

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TESE DE DOUTORADO

ESTRUTURA URBANA E VIAGENS A PÉ

Ana Margarita Larrañaga Uriarte

Porto Alegre, 2012

Ana Margarita Larrañaga Uriarte

ESTRUTURA URBANA E VIAGENS A PÉ

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Transporte.

Orientadora: Prof^ª. Helena Beatriz Betella Cybis, *Ph. D*

Porto Alegre, 2012

Ana Margarita Larrañaga Uriarte

ESTRUTURA URBANA E VIAGENS A PÉ

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Prof^a. Helena Beatriz Betella Cybis, Ph.D.

PPGEP / UFRGS

Orientadora

Prof.^a Carla Schwengberg ten Caten, Dra.

Coordenador PPGEP / UFRGS

Banca Examinadora:

Prof. Orlando Strambi, Ph. D (PTR / EPUSP)

Prof^a. Denise Lindstrom Bandeira, Dra. (EA / UFRGS)

Prof. Flávio Sanson Fogliatto, Ph. D (PPGEP / UFRGS)

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna, Ph. D (PPGEP / UFRGS)

AGRADECIMENTOS

Á minha família, especialmente ao meu filho e ao meu marido, pela compreensão, incentivo e amor incondicional.

Á minha orientadora, a professora Helena pela ajuda e orientação constante.

Aos professores Luis Rizzi e Orlando Strambi pela ajuda e contribuições.

Aos colegas do LASTRAN e da PUC- Chile pelo companheirismo e apoio.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições e críticas ao trabalho.

Ao CNPq pelo apoio através da concessão de bolsa de pesquisa.

A todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento e realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Tema e Objetivos	15
1.2	Justificativa do Tema e Objetivos.....	17
1.3	Delineamento do Estudo	18
1.3.1	Método de pesquisa	18
1.3.2	Método de trabalho.....	19
1.4	Delimitações.....	23
1.5	Estrutura do Trabalho.....	24
2	ARTIGO 1 - FATORES QUE AFETAM AS DECISÕES INDIVIDUAIS DE REALIZAR VIAGENS A PÉ: ESTUDO QUALITATIVO.....	25
2.1	Introdução	25
2.2	Referencial teórico	26
2.3	Metodologia	29
2.4	Descrição das entrevistas	31
2.5	Análise e interpretação dos dados.....	34
2.6	Conclusões	41
2.7	Referências.....	43
3	ARTIGO 2 - RELATION BETWEEN URBAN STRUCTURE AND PEDESTRIAN BEHAVIOR: A CASE STUDY OF PORTO ALEGRE.....	45
3.1	Introduction.....	45
3.2	Study area.....	46
3.3	Background	47
3.4	Methodology	48
3.4.1	Identification of the factors that influence individual decisions to walk.....	48
3.4.2	Survey of Information	53
3.4.3	Analysis of the influence of different attributes on pedestrian behavior.....	56
3.5	Results.....	58
3.5.1	Analysis of model adjustment	59
3.5.2	Analysis of the estimated coefficients.....	60
3.6	Conclusions.....	62
3.7	References.....	63
4	ARTIGO 3 - IMPACTO DA ESTRUTURA URBANA NA DECISÃO DE CAMINHAR: EVIDÊNCIAS DE PORTO ALEGRE.....	65

4.1	Introdução	65
4.2	Variáveis que caracterizam a estrutura urbana	67
4.3	Metodologia	70
4.3.1	Amostra e unidade de análise	70
4.3.2	Variáveis e modelos	71
4.4	Resultados	75
4.5	Conclusões	78
4.6	Referências.....	80
5	ARTIGO 4 - PERCEPÇÕES E ATITUDES DE VIAGEM: MODELOS DE VARIÁVEL LATENTE	82
5.1	Introdução	82
5.2	Modelos de variavel latente -mimic.....	85
5.3	Procedimentos metodológicos	86
5.3.1	Amostragem	87
5.3.2	Instrumento de pesquisa	88
5.3.3	Variáveis utilizadas	89
5.4	Modelagem.....	91
5.5	Resultados	92
5.6	Conclusões	98
5.7	Referências.....	100
6	ARTIGO 5 - VIAGENS A PÉ, ESCOLHA RESIDENCIAL E ESTRUTURA URBANA	103
6.1	Introdução	103
6.2	Procedimentos metodológicos	107
6.2.1	Amostragem	107
6.2.2	Instrumento de pesquisa	108
6.2.3	Variáveis.....	109
6.2.4	Modelagem	111
6.3	Modelagem dos indicadores atitudinais	114
6.4	Resultados da modelagem comportamental.....	121
6.5	Conclusões	126
6.6	Referências.....	128
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
7.1	Conclusões	132
7.2	Sugestões para trabalhos futuros.....	136
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137

9	APÊNDICES.....	148
9.1	Questionário Artigo 2.....	148
9.2	Questionário Artigo 4 e 5.....	151

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1- Estudos desenvolvidos no trabalho.....	20
Figura 2.1 a- Região 1- Centro/Cidade Baixa	30
Figura 2.1 b- Região 2-Petrópolis/Bela Vista.....	30
Figura 2.2- Hierarquização dos elementos que motivam/facilitam a utilização do modo a pé	38
Figura 2.3- Hierarquização dos elementos que desmotivam/dificultam a utilização do modo a pé	39
Figure 3.1- Hierarchy of the elements that motivate/facilitate walking.....	51
Figure 3.2- Hierarchy of the elements that that detract from the motivation to choose walking	52
Figure 3.3- Graphs of principal effects.....	62
Figura 5.1- Modelo MIMIC	86
Figura 5.2- Diagrama de caminhos do modelo MIMIC	93
Figura 6.1- Histograma de viagens a pé no entorno do domicílio.....	114
Figura 6.2- Diagrama de caminhos do modelo MIMIC	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1- Roteiro de questões realizadas nas entrevistas	29
Tabela 2.2- Caracterização da amostra.....	30
Tabela 2.3- Fatores intervenientes na escolha do modo a pé e frequência de manifestações dos entrevistados	36
Table 3.1- Script of questions asked in the interviews	49
Table 3.2- Factors and loading of travel attitudes	55
Table 3.3- Characterization of the sample.....	56
Table 3.4- Characterization of trips.....	56
Table 3.5- Summary of the variables used in the model	57
Table 3.6- Models of frequency of walking (negative binomial regression model)	58
Table 3.7- Models of proportions of walking (Beta Model of Regression)	59
Tabela 4.1- Variáveis de estudo	71
Tabela 4.2- Estatística descritiva das variáveis independentes	75
Tabela 4.3- Modelos logit binômiais para prever a probabilidade de caminhar	76
Tabela 5.1- Questionário atitudinal	89
Tabela 5.2- Descrição das variáveis explicativas utilizadas no modelo final	91
Tabela 5.3- Resultados das estimativas do modelo MIMIC	95
Tabela 6.1- Variáveis da estrutura urbana do bairro de residência (500m).....	111
Tabela 6.2- Estatística descritiva das variáveis dependentes e independentes.....	113
Tabela 6.3- Resultados da estimação dos modelos MIMIC	118
Tabela 6.4- Modelos logit ordenados para prever a probabilidade de realização de viagens a pé: utilitárias e recreação	122
Tabela 6.5- Modelos logit ordenados para prever a probabilidade de realização de viagens a pé: utilitárias e acesso a outros modos, utilitárias, recreação e acesso a outros modos ..	125

LARRANAGA, Ana Margarita *Estrutura urbana e viagens a pé*, 2012. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

RESUMO

Planejadores têm recomendado políticas de uso do solo e desenho urbano visando à promoção do transporte não motorizado e a consequente redução do uso do automóvel. A grande parte destes estudos foi desenvolvida em países industrializados. Em cidades em desenvolvimento, com rápido crescimento urbano, e problemas de transporte intensificados, tais como congestionamento e poluição do ar, qual o impacto que é possível esperar de mudanças na estrutura urbana no padrão de viagens a pé? Esta tese pretende responder essa questão no contexto de América Latina, focando o estudo na cidade de Porto Alegre, Brasil. O desenvolvimento do trabalho ocorre através de cinco etapas, que são apresentadas em formato de artigos. Os artigos procuram analisar através de diferentes abordagens e diferentes fontes de dados a interação entre estrutura urbana e viagens a pé. Assim, em alguns artigos os dados de viagens são coletados através de questionários domiciliares realizados especificamente para fins do estudo, em outros, são utilizados dados de pesquisas domiciliares Origem-Destino realizadas em Porto Alegre. Os dados da estrutura urbana analisados são de dois tipos: (i) subjetivos percebidos pelos entrevistados, e (ii) objetivos, medidos e processados através de Sistema de Informação Geográfica (GIS). Os resultados obtidos apontam que existe uma relação entre estrutura urbana e viagens a pé. Ainda, a relação existente é primariamente uma função das características socioeconômicas dos viajantes, e, secundariamente, função da estrutura urbana. Dentre as características urbanas, densidade populacional, padrão viário em forma de grelha, topografia pouco acentuada e comércios e serviços próximos à residência mostraram ser as mais significativas. Resultados similares foram obtidos em estudos realizados em cidades em desenvolvimento, como é o caso de Santiago (Chile), Bogotá (Colômbia) e São Carlos (Brasil). Efeitos decorrentes de mudanças na estrutura urbana serão positivos. Porém, efeitos maiores serão obtidos, provavelmente, por políticas que tornem a posse do carro menos desejável ou mais cara. Enquanto no longo prazo os esforços devem ser dirigidos à construção de estruturas urbanas que melhor acomodem e estimulem a realização de viagens a pé, no curto prazo deve ser destacada a importância de ações que influenciem a atitude e as percepções das pessoas sobre a caminhada.

Palavras-chave: viagens a pé, pedestres, estrutura urbana, auto-seleção, Porto Alegre.

LARRANAGA, Ana Margarita *Urban structure and walking trips*, 2012. Dissertation (Doctorate in Engineering) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

ABSTRACT

Researchers have studied the impact of policies for land use and urban design in order to promote non-motorized trips and the consequent reduction in car use. However, the majority of these studies had been performed in cities of developed countries. In developing countries, cities undergo rapid urban growth, fast increase in car ownership rates and this enhanced transportation problems such as congestion and air pollution. This dissertation aims to better understand what impact can be expected from changes in urban structure in the pattern of walking trips, in the context of Latin-American city such as Porto Alegre, Brazil. The research conducted in this dissertation is structured in five stages, which are presented in the form of five scientific papers. These articles seek to analyze through different approaches and different data sources, the interaction between urban structure and walking trips. Thus, in some of them travel data were collected through household surveys, which were conducted specifically for this study, while in others, data from household surveys obtained from the Origin-Destination Study for the City of Porto Alegre was used. The data about the urban structure analyzed are of two types: (i) subjective perceived by respondents, and (ii) objective, measured and processed using Geographic Information System (GIS). The results indicate that there is a relationship between urban structure and walking trips. Though, this relationship is primarily a function of socioeconomic characteristics of travelers and secondarily a function of urban structure. Among the urban characteristics that favor walking trips, the following proved to be the most significant: population density, road pattern in a grid, topography without high slopes, and shops and services close to home. Similar results were obtained in studies conducted in developing cities, such as Santiago (Chile), Bogotá (Colombia) and San Carlos (Brazil). Effects arising from changes in the urban structure will be positive. However, larger effects are obtained, probably due to policies that make car ownership less desirable or more expensive. While the long-term efforts should be directed to the construction of urban structures that better accommodate and encourage walking trips, in the short term should be highlighted the importance of actions that influence individual's attitudes and perceptions towards walk.

Keywords: walking trips, pedestrians, built environment, self-selection, Porto Alegre.

1 INTRODUÇÃO

O transporte motorizado tem um papel essencial em todas as cidades, disponibilizando um meio para a troca de bens e serviços e permitindo às pessoas satisfazer a maioria dos seus desejos e necessidades diárias. Ao mesmo tempo, seus impactos negativos tais como poluição do ar, congestionamento e acidentes, são amplamente reconhecidos, tanto em países industrializados quanto em países em desenvolvimento. Estes problemas levaram a um grupo crescente de analistas, autoridades e defensores públicos a considerar a contribuição potencial de estratégias de planejamento de uso do solo e desenho urbano visando à mudança no padrão de viagens. Essas estratégias pretendem criar cidades mais densas, reduzir a duração média de viagem, melhorar níveis de serviço e reduzir os custos unitários de operação para o transporte público, e criar melhores condições para os modos não motorizados (a pé e bicicleta) (EWING e CERVERO, 2010; ZEGRAS, 2004).

Análises sobre a influência das características urbanas no padrão de viagens podem ser observadas desde os inícios do século 20. Na década de 1990, com o crescente interesse em correntes como “Novo Urbanismo” (*New Urbanism*), “Crescimento Inteligente” (*Smart Growth*) e “Desenvolvimento Orientado pelo Trânsito” (*Transit Oriented Development*), o número de estudos aumentou exponencialmente (ZEGRAS, 2010). Na maioria dos estudos, o padrão de viagens (representado pela frequência de viagem, modo, distância, duração, destino ou propriedade de automóvel) foi relacionado com características da estrutura urbana representadas por três componentes principais. Eles são: (i) padrão de uso do solo; (ii) desenho urbano; e (iii) sistema de transporte. Padrão de uso do solo refere-se à distribuição das atividades no espaço, incluindo a localização e densidade de diferentes atividades, tais como residencial, comercial, industrial. O desenho urbano significa o desenho da cidade e os elementos físicos dentro dele, incluindo tanto sua organização como sua aparência. Finalmente, o sistema de transporte compreende a infraestrutura física das vias, calçadas, ciclovias, vias férreas, pontes, etc., bem como as características de serviço prestado, conforme determinado pelos níveis de tráfego, frequências de ônibus e similares (HANDY *et al.*, 2002).

Atualmente, existe um crescente reconhecimento que mudanças nas características da estrutura urbana podem ter impacto significativo sobre o padrão de viagens. Pesquisas realizadas (BARAN *et al.*, 2008; CAO *et al.*, 2006; CERVERO e DUNCAN, 2003; CRANE, 2000; EWING e CERVERO, 2001, 2010; FRANK e ENGELKE, 2001; LEE e MOUDON,

2006) sugerem que pessoas que vivem em bairros orientados para pedestres, caracterizados por uso de solo misto, alta conectividade viária e alta densidade populacional são estimulados a dirigir menos e utilizar outros modos de transporte, como transporte público, bicicleta e a pé.

No entanto, depois destes anos de pesquisa e análises, ainda restam dúvidas sobre o impacto quantificável do ambiente construído sobre o padrão de viagens e pesquisas nesta área continuam. Tentativas de generalizar os resultados, sob a forma de elasticidades de frequências de viagens e distâncias percorridas pelos veículos em relação a diferentes medidas da estrutura urbana, foram realizados por Ewing e Cervero (2001, 2010). Apesar destes esforços, generalizar a partir desta pesquisa continua sendo um desafio, devido a variações na: (i) escala de análise ("meso" ou "micro" nível); (ii) tipos de medidas da estrutura urbana utilizadas (densidade populacional, densidade residencial, medidas de entropia para o uso do solo, etc.); (iii) dados de viagens utilizados (agregadas ou desagregadas, individual ou familiar); (iv) abordagens analíticas e variáveis de controle utilizadas; e (v) resultados finais medidos (frequências de viagem, escolha de modo, distâncias percorridas, etc.) (ZEGRAS, 2010).

