiva podem vir a ter sobre cada uma delas. Esta análise é relevante pois permite identificar as consequências das medidas no desempenho das atividades desenvolvidas, na mobilidade, no meio ambiente e, conseqüentemente, no desenvolvimento urbano.

Sabe-se que a forma como os diferentes usos, por exemplo, residencial, comercial, industrial, entre outros, se distribuem na cidade condiciona as atividades humanas, tais como, morar, trabalhar, fazer compras, lazer, etc., e as atividades, por sua vez, geram a necessidade de efectuar viagens entre os diferentes locais em que se realizam. O sistema de transporte cria então a oportunidade de permitir as interações, ou seja, promove a acessibilidade aos locais em que são possíveis as diversas atividades. A acessibilidade é também considerada como um fator determinante na decisão da localização das atividades, especialmente num contexto de crescimento urbano. Desta forma, pode-se identificar uma cadeia de ações e reacções em que o Uso do Solo tem uma influência sobre o Transporte, assim como, o Transporte tem influência sobre o Uso do Solo e sobre ele próprio, levando a um círculo “vicioso”.

Lautso *et al.* (2004) apresentam, no relatório PROPOLIS, algumas questões teóricas e estudos empíricos que procuram entender as interações entre Transporte e Uso do Solo. A maioria das

análises ou questões teóricas apresentadas, para entendimento da relação Transporte e Uso do Solo em áreas metropolitanas, incluem conceitos técnicos (sistemas de mobilidade urbana), conceitos econômicos (cidades como mercado) e conceitos sociais (sociedade e espaço urbano). Esses conceitos são apresentados, resumidamente, em seguida:

- Impacto do Uso do Solo no Transporte – o impacto de uma alta densidade residencial na redução do comprimento médio por viagem é, possivelmente, mínimo comparativamente com o aumento do custo de viagem. Já a densidade de empregos é positivamente correlacionada com o comprimento médio de viagem. Facilidades atrativas na vizinhança podem ser vistas como um fator que induz a redução da comprimento média por viagem. Com relação a frequência de viagem, pouco ou nenhum impacto pode ser esperado a partir de políticas de Uso do Solo de acordo com a teoria dos encargos com o transporte. Alta densidade residencial e de empregos, assim como, uma extensa aglomeração e uma boa acessibilidade ao transporte público tendem a estar positivamente correlacionados com a utilização do transporte público. Enquanto que, uma cidade planejada com uma mistura de lugares de trabalho e residências, com distâncias menores para viagens para o local de trabalho, possivelmente proporciona um aumento da utilização de bicicleta e de caminhada.
- Impacto do Transporte no Uso do Solo – o impacto do Transporte sobre o Uso do Solo é obtido a partir de uma mudança na acessibilidade a uma localização. Uma melhor acessibilidade aumenta a atratividade para localização de todo o tipo de actividades, influenciando assim, a direção de um novo desenvolvimento urbano. Se, porém, a acessibilidade cresce em toda a cidade, isto resulta numa maior dispersão da estrutura de assentamento.
- Impactos do Transporte sobre o Transporte – estes impactos são incluídos porque tendem a ser mais importantes que os do Uso do Solo sobre o Transporte e que os do Transporte sobre o Uso do Solo. Enquanto o tempo e o custo de viagem têm uma correlação negativa com o comprimento e a frequência de viagem, a acessibilidade tem uma correlação positiva com estes parâmetros. A escolha do modo de transporte depende da atratividade relativa de um modo comparada com a atratividade de todos os outros modos. O modo mais rápido e mais barato tem maior probabilidade de escolha, ou seja, provavelmente será o modo com maior percentual de usuários.

Ainda, segundo Lautso *et al.* (2004), estas considerações teóricas dão suporte à conclusão de que os impactos devidos a medidas "impulsionadoras", isto é, medidas de Uso do Solo e de melhoramento dos transportes públicos, são menores que os impactos devidos a medidas com implicações na operacionalidade do sistema de Transportes, tais como, aumento do tempo ou custo de viagem ou outras restrições à mobilidade.

