

# RELAÇÃO ENTRE ESTRUTURA URBANA E PADRÃO DE VIAGENS A PÉ

Ana Margarita Larrañaga<sup>(1)</sup>

Carla Schwengber ten Caten<sup>(2)</sup>

Helena Beatriz Betella Cybis<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Laboratório de Sistemas de Transportes – LASTRAN

<sup>(2)</sup> Laboratório de Otimização de Produtos e Processos – LOPP  
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - PPGE  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma pesquisa quantitativa desenvolvida com o objetivo de analisar a relação entre a estrutura físico/urbana do bairro e o padrão de viagens a pé de residentes da cidade de Porto Alegre. A coleta de dados envolveu a aplicação de um questionário fechado, no qual foram abordadas questões sobre o padrão de viagens dos respondentes, suas características sócio-econômicas e atitudinais, e percepções sobre a estrutura físico/urbana do bairro de residência. Os resultados da pesquisa foram utilizados na construção de modelos binomiais negativos para identificar os efeitos dos diferentes grupos de variáveis analisados. Os modelos indicaram que a presença de comércios e serviços na proximidade da residência influencia fortemente o número de viagens a pé, independentemente das preferências dos residentes. Ainda, características sócio-econômicas dos indivíduos são elementos importantes para explicar o padrão de viagens, assim como características atitudinais ou de estilo de vida dos indivíduos.

## ABSTRACT

This paper presents a quantitative research, developed to analyze the relation between urban structure and walking trip patterns of Porto Alegre residents. The data collection involved the application of a closed format questionnaire. The questionnaire addressed questions regarding travel patterns, socioeconomic characteristics, lifestyles, and the perception of the physical/urban structure of the neighborhood. The data collected from the survey was used to build four negative binomial regression models. The models were built to investigate the effect of the different groups of variables on walking trip patterns. The models indicate that the presence of shops and services in the vicinity of the residence has strong influence in the number of walking trips, independently of resident's attitudes and preferences. Other socio-economic variables, as well as, attitudinal or life style characteristics are also important elements for explain travel behavior.

## 1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana na maioria das cidades de médio e grande porte é fortemente apoiada pela utilização de automóveis, provocando impactos ambientais, sócio-econômicos e no padrão de utilização do solo. Os impactos decorrentes das atividades de transportes é um dos grandes problemas da atualidade e diversas políticas tem sido propostas para minorar estes problemas. As atuações mais importantes estão associadas a: (i) difusão e utilização de novas tecnologias veiculares, de combustíveis e de controle de tráfego, (ii) implantação de medidas econômicas destinadas a induzir mudanças no padrão de viagens dos indivíduos e, (iii) promoção de mudanças no uso do solo para influenciar alterações no padrão de viagens. Durante os últimos vinte anos, o debate entre defensores das duas últimas políticas, tem sido intenso (Abreu e Silva, Goulas, 2009).

Estudos sobre a relação entre padrões de uso do solo e padrões de viagens, em particular no que se refere a viagens a pé, tem merecido a atenção de pesquisadores e planejadores. Um planejamento que estimule o aumento das viagens a pé contribui para reduzir os impactos do uso de veículos motorizados. Entretanto, esta não é uma tarefa simples, o padrão de deslocamentos da população é muito complexo. A população das áreas urbanas é bastante diversificada e apresenta necessidades e valores diferenciados. Os projetos de gestão de mobilidade bem sucedidos reportados na literatura, são baseados no conhecimento das necessidades dos diferentes segmentos da população e na implementação de medidas adequadas e estes diversos segmentos.

Planejadores urbanos e de transporte tem promovido políticas que melhoram a qualidade do ambiente construído para pedestres como: maior heterogeneidade do uso do solo, melhoria das conexões viárias, calçadas em boas condições e outras facilidades. Porém a eficácia dessas políticas ainda não foi definitivamente estabelecida e está aberta ao debate dos pesquisadores (Cao et al, 2006). Este estudo visa analisar a relação existente entre a estrutura físico/urbana do bairro e o padrão de viagens a pé. Seguindo as tendências mais recentes reportadas na literatura, este estudo considera, além das características físicas e de urbanização do bairro, características sócio-econômicas e atitudinais que explicam o estilo de vida da população analisada. O estudo foi realizado na cidade de Porto Alegre.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A literatura reporta várias pesquisas que investigam a forma como a estrutura físico/urbana do bairro e da cidade afeta a mobilidade das pessoas e, em particular, as viagens a pé (Cervero e Radisch, 1996; Cervero e Duncan, 2003; Greenwald e Boarnet, 2001; Handy e Clifton, 2001; Hess *et al.*, 1999; Naes *et al.*, 1995). Esses trabalhos evidenciam a correlação entre a configuração física do bairro e os deslocamentos a pé. Cervero e Duncan (2003), por exemplo, estudaram a relação entre forma urbana e viagens não motorizadas para a cidade de São Francisco. Os autores construíram modelos de escolha discreta para representar a eleição modal e os resultados indicam que a diversidade de uso do solo está positivamente relacionada com a decisão de caminhar.

