

# **PROPOSTA DE ÍNDICE DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL PARA ÁREAS URBANAS**

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

## **RESUMO**

Neste trabalho apresenta-se um procedimento para definição de um índice de mobilidade sustentável. A definição do índice se baseou na técnica de Avaliação Muticritério utilizando um conjunto de indicadores relativos a mobilidade sustentável. Os indicadores adotados traduzem questões associadas ao uso e ocupação do solo e ao sistema de transportes. O procedimento apresentado para desenvolver o índice foi aplicado a um conjunto de especialistas resultando num modelo que identifica a importância relativa de cada um dos indicadores em análise.

## **1. INTRODUÇÃO**

A Mobilidade Sustentável, como parte da avaliação de sustentabilidade de um território, pode ser vista como uma forma de promover uma redução na utilização do veículo privado associado a medidas de uso do solo e transporte que facilitem o acesso da população às atividades através da maior utilização do uso de bicicletas e da caminhada, mas, principalmente, do transporte público. Desta forma, procura-se promover principalmente nas zonas urbanas, uma redução do consumo excessivo de energia minimizando também diversos impactos negativos da poluição ambiental.

É a partir deste conceito e do conhecimento de relações existentes entre Transporte e Uso do Solo que Campos e Ramos (2005) desenvolveram 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, Social, Econômica e Ambiental, e tem como referência as estratégias de ocupação urbana e de uso do transporte. A proposta teve como suporte recentes pesquisas europeias que enfatizam a importância do estudo da relação entre Transporte e Uso do Solo no desenvolvimento sustentável das cidades.

Com base nesse conjunto de indicadores de mobilidade sustentável propõe-se agora um procedimento para definição de um Índice de Mobilidade Sustentável de uma região. O desenvolvimento deste índice tem como objetivo auxiliar na análise de medidas que venham a

ser implementadas visando melhorar as condições de sustentabilidade, bem como, identificar prioridades de ação para resolver problemas de debilidade existentes.

A formulação do modelo para cálculo do índice proposto baseia-se numa técnica de Avaliação Multicritério e foi aplicado a um conjunto de especialistas em planejamento do território. Desta aplicação obteve-se a importância relativa dos indicadores propostos, segundo o painel de especialistas consultados, o que permite definir o modelo para cálculo do Índice de Mobilidade Sustentável.

Na seção 2 são discutidas algumas questões relevantes para um melhor entendimento sobre a mobilidade sustentável. Em seguida, na seção 3 é apresentado o procedimento desenvolvido com vista à obtenção do Índice de Mobilidade Sustentável. Na seção 4 é apresentada a aplicação desenvolvida para a quantificação da importância relativa dos diferentes indicadores constituintes do índice. Por fim, na seção 5 são apresentadas algumas conclusões relativamente ao índice obtido, bem como considerações sobre a sua utilização.

## **2 A QUESTÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL**

Uma definição de sustentabilidade relacionada com o transporte foi proposta no projeto OECD (1999, *apud* PROSPECT, 2001), segundo o qual, um sistema de transportes ambientalmente sustentável é aquele que não prejudica a saúde dos habitantes, ou dos ecossistemas, e responde às necessidades de deslocamentos dos habitantes com o uso de recursos renováveis abaixo dos níveis de regeneração ou com o uso de fontes não renováveis abaixo das taxas de desenvolvimento de recursos substitutos renováveis. Trata-se de uma definição bastante rígida porque impõe limites muito condicionantes para a utilização dos recursos e não estabelece um ponto de equilíbrio (*trade off*).

A busca por este equilíbrio, entre o uso de recursos e a manutenção sustentável do ambiente, deve ser analisada segundo três dimensões: a Social, a Económica e a Ambiental. A mobilidade sustentável por sua vez também deve ser considerada de acordo com estas dimensões, na medida em que é um fator relevante na busca pela sustentabilidade, principalmente em contexto urbano.