### **3 SUSTENTABILIDADE ASSOCIADA AO SISTEMA DE TRANSPORTES E USO DO SOLO**

O Working Group on Sustainable Urban Transport - WGSUT define o transporte urbano sustentável com base na Agenda 21 Local, e na visão do WGSUT (2004) um sistema urbano sustentável deve apresentar os seguintes objectivos:

- ⇒ dar suporte a liberdade de movimento, saúde, segurança e qualidade de vida dos cidadãos, da geração atual e para as gerações futuras;

- ⇒ ser ambientalmente eficiente;
- ⇒ possibilitar o acesso às oportunidades e serviços a todos os cidadãos, incluindo idosos e com mobilidade reduzida, e não-cidadãos.

Para alcançar estes objectivos o WGSUT (2004) considera importante:

- ⇒ promover o uso racional do automóvel favorecendo o uso de energia limpa e de combustíveis renováveis;
- ⇒ desenvolver uma rede de transportes públicos regular, freqüente, confortável, moderna, abrangente e com valores competitivos;
- ⇒ fortalecer o transporte não motorizado, incrementando a caminhada e o uso de bicicleta;
- ⇒ efectuar um mais eficiente uso do solo;
- ⇒ gerenciar a demanda de transporte através do uso de instrumentos econômicos e pelo desenvolvimento de planos procurando mudança do comportamento e a eficiência no gerenciamento da mobilidade;
- ⇒ fazer um gerenciamento integrado da mobilidade com a participação de todos envolvidos no processo (operadores de transportes, construtores, fabricantes, etc.);
- ⇒ quantificar os objetivos alcançados a curto, médio e longo prazo, através de um efetivo monitoramento do sistema.

O WGSUT (2004) considera que cada cidade deve desenvolver a sua própria visão de desenvolvimento sustentável e, conseqüentemente, um conjunto de objectivos, baseados numa definição comum de sustentabilidade, que devem incluir como elementos chave os seguintes aspectos:

1 - Uma estratégia que promova a redução na necessidade de viajar, a redução no uso do automóvel e de veículos comerciais, incentive modos alternativos de transporte e procure melhorar a forma como a rede viária é utilizada e operada.

2 - Uma interligação entre as estratégias adoptadas para os transportes e para os setores relacionados, tais como, saúde, educação, questões sociais e desenvolvimento econômico.

3 - Uma integrada definição de estratégias que utilize instrumentos políticos cuja ação conjunta gere melhores resultados. Tal integração deve envolver:

- a) o desenvolvimento de meios para controlar o uso do automóvel, preferencialmente taxando o uso de rodovias e/ou estacionamentos, ou limitando o uso de rodovias e restringindo o estacionamento, como segunda opção;
- b) formas de melhorar a operação dos transportes públicos através de mudanças nas tarifas, nível de serviço, confiabilidade e qualidade dos sistemas;
- c) a adopção de políticas de uso do solo para dar apoio às duas medidas anteriores, *a)* e *b)*, através de um aumento da densidade, da promoção de uso misto e de um desenvolvimento apoiado na rede de transportes públicos existente;
- d) implementar melhorias na operacionalidade da rede viária através de medidas de melhoramento da estrutura hierárquica viária, de *traffic calming*, de melhoramentos de baixo custo na capacidade viária e de suporte à utilização de veículos menos poluentes;

- e) utilizar tecnologias de informação para ajudar a população a utilizar de forma mais eficiente os transportes e as atividades distribuídas pela cidade, promovendo uma redução no número de viagens;
- f) incentivar o aumento do uso da bicicleta e de caminhada;
- g) utilizar medidas “suaves” que incluam a conscientização pública da necessidade de apoiar as estratégias a desenvolver;
- h) melhorar o gerenciamento do transporte de carga;
- i) planejar novas infraestruturas viárias somente onde for fortemente justificável, e sempre com base no contexto das medidas listadas anteriormente.

4 - Uma aproximação entre tomadores de decisão e os demais relacionados com o problema, na definição de estratégias e numa ação efetiva dentro das responsabilidades, onde tentativas de trocas de responsabilidades devem ser possíveis.