Além disso, inferir causalidade a partir de alguns estudos realizados, isto é, que o ambiente construído causa um resultado no padrão de viagens, é questionável. Pois muitos dos estudos ignoram as preferências de viagem dos indivíduos, o que leva a um viés no cálculo de quanto o ambiente construído afeta o padrão de viagens. As preferências de viagem podem induzir a uma auto-seleção dos indivíduos em bairros de residência consistentes com suas preferências. A auto-seleção (*self selection*), nesse contexto, é entendida como a tendência das pessoas de escolherem localizações de residência baseadas nas suas necessidades e preferências de viagem. Geralmente resulta de duas fontes: atitudes e características socioeconômicas. O efeito da auto-seleção resultante de características econômicas pode ser evitado ao incluir variáveis socioeconômicas como variáveis explicativas nas análises multivariadas. Vários trabalhos incluíram este tipo de variáveis. Entretanto, poucos analisaram o efeito da auto-seleção causado pelas atitudes. Em termos matemáticos, a relação frequentemente observada entre estrutura urbana (*BE*) e padrão de viagens (*TB*) é geralmente modelada da seguinte forma:

$$TB = f(BE, X) + \varepsilon \quad (1)$$

onde X representa as variáveis observadas, como as socioeconômicas, e ε representa a influência de todas as variáveis não observadas sobre o padrão de viagens (TB). O problema consiste em que a estimativa de tais formas funcionais exige que as variáveis explicativas observadas (BE, X) não sejam correlacionadas com as variáveis explicativas não observadas (ε). O não cumprimento desta importante condição é conhecido como viés de endogeneidade (*endogeneity bias*), e produz que os coeficientes estimados para o BE e X sejam tendenciosos e inconsistentes estimadores dos verdadeiros valores (MOKHTARIAN *et al.*, 2008). Em outras palavras, este problema acontecerá se as atitudes não foram mensuradas e elas influenciam a escolha do bairro de residência. Mokhtarian *et al.* (2008) discutiram várias abordagens metodológicas aplicadas em estudos anteriores para testar e controlar o viés de endogeneidade. Dentre elas, o controle estatístico, que é a abordagem utilizada nessa tese. Assim, está em discussão ainda, se as pessoas que vivem em bairros orientados para pedestres caminham mais porque o próprio ambiente construído "os induz" a fazê-lo, porque as pessoas que gostam de caminhar tendem a escolher bairros residenciais onde eles podem caminhar, ou devido a alguma combinação dos dois (BHAT e ELURU, 2009; BOARNET e CRANE, 2001; CAO e CHATMAN, 2011; LEVINE, 1999; MOKHTARIAN e CAO, 2008; VAN WEE, 2009). Entretanto os estudos mostram que ignorar o efeito da escolha residencial, em bairros consistentes com as preferências de viagem, irá resultar em um viés do impacto da estrutura urbana. Portanto, é essencial utilizar metodologias apropriadas para distinguir corretamente o impacto da estrutura urbana nas viagens a pé.

A grande parte destes estudos foi desenvolvida em países industrializados. No entanto, as cidades de países em desenvolvimento, submetidos a aumentos expressivos na motorização e urbanização, podem ter ganhos significativos com estratégias deste tipo. A influência da estrutura urbana no padrão de viagens em cidades em desenvolvimento pode ser essencial para orientar projetos urbanísticos e de transportes que visem preservar o ambiente de forma sustentável. Infelizmente, pesquisas em cidades em desenvolvimento continuam sendo limitadas.

Alguns estudos realizados fora dos Estados Unidos e Europa foram em cidades asiáticas, tais como Tóquio, Cingapura e Hong Kong, analisando principalmente a relação entre utilização do automóvel e estrutura urbana (KENWORTHY e LAUBE, 1999). Ainda, estas cidades asiáticas possuem estrutura urbana orientada para transporte público e modo a pé e não para utilização do automóvel. Contrariamente, as principais cidades de América do

sul possuem infraestrutura que favorece a utilização do automóvel. Nelas, o número de automóveis está crescendo muito mais rapidamente do que o número de pessoas (NEWMAN, 1996). Na cidade de Porto Alegre (Brasil), em apenas uma década, de 2001 a 2011, o número de veículos em circulação teve um incremento de 52,28% (DENATRAN, 2012). Neste período, o número de veículos em circulação em Porto Alegre aumentou de 481.914 para 733.871. O crescimento populacional, no mesmo período, foi de 0,32% (IBGE, 2012). Assim, estes estudos não seriam comparáveis em outros contextos.

Estudos nesta linha de pesquisa realizados na América do Sul são, por exemplo, os realizados nas cidades de Bogotá (CERVERO *et al.*, 2009) e Santiago (ZEGRAS, 2004, 2010). Cervero *et al.* (2009) analisaram a relação entre estrutura urbana e viagens utilitárias a pé e de bicicleta. Zegras (2004) estudou a interação entre viagens a pé e estrutura urbana para a cidade de Santiago, e em outro trabalho posterior (2010) pesquisou a relação entre estrutura urbana e número de automóveis no domicílio na mesma cidade. No Brasil, alguns estudos nesta linha foram realizados por Amâncio (2005); Fernandes *et al.* (2008) e Deus (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. Deus (2008) estudou a influencia da estrutura urbana na escolha modal na cidade de Uberlândia-MG. No entanto, estes estudos foram concebidos com objetivos específicos diferentes. Fernandes *et al.* estudaram unicamente as viagens pendulares e realizaram uma análise descritiva através de tabelas de frequências, Amâncio e Deus estimaram modelos genéricos, sem estratificação em relação ao motivo das viagens. Ainda, nenhum destes trabalhos mencionados, tanto no Brasil quanto nas outras cidades de América do Sul, incluíram as preferências de viagem, não podendo controlar a auto-seleção residencial. Embora estes estudos contribuam substancialmente para o desenvolvimento desta linha de pesquisa, é evidente a necessidade de maiores pesquisas para aprofundar o tema e poder comparar os resultados obtidos.

1.1 TEMA E OBJETIVOS

O tema desta tese é o planejamento urbano e de transportes, analisando as possíveis adaptações da estrutura urbana para incentivar os modos de transporte sustentáveis.

Como objetivo principal, este trabalho propõe analisar as relações existentes entre a estrutura urbana e o padrão de viagens a pé numa cidade em desenvolvimento, buscando identificar e definir como as características físicas de uma região e as atividades nela desenvolvidas influenciam a decisão de caminhar. Em cidades em desenvolvimento, com rápido crescimento urbano e problemas de transporte intensificados, tais como congestionamento e poluição do ar, qual o impacto que é possível esperar de mudanças na estrutura urbana no padrão de viagens a pé? Esta tese pretende responder essa questão no contexto de América Latina, focando o estudo na cidade de Porto Alegre e assim, estender a teoria existente para cidades em países em desenvolvimento. Por outro lado, a maioria dos trabalhos realizados que incorporam atitudes de viagem dos indivíduos utiliza uma abordagem sequencial, estimando as atitudes e percepções através de análise fatorial (por exemplo, KITAMURA *et al.*, 1997; CAO *et al.*, 2006, 2010). Este trabalho propõe outra abordagem, estimando esses fatores latentes através de modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC). Os modelos MIMIC incorporam outras variáveis explicativas observáveis como possíveis causas das variáveis latentes e podem levar a uma melhor compreensão dos processos de escolha, podendo fornecer maior poder explicativo da relação entre estrutura urbana e comportamento de viagens.

Como decorrência do objetivo principal, pretende-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- 1) Identificar qualitativamente os fatores que influenciam a decisão de realizar viagens a pé em áreas urbanas;
- 2) 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 partir de medidas subjetivas da estrutura urbana;
- 3) Analisar o efeito das preferências de viagem, e possível auto-seleção residencial, nos deslocamentos a pé;
- 4) Analisar a relação entre algumas medidas objetivas da estrutura urbana e a decisão de caminhar;
- 5) Explorar métodos para modelar as preferências de viagem dos indivíduos, comparando técnicas de análise fatorial e modelos de equações estruturais;

- 6) Estudar a influência da estrutura urbana na realização de viagens a pé, incluindo na análise as preferências de viagem dos residentes,
- 7) Permitir a comparação entre resultados no mundo em desenvolvimento e os do mundo industrializado;
- 8) Oferecer orientação sobre o potencial de influenciar o padrão de viagens através de mudanças na forma urbana de uma cidade específica em um país em desenvolvimento.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA E OBJETIVOS

O crescimento da população urbana, da frota de veículos, e as condições inadequadas da maioria dos meios de transporte público no Brasil, acarretaram um expressivo aumento no número de viagens por automóvel nas áreas urbanas. Este problema é muitas vezes agravado por um inadequado ordenamento de uso do solo nas cidades, que tem como consequência o aumento das distâncias de viagens entre as residências e os locais de trabalhos e serviços. Na impossibilidade de compatibilizar a oferta de mais espaço viário com o crescimento da demanda pelo transporte privado, os congestionamentos urbanos se estenderam no tempo e no espaço, e são hoje apontados como um dos mais graves problemas urbanos brasileiros. Algumas das medidas voltadas à redução de congestionamentos aplicadas em cidades brasileiras incluem a implantação de instrumentos econômicos, destinados a induzir mudanças no padrão de viagens, como rodízio de placas e o controle do estacionamento em vias públicas. Entretanto, estas medidas não têm sido suficientes para reverter a crescente tendência de uso do transporte motorizado particular.

Ainda, na última década, o perfil socioeconômico do país mudou. O crescimento da economia brasileira desde o fim da recessão de 2003 ocasionou mudanças na estrutura da população. Entre 2003 e 2009, 29 milhões de brasileiros ingressaram na chamada nova classe média (classe C), a qual passou a ser composta por 94,9 milhões de pessoas, representando 50,5% da população brasileira (NERI, 2010). Essa migração alterou o comportamento e hábitos de consumo da população. A classe média emergente aumentou o poder de consumo, satisfazendo anos de demanda reprimida por bens de maior valor, como automóvel e casa própria. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelou que a classe média emergente na região Sul do país aponta o

automóvel como prioridade de consumo, sendo a mais motorizada no país - 67% das famílias possuem automóvel.

Uma abordagem mais ampla para a solução dos problemas da mobilidade em áreas urbanas inclui o planejamento de uso do solo e desenho urbano visando a promoção do transporte não motorizado e a consequente redução do uso do automóvel e dos custos ambientais e sociais decorrentes de sua utilização (EWING e CERVERO, 2010). Até o momento, poucos estudos que relacionam características da estrutura urbana e padrão de viagens foram realizados em países em desenvolvimento.

As relações entre estrutura urbana e padrão de viagens observadas em sociedades avançadas podem não ser significativas em cidades em desenvolvimento como é o caso de Porto Alegre. Ainda, os efeitos dessas mudanças podem ser diferentes. Será que mudanças no uso do solo e planejamento urbano originarão mudanças significativas no padrão de viagens?

1.3 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Uma vez definidos os objetivos deste trabalho e apresentada a justificativa da importância desta pesquisa, é necessário estabelecer o delineamento do estudo pelo qual esses objetivos serão alcançados, considerando o método de pesquisa e o método de trabalho que serão utilizados.

1.3.1 *Método de pesquisa*

A pesquisa realizada por este trabalho segue uma abordagem quantitativa. O ato de mensurar variáveis é a característica mais marcante da abordagem quantitativa. Dentro desta abordagem, o pesquisador deve capturar evidências da pesquisa por meio da mensuração das variáveis, com pequena ou nenhuma interferência nas variáveis de pesquisa (MIGUEL, 2010).

O desenvolvimento dos artigos apresentados segue uma das formas mais clássicas do método científico, a metodologia hipotética-dedutiva, que parte da percepção de uma lacuna nos conhecimentos acerca do qual se formulam hipóteses originadas de problemas teóricos/práticos existentes, que devem ser submetidas à verificação com propósito de serem corroboradas (LAKATOS; MARCONI, 2005).

Em relação aos objetivos, a tese é classificada como pesquisa exploratória e aplicada. Segundo Gil (2002), as pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, a fim de deixá-lo mais explícito ou de construir hipóteses, ou ainda, o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. A pesquisa aplicada, de acordo com Cervo e Bervian (2002), gera conhecimentos aplicados na prática com o intuito de solucionar problemas concretos.

1.3.2 *Método de trabalho*

O desenvolvimento do trabalho e execução das atividades a fim de alcançar os objetivos propostos ocorre através de cinco etapas, que são apresentadas em formato de artigos. Os artigos procuram analisar através de distintas abordagens e diferentes fontes de dados a interação entre estrutura urbana e viagens a pé. Assim, em alguns artigos os dados de viagens são coletados através de entrevistas domiciliares realizados especificamente para fins do estudo, em outros, são utilizados dados de pesquisas domiciliares Origem- Destino realizadas em Porto Alegre (EDOM, 2004). Os dados da estrutura urbana analisados são de dois tipos: (i) subjetivos percebidos pelos entrevistados e, (ii) objetivos, medidos e processados através de Sistema de Informação Geográfica (GIS).

Os resultados obtidos em algumas etapas são utilizados para o planejamento e modelagem de etapas subsequentes. Ainda, a estrutura utilizada permite comparar os resultados obtidos com as diferentes abordagens e discutir a adequação e aplicabilidade das diferentes técnicas. A Figura 1.1 resume os artigos desenvolvidos nas diferentes etapas do método de trabalho e o seu relacionamento com os objetivos definidos na tese.

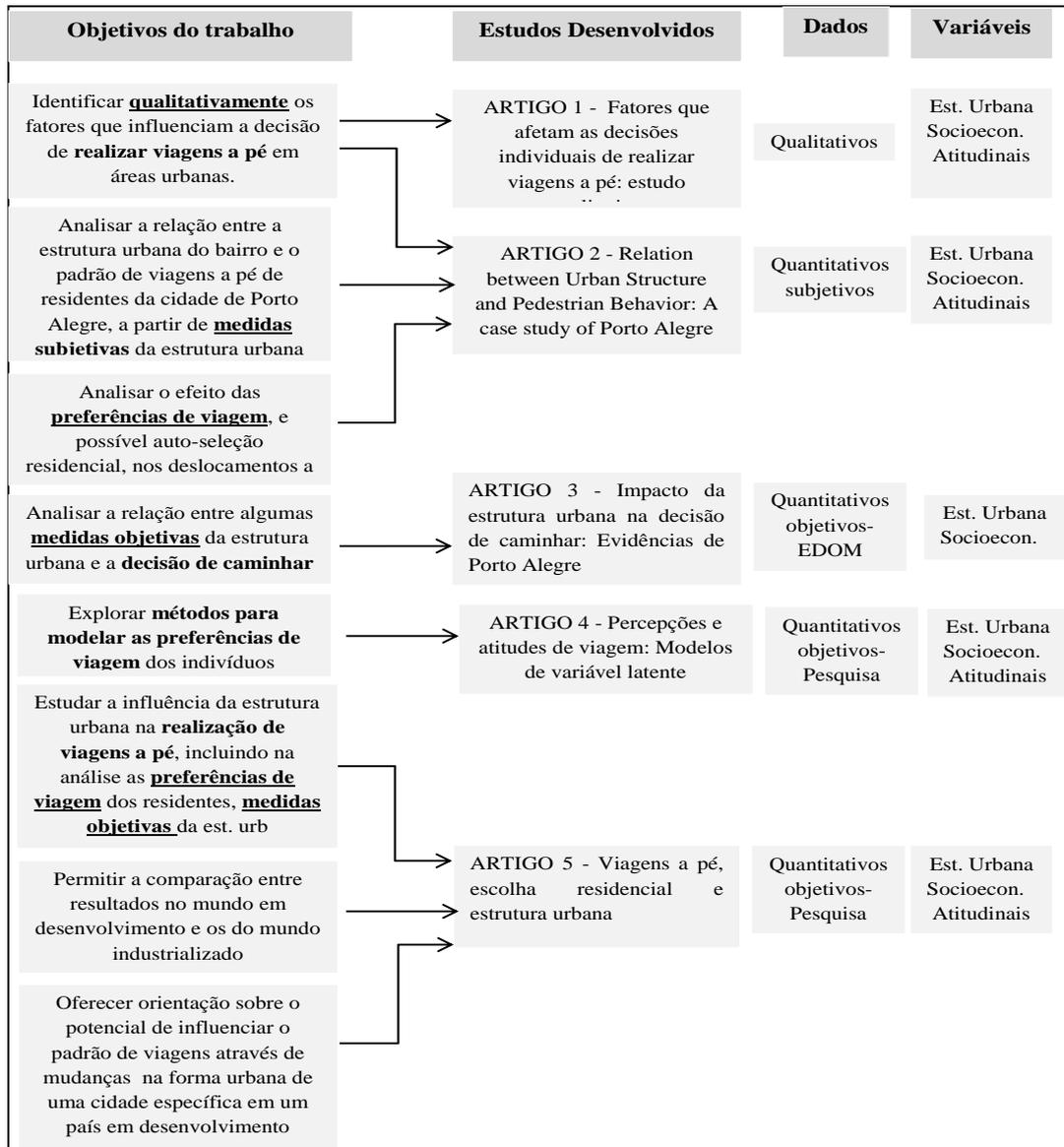


Figura 1.1. – Estudos desenvolvidos no trabalho

O Artigo 1 – “Fatores que afetam as decisões individuais de realizar viagens a pé: Estudo qualitativo” – descreve um estudo qualitativo com o objetivo de identificar os fatores que influenciam a decisão de realizar viagens a pé na cidade de Porto Alegre, assim como evidências sobre as características individuais que influenciam a percepção da qualidade e conveniência do deslocamento a pé. Dado o número limitado de estudos sobre esse tema realizados para cidades brasileiras, pretendeu-se explorar os fatores através da realização de entrevistas individuais com indivíduos selecionados em diferentes áreas da cidade. Dessa forma é possível identificar fatores que, embora possam não ser relevantes em outros contextos, sejam considerados importantes nas cidades brasileiras. Ainda, classificar e hierarquizar esses fatores, permitindo identificar os fatores que exercem maior e menor

