

# RELACIONAMENTO ENTRE A FORMA URBANA E AS VIAGENS A PÉ

**Marcelo Augusto Amâncio**

**Suely da Penha Sanches**

Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana  
Universidade Federal de São Carlos

## RESUMO

Este trabalho examina o relacionamento entre diversas características da forma urbana e o comportamento de viagem em uma cidade brasileira de porte médio, usando modelos de escolha modal que consideram os modos de transporte a pé e por automóvel particular. A fim de avaliar a influência marginal das variáveis que medem a forma urbana, sobre a opção modal, dois modelos do tipo logit foram calibrados. O primeiro modelo (básico) inclui apenas uma variável sócio-econômica (disponibilidade de automóvel) e o comprimento da viagem a ser realizada. O segundo modelo (expandido) inclui, além das variáveis do modelo básico, informações sobre as características da forma urbana nos setores de origem das viagens. Conforme o esperado, os modelos sugerem que uma maior mistura de usos do solo e melhor permeabilidade nas zonas de origem das viagens aumentam a probabilidade de viagens a pé. Por outro lado, a densidade de ocupação na zona de origem não apresentou efeito significativo na opção pela caminhada.

## ABSTRACT

This paper examines the relationship between several characteristics of the urban form and the travel behavior in a Brazilian medium sized city, using model choice models that consider walking and private automobile as transportation modes. In order to evaluate the marginal influence of urban form variables on the mode choice, two logit type models were calibrated. The first one (basic) includes only a socio-economic variable (automobile availability) and the trip length. The second model (expanded) includes, besides the variables of the basic model, information about the characteristic of the urban form in the trip origin sectors. According to expected, the models suggest that a greater mixture of uses and better permeability in the trips origin sectors increase the probability of walking trips. On the other hand, occupation density in the trip origin sector showed no significant effect in the option for walking.

## 1. INTRODUÇÃO

O relacionamento entre o ambiente construído e o comportamento individual de viagens tem sido uma área de pesquisa bastante explorada nos últimos anos. Planejadores urbanos têm analisados novos conceitos conhecidos por “Novo Urbanismo”, “Vizinhanças Amigáveis” e “Desenvolvimento Orientado para Transporte Coletivo” visando promover formas urbanas cujos atributos incentivem o uso de modos de transporte alternativos ao automóvel particular (Cervero, 2002).

Diferentes características das viagens urbanas, como a frequência, os modos de transporte utilizados, o comprimento e o tempo gasto têm sido estudados para várias configurações de zonas urbanas (Cervero and Kockelman, 1997; Frank and Pivo, 1995; Handy, 1996), para vários padrões de uso do solo (Crane and Crepeau, 1998; Greenwald and Boarnet, 2001; Kitamura et al., 1997) e para vários padrões de sistema viário (Cervero and Kockelman, 1997).

Estes estudos são importantes porque se constituem na fundamentação teórica e empírica que pode auxiliar os planejadores urbanos na tomada de decisão sobre políticas de uso do solo urbano. No entanto, a grande maioria deles trata de cidades de países desenvolvidos, especialmente dos Estados Unidos. Uma das exceções é o trabalho de Zegras (2004) realizado para a cidade de Santiago do Chile.

Embora alguns pesquisadores sejam pessimistas quanto à possibilidade de características da forma urbana poderem afetar a demanda de transporte nos países em desenvolvimento (Ingram, 1998), o Banco Mundial, em sua recém-lançada estratégia de transporte urbano (World Bank, 2002) identifica a necessidade de ênfase em políticas e instrumentos relacionados à ocupação urbana, que influenciem a escolha modal, beneficiando o transporte coletivo e os transportes não motorizados. A operacionalização desta ênfase depende de um melhor entendimento do relacionamento entre a forma urbana e o comportamento de viagens nos países em desenvolvimento.

Nesse sentido, este trabalho examina a associação entre diversas características da forma urbana e o comportamento de viagem em uma cidade brasileira de porte médio, usando um modelo de escolha modal que considera os modos de transporte a pé e por automóvel particular.

Foram incluídas na análise apenas as viagens curtas, com até 2,0km de comprimento (cerca de 30 minutos de caminhada). As viagens curtas têm sido objeto de várias políticas de transporte urbano que visam atrair, para as caminhadas, os usuários de automóvel (Mackett, 2003). Embora a definição de viagem curta varie muito (alguns trabalhos consideram como curtas viagens de até 8,0km), considerou-se que, para as condições de uma cidade brasileira de porte médio, o limite aceitável deveria ser um comprimento de viagem de 2,0 km.