Devido à contínua atenção dos pesquisadores, importantes evoluções teóricas e metodológicas têm ocorrido nesta linha de pesquisa. A primeira geração de modelos quantitativos correlaciona apenas características relativas à estrutura urbana e ao padrão de viagens. Estes modelos têm sido criticados por não considerar variáveis sócio-econômicas e outras características que expliquem o estilo de vida e as necessidades de viagens dos residentes. O nível de renda, a estrutura familiar, idade e interesses de lazer variam significativamente entre residentes das diferentes regiões da cidade (Naes, 2005). As diferenças no padrão de viagens podem ser causadas fundamentalmente por esses fatores e não apenas pelas características físicas do bairro de residência.

Estas críticas abriram caminho a estudos, que passaram a considerar variáveis sócio-econômicas na análise. Entretanto, poucos incluíam variáveis atitudinais ou explicativas do estilo de vida dos residentes (Cervero e Duncan, 2002; Hammond, 2005; Cao *et al.* 2006). Cervero e Duncan (2002), por exemplo, investigaram a existência de *self-selection* na cidade de São Francisco através da construção de um modelo logit hierárquico, considerando variáveis sócio-econômicas e atitudinais. *Self selection* é entendida como a tendência das pessoas de escolherem localizações

de residência baseadas nas suas necessidades e preferências de viagem. A pesquisa conclui que a localização residencial e a opção de modo de transporte estão diretamente relacionadas. Os resultados evidenciam a existência de *self-selection*, sendo que ela explica aproximadamente 40% das decisões de utilização do modo. Hammond (2005) estudou a relação entre escolha do local de residência e escolha modal em Century Wharf, Cardiff (cidade do Reino Unido). O autor avaliou, através de questionários diretos, as preferências e atitudes de viagens dos entrevistados (pró-transporte público, pró-caminhada, pró-automóvel, etc). O estudo concluiu que, para mais da metade dos entrevistados, a escolha modal está associada à escolha de residência. Cao *et al.* (2006) analisaram a influência da forma urbana e *self-selection* nos deslocamentos de pedestres na cidade de Austin (Texas). Os autores verificaram a existência de *self-selection*, concluindo que este é o fator mais importante para explicar as viagens com destino fixo. Por outro lado, verificaram que as características do bairro influenciam na frequência de viagens a pé independentemente das preferências dos residentes.

A grande maioria destes trabalhos, no entanto, trata de cidades de países desenvolvidos. No Brasil ainda são poucos os estudos que relacionam as características da estrutura urbana e as viagens a pé como em Amâncio, 2005 e Fernandes et al, 2008. Amâncio (2005) pesquisou a existência de uma relação entre forma urbana e a opção dos indivíduos pelas viagens a pé para a cidade de São Carlos-SP. Fernandes et al (2008) analisaram a relação entre a forma urbana e o transporte no Município de Olinda-PE. Os resultados permitem inferir que as características do meio físico urbano e a diversidade de uso do solo influenciam a escolha dos indivíduos pelo modo a pé.

Considerando a importância de aprofundar os conhecimentos sobre as relações entre as escolhas de modo de viagens e a estrutura de uso do solo, pesquisas nesta linha adaptadas a diferentes contexto e localidades continuam sendo necessárias.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS**

Este trabalho foi elaborado a partir de um estudo quantitativo, desenvolvido com o objetivo de investigar a relação entre estrutura urbana e padrão de deslocamentos a pé. O instrumento de coleta de dados utilizado foi um questionário fechado, no qual foram abordadas questões sobre o padrão de viagens dos respondentes, as características sócio-econômicas e atitudinais destes residentes da cidade de Porto Alegre, e suas percepções sobre a estrutura físico/urbana do bairro de residência. A definição das questões abordadas foi baseada em estudo qualitativo prévio.

Para avaliar o padrão de viagens foram incluídas no questionário perguntas referentes aos deslocamentos realizados nos últimos sete dias: números de viagens a pé a destinos próximos da residência (especificando o motivo), número total de viagens realizadas e o número total de viagens possíveis de serem realizadas a pé. Para fins desta pesquisa, viagem foi definida como o deslocamento de uma pessoa entre uma origem e um destino final para satisfazer um determinado motivo. As características sócio-econômicas medidas no questionário foram: idade, sexo, número de residentes no domicílio, número de crianças menores de cinco anos, número de pessoas no domicílio habilitadas a dirigir, número de automóveis no domicílio, posse de carteira de habilitação e disponibilidade permanente de automóvel.