influência na decisão de caminhar e aqueles que são essenciais ou inibidores da escolha deste modo.

O Artigo 2 – “Relation between Urban Structure and Pedestrian Behavior: A case study of Porto Alegre” – propõe o uso combinado de métodos qualitativos e quantitativos para avaliar a interação entre a estrutura físico/urbana do bairro e o padrão de viagens a pé de residentes da cidade de Porto Alegre, controlando o viés de auto-seleção. O estudo consta de três etapas principais. Na primeira, busca-se identificar, através de uma abordagem qualitativa, os fatores de estrutura urbana que influenciam a caminhabilidade em uma determinada região (estudo detalhado no artigo anterior). Na segunda, a partir da informação resultante da etapa anterior, elaborar um instrumento de coleta de dados que possibilite a obtenção de informação quantificável. Ainda, coletar informações sobre os deslocamentos realizados, as características do ambiente onde estes deslocamentos se realizam e os atributos, atitudes e percepções de cada indivíduo sobre a caminhada. A terceira etapa visa analisar a influência dos diversos atributos no padrão de viagens a pé através de modelos de regressão. A regressão binomial negativa é utilizada para modelar a frequência de viagens a pé. A regressão beta é utilizada para modelar a proporção entre o número de viagens a pé e o número de viagens totais, referentes aos últimos 7 dias. Os resultados deste estudo permitem testar as hipóteses de pesquisa, analisar o uso de medidas subjetivas da estrutura urbana, verificar os instrumentos de pesquisa e seleção de variáveis a incluir em próximos modelos.

O Artigo 3 – “Impacto da estrutura urbana na decisão de caminhar: Evidências de Porto Alegre” - analisa a relação entre a realização de viagens a pé na cidade de Porto Alegre e atributos da estrutura urbana. Nesse estudo, as características da estrutura urbana são medidas objetivas, processadas através de Sistema de Informação Geográfica (GIS). Os dados sobre viagens e alguns dos dados socioeconômicos são provenientes da pesquisa domiciliar realizada em Porto Alegre no ano 2003, correspondentes a quatro zonas de tráfego (tomando por base o zoneamento utilizado na pesquisa domiciliar de Porto Alegre). Estas zonas são escolhidas por apresentarem, respectivamente, os maiores e menores percentuais de deslocamentos a pé em relação aos deslocamentos totais originados no bairro. As viagens são estratificadas segundo modo (motorizadas e a pé) e motivo (trabalho ou estudo; outros) e estimados modelos de escolha discreta para analisar a probabilidade de caminhar. Incluir preferências e atitudes de viagem na modelação, requer o uso de dados de pesquisas específicas para esses fins. Pesquisas domiciliares de origem-destino, como a utilizada neste

estudo, não incluem essas informações. Entretanto, estão disponíveis em várias cidades brasileiras, contêm informações detalhadas sobre viagens realizadas e características dos residentes e utilizam amostras maiores do que em pesquisas específicas. Embora não permitam testar causalidade e quantificar o impacto da influência da estrutura urbana no padrão de viagens, permitem testar associação.

O Artigo 4 – “Percepções e atitudes de viagem: Modelos de variável latente” – apresenta a formulação e a modelagem de variáveis latentes, através de modelos atitudinais de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC). Indicadores atitudinais são obtidos a partir das respostas a uma pesquisa domiciliar realizada para estes fins. Informações sobre características socioeconômicas e da estrutura urbana permitem, juntamente com os indicadores medidos, explicar as variáveis latentes por atributos objetivos. Assim, utilizando os modelos MIMIC são estimadas variáveis latentes de predisposição à escolha do modo de transporte e de segurança do bairro.

O Artigo 5 – “Viagens a pé, escolha residencial e estrutura urbana” – aborda o principal tema de pesquisa através de uma modelagem sequencial em duas etapas: (i) modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC), usando dados atitudinais coletados (modelagem detalhada no artigo anterior); (ii) modelos de escolha discreta para estimar a frequência de viagens a pé, incluindo variáveis atitudinais e os valores ajustados do primeiro passo. As características da estrutura urbana são medidas objetivas, similares às utilizadas no artigo 3, processadas através de Sistema de Informação Geográfica (GIS). Os dados sobre viagens e informações socioeconômicas dos residentes são provenientes de uma pesquisa domiciliar realizada especificamente para os fins do estudo. Assim, é possível controlar a auto-seleção residencial, incluindo na modelagem as preferências pelo modo de transporte dos indivíduos como variáveis de controle. Neste trabalho, são escolhidas áreas da cidade com diferentes características urbanas e socioeconômicas para análise. São selecionados domicílios pertencentes a 23 setores censitários, distribuídos nos 81 bairros que compõem a cidade, estratificados através de três variáveis: índice de motorização, declividade média das vias e densidade de comércios e serviços.

1.4 DELIMITAÇÕES

Este trabalho apresenta algumas limitações comentadas a seguir. Em primeiro lugar, análises deste tipo em cidades em rápido desenvolvimento, como é o caso de Porto Alegre, as quais enfrentam situações de crescimento intenso da motorização, uso de novas tecnologias e variação no uso do solo, podem enfrentar mudanças ou deficiências na informação utilizada. Em segundo lugar, a abordagem proposta para a modelagem da relação entre o padrão de viagens e estrutura urbana considera a avaliação de alguns atributos encontrados relevantes na literatura e/ou na pesquisa qualitativa realizada na cidade. Outros atributos não são considerados nos estudos desenvolvidos nessa tese, tais como: (i) qualidade das calçadas – referente a aspectos visuais e estéticos do ambiente e do mobiliário urbano, qualidade do pavimento, presença de obstáculos permanentes e temporários, largura das calçadas, etc.; (ii) oferta e custos de estacionamento; e (iii) medidas objetivas de segurança pública (crimes, assaltos, roubos). Embora alguns destes atributos não sejam significativos na literatura pesquisada, outros deles não são considerados, e poderiam ser relevantes no contexto local. A inclusão destes atributos no estudo atual não foi possível devido á indisponibilidade de dados de segurança pública desagregada para a cidade, e ao tempo e recursos necessários para a coleta de dados de calçadas e estacionamentos. Ainda, é possível melhorar a análise de alguns atributos. A mensuração da disponibilidade de transporte coletivo poderia ser apurada, incluindo, além de informações sobre as linhas de ônibus, dados de acessibilidade e disponibilidade de outros modais como lotação e trem urbano na região metropolitana de Porto Alegre, e analisando a inclusão de outros indicadores de transporte coletivo.

Por último, os modelos de escolha discreta utilizados não testam a presença de uma possível correlação nas viagens realizadas, entre indivíduos pertencentes ao mesmo domicílio. Assim, a estimação de modelos de escolha mistos pode incorporar esse efeito, assim como também parâmetros aleatórios para representar as variações de gostos ou preferências entre os indivíduos.

No entanto, estas limitações não constituíram impedimento para validar os resultados do estudo efetuado e as conclusões que se retiraram a partir da análise dos mesmos.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta tese está organizada em sete capítulos principais. Neste primeiro capítulo foram apresentados a contextualização do trabalho e os objetivos, justificando a importância desta pesquisa desde o ponto de vista acadêmico e prático. Este capítulo também apresentou o método de trabalho, a estrutura e as delimitações do estudo. Os capítulos posteriores, de dois a seis, apresentam os artigos contendo os desenvolvimentos propostos, conforme a estrutura apresentada anteriormente na Figura 1.1. O sétimo capítulo apresenta as conclusões da tese e sugestões de futuras pesquisas a serem desenvolvidas a partir dos resultados já obtidos.

2 ARTIGO 1 - FATORES QUE AFETAM AS DECISÕES INDIVIDUAIS DE REALIZAR VIAGENS A PÉ: ESTUDO QUALITATIVO

Artigo publicado na TRANSPORTES, v. XVII, n. 2, p. 16-26, dezembro 2009

Ana Margarita Larrañaga ⁽¹⁾

José Luis Duarte Ribeiro ⁽²⁾

Helena Beatriz Betella Cybis ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratório de Sistemas de Transportes – LASTRAN

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

Resumo

Este trabalho apresenta uma pesquisa qualitativa desenvolvida com o objetivo de identificar os fatores que influenciam a decisão de realizar viagens a pé. Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizada a técnica de entrevistas individuais, que permitiu coletar as opiniões e percepções de diferentes grupos de usuários segmentados por idade e região de residência. Os fatores identificados foram classificados e hierarquizados de acordo com a intensidade e frequência das manifestações dos entrevistados. A hierarquização permitiu identificar os fatores que exercem maior e menor influência na decisão de caminhar e aqueles que são essenciais ou inibidores da escolha deste modo. Os resultados da pesquisa permitem concluir que as características atitudinais ou de estilo de vida dos indivíduos influenciam fortemente o padrão de deslocamentos a pé. Os elementos que caracterizam a estrutura físico /urbana do bairro não são suficientes para explicar o padrão de deslocamentos em centros urbanos. É fundamental considerar as características sócio-econômicas e de estilo de vida dos usuários na elaboração de projetos urbanísticos e de transportes que visem preservar o ambiente de forma sustentável.

Abstract

This paper presents a qualitative research, developed to identify the factors that influence the decision of walking as a mode of travel. The data collection was based on individual interviews technique. This approach allowed to collect opinions and perceptions of different user groups, organized according age and area of residence. The identified factors were classified and ordered according to frequency and intensity. The ordering process enabled to identify the more influent factors on the decision of walking and the factors that inhibit the choice of walking as a travel mode. The results showed that attitudinal or lifestyle characteristics strongly influence walking behavior. The analysis of the physical/urban structure of the neighborhood is not sufficient for carry out an adequate planning in urban centers. It is fundamental to consider socio-economic and lifestyle characteristics of user to develop transport and urban projects that aim to preserve the environment in a sustainable form.

2.1 INTRODUÇÃO

A predominância do automóvel na circulação viária é um grave problema na maioria das cidades de médio e grande porte. O excesso de automóveis compromete o meio ambiente, a economia, a saúde e as condições de segurança da circulação. Para reduzir os volumes de tráfego e atenuar as externalidades produzidas pela operação do sistema de transporte, é necessário alterar os padrões de mobilidade atuais, que incentivam o uso do automóvel em detrimento de modos mais sustentáveis. Em contraponto ao uso excessivo do automóvel, as

viagens a pé oferecem vários benefícios para o indivíduo e para a sociedade (Cao *et al.*, 2006; Litman, 2003), melhoram a qualidade de vida, reduzem os custos de transporte, os impactos ambientais e oferecem maior equidade de acesso às atividades urbanas (Handy, 2002).

O surgimento e o intenso uso dos veículos automotores aumentaram a mobilidade da população urbana. Em nenhum momento, porém, a condição natural de andar a pé foi abandonada. Andar a pé constitui uma forma indispensável de transporte para a maioria da população, seja como modo principal do deslocamento, ou complementando viagens realizadas através de transporte público ou automóvel. Pesquisas de origem-destino realizadas em cidades brasileiras mostram que mais de 30% dos deslocamentos em áreas urbanas são feitos a pé (IPEA, 2003). Larrañaga e Cybis (2007) calcularam a partir dos dados da EDOM (2004) que, em Porto Alegre, 28% das viagens são realizadas exclusivamente a pé, revelando a expressiva participação das viagens a pé no sistema de transporte na cidade.

O objetivo deste trabalho é identificar, através de pesquisa qualitativa, os fatores que afetam as decisões individuais de realizar viagens a pé.

2.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na medida em que as externalidades do transporte urbano adquiriram maior severidade, intensificaram-se as pesquisas sobre a mobilidade urbana. 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 (Amâncio, 2005; Cervero, 1996; Cervero e Radisch, 1996; Cervero e Duncan, 2003; Fernandes *et al.*, 2008; Frank e Pivo, 1995; Greenwald e Boarnet, 2001; Handy e Clifton, 2001; Hess *et al.*, 1999; Naes *et al.*, 1995). Esses estudos evidenciam a correlação entre a configuração física do bairro e os deslocamentos a pé. No entanto, a grande maioria destes trabalhos trata de cidades de países desenvolvidos, especialmente dos Estados Unidos. No Brasil ainda são poucos os estudos que relacionam as características da estrutura urbana e as viagens a pé.

Frank e Pivo (1995) testaram o impacto da diversidade de uso do solo, na utilização de automóvel, transporte público e nos deslocamentos a pé na região de Puget Sound, Estado de Washington. Os autores estudaram, através de regressão multivariada, a existência de uma relação entre forma urbana e escolha modal para as viagens por motivo de trabalho ou

compras. Os resultados desta pesquisa mostraram que a maior heterogeneidade do uso do solo nas zonas de origem e destino da viagem está relacionada a uma menor utilização do automóvel e aumento nos deslocamentos a pé.

Cervero e Radisch (1996) analisaram o efeito dos princípios do novo urbanismo nas viagens em dois bairros de São Francisco. O estudo analisou um bairro “tradicional”, que se caracteriza pela compacidade, uso do solo misto e orientação a pedestres, e um bairro “suburbano”, constituído por áreas residenciais localizadas em zonas periféricas das cidades, com pouca densidade populacional e configuração urbana favorecedora à utilização dos modos de transporte motorizados, particularmente automóveis. Os autores estimaram modelos logit binomial para prever a escolha de modos não motorizados. Os resultados revelam que a configuração urbana do bairro influencia significativamente a escolha modal. O bairro compacto, com uso do solo misto e orientado para pedestres, apresenta uma menor utilização do automóvel e um aumento das viagens a pé e por transporte público.