## **2. A FORMA URBANA E A VIAGENS A PÉ**

A literatura que analisa o comportamento de viagens em relação ao ambiente construído tem aumentado consideravelmente na última década (Badoe e Miller, 2000; Moudon et al, 2005; Polzin, 2004). A premissa básica desses estudos é que as características locais da forma urbana podem influenciar o comportamento de viagens de três modos básicos: (1) reduzindo o número de viagens motorizadas. (2) aumentando a parcela de viagens não motorizadas e (3) reduzindo as distâncias de viagem em veículos motorizados.

Muitos destes estudos sugerem que a presença de certos atributos da forma urbana, como a mistura de usos do solo e maiores densidades urbanas, está relacionada com um maior número de viagens não motorizadas (Frank and Pivo, 1995; Greenwald and Boarnet, 2000; Handy, 1996; Kitamura et al., 1997; Rajamani et al, 2003). Alguns pesquisadores (Cervero and Kockelman, 1997; Srinivasan, 2002) incorporaram explicitamente medidas desses atributos ou incluíram fatores compostos para representar um indicador de conveniência para pedestres em equações de regressão ou modelos de divisão modal calibrados para prever o comportamento de viagens.

A questão do relacionamento entre o ambiente construído, o comportamento de viagens e a saúde pública tem sido também objeto de estudo (Handy et al, 2002; Rodríguez e Joo, 2004). A conclusão dos estudos realizados permite inferir que uma combinação de forma urbana e sistemas de transporte que incentivem as caminhadas e o uso da bicicleta, ajudam a criar comunidades mais ativas, saudáveis e amigáveis.

Cao et al (2005), Cervero (2002), Schwanen e Mokhtarian (2005) sugerem que uma abordagem alternativa para a análise da influência da forma urbana sobre os modos de transporte utilizados deveria incluir, além das variáveis sócio-econômicas e de uso do solo, um bloco de variáveis relacionadas a atitudes e estilo de vida dos indivíduos. Os autores

argumentam que muitos indivíduos optam por residir em áreas mais densas e com uso do solo diversificado, justamente para poderem utilizar mais facilmente os modos de transporte não motorizados.

Estes estudos ajudaram a esclarecer alguns pontos sobre a influência da forma urbana sobre a demanda de transporte. No entanto os resultados não são conclusivos. Algumas das análises sugerem que características como maiores densidades, usos do solo mistos e um desenho do sistema viário com maior conectividade, realmente provocam uma diminuição no índice de motorização e no uso do automóvel e aumentam o uso do transporte coletivo e do modo a pé. Outras análises chegaram à conclusão de que estas características provocam um impacto muito fraco. A razão desses resultados contraditórios é atribuída a metodologias mal definidas, à pouca disponibilidade de dados e a modelos não muito bem especificados (Badoe e Miller, 2000; Boarnet e Crane, 2001a; Cervero, 2002).

Em resumo, algumas ambigüidades empíricas e teóricas ainda permanecem com relação ao impacto da forma urbana sobre a realização de viagens não motorizadas. A presença de usos mistos, melhor conectividade das vias e maiores densidades de ocupação parece incentivar os modos não motorizados de transporte. Por outro lado, as evidências com relação a outras características da forma urbana, tais como: a presença de calçadas, a largura das calçadas e a topografia são inconclusivas (Cervero, 2002).

### **3. VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM A FORMA URBANA**

Uma análise da literatura sobre a influência da forma urbana na opção por determinado modo de transporte permite identificar diversas características que podem ser utilizadas para explicar a opção pelo modo a pé. Estas características são, em geral, classificadas em três grupos: densidade, diversidade e desenho urbano, conhecidos como os 3Ds do ambiente construído (Cervero e Kockelman, 1997; McNally e Kulkarni, 1997).

#### **3.1 Variáveis Relacionadas à Densidade Urbana**

Freqüentemente as medidas de densidade populacional e de usos não residenciais são utilizadas para análise do comportamento de viagem (Boarnet e Crane, 2001b; Cervero e Kockelman, 1997; VTPI, 2000,). Uma das vantagens apontadas para o uso dessas variáveis é a facilidade com que as informações para sua estimativa podem ser coletadas.