As características atitudinais foram avaliadas solicitando que os entrevistados indicassem o grau de concordância com um conjunto de afirmações. Os questionários continham oito afirmações referentes a preferências de viagem (estilo de vida). Cada entrevistado deveria indicar seu grau de concordância com cada afirmação utilizando uma escala continua entre zero, “discordo completamente”, e dez, “concordo completamente”. A escala adotada corresponde à Escala Visual Analógica (EVA) (Wewers e Lowe, 1990).

As afirmações procuram traduzir um conceito geral de preferência ou predisposição à escolha de um modo de viagem. Assim, as afirmações apresentadas aos entrevistados foram agrupadas em dois fatores empregando uma análise fatorial confirmatória através do software SPSS (versão 10.0). Esses fatores foram definidos como: pró-caminhada e pró-transporte motorizado. A Tabela 1 sintetiza os resultados da aplicação da análise fatorial, listando as afirmações apresentadas aos entrevistados, organizadas segundo o agrupamento (fator), e os carregamentos estimados para cada afirmação.

Tabela 1: Fatores e carregamento das atitudes de viagem

Fator	Item
Pró-caminhada	Para trajetos curtos, eu <u>sempre</u> prefiro caminhar porque é mais <u>agradável</u> (0,854); para trajetos curtos, eu <u>sempre</u> prefiro caminhar porque é mais <u>fácil</u> (0,848); para trajetos curtos, eu <u>sempre</u> prefiro caminhar porque é mais <u>saudável</u> (0,878); para trajetos curtos, eu <u>sempre</u> prefiro caminhar porque é mais barato (0,723)
Pró- transporte motorizado	Eu prefiro utilizar um modo motorizado nos meus deslocamentos diários porque é mais <u>rápido</u> do que utilizar o modo a pé (0,859); eu prefiro utilizar um modo motorizado nos meus deslocamentos diários porque é mais <u>confortável</u> do que utilizar o modo a pé (0,780); eu prefiro utilizar um modo motorizado nos meus deslocamentos diários porque é mais <u>seguro</u> do que utilizar o modo a pé (0,801); eu prefiro utilizar um modo motorizado nos meus deslocamentos diários porque me permite maior <u>flexibilidade para atingir vários destinos ao longo do dia</u> (0,794)

Método de Extração: Análise de componentes principais Método de rotação: *Varimax* com normalização de Kaiser

A análise fatorial é uma técnica de análise estatística multivariada criada para identificar estruturas em conjuntos de variáveis observadas (HAIR *et al.*, 1998), explicitando a inter-relação entre elas, com o objetivo de identificar novas variáveis (fatores). Existem dois tipos de análise fatorial, que devem ser adequadas aos objetivos do estudo em que forem aplicadas. São elas: (i) análise fatorial exploratória – realizada quando pouco se sabe sobre as relações subjacentes entre os conjuntos de dados; e (ii) análise fatorial confirmatória – procedimento desenvolvido para se testar hipóteses a respeito da estrutura de um conjunto de dados (HAIR *et al.*, 1998). Esta última foi a técnica utilizada no presente trabalho.

A medida de adequação da amostra para o conjunto de variáveis (KMO) resultou no valor de 0,742. O teste de esfericidade de Bartlett foi significativo, demonstrando a normalidade dos

dados. Desta forma, a realização da análise fatorial para a dimensão de atitudes de viagem foi apropriada.

As características da estrutura físico/urbana do bairro, descritas na Tabela 2, foram medidas através da percepção dos residentes entrevistados. Analogamente à abordagem sobre as características atitudinais, foi solicitado aos entrevistados que manifestassem seu grau de concordância em relação a quatro afirmações. Os residentes foram questionados sobre: a possibilidade de atender suas necessidades diárias e eventuais de comércios e serviços a uma distância caminhável da sua residência, as condições das calçadas na proximidade da residência, a segurança pública no bairro para realizar deslocamentos a pé e a topografia das vias na proximidade de sua residência. Neste trabalho se considerou que uma distância caminhável é uma distância de 800m da residência.

A definição dos entrevistados considerou três variáveis de estratificação: sexo, faixa etária e disponibilidade de automóvel. Foram selecionados entrevistados residentes em áreas da cidade com diferentes estruturas urbanas. A amostra foi composta por 147 indivíduos, garantindo um mínimo de 8 indivíduos por estrato, com nível de significância de 95%, coeficiente de variação moderado (10%), erro relativo admissível moderado (5%). A caracterização da amostra é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Caracterização da amostra