Pode-se identificar uma forte relação entre o uso do solo e o sistema de transportes quando se procura alcançar uma mobilidade sustentável. Para se alcançar uma mobilidade sustentável é necessário implantar medidas e estratégias integradas com base nestas componentes do planejamento urbano. E, para decidir sobre as medidas e estratégias a adoptar é importante que se tenham procedimentos, que através de indicadores de mobilidade sustentável, possam avaliar e aferir sobre a validade e eficiência da implantação das mesmas, tendo normalmente como referência a situação actual. Para isso, é necessário que se consiga avaliar o nível de mobilidade sustentável de uma região, bem como comparar o resultado com o encontrado em outras regiões ou com o obtido após intervenções efectuadas, ou propostas, no território. Com esse objectivo é que se propõe a definição de um Índice de Mobilidade Sustentável para áreas urbanas.

A definição deste índice baseia-se num conjunto de indicadores de mobilidade sustentável propostos por Campos e Ramos (2005), cuja definição se fez a partir das três dimensões da

sustentabilidade anteriormente referidas, e tendo por base a relação destas com a ocupação urbana e o sistema de transportes. Para definição dos indicadores procurou-se conjugar as características da estrutura urbana que incentivam o uso da bicicleta ou da caminhada, e a utilização do transporte público quando as deslocações não puderem ser feitas dentro de um limite de uso do transporte não motorizado, associadas às características de ocupação que propiciam a utilização destes meios para satisfazer as necessidades de mobilidade necessárias às atividades diárias da população residente de uma região.

### **3 PROCEDIMENTO PARA DEFINIÇÃO DO ÍNDICE DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL**

De acordo com Gomes *et al.* (2000), os indicadores e índices podem servir para um conjunto de aplicações de acordo com os objetivos em estudo. Um índice corresponde a um nível de agregação, onde após aplicado um método de agregação aos indicadores e/ou aos sub-índices é obtido um valor final; os métodos de agregação podem ser aritméticos (e.g. linear, geométrico, mínimo, máximo, aditivo) ou heurísticos (e.g. regras de decisão); os algoritmos heurísticos são normalmente preferidos para aplicações de difícil quantificação, enquanto os restantes algoritmos são direcionados para parâmetros facilmente quantificáveis e comparáveis com padrões.

Para definição do índice de mobilidade sustentável propõe-se a formulação de um modelo com base num procedimento de Análise Multicritério. Segundo Mendes (2004), a Análise Multicritério tem se mostrado uma ferramenta importante quando na avaliação de cenários e na tomada de decisão se utilizam vários critérios ou indicadores, qualitativos e/ou quantitativos, combinados de forma a fornecer uma idéia mais aproximada da situação sobre a qual se pretende decidir. Assim, o índice de mobilidade sustentável será um valor resultante de um modelo desenvolvido com base na técnica de avaliação multicritério denominada Processo Analítico Hierárquico (Analytic Hierachy Process-AHP), desenvolvido por Saaty(1980), e obtido, com as devidas adaptações, de acordo com a seguinte sequência:

- i. Estabelecimento de uma estrutura hierárquica dos Indicadores;
- ii. Formulação do modelo a partir da obtenção dos pesos para cada indicador, através de uma pesquisa com especialistas;
- iii. Normalização dos valores obtidos para os Indicadores para a região de estudo;
- iv. Quantificação do índice a partir da atribuição dos valores normalizados dos indicadores na expressão resultante do modelo formulado em (ii).

#### **3.1 Estrutura Hierárquica dos Indicadores**

Dentro do Processo de Análise Hierárquico faz-se necessário distribuir os indicadores propostos em diferentes grupos de análise, que podem ser: Categorias, Dimensões, Temas, Estratégias ou Objetivos.

De acordo com a proposta de indicadores, apresentada por Campos e Ramos (2005), observou-se a possibilidade de distribuí-los em diferentes *Temas* relacionados com o objetivo fim ou estratégia vinculada a um conjunto de indicadores, assim, o *Tema* define o primeiro nível de análise e representa uma síntese do conjunto de indicadores associados ao mesmo.