5 - Uma estrutura/base para implementação, seguindo uma seqüência lógica, dos instrumentos apresentados em (3) procurando envolver todos os agentes relacionados com o processo evitando, assim, mudanças desnecessárias de direção na estratégia seguida.

6 - Um acordo de financiamento, que aceite que as estratégias definidas anteriormente possam ser auto financiáveis com o correr do tempo e que elevados gastos em infra-estrutura sejam considerados contraproducentes e desencorajados.

7 - Um acordo para monitoramento do desempenho das estratégias baseado num apropriado conjunto de indicadores (relacionados diretamente com os objetivos). Além disso, deve ser prevista a utilização deste processo de monitoramento para identificar os sucessos alcançados e aumentar o entendimento na necessidade de transferência de elementos de uma estratégia particular para outra.

Ainda, e de acordo com o relatório do projeto PROSPECT (2004), a sustentabilidade do sistema de transporte e uso do solo deve compreender os seguintes aspectos:

- ⇒ proporcionar, de uma forma eficiente, o acesso aos bens e serviços a todos os habitantes da área urbana;
- ⇒ proteger para a geração presente o ambiente, o patrimônio cultural e os ecossistemas;
- ⇒ não prejudicar as oportunidades das gerações futuras em alcançar, no mínimo, o bem-estar presente, incluindo o derivado das condições ambientais e do patrimônio cultural.

Também, nesse relatório, se considera que para alcançar a sustentabilidade, como meta, se devem tentar alcançar alguns objetivos, tais como: (1) Eficiência econômica; (2) Vias e vizinhanças agradáveis; (3) Proteção do meio ambiente; (4) Igualdade e inclusão social; (5) Segurança; e (6) Contribuição ao crescimento econômico.

Erl & Feber (2000), no projeto TRANSLAND, apresentam alguns métodos práticos para se obter um sistema de transporte mais sustentável e reduzir a utilização de automóveis, são eles:

- ⇒ aumentar a qualidade e a acessibilidade dos serviços de transporte público;
- ⇒ tornar a caminhada e o uso da bicicleta mais atrativos;

- ⇒ reduzir a demanda de viagens revertendo, por exemplo, a tendência na dispersão de atividades em locais de difícil acesso exceto de carro próprio;
- ⇒ remover barreiras psicológicas ao uso de alternativas de transporte e obter suporte público através de políticas que incentivem um maior uso destas alternativas;
- ⇒ tornar o transporte numa componente essencial para o desenvolvimento de estratégias de planejamento espacial.

Pelo exposto entende-se que qualquer estratégia de planejamento de uma cidade, que procure promover a sustentabilidade, tem que ter como suporte o conhecimento da interação entre o sistema transportes e o uso do solo, além dos fatores e medidas que tratam isoladamente cada um deles.

#### **4 PROPOSTA DE INDICADORES DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL**

Segundo Gomes *et al.* (2000), os indicadores e índices podem servir para um conjunto de aplicações de acordo com os objectivos em estudo. Dentre as aplicações destacam-se as seguintes: atribuição de recursos, classificação de locais, cumprimento de normas, análise de tendências, informação ao público e investigação científica. Os indicadores são obtidos a partir de um conjunto de dados (parâmetros ou variáveis) e, quando utilizados em algum método de avaliação ou dentro de uma função de análise, geram sub-índices ou índices cujos valores servem como ferramentas de auxílio a tomadas de decisão e de análise de situações atuais e futuras.

A proposta de indicadores de mobilidade sustentável, que aqui se apresenta, baseou-se em propostas de indicadores encontradas em diferentes estudos e projetos relacionados com o desenvolvimento sustentável e, também, em estratégias de ocupação urbana e de transportes, visando a sustentabilidade urbana.