Mulheres	Proporção (%)			
Domicílios com crianças menores a 5 anos	45,6			
Habilitados a dirigir	8,8			
Indivíduos com automóvel disponível	81,0			
	60,6			
Dados sócio econômicos	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
Idade	43,71	18	73	15,64
Nº residentes /domicílio	3,01	1	8	1,31
Nº pessoas habilitadas a dirigir/domicilio	1,85	0	4	,87
Nº automóveis/domicílio	1,01	0	3	,80
Percepção sobre o bairro de residência	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
Presença de comércios no bairro	6,09	0	10	2,84
Bairro com calçadas em boas condições	6,07	0	10	2,93
Topografia	5,05	0	10	3,40

O número médio de automóveis por domicílio na cidade de Porto Alegre, segundo dados de entrevistas domiciliares realizadas em 2003 (EDOM, 2004) é de 0,54. Os valores mínimos deste indicador são 0,23 no bairro de Agronomia e 0,28 em Lomba do Pinheiro. Os valores máximos são 1,29 no bairro Três Figueiras e 1,28 em Bela Vista (Larrañaga, 2008). Observa-se na Tabela 2 que os indivíduos da amostra residem em domicílios que apresentam uma taxa de automóveis por domicílio maior do que o valor médio da cidade.

A Tabela 3 apresenta a caracterização dos deslocamentos dos entrevistados. Observa-se que, em média, de um total de 37 viagens realizadas nos últimos 7 dias pelos entrevistados, 16 são realizadas exclusivamente a pé. Isto representa 43% do total de viagens, valor muito mais alto que o levantado na pesquisa de origem-destino realizada na cidade. Na pesquisa de entrevistas domiciliares (EDOM, 2004) só foram considerados deslocamentos com mais de 5 quadras. Isto revela a importância dos pequenos deslocamentos, muitas vezes subestimados ou não considerados em algumas pesquisas de transporte.

Tabela 3: Caracterização dos deslocamentos

	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
Nº viagens totais nos últimos 7 dias	36,87	4	115	20,90
Nº viagens a pé nos últimos 7 dias	16,46	0	72	15,60
Nº viagens possíveis de serem realizadas a pé nos últimos 7 dias	20,20	0	80	16,33

Com o objetivo de estudar a relação entre a estrutura urbana e viagens a pé, foram estimados modelos lineares generalizados que relacionam a frequência de viagens a pé com características sócio-econômicas, atitudinais e da estrutura física do bairro. A regressão binomial negativa foi utilizada para modelar a frequência de viagens a pé. Diversos trabalhos utilizam regressão linear para analisar padrões de deslocamento como por exemplo, Frank & Pivo (1995), Kitamura et al. (1997), e Krizek (2003). Porém, na regressão linear, a variável dependente deve apresentar distribuição normal, sendo que isso normalmente não acontece com frequências de viagens. As frequências de viagens apresentam, em geral, uma dispersão para a esquerda, desviando-se da hipótese de normalidade (Cao *et al*, 2006). As distribuições probabilísticas mais utilizadas para modelar dados de contagem e taxas são a distribuição de Poisson e binomial negativa. A escolha da distribuição depende da média e da variância da amostra. O modelo de Poisson é escolhido quando há independência entre as observações, e a variância e a média da amostra são iguais. O modelo binomial negativo é utilizado quando as amostras apresentam superdispersão (variância maior do que a média) (Lord, 2006).

Nesta pesquisa, foram estimados diversos modelos através de regressão binomial negativa. Foram modeladas duas variáveis dependentes: (i) frequência de viagens a pé e (ii) proporção entre o número de viagens a pé e o número de viagens totais ambas referentes aos últimos 7 dias. As variáveis consideradas são apresentadas na Tabela 4.

A seleção das variáveis independentes incluídas no modelo foi baseada numa metodologia faseada (*stepwise process*). Em cada fase, foi testado se a incorporação dessa variável agregava poder de explicação ao modelo, permitindo determinar a significância das variáveis que minimizam os impactos de multicolinearidade. A estruturação do modelo foi realizada no programa computacional *Stata* 9.2. Esse programa permite que modelos para dados de contagem, como os modelos de regressão binomial negativa, utilizem taxas como variáveis de resposta.

Para cada variável dependente foram testados dois modelos: (i) base e (ii) expandido. O modelo base foi estimado unicamente com as variáveis de controle (variáveis sócio-econômicas e

características do bairro). O modelo expandido foi estimado posteriormente, agregando variáveis atitudinais às anteriores. Desta forma, o padrão de viagens foi modelado como uma função dependente da forma urbana do bairro, das características sócio-econômicas e atitudinais dos residentes, permitindo testar a real influência das variáveis atitudinais no padrão de viagens e comparar o poder preditivo dos modelos.