Para estabelecer o conjunto de Temas, foram considerados os principais objetivos da mobilidade sustentável que seriam: aumentar o uso do transporte público e do transporte não motorizado, integrando transporte e uso do solo; melhorar a qualidade ambiental; racionalizar o uso do automóvel; e promover a economia urbana. Assim, foram considerados 5 Temas, descritos a seguir:

- Incentivo ao uso do Transporte Público, que visa políticas de uso do solo e transportes que induzam a utilização do transporte público;
- Incentivo ao Transporte não motorizado, que considera políticas de uso e ocupação do solo que incentivam a caminhada e uso de bicicleta;
- Conforto Ambiental e Segurança, que compreende fatores de transporte e de uso do solo que têm uma relação com a segurança de pedestres e ciclistas e com a qualidade ambiental;
- Conjunção transporte e atividade económica, que compreende fatores relacionados aos custos de transporte e a economia urbana;
- Intensidade de uso do automóvel, que compreende fatores indicativos da utilização do veículo privado na região.

Os Temas propostos e os Indicadores para a construção da estrutura hierárquica são apresentados na tabela 1. Nessa tabela é ainda apresentada numa terceira coluna, denominada de Influência, é assim apresentada a relação que cada indicador possui com melhorar (+) ou piorar (-) as condições de sustentabilidade.

A terceira coluna da tabela 1 foi introduzida com o objetivo de explicitar se o indicador contribui positivamente ou negativamente para a mobilidade sustentável. Desta forma, os indicadores que recebem o sinal de influência positivo (+) são aqueles que quanto maior o seu valor melhor é a contribuição para as condições de mobilidade sustentável da região; e, de forma contrária, aqueles que recebem o sinal de influência negativo (-) têm uma relação inversa com a sustentabilidade, ou seja, quanto maior o seu valor pior é o desempenho da região no que se refere à mobilidade sustentável.

### **3.2 Formulação do Modelo**

Conforme dito anteriormente, propõe-se que a formulação do modelo seja feita através do Processo Analítico Hierárquico, que compreende a obtenção de um peso para cada indicador e grupo de indicadores. Uma forma de obtenção destes pesos é através da metodologia de comparação Par a Par desenvolvida por Saaty (1977, apud Ramos 2000 e 2001). De forma a se obter o peso relativo de cada indicador e grupo de indicadores, Tema, aplicou-se a metodologia proposta a um painel de avaliadores, neste caso, um grupo de técnicos e especialistas relacionados com o problema em análise.

**Tabela 1- Temas e Indicadores de mobilidade Sustentável**

TEMAS	INDICADORES	Influência
Incentivo ao uso do Transporte Público	Oferta de TPU (oferta de lugares)	+
	Frequência de TPU	+
	Oferta de transporte para pessoas de mobilidade reduzida	+
	Tempo médio de viagem no TPU para o núcleo central de atividades e comércio	-
	População residente com distancia média de caminhada inferior a 500m das estações/paradas de TPU	+
Incentivo ao Transporte não motorizado	População residente com acesso a áreas verdes ou de lazer dentro de um raio de 500m das mesmas	+
	Parcela de área de comércio (uso misto)	+
	Diversidade de uso comercial e serviços dentro de um dentro de um bloco ou quadra de 500m X 500m	+
	Extensão de ciclovias	+
	Distancia média de caminhada as escolas	-
	Numero de lojas de varejo por área desenvolvida liquida	+
	População dentro de uma distância de 500 m de vias com uso predominante comércios e serviços .	+
Conforto Ambiental e Segurança	Extensão de vias com <i>traffic calming</i>	+
	Parcela de veículos (oferta de lugares) do TPU utilizando energia limpa.	+
	Parcela de vias com calçada.	+
	Acidentes com pedestres/ciclistas por 1000hab.	-
	Parcela de interseções com faixas para pedestres	+
	Parcela de veículos de carga com uso de energia menos poluente.	+
Conjunção transporte e atividade econômica	Custo médio viagem no transporte público para o núcleo central de atividades	-
	Renda média da população/ custo mensal do transporte público	+
	Baixas para carga e descarga.	+
	Tempo médio de viagem TPU vs tempo médio de viagem por automóvel.	+
Intensidade de uso do automóvel	Veículo–viagens /comprimento total da via ou corredor	-
	Total de veículos privados-viagem/ per capita.	-
	Demanda de viagens por automóveis na região.	-
	Horas de congestionamento nos corredores de transportes próximos ou de passagem na região.	-