Banister *et al.* (2000) apresentam uma tabela de indicadores obtidos a partir de um inventário das questões-chaves relacionadas com transporte e desenvolvimento sustentável, tendo por base uma revisão de vários trabalhos. Nessa tabela, para cada dimensão da sustentabilidade (sociedade, economia e meio ambiente), são definidas questões tais como a acessibilidade, segurança, saúde, entre outras, e para cada uma destas apresentam-se potenciais indicadores visando o desenvolvimento de objectivos para cada questão da sustentabilidade. Segundo Banister *et al.* (2000), os impactos sociais, económicos e ambientais estão frequentemente correlacionados, desta forma, um determinado impacto pode estar inserido, algumas vezes, em mais do que uma dimensão ou categoria. Assim, por exemplo, o indicador “acidentes” pode estar listado como um impacto social, mas, pode também ser considerado como um impacto económico em termos de seguros de saúde, benefícios quanto a segurança e outros.

O relatório do projeto PROPOLIS (PLUME, 2003) apresenta um estudo que procura integrar uso do solo e políticas de transportes, ferramentas e metodologias de avaliação, com o objetivo de encontrar estratégias urbanas de longo prazo e verificar seus efeitos em cidades europeias.

No projeto PROPOLIS foi desenvolvido um conjunto de indicadores para medir as várias dimensões da sustentabilidade urbana, ambiental, social e económica. Um Sistema de Suporte

a Decisão foi utilizado para avaliar o conjunto de indicadores com o objetivo de chegar a um índice agregado, em relação a cada uma das três dimensões, considerando diferentes políticas de atuação e incluindo efeitos a longo prazo, para 20 anos. O sistema foi utilizado para testar sistematicamente e analisar políticas de atuação em sete cidades da Europa, utilizando diferentes tipos de modelos de uso do solo e de transportes.

O projeto TRANSPLUS (2002) realizou uma vasta revisão bibliográfica e analisou alguns estudos de caso para extrair indicadores integrados de transporte e uso do solo. O objetivo foi identificar indicadores que pudessem ser utilizados a nível nacional, regional, urbano e suburbano visando o monitoramento e avaliação de políticas. A pesquisa realizada observou que na maioria das cidades os indicadores eram utilizados, principalmente, para monitoramento dos efeitos nos transportes e no uso do solo de medidas visando a sustentabilidade.

Costa *et al.* (2004) desenvolveram um estudo com o objetivo de identificar indicadores de mobilidade para um grupo de cidades selecionadas no Brasil e em Portugal, visando avaliar a sustentabilidade das mesmas. Para tanto foi realizado um inventário de sistemas de indicadores já existentes para estas cidades. Posteriormente, os indicadores selecionados foram submetidos a uma avaliação por parte de pesquisadores, do Brasil e de Portugal, com o objetivo de identificar a importância dos mesmos na monitoração da mobilidade urbana. Desta forma, foi identificado um conjunto de 115 indicadores comum de mobilidade para as cidades brasileiras e portuguesas.

Melo (2004) realizou uma revisão de trabalhos que relacionam o transporte com o uso do solo visando definir indicadores de ocupação urbana que tivessem uma influência na redução do uso do automóvel. Como resultado desta pesquisa são propostos doze indicadores que o autor considera serem mais facilmente utilizáveis em cidades brasileiras. Na lista de indicadores observa-se a preocupação com a estrutura urbana como indutora do processo de redução do uso do automóvel, pois dentre os doze indicadores propostos dez estão directamente relacionados com o aspecto físico da ocupação urbana.

#### **4.1 Proposta de Indicadores**

Conforme se pode observar existem diversos trabalhos desenvolvidos com o objetivo de avaliar e promover a sustentabilidade das cidades tendo por base as questões relativas ao Transporte e Uso do Solo, entre outras questões relacionadas com a mobilidade.

Procurou-se, assim, conjugar, no desenvolvimento da proposta de indicadores de mobilidade sustentável, as características da estrutura urbana que incentivam o uso de caminhada e bicicleta, associadas às características de uso do solo que propiciam a utilização destes meios para satisfazer as necessidades e atividades diárias da população residente de uma região e a utilização do transporte público quando estas não puderem ser feitas dentro de um limite de uso do transporte não motorizado.

Desta forma, apresenta-se na tabela 1 a proposta de um conjunto de indicadores de mobilidade sustentável cuja definição se fez a partir das três dimensões da sustentabilidade, a ambiental, a

social e a económica, e com base na relação destas com a estratégia de ocupação urbana, isto é, uso do solo, e o transporte.