Áreas com altas densidades estão associadas à maior concentração de atividades, tanto residenciais como comerciais, facilitando aos habitantes da região a realização de suas atividades diárias usando modos de transporte não motorizados (modo a pé ou bicicleta).

A variável utilizada neste trabalho para representar o aspecto de densidade de uma zona urbana foi a densidade de ocupação (Equação 1).

$$docup_i = \frac{AC_i}{A_i} \quad (1)$$

Onde:

$Docup_i$  = densidade de ocupação do setor censitário  $i$

$AC_i$  = área construída no setor censitário  $i$  (ha)

$A_i$  = área do setor censitário  $i$  (ha);

### 3.2 Variáveis Relacionadas à Diversidade de Usos do Solo

A diversidade (mistura) de usos do solo refere-se à proximidade das atividades residenciais, de comércio e serviços, diminuindo a distância entre a origem e o destino das viagens. Alguns estudos indicam que o aumento da diversidade de uso do solo incentiva a substituição de viagens de automóvel por viagens a pé. (Arruda, 2000; Boarnet e Crane, 2001; Cervero e Kockelman, 1997; Shriver, 1997; Sun et al., 1998).

A variável utilizada neste trabalho para medir a diversidade de uso do solo é o Índice de Entropia. Esse índice avalia a distribuição da área construída entre as diferentes categorias de usos do solo dentro de uma determinada região e pode ser estimado através da Equação (2).

$$E_i = \frac{- \sum_{j=1}^k (p_{ji})(\ln p_{ji})}{(\ln k)} \quad (2)$$

Onde:

$E_i$  = índice de entropia no setor censitário  $i$

$p_{ji}$  = parcela da área construída ocupada pelo uso do solo  $j$  no setor  $i$

$k$  = número de categorias de uso do solo consideradas (residencial, comercial e industrial)

O índice de entropia pode variar entre 0 (homogeneidade - existe apenas um tipo de uso do solo no setor) e 1 (heterogeneidade - o setor é ocupado por parcelas iguais de todos os usos do solo considerados).

### 3.3 Variáveis Relacionadas ao Desenho das Vias

A forma e desenho das vias são de grande importância na motivação ao uso do modo a pé na realização das viagens urbanas diárias. Verificou-se, na literatura pesquisada, que vários estudos apontam o padrão viário em forma de grelha como sendo o mais eficiente para incentivar as viagens a pé, por oferecer uma maior variedade de opções de rotas. Esta forma de sistema viário é associada às zonas com características “tradicionais”, que tornam mais atraentes o transporte coletivo e os modos não-motorizados, ao contrário de zonas “modernas”, com muitos cul-de-sacs, que dificultam as caminhadas (Alan, 2001; Boarnet e Crane, 2001b; Cervero e Kockelman, 1997).

O indicador utilizado neste trabalho para representar o desenho das vias foi o Índice de Permeabilidade para Pedestres (Alan, 2001). A fórmula para cálculo desse índice é mostrada na Equação 3.

$$Ip_i = \frac{dd_i}{dr_i} \quad (3)$$

Onde:

$Ip_i$  = índice de permeabilidade para pedestres no setor censitário  $i$

$dd_i$  = distância direta média (em linha reta) entre as interseções no setor censitário  $i$

$dr_i$  = distância real média (pelo caminho mais curto) entre as interseções no setor censitário  $i$

O Índice de Permeabilidade para Pedestres pode variar entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1 for o valor do  $I_p$ , melhor a qualidade do desenho das vias para os pedestres, permitindo que estes caminhem diretamente entre suas origens e seus destinos de viagem.

#### 4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado na cidade de São Carlos, SP, uma cidade de porte médio, com cerca de 200 mil habitantes. Os dados referentes à forma urbana foram coletados em nível de setor censitário e foram mapeados e analisados utilizando as ferramentas disponíveis no software TransCAD (Caliper, 1996).

Foram utilizadas três bases cadastrais digitalizadas: do sistema viário, dos setores do cadastro imobiliário urbano e dos setores censitários. As informações contidas no cadastro imobiliário da cidade de São Carlos (referentes ao ano de 2003) foram utilizadas para a estimativa das densidades de ocupação e das diversidades de uso do solo nos setores censitários. Neste cadastro, os imóveis urbanos são divididos em três categorias principais de uso: residencial, comercial (que inclui serviços) e industrial. Assim sendo, para o cálculo dos Índices de Entropia, foram considerados apenas 3 tipos de uso do solo.