Tabela 4: Resumo das variáveis usadas no modelo

Categoria	Variáveis dependentes
Padrão de viagens	Frequência de viagens a pé nos últimos 7 dias
	Proporção de viagens a pé nos últimos 7 dias (Nºviagens a pé 7 dias/Nº viagens totais 7 dias)
	Variáveis independentes
Características sócio-econômicas	Idade (anos)
	Masculino (0,1)
	Nº residentes no domicílio
	Presença de crianças menores a 5 anos (0,1)
	Disponibilidade de automóvel (0,1)
	Nº automóveis no domicílio
Percepção do bairro na proximidade da residência	Presença de comércio e serviços (escala continua entre 0 “discordo completamente” e 10 “concordo completamente”)
	Calçadas em boas condições (escala continua entre 0 “discordo completamente” e 10 “concordo completamente”)
	Segurança pública (escala continua entre 0 “discordo completamente” e 10 “concordo completamente”)
	Topografia acidentada (escala continua entre 0 “discordo completamente” e 10 “concordo completamente”)
Atitudinais	Pró-caminhada (escala continua entre 0 “discordo completamente” e 10 “concordo completamente”)
	Pró-transporte motorizado (escala continua entre 0 “discordo completamente” e 10 “concordo completamente”)

#### 4. RESULTADOS

Os resultados dos quatro modelos selecionados, dentre os estimados, são apresentados nas Tabelas 5 e 6. A Tabela 5 sintetiza os resultados dos modelos de frequência de viagens a pé (base e expandido). A Tabela 6 sintetiza os resultados dos modelos de proporção de viagens a pé.

As medidas utilizadas para analisar o ajuste dos modelos foram: teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) que verifica o ajuste do modelo (*goodness of fit*) à distribuição binomial negativa e o cálculo do coeficiente pseudo- $R^2$ . O pseudo- $R^2$  varia entre 0 e 1, maiores valores indicam um melhor ajuste do modelo, porém não existe um critério para determinar o ajuste do modelo para regressões binomiais negativas (Cao *et al*, 2006). Existem diferentes formulações deste coeficiente, sendo que o *Stata* utiliza o pseudo- $R^2$  de McFadden, baseado em medidas da máxima verossimilhança (Bruin, 2006). Os modelos desenvolvidos apresentam valores do teste de qui-quadrado menores

do que os valores críticos com 95% de confiança ( $p\text{-valor} > 0,005$ ), confirmando que o modelo de regressão binomial negativa é apropriado para modelar o fenômeno estudado. Os valores de pseudo- $R^2$  foram baixos, mas aceitáveis e similares aos valores obtidos em outros trabalhos encontrados na literatura. O pseudo- $R^2$  não pode ser interpretado como o coeficiente de determinação das regressões lineares, pois não avalia a proporção da variância explicada pelo modelo. Porém, no contexto das regressões lineares, valores de coeficiente de determinação de 0,2 são considerados bons ajustes para dados em *cross-section* desagregados. Interessante observar que os valores do pseudo- $R^2$  foram maiores nos modelos de proporção de viagens a pé, tanto básico quanto expandido. Isto mostra que os dados explicam melhor a relação entre número de viagens do que o número total de viagens a pé.

Tabela 5: Modelos de frequência de viagens a pé

	Base		Expandido	
	<i>Log likelihood</i> = -541,0759		<i>Log likelihood</i> = -512,6493	
	<i>Deviance</i> = 149,3588		<i>Deviance</i> = 108,9156	
	Pearson = 118,0394		Pearson = 108,0334	
	Número de observações = 147		Número de observações = 147	
	Prob>chi <sup>2</sup> (p-valor) = 0,0000		Prob>chi <sup>2</sup> (p-valor) = 0,0000	
	Pseudo R <sup>2</sup> = 0,0783		Pseudo R <sup>2</sup> = 0,1288	
	Residual df = 142		Residual df = 143	
Variáveis	Coeficientes	p-valor	Coeficientes	p-valor
Presença de crianças <5 anos	-0.1746089	0.032	-	-
Nºautomóveis/domicílio	-0.3796235	0,000	-0.3697032	0,000
Presença comércio	0.3358548	0,000	0.2688909	0,004
Topografia	-0.2233364	0,003	-	-
Pró-caminhada	-	-	0.6956668	0,000
Constante	2,647772	0,000	2.493499	0,000
Alpha	0.8204732		0.5272569	
	<i>Likelihood-ratio test of alpha=0: likelihood ratio</i> =1067,49		<i>Likelihood-ratio test of alpha=0: likelihood ratio</i> =688,87	
	Prob>=chibar2= 0.000		Prob>=chibar2= 0.000	
	Ajuste do modelo chi <sup>2</sup> ( <i>Goodness of fit</i> ) = 149,3588		Ajuste do modelo chi <sup>2</sup> ( <i>Goodness of fit</i> ) = 108,9156	
	Chi <sup>2</sup> (142)(0,005) = 170,8092		Chi <sup>2</sup> (143)(0,005) = 171,9068	
	Prob>chi <sup>2</sup> (142)(p-valor) = 0,3196		Prob>chi <sup>2</sup> (143)(p-valor) = 0,9847	

Todas as variáveis explicativas foram padronizadas, para permitir a comparação de seu efeito na variável resposta.