**Tabela 1 Proposta de Indicadores de Mobilidade Sustentável**

Dimensões da Sustentabilidade	Indicadores de mobilidade sustentável	
	Ocupação Urbana/Use do solo	Transporte
<b>Meio Ambiente</b>	<p>Extensão de vias com <i>traffic calming</i></p> <p>Parcela de interseções com faixas para pedestres</p> <p>Parcela de vias com calçada</p> <p>População residente com acesso a áreas verdes ou de lazer, dentro de um raio de 500m das mesmas</p>	<p>Parcela de veículos (oferta de lugares) do TPU utilizando energia limpa</p> <p>Horas de congestionamento nos corredores de transportes, próximos ou de passagem na região</p> <p>Acidentes com pedestres e ciclistas por 1000 hab</p>
<b>Sociedade</b>	<p>População residente com distancia média de caminhada inferior a 500m das estações/paradas de TPU</p> <p>Parcela de área de comércio (uso misto)</p> <p>Diversidade de uso comercial e serviços dentro de um bloco ou quadra de 500m X 500m</p> <p>Extensão de ciclovias</p> <p>Distancia média de caminhada as escolas</p> <p>Número de lojas de varejo por área desenvolvida líquida</p> <p>População dentro de uma distância de 500m de vias com uso predominante de comércios e serviços</p>	<p>Oferta de TPU (oferta de lugares)</p> <p>Frequência de TPU</p> <p>Oferta de transporte para pessoas de mobilidade reduzida</p> <p>Tempo médio de viagem no TPU para o núcleo central de atividades e comércio</p> <p>Demanda de viagens por automóveis na região</p> <p>Tempo médio de viagem TPU vs tempo médio de viagem por automóvel</p>
<b>Economia</b>	<p>Renda média da população/custo mensal do transporte público</p> <p>Baixas para carga e descarga</p>	<p>Custo médio de viagem no transporte público para o núcleo central de atividades</p> <p>Veículo–viagens/comprimento total da via ou corredor</p> <p>Parcela de veículos de carga com uso de energia menos poluente</p> <p>Total de veículos-viagens/per capita</p>



Com base nesta proposta de indicadores pode-se fazer uma seleção entre estes de acordo com a disponibilidade de informações que se tenha para a região em estudo e das características das mesmas.

#### 4.2 Como medir os Indicadores

Um indicador pode ser avaliado de forma numérica (percentual, intervalo, ordinal, escalar) ou verbal (escala semântica), ou seja, pode traduzir uma característica quantitativa ou qualitativa. Neste trabalho, procurou-se propor indicadores que pudessem ser numericamente medidos; assim, apresenta-se a seguir a respectiva forma de quantificar os indicadores apresentados na tabela 1, identificando ainda as unidades a adoptar na quantificação.

- **Extensão de vias com *traffic calming*** - calculado através de uma razão entre a extensão de vias com implantação de medidas de *traffic calming* e a extensão total de vias na região. Unidade: km/km (%).
- **Parcela de vias com calçada** - percentual de vias com calçadas em ambos os lados, com largura superior a 1,20m, em relação à extensão total de vias. Unidade: km /km (%).
- **Parcela de interseções com faixas para pedestres** - percentual de interseções com faixas para pedestres em relação ao total de interseções. Unidade: num.inter.faixa.ped./num.total inter. (%).
- **População residente com acesso a áreas verdes ou de lazer dentro de um raio de 500m das mesmas** - razão entre a população total dentro de um raio com distancia de caminhada de no máximo 500 m, em vias com calçadas, (pop1) e a população total da área (popT). Unidade: pop1/popT (%).
- **População residente com distância média de caminhada inferior a 500m das estações/paradas de TPU** - população residente num raio de 500 m de um ponto de acesso ao transporte público. Unidade: População
- **Parcela de área de comércio (uso misto)** - razão entre a área total de uso comercial (varejo) e a área total construída. Unidade: ha/ha (%).
- **Diversidade de uso comercial e serviços dentro de um dentro de um bloco ou quadra de 500m X 500m** - razão entre número de diferentes tipos de estabelecimentos de comércio e serviço e o total de estabelecimentos numa quadra. Unidade: núm. estabelecimentos/ num estabelecimentos.
- **Extensão de ciclovias** - razão entre a extensão de vias com ciclovias e a extensão total de vias coletoras e arteriais. Unidade: km/km (%).
- **Distância média de caminhada às escolas** - média das maiores distâncias entre os limites da região e as escolas da mesma. Ou, quando houver disponibilidade de informação, este indicador pode ser medido pela distância média de caminhada dos alunos até as residências. Unidade: Distância máxima total a cada escola / num de escolas.
- **Numero de lojas de varejo por área desenvolvida líquida** - razão entre o número de lojas e a área total construída. Unidade: num. lojas/ha.
- **População dentro de uma distância de 500 m de vias com uso predominante de comércios e serviços** - média de população residente dentro de uma faixa de 500 m ao longo de vias com uso predominante, acima de 50%, de comércio e serviço. Unidade: População.