As informações referentes às viagens foram obtidas por Arruda (2005) através de diários de viagem. Do banco de dados gerado a partir desse levantamento de dados foram extraídas as viagens com até 2,0km de comprimento. A Tabela 1 mostra as características gerais dessas viagens.

**Tabela 1** – Características gerais das viagens

Motivo	Número de viagens	Modo	Número de viagens
Trabalho	81 (15,0%)	Automóvel	344 (64,8%)
Estudo	113 (21,3%)	A pé	187 (35,2%)
Compras	55 (10,4%)		
Assuntos pessoais	73 (13,8%)		
Volta para casa	179 (33,6%)		
Leva e traz	30 (5,6%)		
TOTAL	531 (100,0%)		

Pode-se verificar que apenas dois modos de transporte foram utilizados nas viagens: o modo a pé e o automóvel (como motorista e como carona), porque as viagens por transporte coletivo e por bicicleta foram eliminadas quando se excluíram as viagens com mais de 2,0km.

Dos 245 setores censitários da cidade de São Carlos, 65 apareceram com setores de origem das viagens com até 2,0km. A Tabela 2 mostra um resumo estatístico das características desses setores e das viagens incluídas na análise.

**Tabela 2** – Características das viagens e dos setores censitários

	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Características das viagens				
Comprimento da viagem (km)	0,94	0,10	2,00	0,53
Disponibilidade de automóvel (*)	0,87	0,20	2,60	0,53
Características dos setores de origem das viagens				
Área (ha)	13,49	2,36	52,29	8,28
Densidade de ocupação	0,41	0,07	0,86	0,19
Entropia	0,37	0,04	0,99	0,20
Permeabilidade	0,76	0,59	0,89	0,07

(\*) número de autos no domicílio do indivíduo, dividido pelo número de moradores habilitados para dirigir

Não foi feita nenhuma estratificação com relação ao motivo das viagens, porque o número de viagens por alguns motivos ficaria muito pequeno (ver Tabela 1). Os modelos calibrados consideram todos os motivos.

Para analisar o relacionamento entre as características da forma urbana e a opção pelo modo a pé para viagens curtas foram calibrados modelos de escolha modal do tipo logit binomial (Equação 4).

$$P_{pe} = \frac{\exp(U_{pe})}{\exp(U_{pe}) + \exp(U_{auto})} \quad (4)$$

onde:

$P_{pe}$  = probabilidade de escolha do modo a pé

$U_{pe}$  = utilidade do modo a pé

$U_{auto}$  = utilidade do modo automóvel

A fim de avaliar a influencia marginal das variáveis do ambiente construído sobre a opção modal, dois modelos foram calibrados. O primeiro modelo (básico) inclui apenas uma variável sócio-econômica (disponibilidade de automóvel) e o comprimento da viagem a ser realizada. O segundo modelo (expandido) inclui, além das variáveis do modelo básico, informações sobre as características da forma urbana nos setores de origem das viagens.

Assim sendo, no modelo básico, as utilidades dos modos automóvel e a pé foram definidas conforme as Equações 5 e 6.

$$U_{auto} = Const + \alpha \times D_{auto} \quad (5)$$

$$U_{pe} = \beta \times C \quad (6)$$

onde:

$U_{auto}$  = utilidade do modo automóvel

$U_{pe}$  = utilidade do modo a pé

$D_{auto}$  = disponibilidade do automóvel  
 $C$  = comprimento da viagem (km)  
 $Const, \alpha$  e  $\beta$  = constante e coeficientes a serem calibrados

Para o modelo expandido, as utilidades são descritas nas equações 7 e 8.

$$U_{auto} = Const + \alpha \times D_{auto} \quad (7)$$

$$U_{pe} = \beta_1 \times C + \beta_2 \times docup + \beta_3 \times entrop + \beta_4 \times permeab \quad (8)$$

onde:

$docup$  = densidade de ocupação no setor de origem da viagem  
 $entrop$  = entropia no setor de origem da viagem  
 $permeab$  = permeabilidade no setor de origem da viagem  
 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  e  $\beta_4$  = coeficientes a serem calibrados

#### 4.1 Resultados obtidos

A Tabela 3 mostra o resultado da calibração do modelo básico e a Tabela 4 mostra o resultado para o modelo expandido. Para o ajuste desses modelos foram utilizadas as ferramentas disponíveis no software TransCAD.