Cervero e Duncan (2003) estudaram a relação entre forma urbana e viagens não motorizadas para a cidade de São Francisco. Utilizaram análise fatorial para representar a configuração urbana e diversidade de uso do solo e, combinando estes fatores com outras variáveis características dos modos não motorizados, construíram modelos de escolha discreta para representar a eleição modal. Os resultados indicam que a diversidade de uso do solo está positivamente relacionada com a decisão de caminhar.

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. Utilizou modelos de escolha discreta do tipo logit. Os resultados obtidos permitem inferir que as características do meio físico urbano influenciam a escolha dos indivíduos pelo modo a pé.

Fernandes *et al* (2008) analisaram a relação entre a forma urbana e o transporte no Município de Olinda-PE. Estudaram dois bairros com diferentes características de forma urbana e distintas diretrizes de ordenamento territorial. Os resultados mostram que há uma tendência na redução do deslocamento motorizado quando existe diversidade de uso do solo próximo à residência.

Entretanto, estudos que correlacionam apenas características relativas à estrutura urbana e ao padrão de viagens têm sido criticados por não levar em consideração variáveis

sócio-econômicas e outras características que expliquem o estilo de vida e as necessidades de viagens dos residentes. Entre outros fatores, 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. Vários estudos incluíram variáveis sócio-econômicas na análise, mas poucos estudos incluíram variáveis explicativas do estilo de vida dos residentes (Cervero e Duncan, 2002; Hammond, 2005; Cao *et al.* 2006).

Cervero e Duncan (2002) investigaram a existência de *self-selection* na cidade de São Francisco através da construção de um modelo logit hierárquico. *Self-selection* é entendida como a tendência das pessoas de escolherem localizações de residência baseadas nas suas necessidades e preferências de viagem. O modelo desenvolvido calcula a probabilidade de que um indivíduo resida na proximidade de uma estação de metrô e utilize este modo para realizar seus deslocamentos por motivo trabalho. O estudo considera variáveis sócio-econômicas e atitudinais. 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, 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 avaliaram, através de questionários diretos, se as preferências de viagens e as características de uso do solo influenciam a escolha do local de residência. Neste estudo foram estimados modelos binomiais negativos para modelar os impactos do *self-selection* nos padrões de deslocamentos e frequências de viagens.

Seguindo as tendências de pesquisas reportadas na literatura, no trabalho apresentado neste artigo foram consideradas, além das características físicas e de urbanização do bairro, características sócio-econômicas e de estilo de vida da população analisada.

2.3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido a partir de um estudo qualitativo, desenvolvido com o objetivo de investigar os fatores que influenciam a escolha do modo a pé. A pesquisa qualitativa procura a compreensão do objeto de estudo, sem se preocupar com representatividade numérica ou intensidade, permitindo ao pesquisador a obtenção de dados descritivos mediante contato direto e interativo com a situação de estudo. É freqüente que o pesquisador busque entender os fenômenos segundo a perspectiva dos participantes da situação estudada e, a partir daí, situe sua interpretação dos fenômenos estudados (Neves, 1996). Esta abordagem é denominada qualitativa, em contraposição à pesquisa quantitativa, em função da forma de apreensão da realidade e da maneira como os dados são tratados. Embora as abordagens qualitativa e quantitativa difiram enquanto à forma e ênfase, elas não são excludentes (Ariotti *et al.*, 2006).

Os dados foram obtidos através de entrevistas individuais. O objetivo da técnica é explorar o objeto de pesquisa em profundidade, sondando conhecimentos, opiniões, atitudes e sentimentos sobre um tópico em particular, de forma a auxiliar o entendimento de um dado fenômeno. As perguntas e respostas obtidas junto aos entrevistados são analisadas conjuntamente (Ribeiro e Milan, 2004). Neste trabalho, optou-se por utilizar um roteiro semi-estruturado, para assegurar que os tópicos de interesse seriam cobertos. O roteiro utilizado para orientar a condução das entrevistas foi composto pelas questões apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1-Roteiro de questões realizadas nas entrevistas

-
1. Você utiliza com freqüência o modo a pé para se deslocar até destinos próximos à sua residência? Por quê?
 2. Que elementos você considera quando escolhe caminhar?
 3. Estudos mostram que o comprimento das quadras entre interseções, a configuração viária e a topografia do bairro influenciam a escolha do modo a pé. Você também se preocupa com esses aspectos?
 4. Como caracteriza seu bairro?
 5. Seu bairro apresenta características que facilitam o deslocamento a pé? Quais?
-

A população alvo desta pesquisa era composta por residentes de duas regiões de Porto Alegre: Centro/Cidade Baixa (Região 1) e Petrópolis/Bela Vista (Região 2). Essas regiões foram escolhidas por apresentarem respectivamente os maiores e menores percentuais de deslocamentos a pé em relação aos deslocamentos totais originados na região. A partir dos

dados da EDOM (2004), Larrañaga (2008) identificou que, no caso do Centro/Cidade Baixa (Figura 2.1a), praticamente a metade dos deslocamentos totais originados na área são realizados a pé. No caso da região Petrópolis/Bela Vista (Figura 2.1b), o percentual de deslocamentos a pé corresponde somente a 10%.

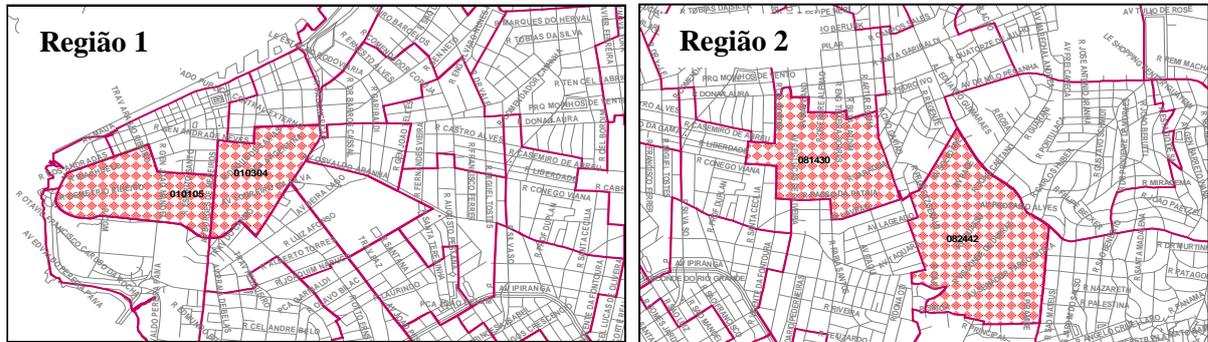


Figura 2.1a - Região 1-Centro/Cidade Baixa

Figura 2.1. b - Região 2-Petrópolis/Bela Vista

A seleção dos entrevistados considerou quatro variáveis de estratificação: localização da residência (Região 1 ou 2), sexo, faixa etária e posse de automóvel. A distribuição das entrevistas foi planejada de forma de obter um equilíbrio entre o número de respondentes em cada estrato. A seleção dos participantes seguiu o plano apresentado na Tabela 2.2, onde pode ser visto que há exatamente três entrevistados em cada linha e em cada coluna. Isso assegura uma diversidade de respostas, o que é desejável em estudos qualitativos. A Tabela 2.2 apresenta a distribuição das doze entrevistas realizadas.

Tabela 2.2- Caracterização da amostra

Sexo	Faixa etária	Região 1: Centro/Cidade Baixa		Região 2: Petrópolis/Bela Vista	
		c/carro	s/carro	c/carro	s/carro
Mulher	Jovem/Adulto	X	X	X	
	Idoso (>65 anos)		X	X	X
Homem	Jovem/Adulto	X		X	X
	Idoso (>65 anos)	X	X		X

As entrevistas foram gravadas para obter o maior aproveitamento possível das declarações dos entrevistados. Em alguns casos, as gravações foram complementadas com anotações consideradas importantes. As gravações foram transcritas para posterior análise e interpretação.

2.4 DESCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS

As entrevistas foram antecedidas por uma explicação sobre o objetivo da pesquisa e importância da participação do entrevistado na pesquisa. Os entrevistados se mostraram disponíveis para responder as perguntas e interessados no tema de estudo. Todos os entrevistados concordaram com a gravação das entrevistas, mas alguns se mostraram desconfortáveis com o gravador ligado. Nesses casos, respondiam as perguntas de forma concisa, precisando de estímulo para que as informações pudessem ser coletadas. Após desligado o gravador, os entrevistados retornaram às perguntas, comentando-as novamente de forma mais descontraída e fluente. Nesses casos, foram realizadas anotações para complementar as gravações. As perguntas do roteiro são inter-relacionadas. Esta estrutura foi idealizada para permitir que os respondentes pudessem manifestar nas perguntas subsequentes, alguma informação relevante esquecida anteriormente.

Em resposta à primeira pergunta do roteiro, que questiona sobre a frequência e os motivos da realização de viagens a pé, os residentes da Região Centro/Cidade Baixa (Região 1) declararam utilizar o modo a pé frequentemente para realizar suas atividades diárias. Citaram a proximidade de comércios e serviços como um fator motivador para realizar viagens a pé, mas fundamentalmente, comentaram a dificuldade da utilização de outro modal na região para realizar deslocamentos curtos. No caso dos indivíduos que dispõem de automóvel, esta dificuldade deve-se ao excesso de tráfego nas vias, às condições inadequadas de circulação, à indisponibilidade e insegurança de estacionamento na via pública e ao custo elevado dos estacionamentos privados. Comentários dos respondentes envolveram questões como: “Normalmente eu ando a pé no Centro de Porto Alegre, pela facilidade em comparação com circular de ônibus ou de carro. Os congestionamentos dificultam utilizar o carro. É muito difícil encontrar local para estacionar”. No caso dos indivíduos que não possuem automóvel, esta dificuldade é devido ao excesso de pessoas nas paradas de ônibus, escassez de linhas em algumas áreas da Região e, em alguns casos, desconhecimento das paradas de ônibus e itinerários das linhas que circulam no Centro. Também comentavam a limitação de mobilidade como fator que motiva a escolha do modo a pé. “Caminho porque não tenho carro”.

Para os entrevistados, caminhar permite reduzir custos de transporte, passagem de ônibus ou estacionamento e, também, economizar tempo. Idosos manifestaram o desejo de

realizar exercícios físicos em benefício da saúde, realizando caminhadas com destino fixo (ir ao mercado, a padaria, etc) ou por lazer. Declararam que escolhem este modo porque gostam de caminhar. Para alguns jovens, caminhar é uma oportunidade para realizar exercício físico.

Os entrevistados da Região Petrópolis/Bela Vista (Região 2) manifestaram não utilizar o modo a pé com frequência para realizar deslocamentos curtos no bairro com destino fixo (ir ao banco, à locadora, ao mercado, etc.). Caminham fundamentalmente por lazer, com o propósito de realizar exercícios físicos. Os destinos escolhidos são parques, praças ou espaços públicos abertos. Dois dos entrevistados mencionaram caminhar até um estabelecimento próximo para realizar alguma compra de emergência (por exemplo, falta de algum elemento para preparar uma refeição). Questionados sobre as razões pelas quais não realizam viagens a pé, citaram: (i) a escassez de comércio e serviços na vizinhança próxima; (ii) a preferência por comércio ou serviços mais afastados; (iii) a realização de viagens em cadeia (por exemplo: domicílio-trabalho-supermercado-academia-domicílio). Estes elementos são comentados a seguir.

Em relação à escassez de comércio e serviços na vizinhança próxima, os entrevistados fizeram declarações como: "Não existem alternativas muito próximas a minha residência. O colégio da minha filha e o supermercado ficam longe, não é possível ir a pé". "Não tem nada perto. O mercado mais próximo está a seis quadras da minha casa, eu não vou a pé porque me canso muito. Quando quero realizar compras, meu marido me leva até o mercado e compramos o que precisamos, ou me leva até o cabeleireiro quando preciso". Com referência à preferência de comércio ou serviços mais afastados, os entrevistados comentaram: "Não tem nenhuma boa padaria perto da minha casa. Eu prefiro ir mesmo ao supermercado. Geralmente passo no supermercado na volta do trabalho, de carro. O cabeleireiro que eu frequento fica em outro bairro. Nesse caso também vou de carro, e não trocaria de cabeleireiro embora tivesse outro perto". Em relação ao último ponto, a realização de viagens em cadeia, os entrevistados disseram: "Faço meus trajetos de carro, programando um roteiro, e quando chego em casa, não quero mais sair". "Geralmente passo no mercado na volta do trabalho, de carro".

A segunda pergunta do roteiro pré-estabelecido buscou identificar os elementos que cada entrevistado considera na escolha modal. Foram levantados tanto os elementos que favorecem quanto os que dificultam a escolha do modo a pé. Os fatores citados pelos

entrevistados foram: (i) distância da viagem; (ii) horário e dia da viagem; (iii) disponibilidade de automóvel; (iv) disponibilidade de transporte coletivo; (v) estrutura física do bairro (proximidade de comércios e serviços, topografia, qualidade das calçadas, mobiliário urbano); (vi) segurança do bairro; (vii) presença de comércio informal e formal (camelôs, ambulantes, postos de táxi, bancas de revistas); (viii) consumo de tempo; (ix) custo monetário (estacionamento, passagem); (x) limitações físicas da pessoa; (xi) desejo de evitar esforços físicos; (xii) flexibilidade e liberdade na escolha dos trajetos e dos horários da viagem para realizar viagens encadeadas (compras, praticar esporte após o trabalho, levar as crianças à escola); (xiii) desejo de realizar exercícios físicos; (xiv) considerações ambientais; (xv) preferências por um modo de transporte (prazer em caminhar, conforto na utilização do automóvel); (xvi) necessidade de realizar compras de emergência.

Na terceira questão, pretendeu-se conhecer a opinião do entrevistado sobre a influência de algumas características físicas do bairro: configuração viária, topografia, comprimento de quadras entre interseções. A literatura pesquisada mostra que as configurações físicas do bairro e da rede viária influenciam a mobilidade dos pedestres. Vários estudos concluem que o padrão viário em forma de grelha é o mais adequado para incentivar as viagens a pé. Este tipo de configuração oferece uma maior conectividade entre origem e destino, diminuindo a distância e apresentando ao usuário diferentes opções de rotas (Crane, 1996). Outra característica importante é a dimensão das quadras. Estudos mostram que vias com quadras curtas, com muitas interseções, impedem altas velocidades de circulação para automóveis, favorecendo a circulação de pedestres. Por outro lado, o perfil vertical do terreno do bairro é um fator que influencia a mobilidade dos pedestres. Para os entrevistados, o comprimento das quadras e a configuração viária não são elementos importantes na escolha do modo para realizar seus deslocamentos, eles responderam não se preocupar com esses aspectos. Em relação à topografia do terreno, os entrevistados de ambas as regiões estudadas afirmaram que seus bairros apresentam um terreno com muitos aclives e declives. Todos manifestaram que este elemento dificulta a mobilidade do pedestre, mas só algumas pessoas idosas declararam que este fator limita a decisão de caminhar.