O processo desenvolvido se baseia numa matriz  $n \times n$  (Ramos, 2000) de comparação entre os  $n$  indicadores em análise, onde as linhas e colunas correspondem aos indicadores, colocados na mesma ordem para coluna e linha. Assim, os valores  $a_{ij}$  da matriz representam, a importância relativa do indicador  $i$  comparado com o indicador  $j$ , sendo que se  $a_{ij} = x$  então  $a_{ji} = 1/x$  e a diagonal tem sempre um valor unitário ( $a_{ii}=1$ ).

O peso de cada indicador por especialista é então obtido de acordo com as seguintes etapas (RAMOS, 2000):

Etapa 1: Construção da matriz de comparação Par a Par, para cada um dos especialistas. O número de matrizes corresponde ao número de temas mais 1um. Então, para cada tema existe uma matriz de comparação entre o conjunto de indicadores que fazem parte do mesmo. E uma última matriz é utilizada para se fazer uma análise entre temas.

Etapa 2: Cálculo do *eigenvector* principal através da seguinte equação:

$$W_i = \left[ \prod_{j=1}^n a_{ij} \right]^{1/n} / \sum_{k=1}^n \left[ \left( \prod_{j=1}^n a_{kj} \right)^{1/n} \right] \quad (1)$$

Onde:

$a_{ij}$ : é o valor da matriz par a par correspondente a comparação entre o indicador  $i$  e indicador  $j$

$n$ : número de indicadores

$w_i$ : peso do indicador  $i$

Etapa 3: Cálculo do máximo *eigenvector*. Obtido pela seguinte equação:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n \frac{w'_n}{w_n} \right) \quad (2)$$

Sendo que  $w'_n$  é o valor resultante da multiplicação da matriz  $A$  de comparação par a par e o vetor obtido na etapa anterior.

Etapa 4: Cálculo do índice de consistência ( $CI$ ), obtido pela equação:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Etapa 5: Cálculo do Grau de Consistência ( $CR$ )

O grau de consistência é obtido em função do Índice de Consistência,  $CI$ , e do Índice de Aleatoriedade  $RI$ . Saaty (1980, apud Ramos 2000) propõe valores de  $RI$  através do cálculo do valor médio de  $CI$  obtido por matrizes recíprocas geradas aleatoriamente, assim, os valores de  $RI$ , de acordo com o número de indicadores em análise, são os apresentados na tabela 2.

**Tabela 2- Índice de Aleatoriedade RI (*Random Index*) para n = 1....15**

<i>n</i>	<i>RI</i>	<i>n</i>	<i>RI</i>	<i>n</i>	<i>RI</i>
1	0,00	6	1,24	11	1,51
2	0,00	7	1,32	12	1,48
3	0,58	8	1,41	13	1,56
4	0,90	9	1,45	14	1,57
5	1,12	10	1,49	15	1,59

Então, tomando-se o valor de *RI* da tabela 2, calcula-se o grau de consistência (*CR* - Consistency Ratio) pela relação *CI/RI*.

**Etapa 6:** Reavaliação da matriz de Comparação

Caso o grau de consistência (*CR*) seja superior a 0,1 será necessário fazer uma reavaliação da matriz de comparação, ou seja, reavaliar os valores definidos na matriz, propondo uma nova matriz de comparação par a par.

**Etapa 7:** Peso final de cada indicador

Ao finalizar este processo temos os pesos para cada indicador obtido em função da análise de cada avaliador. Como o peso final obtido varia por avaliador tem-se que chegar a um único valor e, para tal, tira-se a média dos valores obtidos, ou seja, o peso final de cada indicador (*w<sub>i</sub>*) é dado por:

$$W_i = \frac{1}{m} \left( \sum_{k=1}^m w_{ik} \right) \tag{4}$$

Onde :

*m*: número de avaliadores

*w<sub>ik</sub>*: peso do indicador *i* resultante da análise do avaliador *k*

Após o cálculo do peso obtido para os vários indicadores segundo a opinião de cada um dos membros do painel de avaliadores deve-se analisar o desvio padrão do conjunto de valores obtidos para todo o painel, esse deve estar dentro de um intervalo aceitável para os valores obtidos.