**Tabela 3** – Resultado da calibração do modelo básico

Variável	Modo automóvel		Modo a pé	
	Coeficiente	Estatística t	Coeficiente	Estatística t
Const	-1,9971	-6,8267	-	-
Dauto	0,4232	2,1071	-	-
C (comprimento)	-	-	-2,6218	-10,1389
Estatísticas do modelo	Número de casos = 533 Chi-quadrado = 196 $\rho^2 = 0,2652$			

O modelo básico, mostrado na Tabela 3, que inclui apenas as variáveis Dauto (disponibilidade de automóvel) e C (comprimento da viagem) produziu resultado consistente com a teoria e com a expectativa. Verifica-se que a disponibilidade de automóvel está positivamente associada à utilidade do modo automóvel. Um aumento no valor dessa variável aumenta a probabilidade de escolha do automóvel. Por outro lado o comprimento da viagem está negativamente associado à utilidade do modo a pé. Viagens mais longas diminuem a probabilidade de opção pela caminhada.

Quando as variáveis relacionadas à forma urbana são incluídas (modelo expandido, mostrado na Tabela 4) os impactos das variáveis Dauto e C não se alteram (ambas mantêm o sinal esperado e a significância). O efeito da mistura de usos do solo (variável entrop) é significativo e positivo, indicando que um aumento na mistura de usos na zona de origem da viagem está associado com um aumento na probabilidade do indivíduo optar pelo modo a pé.

Do mesmo modo, o efeito da permeabilidade (variável permeab) é significativo e positivo. A probabilidade de opção pelo modo a pé é maior para viagens com origem em setores mais permeáveis.

Estes dois resultados são consistentes com o esperado e com a teoria. A única variável de forma urbana que se mostrou não significativa no modelo calibrado é a densidade de ocupação. Este resultado é surpreendente, porque se esperava que a probabilidade de opção pelo modo a pé fosse bastante influenciada pela densidade de ocupação da zona de origem da viagem (que representa mais oportunidades e destinos de viagens). No entanto, este resultado é consistente com o encontrado por Zegras (2004) para Santiago do Chile. Também no modelo chileno, a densidade (populacional) não se mostrou significativa na opção pelo modo a pé.

**Tabela 4** – Resultado da calibração do modelo expandido

Variável	Modo automóvel		Modo a pé	
	Coeficiente	Estatística t	Coeficiente	Estatística t
Const	-1,9971	-6,8267	-	-
Dauto	0,4232	2,1071	-	-
C (comprimento)	-	-	-2,6218	-10,1389
docup	-	-	0,9207	1,4137
entrop	-	-	2,9777	4,1961
permeab	-	-	9,7823	4,7994
Estatísticas do modelo	Número de casos = 533 Chi-quadrado = 226 $\rho^2 = 0,3072$			

A comparação dos resultados obtidos com os modelos básico e expandido permite avaliar o efeito da inclusão das variáveis de forma urbana na expressão da utilidade do modo a pé. De maneira geral, o modelo expandido é estatisticamente melhor que o modelo básico. A estatística  $\rho^2$ , que avalia o ajuste do modelo, é maior para o modelo expandido. Também a estatística chi-quadrado, que avalia o poder de previsão do modelo, é maior para o modelo expandido.

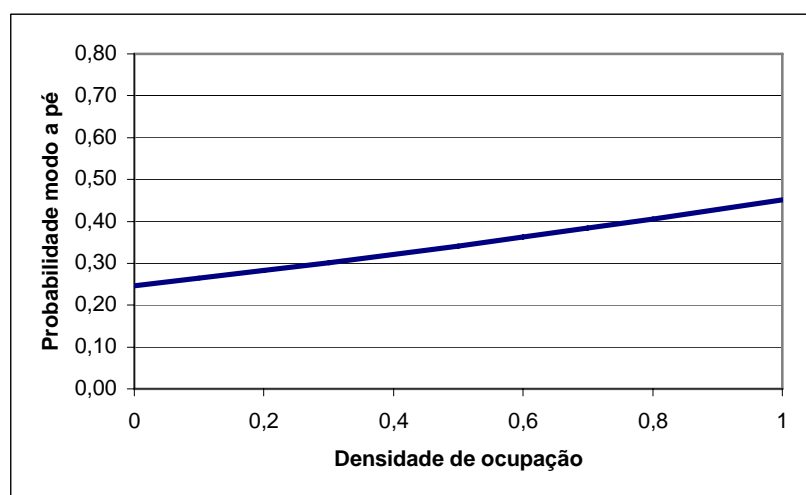
Os ajustes dos modelos (medidos pelas estatísticas  $\rho^2$ ) são razoáveis. No entanto, é preciso considerar que muitos modelos desse tipo apresentam também baixos níveis de ajuste (Zegras, 2004; Zhang e Kukadia, 2005). Para que o ajuste fosse considerado bom o valor de  $\rho^2$  deveria ser superior a 0,4 (Ortúzar e Willumsen, 1994).