As questões 4 e 5 do roteiro se referem à estrutura do bairro. Procuram conhecer as características do bairro que facilitam ou dificultam o deslocamento a pé. Para os entrevistados residentes na Região Centro/Cidade Baixa, o bairro apresenta uma diversidade de atividades, caracterizado por alta densidade de comércios e serviços. As atividades estão

próximas, facilitando o deslocamento a pé, e isso é importante na escolha deste modal. Todos os respondentes desta região citaram vários elementos que dificultam os deslocamentos a pé. Entre os elementos mencionados se encontram: (i) condições e dimensões das calçadas; (ii) presença e localização do comércio formal e informal; (iii) localização do mobiliário urbano; (iv) topografia acidentada; (v) fluxo intenso de veículos; (vi) excesso de pessoas nas paradas de transporte coletivo; (vii) insegurança nos cruzamentos; (viii) poluição ambiental (visual e sonora). Estes elementos são comentados a seguir.

De acordo com os entrevistados, as calçadas são estreitas para a utilização pelo pedestre. Eles comentaram que a presença de ambulantes e inclusive instalações de comércio regular (bancas de revista, pontos de táxi) impedem a circulação do pedestre. Eles acreditam que os vendedores ambulantes deveriam ser alocados a locais mais adequados. Em relação à localização do mobiliário urbano, os entrevistados disseram que o excesso e a má localização de mobiliário urbano (postes de iluminação pública, placas de sinalização, pontos de paradas) dificultam a caminhada de pedestres comuns e, principalmente, das pessoas portadoras de necessidades especiais. Por outro lado, comentaram que os motoristas não respeitam o pedestre e manifestaram insegurança inclusive em travessias sinalizadas. Uma entrevistada comentou que quando chega em um cruzamento e o semáforo está em verde, ela espera o início de um novo ciclo de verde para atravessar a rua. Por último, em relação ao excesso de pessoas nas paradas de transporte coletivo, os entrevistados disseram que, em horários de pico, há muitas pessoas aguardando ônibus, que bloqueiam a calçada e dificultam a circulação.

2.5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A transcrição das entrevistas levou a uma relação de vinte e seis fatores que influenciam a escolha do modo a pé. A partir da identificação destes fatores foi possível agrupá-los, conforme a sua natureza, em quatro categorias: (i) fatores sócio-econômicos; (ii) fatores característicos da viagem; (iii) fatores característicos do bairro; (iv) fatores atitudinais ou relativos ao estilo de vida. Os fatores sócio-econômicos referem-se às características sociais do indivíduo, tais como idade, sexo, estrutura familiar, e às características econômicas do indivíduo, tais como renda, ocupação, posse de automóvel. Os fatores característicos da viagem estão relacionados à natureza da viagem e do modo de transporte disponível para sua

realização. Os fatores relativos ao bairro referem-se às características físicas do espaço. Por último, os fatores atitudinais ou de estilo de vida representam as características subjetivas, valores sociais e culturais do indivíduo, que determinam a importância que cada indivíduo atribui aos diferentes aspectos da viagem.

A Tabela 2.3 sintetiza os fatores identificados pelos entrevistados, sua classificação e frequência de ocorrência. Conforme a tabela, vários fatores foram mencionados pela maioria dos entrevistados. Inicialmente foram analisados possíveis diferenças das opiniões entre os respondentes femininos e masculinos. Essa análise não revelou diferenças perceptíveis entre os dois sexos.

Dentre os fatores sócio-econômicos, todos os respondentes indicaram a disponibilidade de automóvel como um fator interveniente na decisão de caminhar. Cabe salientar que somente este fator sócio-econômico foi declarado, mas existem outros que também foram considerados. Eles são: sexo, faixa etária e renda. Os dois primeiros, sexo e faixa etária, foram utilizados diretamente como variáveis de estratificação para a seleção dos entrevistados. A renda foi considerada de forma implícita na divisão das regiões. A renda média da Região Petrópolis/Bela Vista (Região 2) é entre 2 a 3 vezes maior do que a renda média da Região Centro/Cidade Baixa (Região 1) (Larrañaga, 2008). Estes fatores serão analisados posteriormente.

Muitos dos fatores manifestados pelos entrevistados referem-se a características do bairro. Dentre eles, a segurança pública e a proximidade de comércios e serviços foram citados com maior frequência. Por último, os fatores atitudinais ou de estilo de vida, variam de acordo com a faixa etária dos respondentes. Para os indivíduos mais jovens, o consumo de tempo, a preferência pelo modo de transporte para realizar uma viagem e o desejo de realizar exercícios físicos foram elementos indicados com frequência. Para os indivíduos de faixas etárias mais avançadas, as limitações físicas do indivíduo despontaram como determinantes da escolha modal. Estes elementos evidenciam uma diferença em relação à condição física da pessoa.

Tabela 2.3- Fatores intervenientes na escolha do modo a pé e freqüência de manifestações dos entrevistados

Classificação	Fator	Frequência de ocorrência	
		Jovens –Adultos	Idosos
Sócio-econômicos	Disponibilidade de automóvel	Enfatizado por todos os entrevistados	Enfatizado por mais do que a metade dos entrevistados
Características da viagem	Horário e dia da viagem	Enfatizado por todos os entrevistados	Enfatizado por todos os entrevistados
	Distância da viagem	Enfatizado por todos os entrevistados	Enfatizado por todos os entrevistados
	Consumo de tempo	Enfatizado por todos os entrevistados	Não comentado
	Custo monetário	Enfatizado por todos os entrevistados da Reg. 1	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados da Reg. 1
	Flexibilidade e liberdade na escolha de trajetos e momentos do deslocamento	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados da Reg. 2	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados
Características do bairro	Proximidade de comércios e serviços	Enfatizado por todos os entrevistados	Enfatizado por todos os entrevistados
	Topografia do terreno	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados
	Condições e dimensões das calçadas	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados
	Localização do mobiliário urbano	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados	Não comentado
	Segurança pública	Enfatizado por todos os entrevistados	Enfatizado por todos os entrevistados
	Presença e localização do comércio formal e informal	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados da Reg. 1	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados da Reg. 1
	Características do fluxo de veículos nas vias	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados da Reg. 1	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados da Região 1
	Nº de pessoas nas paradas de transporte coletivo	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados da Reg. 1	Não comentado
	Características do tráfego nos cruzamentos	Não comentado	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados da Reg. 1
	Qualidade do ambiente para pedestres	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados da Reg. 2	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados da Reg. 2
Estilo de vida	Limitações físicas dos usuários	Não comentado	Enfatizado por todos os entrevistados
	Desejo de evitar esforços físicos	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados	Não comentado
	Desejo de realizar exercícios físicos	Enfatizado por mais do que a metade dos entrevistados	Enfatizado por mais do que a metade dos entrevistados
	Considerações ambientais	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados	Não comentado
	Preferências de modo de transporte	Enfatizado por mais do que a metade dos entrevistados	Enfatizado por mais do que a metade dos entrevistados
	Compra de emergência	Enfatizado por menos do que a metade dos entrevistados da Reg. 2	Não comentado
	Preferência por comércios e serviços	Enfatizado por todos os entrevistados da Reg. 2	Não comentado
Necessidade de realizar viagens encadeadas	Enfatizado por mais do que a metade dos entrevistados da Reg. 2	Não comentado	

As manifestações dos entrevistados, analisadas e sintetizadas na Tabela 2.3, foram expressas com diferente intensidade. Assim, é possível classificar os fatores de acordo com a intensidade em que foram manifestados e de acordo com a frequência em que foram mencionados pelos respondentes. Desta forma, foi definida uma escala numérica para representar a intensidade composta por três níveis: 1, 2 e 3, em que 3 indica a intensidade maior. A intensidade foi baseada diretamente na análise dos registros das entrevistas, observando os adjetivos utilizados pelos participantes. Assim, “muito”, “grande”, “intenso” foram associados ao grau 3, quanto “pouco”, “pequeno”, “leve” foram associados ao grau 1. Para representar a frequência foi definida uma escala composta por dois níveis: 0 e 1. O valor 1 significa que o entrevistado mencionou este fator e 0 o caso contrário. A importância geral de cada fator foi calculada através da seguinte expressão:

$$I_k = \sum_E i_{E,k} * f_{E,k} \quad (1)$$

Onde I: importância geral;
 k: fator;
 E: entrevistado;
 i: intensidade da manifestação e
 f: frequência da manifestação

A partir das manifestações dos entrevistados, os fatores foram classificados em dois tipos: essenciais e facilitadores. Os fatores essenciais, hachurados na Figura 2.2, são aqueles indispensáveis na escolha do modo a pé. Os fatores facilitadores são aqueles que contribuem com a escolha deste modal, mas não são imprescindíveis para que o indivíduo opte por este modo de transporte. A Figura 2.2 apresenta a hierarquização dos fatores que motivam a escolha ou facilitam o deslocamento a pé, indicando a importância de cada fator.

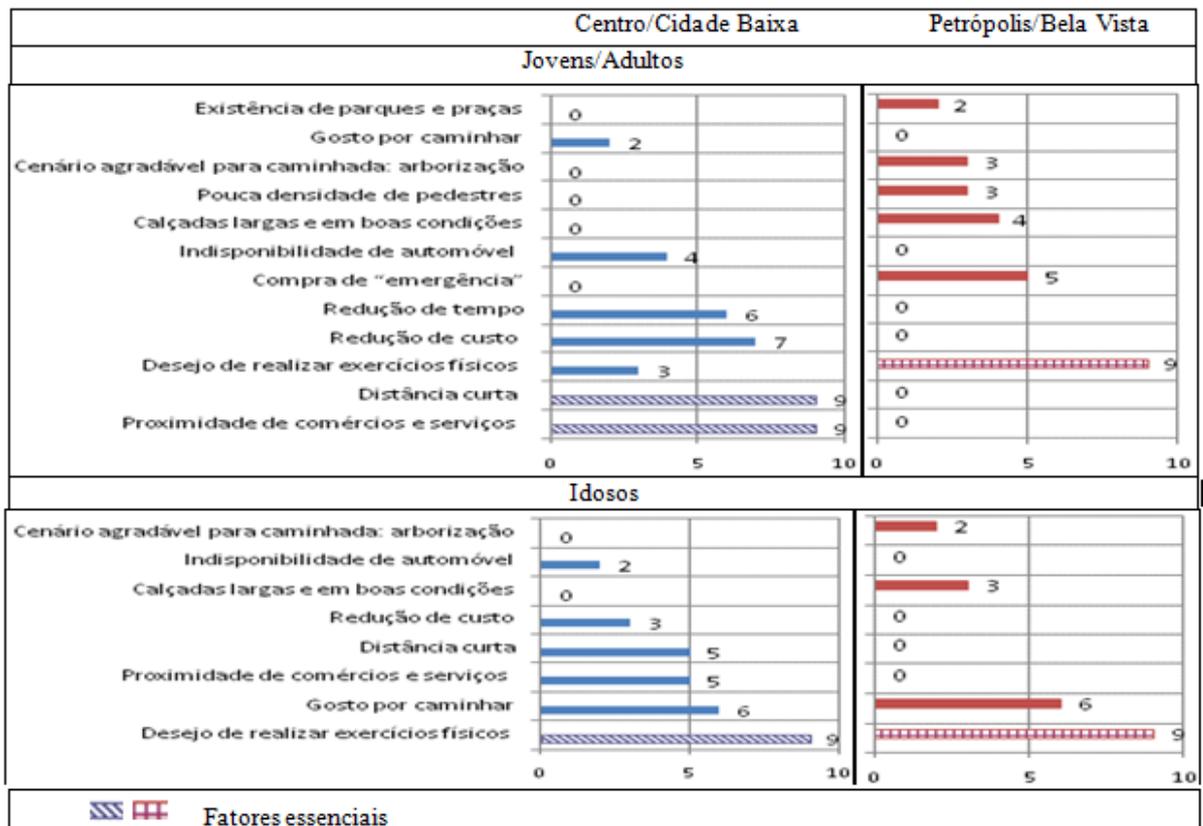


Figura 2.2-Hierarquização dos elementos que motivam/facilitam a utilização do modo a pé

Observa-se que os elementos mais influentes na decisão de caminhar variam de acordo com a região e a faixa etária. Na Região Centro/Cidade Baixa, a diversidade de atividades oferecidas no bairro, conjuntamente com a alta densidade de comércios e serviços, permite aproximar as origens e destinos das viagens, reduzindo as distâncias de deslocamento. Analisando o grupo de jovens e adultos, este elemento mostrou ter uma forte influência nos entrevistados, sendo o fator principal que motiva a escolha do modo a pé. Do mesmo modo, as reduções de custo e tempo mostraram ser fatores que motivam fortemente a decisão de caminhar. Analisando o grupo de idosos, o elemento principal na escolha do modo a pé é o desejo de realizar exercícios físicos. Os indivíduos de idade mais avançada caminham fundamentalmente em benefício da saúde. O gosto por caminhar é outro elemento que influencia fortemente esta decisão. A proximidade de comércios e serviços incentiva a escolha do modal, mas não é um fator desencadeador.

Na Região Petrópolis/Bela Vista, os residentes caminham basicamente por lazer e com o propósito de realizar exercícios físicos. Este elemento é comum às duas faixas etárias, sendo este o único fator referido como essencial para a escolha do modo a pé. Fatores

relacionados à qualidade do ambiente para pedestres tais como calçadas largas e em boas condições, pouca densidade de pedestres circulando nas calçadas, cenário agradável para a realização da caminhada e existência de parques, praças e espaços públicos que permitam a realização de caminhadas, são elementos facilitadores, mas não são essenciais para a tomada de decisão. Observa-se uma semelhança entre os elementos essenciais identificados para as pessoas idosas em ambas as áreas.