**3.3 Medida e normalização dos valores dos indicadores**

Para fazer uma análise comparativa da mobilidade sustentável entre regiões de uma cidade, torna-se importante definir uma matriz onde cada linha corresponde a um indicador (*n* - linhas) e cujas colunas correspondem às várias regiões em análise (*r* - colunas). Assim, obtém-se uma matriz *n x r*, onde cada elemento corresponde ao valor do indicador em cada região (*r*). Feito isto, passa-se ao processo de normalização por linha para obter o valor relativo de cada indicador. Existem diferentes métodos de normalização, a maior parte dos métodos utiliza valores máximos e mínimos. A forma mais simples, sugerida por Mendes (2004) e Ramos (2001) é uma variação linear definida pela seguinte equação (Eastman *et al*, 1996):

$$X_i = (R_i - R_{min}) / (R_{max} - R_{min}) * \text{Intervalo normalizado} \tag{5}$$

Onde  $R_i$  é o valor de critério a normalizar e,  $R_{\min}$  e  $R_{\max}$  são os valores máximos e mínimos dos critérios, respectivamente e, o intervalo a adoptar para a normalização, é, em geral  $[0,1]$ .

### 3.4 Definição do Índice de Mobilidade Sustentável

A definição do Índice de Mobilidade Sustentável corresponde implementação dos procedimentos apresentados nos itens 3.2 e 3.3 aos Temas e Indicadores propostos. Contudo, observe-se que dentre os Temas e Indicadores propostos temos alguns que contribuem positivamente e outros negativamente (ver tabela 1) para a avaliação da mobilidade sustentável, sendo assim, a expressão que define o Índice de Mobilidade Sustentável (IMS) para cada região ( $r$ ) de análise, tem a seguinte forma:

$$IMS = \sum_{t=1}^m w_t \left( \sum_{i=1}^{n_t} a_i w_i v_i \right) \quad (6)$$

Onde:

$a_i$ : é um parâmetro que recebe o valor 1 ou -1, dependendo se o indicador contribui positiva ou negativamente para a mobilidade sustentável

$W_i$ : é o peso resultante atribuído ao indicador  $i$

$V_i$ : é valor normalizado do indicador  $i$ , para região  $r$ , em análise

$W_t$ : é o peso resultante atribuído ao tema  $t$

$n_t$ : é o número de indicadores considerados por tema

$m$ : é o número de temas.

## 4 APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO PROPOSTO

A aplicação do procedimento para determinação do Índice de Mobilidade Sustentável teve por objetivo a formulação de um modelo para cálculo do índice. Esta formulação, conforme apresentado anteriormente, se baseia numa avaliação dos indicadores propostos por um grupo de especialistas utilizando o procedimento de avaliação *par a par*.

### 4.1 Implementação do modelo

Para esta avaliação foram utilizadas planilhas em Excel, as quais foram enviadas a cada um dos pesquisadores envolvidos no painel de especialistas. Foram desenvolvidas ao todo seis planilhas, das quais cinco correspondendo a análise dos indicadores por tema e uma sexta para avaliação entre temas. As planilhas utilizadas tiveram como base a estrutura desenvolvida anteriormente por Ramos (2000) e Costa (2003).

Após o desenvolvimento de todas as etapas definidas na seção anterior, consultando os vários especialistas e analisando as respostas obtidas, obtiveram-se os pesos relativos para cada Indicador e para cada Tema. Na tabela 2 apresentam-se os resultados da média dos pesos resultantes dos pesos obtidos para cada um dos especialistas, e os respectivos desvios padrão. Os resultados apresentados foram obtidos com um painel de sete pesquisadores envolvidos em estudo dentro da mesma temática da aqui abordada.