Estes ajustes apenas razoáveis podem ser derivados do fato de que foram omitidas do modelo algumas variáveis que influenciam as viagens a pé, como a segurança, a seguridade e a qualidade do ambiente para pedestres (Ferreira e Sanches, 2001). Também podem ser devidos a problemas com os dados, particularmente as variáveis de forma urbana utilizadas, que foram representadas de forma muito agregada (em nível de setor censitário). Os setores

censitários incluídos na análise têm área média de cerca de 14 hectares, chegando até 52 hectares. Assim sendo, as variáveis de forma urbana representam as características médias desses setores e não as características efetivas em nível de vizinhança.

Para se avaliar a sensibilidade dos resultados do modelo com relação aos valores das variáveis de forma urbana, foram estimadas as probabilidades de opção pelo modo a pé, alterando-se o valor dessas variáveis, dentro das faixas de valores encontrados para os setores censitários da cidade de São Carlos (Tabela 2).

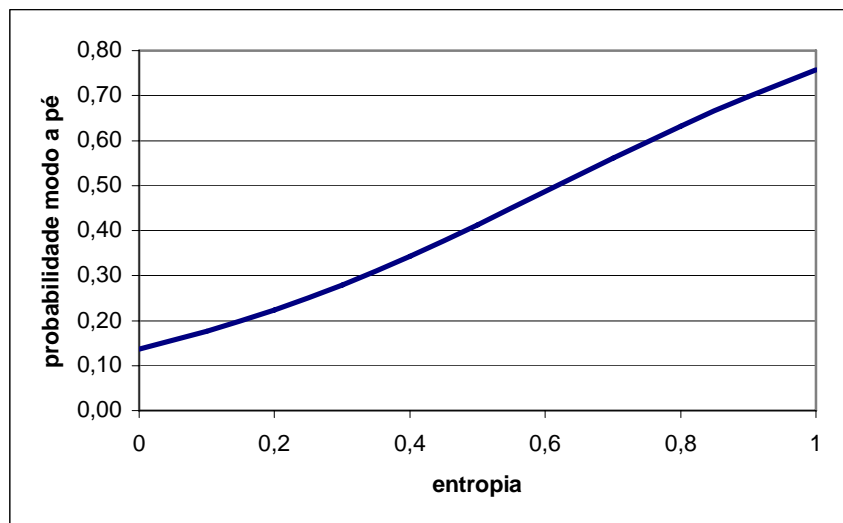
A Figura 1 mostra a probabilidade de escolha do modo a pé, em função da densidade de ocupação. Para a estimativa da utilidade dos modos, todas as variáveis foram consideradas em seus valores médios, exceto a densidade que variou entre 0 e 1.



**Figura 1** – Variação da probabilidade de opção pelo modo a pé em função da densidade de ocupação

Conforme indicado pelo modelo calibrado e pela Figura 1, o efeito de alterações na densidade de ocupação sobre a opção pelo modo a pé é pequeno. É necessária uma variação muito grande (não realística) da densidade para que se observe uma variação significativa da utilização do modo a pé.

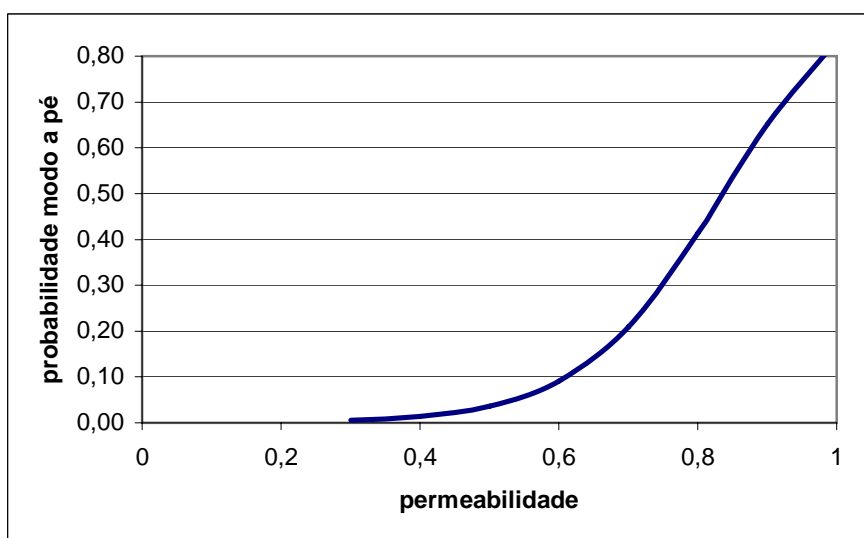
A Figura 2 mostra a probabilidade de escolha do modo a pé, em função da entropia. Para a estimativa da utilidade dos modos, todas as variáveis foram consideradas em seus valores médios, exceto a entropia que variou entre 0 e 1.