Os valores de alpha apresentados nas Tabelas 5 e 6 são significativos (diferentes de zero), indicando que a variância da amostra é maior do que a média. Isto mostra a existência de superdispersão, a qual é reportada através do likelihood ratio, que indica a diferença nos valores de log-likelihood entre os modelos de Poisson e binomial negativa.



Tabela 6: Modelos de proporção de viagens a pé

	Base		Expandido	
	<i>Log likelihood</i> = -515,1977		<i>Log likelihood</i> = -476,2445	
	<i>Deviance</i> = 159,4690		<i>Deviance</i> = 106,9286	
	Pearson = 143,2582		Pearson = 105,0681	
	Número de observações = 147		Número de observações = 147	
	Prob>chi <sup>2</sup> (p-valor) = 0,0000		Prob>chi <sup>2</sup> (p-valor) = 0,0000	
	Pseudo R <sup>2</sup> = 0,0841		Pseudo R <sup>2</sup> = 0,1517	
	Residual df = 144		Residual df = 142	
Variáveis	Coeficientes	p-valor	Coeficientes	p-valor
Nºautomóveis/domicílio	-0,3714639	0,000	-0,2900198	0,000
Presença comércios	0,2809421	0,000	0,2022698	0,000
Pró-caminhada	-	-	0,4900118	0,000
Pró-motorizado	-	-	-0,2293795	0,000
Constante	-0,9280121	0,000	-1,0678	0,000
Alpha	0,5318294		0,2631283	
	<i>Likelihood-ratio test of alpha=0:</i> <i>likelihood ratio</i> =540,45		<i>Likelihood-ratio test of alpha=0:</i> <i>likelihood ratio</i> =252,20	
	Prob>=chibar2= 0.000		Prob>=chibar2= 0.000	
	Ajuste do modelo chi <sup>2</sup> ( <i>Goodness of fit</i> ) = 159,4690		Ajuste do modelo chi <sup>2</sup> ( <i>Goodness of fit</i> ) = 106,9286	
	Chi <sup>2</sup> (144)(0,005) =173,0041		Chi <sup>2</sup> (142)(0,005) = 170,8092	
	Prob>chi <sup>2</sup> (144)(p-valor) = 0,1789		Prob>chi <sup>2</sup> (142)(p-valor) = 0,9875	

Todas as variáveis explicativas foram padronizadas, para permitir a comparação de seu efeito na variável resposta.

A inclusão de variáveis atitudinais incrementou o poder preditivo, tanto da modelagem de frequência como da proporção de viagens a pé. Além disso, as tabelas mostram características comuns aos modelos de frequência e proporção de viagens a pé. A “presença de comércios e serviços” na proximidade da residência tem influência significativamente em todos os modelos estimados (p-valor<0,05). Outro aspecto comum a todos os modelos diz respeito ao “número de automóveis no domicílio”. Observou-se que o “número de automóveis no domicílio” influencia significativamente a realização de viagens a pé, tanto nos modelos básicos quanto nos expandidos. Assim, a decisão de utilizar o modo a pé nas viagens diárias, está fortemente associada a uma menor disponibilidade de automóvel (de acordo com os coeficientes padronizados). Outro ponto importante se relaciona à inclusão das variáveis atitudinais aos modelos de frequência e proporção de viagens a pé. Observa-se que a variável “pró-caminhada” influencia significativamente a realização de viagens a pé. Este fator está positivamente associado com a variável dependente. Comparando os valores padronizados dos coeficientes, percebe-se que a variável “pró-caminhada” é a mais influente na estimativa da frequência e proporção de viagens a pé.

A inclusão de variáveis atitudinais nos modelos (modelos expandidos) merece algumas considerações. No modelo base de frequência de viagens a pé (Tabela 5), a “topografia das vias

na proximidade da residência” mostrou ser uma variável significativa. Este comportamento pode ser explicado uma vez que aclives e declives dificultam a caminhada, desestimulando a realização de viagens a pé. Igualmente, o modelo base de frequência de viagens a pé mostra que respondentes que têm crianças (menores de cinco anos) realizam menos viagens a pé, conforme esperado e já relatado em outros trabalhos. Porém, após a inclusão de variáveis atitudinais, as variáveis “topografia” e “crianças” deixaram de ser significativas nos modelos.

Uma observação interessante diz respeito ao modelo expandido de proporção de viagens a pé (Tabela 6). Este modelo apresenta como variáveis significativas, a variável atitudinal “pró-caminhada” a “presença de comércio e serviços”, “número de automóveis no domicílio” e a variável atitudinal “pró-motorizado”.