**Tabela 2- Pesos resultantes da análises dos especialistas**

<b>TEMAS</b>	<b>Peso</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>Pesos</b>	<b>Desv.</b>
<b>Incentivo ao uso do Transporte Público</b>	0,26	Oferta de TPU (oferta de lugares)	0,28	0,13
		Frequência de TPU	0,22	0,19
		Oferta de transporte para pessoas de mobilidade reduzida	0,19	0,14
		Tempo médio de viagem no TPU para o núcleo central de atividades e comércio	0,13	0,07
		População residente com distancia média de caminhada inferior a 500m das estações/paradas de TPU	0,18	0,10
<b>Incentivo ao Transporte não motorizado</b>	0.25	População residente com acesso a áreas verdes ou de lazer dentro de um raio de 500m das mesmas.	0,09	0,05
		Parcela de área de comércio (uso misto)	0,10	0,05
		Diversidade de uso comercial e serviços dentro de um dentro de um bloco ou quadra de 500m X 500m	0,13	0,03
		Extensão de ciclovias	0,13	0,07
		Distancia média de caminhada as escolas	0,26	0,14
		Numero de lojas de varejo por área desenvolvida liquida	0,11	0,03
		População dentro de uma distância de 500m de vias com uso predominante comércios e serviços	0,18	0,10
<b>Conforto Ambiental e Segurança</b>	0,29	Extensão de vias com <i>traffic calming</i>	0,11	0,04
		Parcela de veículos (oferta de lugares) do TPU utilizando energia limpa	0,08	0,03
		Parcela de vias com calçada	0,22	0,08
		Acidentes com pedestres/ciclistas por 1000 hab.	0,31	0,12
		Parcela de interseções com faixas para pedestres	0,21	0,07
		Parcela de veículos de carga com uso de energia menos poluente.	0,07	0,07
<b>Conjunção Transporte e Atividade econômica</b>	0,11	Custo médio de viagem no transporte público para o núcleo central de atividades	0,29	0,14
		Renda média da população/ custo mensal do transporte público.	0,38	0,21
		Baias para carga e descarga.	0,07	0,03
		Tempo médio de viagem TPU vs tempo médio de viagem por automóvel.	0,26	0,19
<b>Intensidade de uso do automóvel</b>	0,09	Veículo–viagens /comprimento total da via ou corredor	0,14	0,09
		Total de veículos privados-viagem/ per capita.	0,19	0,13
		Demanda de viagens por automóveis na região.	0,26	0,08
		Horas de congestionamento nos corredores de transportes próximos ou de passagem na região.	0,41	0,22

## 4.2 A Importância Relativa dos Indicadores e Temas

Para uma avaliação da importância relativa de cada um dos Indicadores em análise, efectuou-se o produto do peso obtido para o Tema a que pertence o Indicador e o peso do próprio Indicador, anteriormente apresentados na tabela 2. Os valores assim calculados e normalizados no intervalo [0, 1] são apresentados na tabela 3. Como a apresentação dos Indicadores está ordenada desde o de maior peso até o de menor peso, é possível facilmente identificar quais os mais relevantes e quais os de menor relevância, de entre os Indicadores propostos. Para uma melhor leitura os Indicadores foram ordenados, desde o de maior peso até ao de menor.

**Tabela 3 Ordem de importância dos indicadores propostos**

<b>Ordem</b>	<b>Indicador</b>	<b>Peso</b>
1	Acid.ped/ciclistas	0,0902
2	Oferta de TPU	0,0711
3	Dist. escolas	0,0675
4	vias c/calçada.	0,0629
5	Interseção c/ faixas	0,0598
6	Frequência de TPU	0,0571
7	Oferta mob.reduzida	0,0477
8	Pop. Res. 500m TPU.	0,0458
9	Pop. 500 m de vias	0,0448
10	Renda pop./custoTPU	0,0414
11	Horas congestion.	0,0392
12	Tempo médio TPU	0,0349
13	Diversidade de uso	0,0332
14	Ext.ciclovias	0,0319
15	Ext.traffic calming	0,0307
16	Custo viag. TPU	0,0303
17	Num. lojas varejo	0,0284
18	Tempo viag.TPU /auto	0,0274
19	Parc.uso misto	0,0255
20	Deman. Viag.auto.	0,0252
21	TPU energ. limpa.	0,0227
22	Pop. 500m Verdes	0,0218
23	Veic.Carg. Não Pol.	0,0212
24	Tot.veíc/per cap.	0,0184
25	Veíc-viag/comp.vias	0,0139
26	Baixas carga/desc.	0,0070