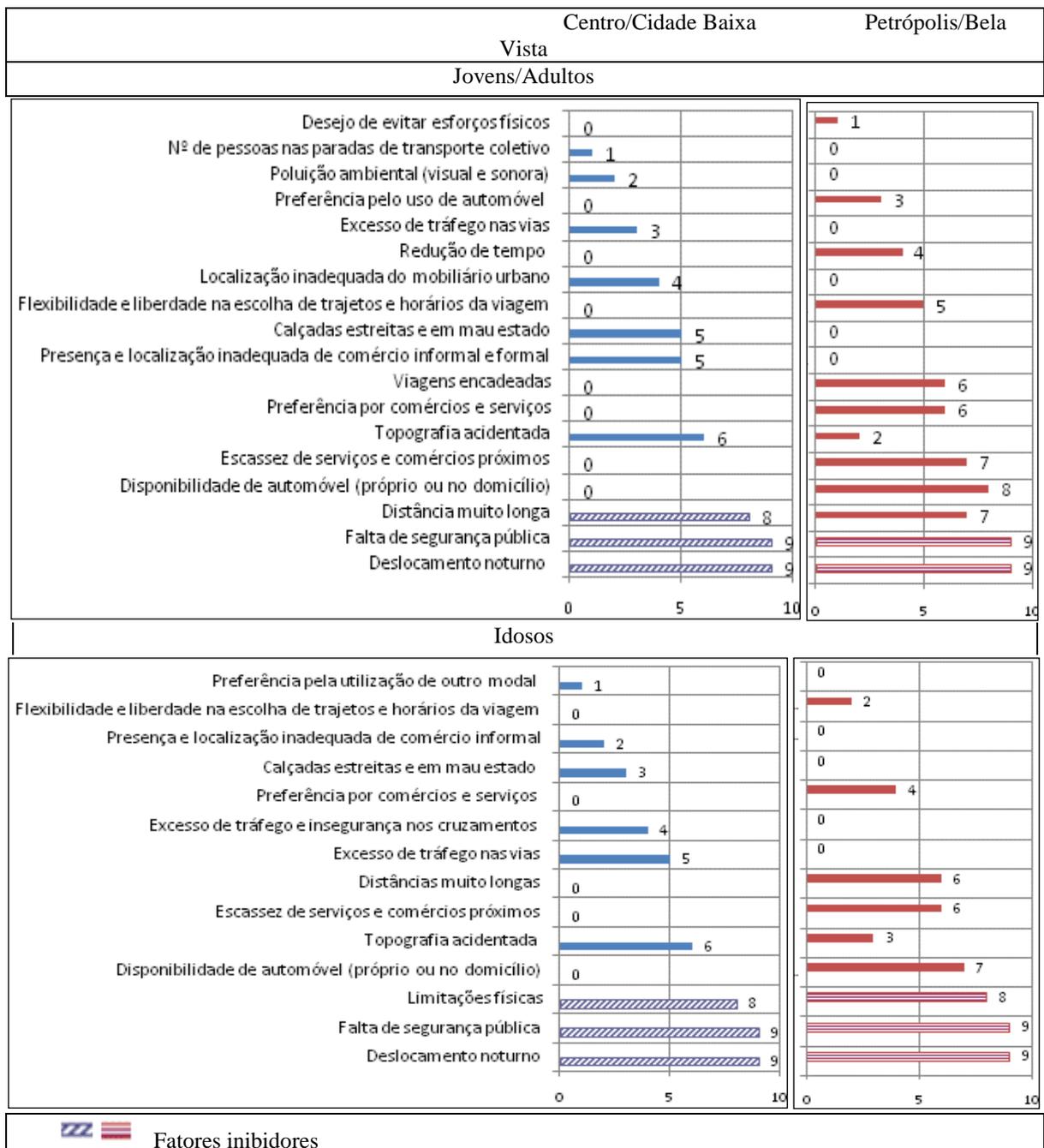


Figura 2.3- Hierarquização dos elementos que desmotivam/dificultam a utilização do modo a pé

A Figura 2.3 apresenta a hierarquização e a pontuação final dos fatores que desmotivam a escolha do modo a pé e os que dificultam, ou mesmo impossibilitam, os deslocamentos. A avaliação dos fatores foi realizada seguindo o mesmo procedimento utilizado na classificação anterior. Da mesma forma que na figura anterior, observa-se variação dos fatores em função da região e faixa etária. Para todos os segmentos de entrevistados segurança pública é uma condição indispensável para realizar deslocamentos a pé. Este elemento está diretamente associado à declaração dos entrevistados de não realizar deslocamentos noturnos a pé, por falta de segurança. Nesse turno, todos os entrevistados optam por outro modo de transporte, independentemente de idade, sexo, bairro ou possibilidade de mobilidade. Na Região Centro/Cidade Baixa, é possível notar que, para os mais jovens, a distância do percurso é outro fator fundamental na escolha modal. Distâncias longas inibem a escolha do modo a pé, induzindo os indivíduos à seleção de outro modo de transporte.

Nessa região, vários elementos que caracterizam o bairro foram indicados como dificultadores de deslocamentos a pé, mas nenhum destes elementos foi referido como determinante na escolha do modo. As pessoas idosas entrevistadas não referenciaram a distância como um fator preponderante da decisão de caminhar. No entanto, a condição física foi mencionada como um fator limitante para o deslocamento a pé. Este fato provavelmente expressa a consciência das limitações da condição física, que podem inviabilizar deslocamentos a pé, mesmo de curtas distâncias. A presença de aclives e declives foi mencionada como um fator que dificulta o deslocamento a pé. Características do tráfego e demais características físicas do bairro são fatores que influenciam em menor grau a opção pelo modo de transporte.

Na Região Petrópolis/Bela Vista, a escassez de comércios e serviços na vizinhança próxima foi apontada como um dos principais elementos que desmotivam a utilização do modo a pé. Moradores precisam percorrer distâncias mais longas para ter acesso a bens e serviços. Para os entrevistados desta região, os elementos que desmotivam a escolha do modo a pé estão fortemente associados às vantagens oferecidas pelo automóvel. Os residentes desta região, têm maior disponibilidade de automóvel, favorecendo a utilização deste modal. Mesmo os entrevistados que não dispõem de automóvel permanentemente, possuem automóveis no domicílio. Uma justificativa para não realizar viagens a pé bastante mencionada por entrevistados jovens e adultos desta região foi o desejo, ou necessidade, de

realizar viagens encadeadas. Para este grupo de entrevistados, as viagens diárias são frequentemente resultado da combinação de várias atividades. Por exemplo, as compras no supermercado são realizadas no retorno do trabalho ou após pegar os filhos no colégio. O planejamento da viagem envolve a minimização da distância de viagem e a seleção do melhor serviço ou comércio. Desta maneira, as maiores distâncias aos estabelecimentos comerciais são até certo ponto compensadas. Numa perspectiva espaço-tempo, este tipo de comportamento implica que as compras ocupam menor tempo, permitindo ao indivíduo utilizar mais tempo em outras atividades. Além disto, as preferências por comércios ou serviços influenciam fortemente a escolha modal. Os entrevistados selecionam o “melhor” comércio, de acordo com sua valoração pessoal, como por exemplo, o supermercado onde os preços são mais convenientes, ou onde os produtos são de melhor qualidade, ou onde o ambiente é mais agradável. Essa opção pessoal nem sempre coincide com a alternativa de serviço mais próxima.

Interessante ressaltar que os elementos inibidores à realização de viagens a pé identificados pelas pessoas idosas são bastante semelhantes nas duas regiões pesquisadas.

2.6 CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta uma pesquisa qualitativa desenvolvida com o objetivo de identificar os fatores que influenciam a decisão de realizar viagens a pé. Os resultados obtidos nas entrevistas permitiram identificar vinte e seis fatores que influenciam a escolha do modo a pé. Esses vinte e seis fatores podem ser agrupados de acordo com sua natureza em quatro grupos: fatores sócio-econômicos, fatores característicos da viagem, fatores relativos a estrutura urbana e fatores atitudinais ou de estilo de vida. Dentre os vinte e seis fatores apresentados, aqueles citados com maior frequência pelos entrevistados foram: distância da viagem, horário da viagem, proximidade de comércios e serviços e segurança pública. Além desses fatores, os indivíduos mais jovens indicaram com frequência: a preferência pelo modo de transporte para realizar uma viagem, o desejo de realizar exercícios físicos e o tempo de deslocamento. Entretanto, os indivíduos de faixas etárias mais avançadas desapontaram as limitações físicas do indivíduo como determinantes da escolha modal.

A análise de frequência de manifestações dos entrevistados mostrou que a estrutura físico/urbana do bairro influencia a decisão de caminhar. A distribuição de uso do solo

determina as localizações das atividades humanas, como moradia, trabalho, compras, educação e lazer, gerando a necessidade de viajar, para vencer a distância entre os locais de atividades. Porém, este não é o único elemento que explica o padrão de viagens. A análise de frequência mostrou que características atitudinais ou de estilo de vida influenciam a escolha do modo a pé, confirmando a importância de incluir essas variáveis nos estudos de planejamento urbano.

Os resultados da análise de hierarquização mostraram que o alto número de deslocamentos a pé observado na Região Centro/Cidade Baixa se deve à diversidade de uso do solo e à dificuldade de utilizar modos alternativos. Em contraposição, o número reduzido de viagens a pé na Região Petrópolis/Bela Vista, se deve não somente à escassez de comércios e serviços na vizinhança próxima, mas à disponibilidade de automóvel no domicílio, à preferência por comércios e serviços mais afastados e à realização de viagens em cadeia. Estes elementos desmotivam a utilização do modo a pé, incentivando a utilização de modais alternativos.

Observou-se uma maior concordância, entre os grupos de entrevistados, na identificação de fatores inibidores do que na relação de fatores que estimulam as viagens a pé. Analisando as respostas de entrevistados segundo a faixa etária, observa-se uma maior concordância entre idosos das duas regiões do que entre os entrevistados mais jovens, particularmente em relação aos quesitos considerados essenciais. Variáveis sócio-econômicas têm sido tradicionalmente consideradas como variáveis chave para explicar decisões na área de transportes. Os resultados desta pesquisa indicam, entretanto, que alguns fatores característicos do ambiente social e das particularidades individuais podem ser mais importantes que o nível sócio-econômico para explicar as escolhas de modo de viagem. A insegurança em relação a assaltos e o medo de realizar deslocamentos a pé à noite, foram pontos comuns a todos os entrevistados. A importância atribuída a estes fatores se sobrepõe a outras questões associadas a nível de renda. As restrições físicas inerentes a pessoas idosas foi um ponto comum apontado por entrevistados das duas regiões e também se sobrepõe a todas às outras questões apontadas.

Os resultados da pesquisa permitem concluir que a configuração do bairro influencia a decisão de caminhar, indicando que a estrutura físico/urbana do bairro é um elemento chave para explicar o padrão de deslocamentos a pé. Porém, características atitudinais ou de estilo

de vida dos indivíduos também influenciam o padrão de deslocamentos a pé, indicando que elementos que caracterizam a estrutura físico /urbana do bairro podem não ser suficientes para explicar o padrão de deslocamentos em centros urbanos. É fundamental considerar as características sócio-econômicas e de estilo de vida dos usuários na elaboração de projetos urbanísticos e de transportes que visem preservar o ambiente em forma sustentável. Novas pesquisas, com tamanhos de amostras planejadas estatisticamente, podem ser desenvolvidas a partir dos resultados obtidos neste trabalho e, combinar assim, a tradicional abordagem quantitativa em pesquisas de transporte com uma abordagem qualitativa.

2.7 REFERÊNCIAS

- 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.
- Ariotti, P.; Cybis, H.B.; Ribeiro, J.L.D. (2006) Fatores intervenientes no comportamento de pedestres em travessias semaforizadas: uma abordagem qualitativa. Transporte em Transformação XX CNT/ANPET, p.59-75, Brasília.
- Cao, X.; Handy, S.; Mokhtarian, P. (2006) The Influences of the Built Environment and Residential Self-Selection on Pedestrian Behavior. Transportation, in press.
- Cervero, R. (1996) Mixed land uses and commuting: Evidence from the American Housing Survey. Transportation Research A 30 (5): 361-77.
- 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.
- Crane, R. (1996) On form versus function: Will the new urbanism reduce traffic, or increase it? Journal of Planning Education and Research 15 (2): 117-26.
- 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 Braisl em Olinda-PE. In:XXIIANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2008, Fortaleza. Panorama Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes 2008, v.1 p.763-775.
- Frank L.D.; Pivo, G. (1995) Impacts of mixed use and density on utilization of three modes of travel: single-occupant vehicle, transit, and walking. Transportation Research Record 1466: 44–52.
- 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.
- Handy, S. L. (2002) How the built environment affects physical activity. Views from Urban Planning. American Journal of Preventive Medicine 23(2).p.64-73.
- Handy, S. L.; Clifton, K. (2001) 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.
- 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.
- Naes P.; Roe .G.; Larsen S.L. (1995) Travelling distances, modal split and transportation energy in thirty 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.
- Neves, J.L. (1996) Pesquisa Qualitativa-Características, usos e possibilidades. *Caderno de Pesquisas em Administração*. V.1, No 3.
- Ribeiro, J.L.D.; Milan, G.S. (2004) *Entrevistas Individuais: teoria e aplicações*. FEEng/UFRGS, Porto Alegre, RS.

3 **ARTIGO 2 - RELATION BETWEEN URBAN STRUCTURE AND PEDESTRIAN BEHAVIOR: A CASE STUDY OF PORTO ALEGRE**

Artigo a ser submetido à revista Cities, Elsevier

Abstract

This paper analyzes the relationship between the urban structure, self-selection and walking patterns of residents of the city of Porto Alegre, Brazil. The study consisted of three main stages. The first stage used a qualitative approach to identify the urban factors influencing walkability. In the second stage, information was collected about the trips taken, the characteristics of the environment where these trips took place and the attributes and travel attitudes of each individual. Finally, in the last stage, the influence of selected attributes on the walking patterns was analyzed using regression models. Two dependent variables were modeled: (i) the frequency of walking and (ii) the proportion of walking among the total trips. A negative binomial regression was used to model the frequency of walking, and a beta regression was used to model the proportion of walked trips. The results indicated that travel attitudes strongly affect walking behavior, and related variables must be included in the models; estimating functional forms ignoring these factors induces biased coefficients. The models also demonstrated that the presence of shops and services in the vicinity of the household has a strong influence on the number of walking trips. Other socio-economic variables were also important factors in travel behavior.

Keywords: attitude, beta regression, land use, negative binomial regression, walking

3.1 **INTRODUCTION**

The increasing urban population and car ownership in Brazil have led to a significant increase in the number of car trips taken by residents in urban areas. This problem is worsened by an inadequate organization of land use in cities, which leads to longer travel distances from home to workplaces and services. Due to the growing demand for private transport, traffic congestion has increased in time and space and is now considered one of the most serious urban problems in Brazil. Measures to reduce traffic congestion applied in Brazilian cities include instruments to induce changes in travel behavior, such as rotating license plates and parking control strategies. These measures, however, have not been efficient in reverting the growing tendency to use private cars.

A broader approach to solve the problems of mobility in urban areas includes planning land use and urban design with the goal of promoting non-motorized transport

(Ewing and Cervero, 2010). Several studies suggest that the elements of the urban structure are significant predictors of non-motorized travel and, particularly, of walking. However, observed travel patterns can also be attributed to a prior self-selection of residents into a built environment that is consistent with their predispositions toward certain travel modes and land use configurations (residential self-selection). Furthermore, most of these studies were performed in developed countries, many in the United States. Few studies have been performed in developing, or emerging economy, countries relating the characteristics of the urban structure to non-motorized travel. The extent to which the urban structure influences the travel mode choices of inhabitants of Brazilian cities remains unknown.

This study responds to these limitations and aims to supply new evidence analyzing the relationship between the urban structure of a neighborhood and the walking pattern in the city of Porto Alegre. To solve the problem known as residential self-selection, this study also accounts for attitudinal characteristics that explain the lifestyle of the population analyzed.

3.2 STUDY AREA

Porto Alegre is the capital of the southernmost state of Brazil, Rio Grande do Sul. It has a privileged location, a strategic point within *Mercosur* (Southern Common Market). The estimated resident population was 1,409,939 inhabitants in 2010, and the area of the city is approximately 500 km². The city has a diverse geography, with mountains, lowlands and a large lake, Lake Guaíba.

Porto Alegre is one of top cultural, political and economic centers of Brazil, and the UN described it as the number one metropolis, in terms of quality of life, in Brazil three times. Moreover, Porto Alegre is one of the greenest and most literate cities in the country and is a regional center for attracting migrants in search of better living, work and study conditions. Recently, this city was selected as one of the headquarters of the World Cup 2014. The city, however, faces many challenges, including the increasing problem of traffic congestion.

3.3 BACKGROUND

The literature reports several surveys that investigate the manner in which the physical/urban structure of a neighborhood and city affect the mobility of a population and, in particular, walking (Cervero and Duncan, 2003; Greenwald and Boarnet, 2001; Hess et al., 1999; Naes et al., 1995). These studies demonstrate the correlation between the physical configuration of a neighborhood and walking. Cervero and Duncan (2003), for instance, studied the relationship between the urban structure and non-motorized travel in the city of San Francisco. The authors observed that factors such as population density, land use and street connectivity bear a significant relationship to the number of walking trips.