Os dois modelos, frequência e proporção de viagens a pé, foram concebidos para captar algumas particularidades no padrão de comportamento dos entrevistados. Dois entrevistados podem realizar o mesmo número de viagens a pé, sendo que, para um este número representa praticamente o total de suas viagens, enquanto, para o outro, representa um pequeno percentual. Os modelos estimados reproduzem estas particularidades. A preferência pelo modo motorizado tem uma influência negativa na proporção de viagens a pé.

A comparação dos coeficientes padronizados dos modelos base evidencia que o “número de automóveis no domicílio” e a “presença de comércio e serviços na proximidade da residência” são as variáveis que mais influenciam a realização de viagens a pé. Ao incluir variáveis atitudinais nos modelos, estas variáveis continuam sendo significativas, mas seu efeito é menor. A variável atitudinal “pró-caminhada” é o fator que mais afeta a realização de viagens a pé. Pode-se concluir, portanto, que a preferência pelo modo de transporte influencia fortemente a decisão de realizar viagens a pé.

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a relação entre a estrutura físico/urbana do bairro e o padrão de viagens a pé de residentes da cidade de Porto Alegre. Para isto, foi elaborada uma pesquisa quantitativa, desenvolvida através de um instrumento de coleta de dados fechado, no qual foram abordadas questões sobre o padrão de viagens, características sócio-econômicas e atitudinais que explicam o estilo de vida dos entrevistados, e a percepção sobre estrutura físico/urbana do bairro de residência.

Com o objetivo de captar particularidades no padrão de comportamento dos entrevistados, foram estimados modelos, através de regressão binomial negativa, utilizando duas variáveis dependentes: (i) frequência de viagens a pé realizados nos últimos 7 dias e (ii) proporção entre o número de viagens a pé e o número de viagens totais. Para cada variável dependente foram testados dois modelos: (i) base e (ii) expandido. O modelo base foi estimado utilizando unicamente variáveis de controle (variáveis sócio-econômicas e características do bairro). O modelo expandido foi estimado posteriormente, agregando variáveis atitudinais às anteriores.

A comparação dos modelos forneceu informações interessantes sobre o padrão de viagens dos entrevistados. Uma primeira conclusão importante advinda dos modelos é que a “presença de comércio e serviços na proximidade da residência” influencia fortemente o número de viagens a

pé, independentemente das preferências dos entrevistados. A distribuição de uso do solo determina as localizações das atividades e condiciona as distâncias percorridas entre os locais de atividades. A diversidade de atividades oferecidas num bairro permite aproximar as origens e destinos, reduzindo as distâncias e contribuindo para aumentar o número de viagens a pé.

Segundo, os resultados dos modelos mostraram que características socio-econômicas dos indivíduos são elementos importantes para explicar o padrão de viagens. Em particular, o “número de automóveis no domicílio” condiciona a mobilidade dos indivíduos. A decisão de realizar viagens a pé depende fortemente da disponibilidade de automóvel. Conforme esperado, os modelos estimados confirmam que a disponibilidade de automóvel tem uma influência estatisticamente significativa e importante para a redução de viagens a pé.

Uma terceira observação importante advinda do estudo é que a variável atitudinal “pró-caminhada” foi o fator de maior influência nos modelos representativos do padrão de deslocamentos a pé. Os resultados da análise mostraram que características intrínsecas ao indivíduo afetam fortemente a realização de viagens a pé. Alguns fatores característicos do ambiente social e das particularidades individuais podem ser fundamentais para explicar as escolhas de modo de viagem. Portanto, é fundamental considerar características atitudinais que expliquem o estilo de vida dos usuários na elaboração de projetos urbanísticos e de transportes. A aplicação de medidas que considerem simultaneamente a estrutura urbana, as condições sócio-econômicas, valores e características comportamentais da população permitirá desenvolver estratégias mais exitosas no sentido de reduzir os impactos do transporte motorizado na áreas urbanas.

O aprofundamento e o desenvolvimento de outros trabalhos sobre o tema são necessários. Trabalhos futuros podem incluir a realização de pesquisas longitudinais com indivíduos que mudaram para regiões da cidade com diferentes estruturas urbanas, ou a análise de áreas que tenham experimentado mudanças na sua estrutura. A análise de experiências naturais deve se constituir em experiência importante para determinar o impacto do padrão de viagens em resposta a uma mudança no ambiente construído.

Os resultados do presente trabalho devem servir de base para futuros estudos com o objetivo de identificar medidas que aumentem as oportunidades de realizar viagens a pé, contribuindo, desta forma para melhorar a qualidade de vida, reduzir os custos de transporte, os impactos ambientais e oferecer maior equidade de acesso às atividades urbanas.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao CNPQ pelo apoio através da concessão de bolsa de pesquisa.