## 5 CONCLUSÃO

Por uma análise dos resultados obtidos, verifica-se que entre os Temas se destacam, pela importância dada pelo painel de avaliadores, o Incentivo ao uso do Transporte Público, o Incentivo ao Transporte não motorizado e o Conforto Ambiental e Segurança. Estes Temas

obtiveram pesos superiores a 0,25, e juntos representam 80% dos pesos. Dentro de cada um destes Temas destacam-se os Indicadores:

- Oferta de TPU (oferta de lugares),
- Frequência de TPU,
- Oferta de transporte para pessoas de mobilidade reduzida,
- Distância média de caminhada às escolas,
- População dentro de uma distância de 500m de vias com uso predominante comércios e serviços,
- Parcela de vias com calçada,
- Acidentes com pedestres/ciclistas por 1000 hab.,
- Parcela de interseções com faixas para pedestres,

Verifica-se, também, pela análise da tabela 3 que alguns Indicadores que obtiveram valores altos em Temas que possuem uma importância menor, pois têm pesos mais baixos, como por exemplo, horas de congestionamento, estão entre Indicadores com os 50% maiores pesos.

Destaca-se que o valor final do Índice, conforme dito anteriormente, dependerá da quantificação dos Indicadores envolvidos na análise de uma região, ou regiões. Em alguns casos pode, no entanto, não ser possível obter os valores para todo o conjunto de Indicadores propostos, nesse caso devem-se procurar avaliar os que estão na parte superior da hierarquização obtida e apresentada na tabela 3. Essa hierarquização permite identificar os indicadores mais relevantes no conjunto analisado.

Também, e recorrendo a ferramentas computacionais de visualização de informação geográfica, é possível efectuar a explicitação cartográfica do Índice com base na informação espacial dos vários Indicadores. Deste modo será possível identificar espacialmente as zonas de uma região que necessitam de políticas territoriais para mitigar as debilidades identificadas ao nível da Mobilidade Sustentável.

## **AGRADECIMENTOS**

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

## **REFERÊNCIAS**

Campos, V. B. G.; Ramos, R. A. (2005) **Proposta de indicadores de mobilidade urbana sustentável relacionando transporte e uso do solo**, trabalho preparado para apresentação no PLURIS 2005, São Carlos. São Paulo.

Costa, M. S. (2003) **Mobilidade Urbana Sustentável: um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para o Brasil e Portugal**. Dissertação de mestrado, EESC/USP - Pós Graduação em Transportes.

Eastman, J.R.; Jiang, H (1996) **Fuzzy Measures in Multicriteria Evaluation**. Proceedings, Second International Symposium on Spatial accuracy Assessment in Natural resources Environmental Studies, Fort Collins, Colorado, pp-527-534.

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.

Mendes, J.F.G. (2004) **Avaliação da Qualidade de Vida em Cidades: Fundamentos e Aplicações**, CD: Workshop “ Plano Integrado: em busca de desenvolvimento Sustentável para Cidades de Pequeno e Médio Portes” UM, Braga, Portugal.

Ramos R. A. R. (2000) **Localização Industrial: Um Modelo Espacial para o Noroeste de Portugal**, Tese de Doutoramento. Universidade do Minho, Braga, Portugal.

Ramos R. A R., Mendes J. F. G. (2001) Avaliação da aptidão do solo para localização industrial: O caso de Valença, **Revista Engenharia Civil**, 10. Universidade do Minho, Braga, Portugal.

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

PROSPECTS (2004) Procedures for Recommending Optimal Sustainable Planning of European City Transport Systems Results, **Task 11 report: Proposal for objectives and indicators in urban land use and transport planning for sustainability**. [www-ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects.html](http://www-ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects.html).