Major theoretical and methodological evolution have occurred in this research area. The first generation of quantitative models only correlates characteristics involving the urban structure and travel behavior. These models have been criticized for ignoring the effect of residential self-selection. Residential self-selection is understood as being the tendency of a population to choose the location of their residence based on their needs and travel preferences. Generally, self-selection results from two factors: personal values and attitudes and socioeconomic characteristics. The component of self-selection arising from economic characteristics is considered by including socioeconomic variables in the multivariate analyses. Several studies have included these types of variables. The level of income, family structure, age and leisure preferences vary significantly among residents of the different regions of the city (Naes, 2005). The differences in travel behavior primarily result from these factors and not only from the physical characteristics of the neighborhood. However, few researchers have analyzed the effect of residential self-selection caused by personal values and attitudes. In mathematical terms, the relationship frequently observed between the built environment (BE) and travel behavior (TB) is generally modeled as follows (Equation 1):

$$TB=f(BE,X)+\varepsilon \quad (1)$$

where X represents the variables observed, such as the socioeconomic variables, and ε represents the influence of all the non-observed variables on the travel behavior (TB).

However, estimating such functional forms requires the observed explanatory variables (BE, X) to be uncorrelated with the unobserved explanatory variables (ε). The non-fulfillment of this major condition is called endogeneity bias and produces biased and

inconsistent estimations for the *BE* and *X* coefficients (Mokhtarian et al., 2008). This problem will occur if attitudes are not measured, as they influence the choice of neighborhood.

Few studies have included attitudinal or explanatory variables in the estimated models (Cervero and Duncan, 2002; Cao et al., 2006). Cervero and Duncan (2002), for instance, investigated the existence of residential self-selection in the city of San Francisco, considering socioeconomic and attitudinal variables. The study concluded that residential location and the choice of transportation mode are directly related. These results demonstrate the existence of self-selection, which accounts for approximately 40% of the decisions determining which transportation mode to use.

3.4 METHODOLOGY

This study was structured into three main stages. The first phase aimed to identify the urban structure factors that influence walkability of a given region and to provide evidence of the individual characteristics of the environment that influence the perception of quality and the convenience of walking. The second phase consisted of collecting information about the trips taken, the characteristics of the environment where these trips were taken and the attributes, attitudes and perceptions of each individual regarding walking. The third phase aimed at analyzing the relationship between the different factors and walking.

3.4.1 *Identification of the factors that influence individual decisions to walk*

In this phase, a qualitative study was performed concerning the main factors that affect individual decisions to walk in the city of Porto Alegre. The data were obtained through individual interviews. The purpose of the technique was to explore the object of research in depth by probing knowledge and opinions. A semi-structured script was used to ensure that the topics of interest would be covered. The script used to guide the interviews was composed of the questions presented in Table 3.1.

The target population of this survey was composed of residents of two regions of Porto Alegre: Centro/Cidade Baixa (a region with a high proportion of walking trips) and Petrópolis/Bela Vista (a region with a low proportion of walking trips). The Centro/Cidade Baixa, located downtown and in a nearby area, is characterized by a high concentration of

shops, services and cultural activities. This area concentrates the largest number of historical and architectural attractions of the city. The Bela Vista and Petrópolis regions are considered two of the most elegant and higher income level areas of the city, with sophisticated real estate, beautiful landscaping and parks heavily frequented by its residents. This area consists of a low concentration of shops and services.

Table 3.1-Script of questions asked in the interviews

-
1. Do you often walk to destinations close to your home? Why?
 2. What elements do you take into account when you choose to walk?
 3. Studies show that the length of the blocks between intersections, the street configuration and topography of the neighborhood influence the choice of whether to walk. Do you also concern yourself with these aspects?
 4. How do you characterize your neighborhood?
 5. Does your neighborhood present characteristics that make it easier to walk? Which ones?
-

These regions were selected because they present, respectively, the highest and lowest percentages of walking trips compared with the total trips originated in the region. According to EDOM (2004) data, in Centro/Cidade Baixa, practically half of the total trips originating in the area were taken on foot. For the Petrópolis/Bela Vista region, only 10% of the trips were on foot.

The interviewees were selected by accounting for four stratification variables: the location of residence (region with a high or low proportion of walking), gender, age group (Youth/Adult or Elderly-over 65 years old), and car ownership. Twelve interviews were conducted, and the distribution among the respondents was planned to obtain a balance between the number of respondents in each stratum. This approach ensured a diversity of answers, which is desirable in qualitative studies.

Analysis of the interviews led to a list of twenty-six factors that influence walking. Many of the factors expressed by the interviewees concerned neighborhood characteristics. Among them, public safety and the proximity of shops and services were mentioned most frequently. Public safety was strongly associated with the time of the trip, and walking at night was considered unsafe by all segments of interviewees. The analysis of the frequency of walking of the interviewees indicated, as expected, that the physical/urban structure of the neighborhood influences the decision to walk. However, this factor was not the only element that explained the travel behavior. The analysis of the frequency of walking revealed that

attitudinal or lifestyle characteristics, such as preferences for modes of transport, the desire to exercise and the physical limitations of the individual, also influence the decision to walk.

The interviewees expressed their opinions with different degrees of intensity. Thus, in addition to the frequency with which the factors were mentioned, the intensity with which they were expressed also needed to be considered. Thus, the general importance of each factor was calculated using the following expression (Equation 2):

$$I_k = \sum_E i_{E,k} * f_{E,k} , \quad (2)$$

where I: general importance; k: factor; E: interviewee; i: intensity of manifestation and f: frequency of manifestation. To represent intensity, a numerical scale composed of three levels was defined: 1, 2 and 3, in which 3 indicates the highest intensity. The intensity was based on the analysis of the interview records by observing the adjectives used by the participants. Thus “very”, “big” and “intense” were associated with level 3, whereas “little”, “small” and “light” were associated with level 1. To represent the frequency, a scale was defined that was composed of two levels: 0 and 1. A value of 1 implies that the interviewee mentioned the factor, and a value of 0 implies the contrary.

An analysis of hierarchy was performed using the value and general importance calculated for each factor to identify the factors that exert larger and smaller influences on the decision to walk and to highlight the factors that are essential to or inhibit the choice of this transport mode. The essential factors, presented in Figure 3.1, are those indispensable to choosing the walking mode. The facilitating factors are those that contribute to selecting this mode but that are not indispensable.

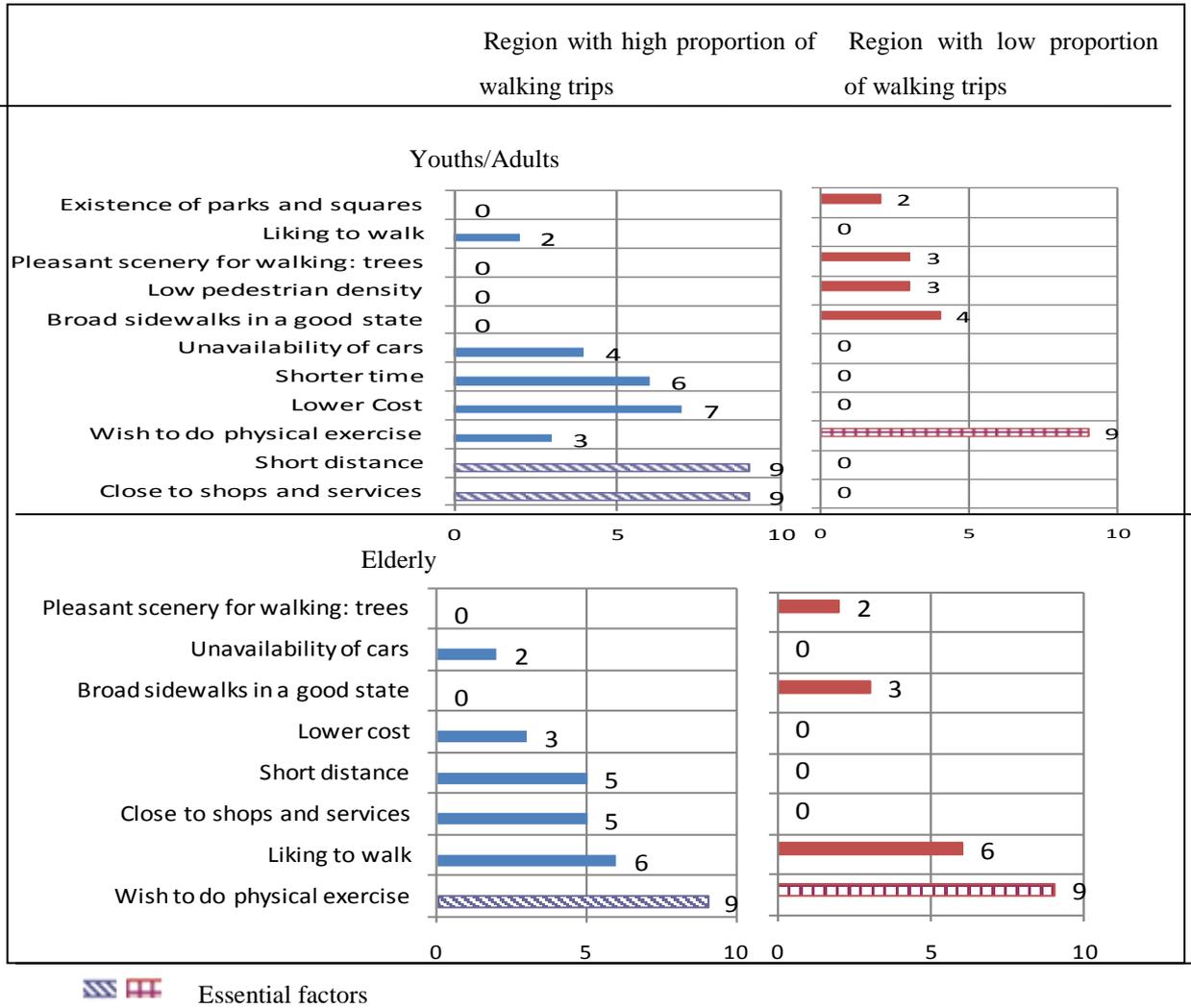


Figure 3.1-Hierarchy of the elements that motivate/facilitate walking

Figure 3.2 presents the hierarchy and final score of factors that detract from the motivation to choose walking and those that make walking difficult or even impossible (inhibiting factors). The factors were evaluated following the same procedure used in the previous classification.

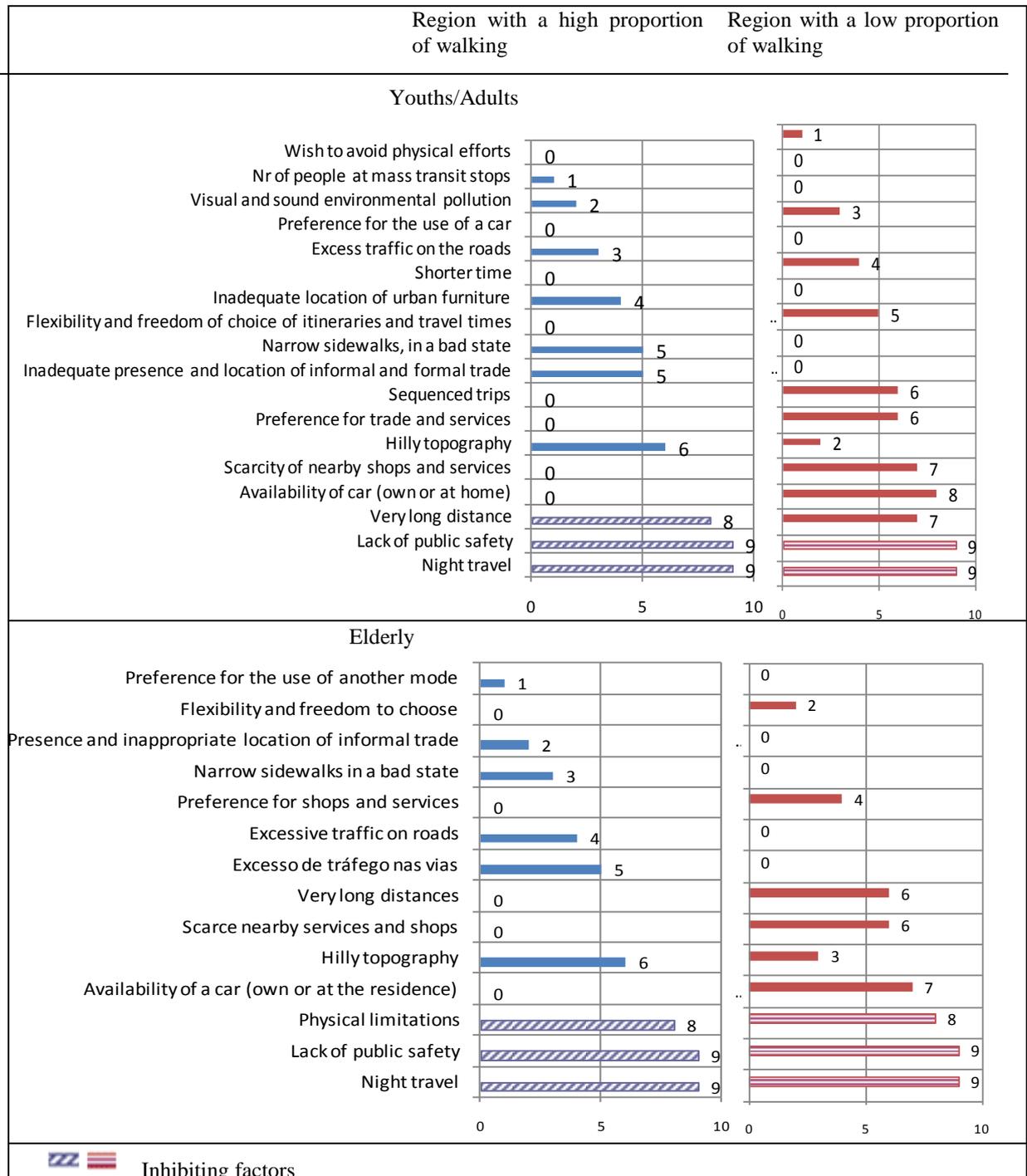


Figure 3.2- Hierarchy of the elements that that detract from the motivation to choose walking

The results of the hierarchy analysis indicated that the high level of walking observed in the Centro/Cidade Baixa Region results from different land uses and the difficulty of using alternative modes. Walking diminishes both cost and time. For the elderly group in this region, the desire to continue physical exercise and the enjoyment of walking are the main elements in selecting this mode of transport. In contrast, the small number of walking trips in

the Petrópolis/Bela Vista Region is tied not only to the lack of shops and services in the neighborhood but also to the availability of a car at home, the preference for shops and services that lie further away and the habit of performing chained trips. For this group of interviewees, daily trips are often the result of a combination of several activities. For instance, shopping at the supermarket is performed upon returning from work or after picking children up from school. Planning the trip involves minimizing the distance of travel and selecting the best service or business. Thus, the longer distances to the commercial firms are compensated up to a point. From a space-time perspective, this type of behavior implies that the shopping requires less time, allowing an individual to use more time for other activities. In addition, preferences for shops or services strongly influence the choice of transport mode. The interviewees select the “best” shop according to their personal judgment of value, for instance, the supermarket with the best prices, with better quality products, or with a more pleasant atmosphere. This personal choice is not always the same as the closest option for the service. These elements eliminate the motivation for walking and encourage the use of alternative modes, mainly cars.

Lack of public safety and night travel are inhibiting elements of walking for all segments of the interviewees. According to the frequency analysis, these elements are strongly associated and indicate that night travel presents a lack of public safety. A greater concordance was observed among the groups of interviewees in identifying factors that inhibit rather than encourage walking. Analyzing the responses of the interviewees according to age group, a greater concordance was observed among the elderly of the two regions than among the younger interviewees, particularly regarding essential items.

The hierarchy analysis demonstrated that the diversity of land use, car availability at home, preference for mode of transport, physical limitations, public safety, preference for more distant shops and services, chained trips, topography, time and cost of travel were the most important elements in determining transport mode.