- **Renda média da população/custo mensal do transporte público** - razão entre a renda média mensal da população e o custo total mensal no transporte público referente a duas viagens diárias (ida e volta ao centro urbano). Unidade: \$renda/ \$tarifa (%).
- **Baías para carga e descarga** - média da razão entre a extensão de baías de carga e descarga em vias de uso comercial e a extensão dessas vias. Unidade: km/km (%).
- **Parcela de veículos (oferta de lugares) do TPU utilizando energia limpa** - razão entre a capacidade de transporte público utilizando energia eléctrica, ou a gás, e a capacidade total de transportes públicos. Unidade: capacidade/capacidadeT (%).
- **Horas de congestionamento nos corredores de transportes próximos ou de passagem na região** - média diária mensal de horas de tráfego, com nível de serviço F, em vias coletoras ou arteriais dentro da região ou nos limites da mesma, ou seja, com velocidades médias inferiores a 35km/hora. Unidade: horas.
- **Acidentes com pedestres ou ciclistas por 1000 hab.** - média mensal de acidentes envolvendo pedestres ou ciclistas com veículos para cada mil habitantes. Unidade: númeroacidentes/1000 hab.
- **Oferta de TPU (oferta de lugares)** - número de lugares ofertados no transporte público em hora de pico. Unidade: capacidade
- **Frequência de TPU** - frequência horária de veículos de TPU, no horário de pico. Unidade: veículos/hora.
- **Oferta de transporte para pessoas de mobilidade reduzida** - capacidade média diária de veículos especiais de transporte público para deslocamento de pessoas com mobilidade reduzida (PMR). Ou, o número de veículos diários com facilidades para transporte de pessoas com mobilidade reduzida. Unidade: num.passageirosPMR/dia ou veículosPMR/dia.
- **Tempo médio de viagem no TPU para o núcleo central de atividades e comércio** - tempo médio de viagem na hora de pico entre o centróide da região de estudo e o núcleo central da cidade. Unidade: minutos.
- **Demanda de viagens por automóveis na região** - fluxo de tráfego médio diário de transporte por automóvel gerado na região para outras regiões dentro da cidade. Unidade: num.viagens/dia.
- **Tempo médio de viagem TPU vs tempo médio de viagem por automóvel** - razão entre o tempo médio de viagem no transporte público e o tempo de viagem por automóvel entre o núcleo central da região e o núcleo da cidade. Unidade: 1 – (% min.TPU/ min.Auto).
- **Custo médio de viagem no transporte público para o núcleo central de atividades** - valor médio pago por viagem no transporte público até o núcleo central da cidade, compreendendo o uso de um ou mais sistemas de transporte. Unidade: \$.
- **Veículo-viagens/comprimento total da via ou corredor** - razão entre o tráfego médio diário de veículos privados nas vias coletoras dentro da região de estudo e a extensão total destas vias. Unidade: númveículos/km.
- **Parcela de veículos de carga com uso de energia limpa** - razão entre o volume diário de veículos de carga movidos a electricidade ou a gás e o volume total de veículos de carga circulando na região. Unidade: veículos/veículos(%).
- **Total de veículos-viagem/ per capita** – razão entre o número de viagens diárias por automóvel na região e a população ativa. Unidade: númviagens/popativa.