**Figura 2** – Variação da probabilidade de opção pelo modo a pé em função da entropia

A Figura 2 mostra que a mistura de usos do solo nas zonas de origem das viagens tem influência positiva na opção pelo modo a pé. Verifica-se que pequenas alterações na variável entropia, produzem variações relativamente significativas na opção pelas caminhadas.

A Figura 3 mostra a probabilidade de escolha do modo a pé, em função da permeabilidade. Para a estimativa da utilidade dos modos, todas as variáveis foram consideradas em seus valores médios, exceto a permeabilidade que variou entre 0 e 1.



**Figura 3** – Variação da probabilidade de opção pelo modo a pé em função da permeabilidade

Conforme indicado pelo modelo calibrado e mostrado na Figura 3, verifica-se que as variações mais significativas na probabilidade de opção pelo modo a pé são causadas por alterações na permeabilidade da zona de origem das viagens. As zonas que têm o sistema viário com configuração em forma de grelha (permeabilidade próxima de 1) são aquelas mais propensas a incentivar as caminhadas.

## 5. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou os resultados de uma análise inicial que procurou avaliar a influência das características da forma urbana sobre a opção pelo modo de transporte a pé em uma cidade brasileira de porte médio.

Para esta análise, foram calibrados modelos de escolha modal do tipo logit. O ajuste de modelos que incluem características da forma urbana, apresenta diversas dificuldades. Em geral, as informações sobre densidade de ocupação, diversidade de usos, desenho do sistema viário e outras variáveis descritivas da forma urbana não estão disponíveis e não são facilmente obtíveis. No entanto, o crescente interesse por formas sustentáveis de urbanização, faz com que o estudo das formas urbanas e suas influências na demanda de transporte adquira uma importância cada vez maior. Assim sendo, o modelo calibrado pode ainda ser muito melhorado, incluindo-se outras variáveis descritivas da forma urbana.

No geral, pode-se concluir que os resultados dos modelos fornecem alguma evidência da influência da forma urbana (embora medida através de um número limitado de características) sobre a opção pelo modo a pé para viagens curtas na cidade de São Carlos.

### Agradecimentos

A pesquisa cujos resultados parciais são descritos neste artigo está sendo financiada pelo CNPq (projeto CT-TRANSPo) e pela CAPES (bolsa de mestrado)

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allan, A. (2001) Walking as a local transport modal choice in Adelaide. *World Transport Policy & Practice*, Volume 7, Nº 2, p. 44-51.
- Arruda, F. (2000) *Integração dos Modos Não Motorizados nos Modelos de Planejamento dos Transportes*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos.
- Arruda, F. (2005). *Aplicação de um Modelo Baseado em Atividades para Análise da Relação Uso do Solo e Transportes no Contexto Brasileiro*. Tese de Doutorado – EESC-USP.
- Badoe, D.; Miller, E (2000) Transportation–land-use interaction: empirical findings in North America, and the implications for modeling. *Transportation Research D* (5), p.235-263.
- Boarnet, M.; Crane, R (2001a). *Travel by Design: The Influence of Urban Form on Travel*. Oxford University Press, 2001.
- Boarnet, M.; Crane, R. (2001b) The influence of land use on travel behavior: specification and estimation strategies. *Transportation Research A* (35), p. 823-845.
- CALIPER (1996) *TransCAD Users' Guide*.
- Cao, X.; Handy, S.; Mokhtarian, P. (2005) The influences of the built environment and residential self-selection on pedestrian behavior, *TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM*.
- Cervero, R; Kockelman, K. (1997) Travel demand and the 3 Ds: density, diversity and design. *Transportation Research D* (3), p. 119-219.
- Cervero, R. (2002). Built environment and mode choice: toward a normative framework. *Transportation Research D*, vol.7, p. 265-284.
- Crane, R.; Crepeau, R. (1998). Does neighborhood design influence travel? A behavioral analysis of travel diary and GIS data. *Transportation Research D* (3), p. 225-238.
- Ferreira, M.; Sanches, S. (2001) Índice de Qualidade das Calçadas – IQC. *Revista dos Transportes Públicos*, Vol. 91, Ano 23, São Paulo, p. 47-60.
- Frank, L.; Pivo, G (1995) Impacts of mixed use and density on utilization o three modes of travel: single-occupant vehicle, transit and walking. *Transportation Research Record* 1466, p. 42-50.
- Greenwald, M.; Boarnet, M. (2001). Built environment as determinant of walking behavior: analyzing nonwork pedestrian travel in Portland, Oregon. *Transportation Research Record* 1780, p.33-42.
- Handy, S. (1996) Methodologies for exploring the link between urban form and travel behavior. *Transportation Research D* (2), p. 151-165.