#### **REFERÊNCIAS**

- Abreu e Silva, J. ; Goulias, K. G. (2009) A Structural Equations Model of Land Use Patterns, Location Choice, and Travel Behavior in Seattle Comparison with Lisbon. TRB 88th Annual Meeting Compendium of Papers DVD, *Paper #09-2800*.
- Amâncio, M.A.(2005) Relacionamento entre a forma urbana e as viagens a pé. **Dissertação de Mestrado**. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

- Cao, X.; Handy, S.; Mokhtarian, P. (2006) The Influences of the Built Environment and Residential Self-Selection on Pedestrian Behavior. *Transportation*, in press.
- Cao, X.; Mokhtarian, P.; Handy, S. (2007) Neighborhood Design and Aging: An Empirical Analysis in Northern California. *Transportation*, in press.
- Cervero, R.; Duncan, M. (2002) Residential Self Selection and Rail Commuting: A Nested Logit Analysis. University of California Transportation Center, Berkeley, CA, <http://www.uctc.net/papers/604.pdf>
- Cervero, R.; Duncan, M. (2003) Walking, bicycling, and urban landscapes: evidence from San Francisco Bay Area. *American Journal of Public Health* 93:(9), 1478–1483.
- Cervero, R.; Radisch, C. (1996) Travel choices in pedestrian versus automobile oriented neighborhoods. *Transport Policy* 3:(3), 127–141.
- EDOM (2004) Pesquisa de Origem e Destino de Porto Alegre - Entrevista Domiciliar - EDOM 2003. *Relatório Técnico*. EPTC/Magna/TIS, Porto Alegre.
- Fernandes, K.D.L.M.; Maia, M.L.A.; Ferraz, C. (2008) Forma urbana e deslocamentos pendulares: uma análise dos bairros de Casa Caiada e Jardim Brasil em Olinda-PE. In: XXII ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2008, Fortaleza. *Panorama Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes 2008*, v.1 p.763-775.
- Greene WH (1997) *Econometric Analysis*, 3rd edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall Inc.
- Greenwald, M. J.; Boarnet, M.G. (2001) Built environment as determinant of walking behavior: analyzing nonwork pedestrian travel in Portland, Oregon. *Transportation Research Record* 1780: 33–42.
- Hair, J.F.; Anderson, R.E.; Tatham, R.L.; Black, W.C.. *Multivariate Data Analysis* 5TH ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998.
- Handy, S. L. (2002) How the built environment affects physical activity. Views from Urban Planning. *American Journal of Preventive Medicine*. p.64-73.
- Handy, S. L.; Clifton, K. (2000) Evaluating Neighborhood Accessibility: Issues and Methods Using Geographic Information Systems, Report SWUTC/00/167202-1. Southwest Region University Transportation Center, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin.
- Hammond, D. (2005). Residential Location and Commute Mode Choice. Dissertação de Mestrado em Transporte, University of Wales, Cardiff.
- Hess, P. M.; Moudon, A.V.; Snyder, M.C.; Stanilov, K. (1999) Site design and pedestrian travel. *Transportation Research Record* 1674: 9–19.
- IPEA (2003) Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas Brasileiras. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, D.F.
- Kitamura, R.; Mokhtarian, P. e A. Laidet (1997) A Micro-Analysis of Land Use and Travel in Five Neighborhoods in the San Francisco Bay Área. *Transportation* 24, p, 125-158.
- Krizek, K. (2003) Operationalizing neighborhood accessibility for land use travel behavior research and regional modeling. *Journal of Planning Education and Research* 22 (3): 270-87.
- Larrañaga, A.M. ; Cybis, H.B. (2007) Análise do padrão comportamental de pedestres. In: XXI ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2007, Rio de Janeiro. *Panorama Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes 2007*. Rio de Janeiro.
- Larrañaga, A.M. (2008) Análise do Padrão comportamental de pedestres. Dissertação de Mestrado. Departamento de Produção e Transportes. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Litman, T. (2003) London Congestion Pricing: Implications for other cities. Victoria Transport Policy Institute, Victoria.
- Lord, D. (2006) Modeling motor vehicle crashes using Poisson-gamma models: examining the effects of low sample mean values and small sample size on the estimation of the fixed dispersion parameter. *Accident Analysis and Prevention*, v.38, n.4, p.751-766.
- Naes P. Roe .G.Larsen S.L. (1995) Travelling distances, modal split and transportation energy in thurty residential areas in Oslo, *Journal of Environmental Planning and Management* 38. p349-370.
- Naes, P. (2005) Residential location affects travel behavior—but how and why? The case of Copenhagen metropolitan area. *Progress in Planning*, Volume 63, Issue 2, p. 167-257.
- Wewers M.E., Lowe N.K. (1990) A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in Nursing and Health* 13, p227-236.