A proposta de medida dos indicadores está directamente relacionada com os parâmetros ou variáveis que têm uma relação estreita com a sua contribuição para a avaliação da mobilidade

sustentável. Desta forma, caso não se possuam os dados necessários para medir da forma indicada, pode-se fazer alguns ajustes utilizando os mesmos parâmetros ou variáveis desde que o procedimento seja utilizado para a totalidade da região em estudo. Pelo que, é importante verificar se a informação, na forma em que se deseja, está disponível.

## 5 CONCLUSÃO

A busca pela sustentabilidade das cidades engloba, em parte, o necessário conhecimento da interação existente entre Transporte e Uso do Solo. Desta forma, procurou-se neste trabalho, propor um conjunto de indicadores que permitem de alguma forma estar enfocando o aspecto da mobilidade sustentável em cada um destes elementos e também na relação existente entre eles. Pretende-se assim subsidiar estudos, que tendo como objetivo a sustentabilidade do meio urbanos, possam utilizar o conjunto de indicadores desenvolvido para a avaliação de algumas das componentes que permitem identificar debilidades e assim preconizar medidas a serem tomadas visando o desenvolvimento sustentável das regiões em estudo.

Considera-se que, de acordo com as características e informação disponível para cada região em estudo, apenas um subconjunto dos indicadores propostos possa vir a ser utilizado.

Por outro lado, alguns dos indicadores apresentados identificam determinadas características associadas ao contexto urbano e que podem permitir definir ações que podem vir a ser tomadas numa perspectiva de planejamento buscando uma estratégia de mobilidade sustentável.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento de Científico e Tecnológico – Cnpq pelo apoio a pesquisadora Vânia B. G.Campos para o desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

Banister, D.; Stead D.; Steen, P.; Akerman, J.; Dreborg, K.; Nijkamp, P.; Tappeser R.S.; (2000) **Targets for Sustainability Mobility, European Transport Policy and Sustainable Mobility**, cap.8 , pp119, Spon Press.

Costa, M.S.; Silva ,A.N.R.; Ramos R.A.R. (2004) **Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável para o Brasil e Portugal**. CD: Workshop “ Plano Integrado: em busca de desenvolvimento Sustentável para Cidades de Pequeno e Médio Portes”. Universidade do Minho, Braga, Portugal

Erl, E.; Feber, G.. (2000) **TRANSLAND - Integration of Transport and Land Using Planning**. Working paper disponível em [www.inro.tno.nl/transland/](http://www.inro.tno.nl/transland/), capturado em 22/10/2004.

Gomes, M. L.; Marcelino M. M.;Espada, M. G.,(2000) **Proposta de um sistema de indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. [www. iambiente.pt/sids/sids.pdf](http://www.iambiente.pt/sids/sids.pdf), capturado em 29/10/2004.

Lautso, K.; Spiekemann, K.; Wegener, M.; Sheppard, I.; Steadman P.; Martino A.; Doming, R.; Gayda, S. (2004); **PROPOLIS – Final Report**, 2nd Edition, Finland.

Melo, B. P. (2004) **Indicadores de Ocupação Urbana sob o ponto de Vista da Infra-estrutura Viária**, Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.

PLUME (2003) **Synthesis Report on Urban Sustainability and its Appraisal**, Planning for Urban Mobility in Europe.

PROSPECTS (2004) – Procedures for Recommending Optimal Sustainable Planning of European City Transport Systems Results, **Cities’ Decision-Making Requirements**. [www-ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects.html](http://www-ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects.html).

TRANSPLUS (2002) Analysis of Land use and Transport Indicators, **Transport Planning Land-Use and Sustainability Public Deliverables D2.2 and D3**. [www.transplus.net](http://www.transplus.net).

WGSUT (2004) **Final Report**, Working Group on Sustainable Urban Transport.