- Handy, S. et al (2002) How the built environment affects physical activity - views from urban planning. *American Journal of Preventive Medicine*, Volume 23, Number 2S, p.64-73)
- Ingram, G. (1998) Patterns of metropolitan development: what have we learned? *Urban Studies*, Vol. 35, No. 7, p. 1019-1035.
- Kitamura, R., Mokhtarian, P., and Laidet, L. (1997). A micro-analysis of land use and travel in five neighborhoods in the San Francisco Bay Area. *Transportation*, 24, p.125-158.
- Mackett, R. I. (2003) Why do people use their cars for short trips? *Transportation* 30. p. 329-349.
- McNally, M.; Kulkarni, A. (1997) Assessment of the influence of land-use - transportation system on travel behavior. *Transportation Research Record* 1607, p. 105-115.
- Moudon, A. et al. (2005) Land use and transportation: operationalizing the relationship with a transportation-efficient land use mapping index, *TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM*
- Ortúzar, J.D.; Willumsen, L. (1994). *Modelling Transport*. John Willey & Sons, London.
- Polzin, S. (2004) *The Relationship Between Land-use, Urban form and Vehicle Miles of Travel: The State of Knowledge and Implications for Transportation Planning*. Center for Urban Transportation Research - University of South Florida.
- Rajamani, J. et al (2003) Assessing the impact of urban form measures in nonwork trip mode choice after controlling for demographic and level-of-service effects. *TRB 2003 Annual Meeting CD-ROM*
- Rodríguez, D.; Joo, J (2004) The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment, *Transportation Research D* (9), p.151-173.
- Schwanen, T.; Mokhtarian, P. (2005) What affects commute mode choice: neighborhood physical structure or preferences toward neighborhoods? *Journal of Transport Geography* 13, p. 83-99.
- Shriver, K. (1997) Influence of environmental design on pedestrian travel behavior in four Austin neighborhoods, *Transportation Research Record* 1578, p. 66-75.
- Srinivasan, S. (2002) Quantifying spatial characteristics of cities. *Urban Studies*, Vol. 39, No. 11, p. 2005-2038.
- Sun, A., et al. (1998) Household travel, household characteristics, and land use. *Transportation Research Record* 1617, p.10-17.
- VTPI - Victoria Transport Policy Institute (2000) *Land-use Impacts on Transport: How Land-Use Patterns Affect Travel Behavior*. Victoria Transport Policy Institute. Disponível em: <http://www.vtpi.org>, acesso em 03/03/2005.
- World Bank (2002). *Cities on the Move: A World Bank Urban Transport Strategy Review*. Washington, DC.
- Zegras, P. (2004) The influence of land use on travel behavior: empirical evidence from Santiago de Chile, *TRB 2004 Annual Meeting CD-ROM*
- Zhang, M.; Kukadia, N. (2005) Metrics of urban form and the modifiable areal unit problem. *TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM*.

---

**Endereço dos autores:**

Universidade Federal de São Carlos  
 Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana  
 Rodovia Washington Luis, km 235  
 13565-905 São Carlos, SP, Brasil

email:  
[marceloaamancio@yahoo.com.br](mailto:marceloaamancio@yahoo.com.br)  
[ssanches@power.ufscar.br](mailto:ssanches@power.ufscar.br)