3.4.2 *Survey of Information*

With the information resulting from the previous phase, a data collection instrument was created that enabled the collection of quantifiable information. The data collection instrument was a closed questionnaire, in which questions were asked about the travel

behavior of the respondents, their socioeconomic and attitudinal characteristics, and their perceptions of the urban structure of the neighborhood where they lived.

To evaluate travel behavior, the questionnaire included questions about trips taken in the preceding seven days: the number of walking trips to destinations near home (specifying the purpose) and the total number of trips taken that originated at home. For the purpose of this survey, a trip was defined as the displacement of a person between a point of origin and a final destination for a certain reason. The socioeconomic characteristics evaluated in the questionnaire were: age, sex, number of residents in the household, number of children under the age of five, number of people in the household who had a driver's license, and the permanent availability of a car.

The attitudinal characteristics were evaluated by asking the interviewees to indicate a degree of concordance with a set of statements. The questionnaires contained eight statements referring to travel preferences. Each interviewee indicated their degree of concordance with each statement using a continuous scale from zero, "completely disagree" to ten, "I completely agree". The scale adopted corresponds to the Visual Analog Scale (VAS). The statements attempt to express a general concept of preference or predisposition to selecting a mode of travel. Thus, the statements presented to the interviewees were grouped into two factors, using an exploratory factorial analysis in SPSS software (version 10.0). The factors were defined as pro-walking and pro-motorized transport. Table 3.2 summarizes the results of applying the factorial analysis, listing the statements presented to the interviewees, organized according to the grouping (factor), and the loadings estimated for each statement.

Factorial analysis is a multivariate statistical analysis technique created to identify the structures observed in sets of variables (Hair et al., 1998), describing the interrelationship between them, for the purpose of identifying new variables (factors). The sample adequacy for the set of variables (KMO) was measured to be 0.742, and the Bartlett sphericity test was significant, demonstrating data normalcy. Thus, performing factorial analysis for the dimension of travel attitudes was appropriate.

The characteristics of the urban structure of the neighborhood were measured by the perception of the residents interviewed. Similarly to the approach regarding attitudinal characteristics, the interviewees were asked to express their degree of concordance with four statements. The residents were asked about: the possibility of serving their daily and possible

needs for trade and services at a walkable distance from home, the conditions of the sidewalks near home, public safety in the neighborhood for walking, and the topography of the streets near home. In this study, a walkable distance was considered to be within 800 meters of home.

Table 3.2- Factors and loading of travel attitudes

Factor	Item
<i>Pro-walking</i>	For short stretches, I always prefer to walk because it is more pleasant (0.854); for short stretches, I always prefer to walk because it is easier (0.848); for short stretches, I always prefer to walk because it is healthier (0.878); for short stretches, I always prefer to walk because it is cheaper (0.723)
<i>Pro-motorized transport</i>	I prefer to use a motorized mode in my daily trips because it is faster than walking (0.859); I prefer to use a motorized mode in my trips because it is more comfortable than walking (0.780); I prefer to use a motorized mode in my daily trips because it is safer than walking (0.801); I prefer to use a motorized mode in my daily trips because it gives me greater flexibility to reach to several destinations during the day (0.794)

Extraction Method: Analysis of principal components Rotation method: *Varimax* with Kaiser normalization

The definition of the interviewees accounted for three stratification variables: sex, age group and availability of a car. Interviewees were selected who lived in areas of the city with different urban structures, and after the data were collected, the distribution of the questionnaires in the different areas was verified. For this purpose, contingency tables were used that cross-matched the main variables of the urban structure and Pearson's chi-square independence test. This test is non-parametric and aims to determine a dispersion value for two variables of a nominal scale and evaluates the degree of association between the qualitative variables (Siegel, 1979). Using this test, the possible divergences between the number of questionnaires applied and expected in each area could be determined. The sample consisted of 147 individuals, ensuring a minimum of 8 individuals per stratum, with a 95% level of significance, moderate coefficient of variation (10%), and moderate admissible relative error (5%). The sample characterization is presented in Table 3.3.

Table 3.3- Characterization of the sample

	Proportion (%)			
Women	45.6			
Household with children under 5 years old	8.8			
With a driver's license	81.0			
Individuals with a car available	60.6			
Socioeconomic data	Mean	Minimum	Maximum	Standard deviation
Age	43.71	18	73	15.64
N° of residents/household	3.01	1	8	1.31
N° people with a driver's license /household	1.85	0	4	.87
N° cars/household	1.01	0	3	.80
Perception of the neighborhood of residence	Mean	Minimum	Maximum	Standard deviation
Presence of shops in neighborhood	6.09	0	10	2.84
Neighborhood with good sidewalks	6.07	0	10	2.93
Topography	5.05	0	10	3.40

According to data from the home interviews performed in 2003 (EDOM, 2004), the mean number of cars per household in the city of Porto Alegre is 0.54. The minimum values of this indicator are 0.23 in the Agronomia neighborhood and 0.28 in Lomba do Pinheiro. The maximum values are 1.29 in the Três Figueiras neighborhood and 1.28 in Bela Vista. Table 3.3 indicates that the individuals in the sample live in households that have a greater number of cars per household than the average value of the city.

Table 3.4 presents the characterization of trips. On average, out of a total of 37 trips taken by the interviewees in the preceding 7 days, 16 were observed to be exclusively walking trips, which equates to 43% of the total number of trips, a much higher value than that determined in the origin-destination survey performed in the city. In the survey of household interviews (EDOM, 2004), only trips of over 5 blocks were evaluated. This result reveals the importance of short trips, often underestimated or unaccounted for in transportation research.

Table 3.4- Characterization of trips

	Mean	Minimum	Maximum	Standard Deviation
Total N° of trips in the preceding 7 days	36.87	4	115	20.90
N° of walking trips in the preceding 7 days	16.46	0	72	15.60

3.4.3 Analysis of the influence of different attributes on pedestrian behavior

To study the relationship between urban structure and walking, regression models were estimated. Two dependent variables were modeled: (i) the frequency of walking and (ii) the proportion of the number of walking trips to the total number of trips taken during the

preceding 7 days. A negative binomial regression was used to model the frequency of walking, and a beta regression was used to model the proportion of walking.

Several studies have used linear regression to analyze travel behavior, such as Frank and Pivo (1995), Kitamura et al. (1997), and Krizek (2003). However, in linear regression, the dependent variable must present a normal distribution, which does not usually occur with trip frequencies and proportions. Trip frequencies generally present a dispersion to the left, deviating from the hypothesis of normality (Cao et al., 2006). Likewise, ratio measures have an asymmetric behavior and do not meet the assumption of normality. In addition, when the response variable is restricted to the interval (0;1), as for proportions, the linear regression model can produce values outside this interval (Kieschnick and McCulloch, 2003).

Table 3.5- Summary of the variables used in the model

Category	Dependent variables
Travel behavior	<i>Frequency of walking in the preceding 7 days</i> <i>Proportion of walking in the preceding 7 days (N° walking trips 7 days/Total N° trips 7 days)</i>
	Independent variables
Socioeconomic characteristics	<i>Age</i> <i>Male (0,1)</i> <i>N° of residents in household</i> <i>Presence of children under the age of 5 years (0.1)</i> <i>Availability of a car (0,1)</i> <i>N° of cars in the household</i>
Perception of the neighborhood near the residence	<i>Presence of trade and services</i> (continuous scale between 0 “completely disagree” and 10 “completely agree”) <i>Sidewalks in a good condition</i> (continuous scale between 0 “completely disagree” and 10 “completely agree”) <i>Fear of robberies</i> (continuous scale between 0 “completely disagree” and 10 “completely agree”) <i>Hilly topography</i> (continuous scale between 0 “completely disagree” and 10 “completely agree”)
Attitudinal	<i>Pro-walking</i> (continuous scale between 0 “completely disagree” and 10 “completely agree”) <i>Pro-motorized transport</i> (continuous scale between 0 “completely disagree” and 10 “completely agree”)

Alternatives for modeling data on frequency and proportions are the Generalized Linear Models (GLM) and the Beta Regression Models (BRM). GLM theory presents several options for the distribution of the dependent variable. The most used options for frequency modeling are the Poisson and negative binomial distributions. The choice of distribution depends on the mean and variance of the sample. The Poisson model is selected when observations are independent and the variance and mean of the sample are equivalent. The

negative binomial model is used when the samples present overdispersion (the variance is greater than the mean) (Lord, 2006). To model proportions, Ferrari and Cribari-Neto (2004) proposed the BRM as a feasible alternative for situations in which the dependent variable is continuous and belongs to the interval (0;1). The BRM is based on the assumption that the dependent variable has a beta distribution, allowing one to model linear and non-linear relations between the independent variables and the dependent variable.

3.5 RESULTS

The results of the four models selected are presented in Tables 3.6 and 3.7.

Table 3.6-Models of frequency of walking (negative binomial regression model)

Variables	Base		Expanded	
	Coefficients	p-value	Coefficients	p-value
	Number of observations = 147 Residual df = 142		Number of observations = 147 Residual df = 143	
<i>Presence of children <5 years</i>	-0.175	0.032	-	-
<i>N° cars/household</i>	-0.380	0.000	-0.370	0,000
<i>Presence of shops</i>	0.336	0.000	0.269	0,004
<i>Topography</i>	-0.223	0.003	-	-
<i>Pro-walking</i>	-	-	0.696	0,000
Constant	2.648	0.000	2.493	0,000
Alpha	0.820		0.527	
Pseudo R ²	0.078		0.129	
Deviance	149.359		108.916	
AIC	7.444		7.156	
	Chi ² (142)(0.005) = 170.809 Prob>chi ² (142)(p-value) = 0.320		Chi ² (143)(0.005) = 171.907 Prob>chi ² (143)(p-value) = 0.984	

All the explanatory variables were standardized to allow comparison of their effects on the response variable.

Table 3.6 synthesizes the results of the models of frequency of walking (base and expanded), estimated using negative binomial regression, and Table 3.7 synthesizes the results of the models of proportion of walking estimated using beta regression.

Table 3.7-Models of proportions of walking (Beta Model of Regression)

Variables	Base		Expanded	
	Coefficients	p-value	Coefficients	p-value
	Number of observations = 147 Residual df = 139		Number of observations = 147 Residual df = 139	
<i>N°cars/household</i>	-0.574	0.000	-0.400	0,000
<i>Driver's license</i>	-0.193	0.022	-0.221	0,005
<i>Presence of shops</i>	0.352	0.000	0.306	0,000
<i>Pro-walking</i>	-	-	0.579	0,000
<i>Pro-motorized</i>	-	-	-0.222	0,005
Constant	-0.252	0.002	-0.222	0,002
Pseudo R ²	0.438		0.608	
AIC	-66.505		-118.452	

All the explanatory variables were standardized to allow comparison of their effect on the variable respons

3.5.1 *Analysis of model adjustment*

The diagnostic measures used to analyze the adequacy of the regression models were: deviance, pseudo-R² coefficient, Akaike Information Criterion (AIC). The models of frequency developed (Table 3.6) present lower deviance values than the critical values with 95% confidence (p-value >0.05), confirming that the negative binomial regression model is appropriate to model the phenomenon studied. The values of pseudo-R² were low but acceptable and similar to the values obtained in other works in the literature. The pseudo-R² coefficient is a global measure of the quality of adjustment. No criterion exists to determine adjustment of the model for beta regressions and negative binomials because different formulations of this coefficient exist. However, in the context of the linear regressions, determination coefficient values of 0.2 are considered good adjustments for the disaggregated data in a cross-section. Interestingly, the value of pseudo-R² was higher in the expanded model than in the basic model. The measures of AIC adjustment of quality are satisfactory, showing that the expanded model presents a better adjustment than the basic model. The AIC is a statistic often used to select the optimal specification of a regression equation when models are used with different quantities of coefficients. The optimal adjusted model has the lowest value of AIC.

The models of the proportion of walking (Table 3.7) present satisfactory pseudo-R² values, showing a good adjustment of the data to the beta regression model. A better adjustment is observed in the expanded model than in the basic one. The values of this coefficient were higher in the proportion models presented in Table 3.7 than in the frequency

models presented in Table 3.6. However, comparing the models of frequency and proportion is not possible using the pseudo-R² values because they were calculated differently. Stata utilizes McFadden's pseudo-R² based on measures of maximum likelihood (Bruin, 2006), and software R utilizes the pseudo-R² defined by Ferrari and Cribari-Neto (2004). A comparative analysis of the adjustment of the models can be based on the Akaike Information Criterion (AIC). Analyzing the AIC values, the models of walking proportion (Table 3.7) are observed to present a better adjustment than the models of frequency of walking. In both cases, the expanded models are better than the basic models, indicating that the inclusion of attitudinal variables increased the predictive power, both in modeling frequency and in modeling the proportion of walking.

3.5.2 *Analysis of the estimated coefficients*

For the estimated coefficients, the tables reveal characteristics common to both the frequency and proportion of walking models. The *Presence of shops* near the residence and the "number of cars in the household" have a significant influence on all estimated models (p-value<0.05). Thus, the decision to walk for daily trips is strongly associated with a decreased availability of automobiles and a greater availability of shops and services (according to the standardized coefficients). Another important point is related to the inclusion of the attitudinal variables to the frequency and proportion of walking models. The "pro-walking" variable is observed to significantly influence walking and is the most influential factor in estimating the frequency and proportion of walking.

The inclusion of attitudinal variables in the models (expanded models) deserves some consideration. In the base model for the frequency of walking (Table 3.6), the *Topography* of the roads near the residence and the *Presence of children <5 years*, proved to be significant variables. This behavior can be explained because a hilly topography makes it difficult to walk, discouraging walking. Likewise, respondents who have children under the age of five walk less, as expected and already reported in other studies. However, after including attitudinal variables, the *Topography* and *Presence of children <5 years* variables are no longer significant in the models.

Although the public safety factor (represented by the variable *Fear of being mugged* in the quantitative analysis) was indicated as the main factor inhibiting walking in the

qualitative analysis, this factor did not prove significant in the quantitative analysis. A possible explanation may be related to the fact that people do not usually walk at night in the region researched because of the lack of safety. In the qualitative analysis, these two factors proved to be related. Thus, the quantitative analysis evaluated the influence of the perception of safety in diurnal walking.

The two models, frequency and proportion of walking, were constructed to identify some particularities in the behavior of the interviewees. While two interviewees may make the same number of walks, for one, this number implies practically all of the trips, whereas for the other, this number represents a small percentage. The estimated models reproduce these particularities representing common elements and unique aspects. An interesting observation concerns the expanded model of the proportion of walking. This model presents as significant variables the *Presence of shops*, *Number of cars in the household*, *Driver's license*, and the attitudinal variable, *Pro-walking* or *Pro-motorized*. As expected, the preference for the motorized mode has a negative influence on the proportion of walking. Therefore, the preference for the mode of transport strongly influences the decision to walk.

A comparison of the standardized coefficients of the base models reveals that the *Number of cars in the household* and the *Presence of shops* close to the residence are the variables that most significantly influence walking. When including attitudinal variables in the models, these variables continue to be significant but have a diminished effect. The attitudinal variable *Pro-walking* is the factor that most strongly affects walking.

Because the models of proportion of walking demonstrate a better adjustment to the data, an analysis of principal effects was performed for the significant variables of the models. The analysis of the principal effects consisted of analyzing the effect of a single independent variable while ignoring the effects of the others. The effect of one variable is defined as the change that appears when the level (value) of this variable is changed. The variables *Presence of shops* close to the residence, “pro-walking”, and “pro-motorized” are continuous in the interval [0;10]. Two levels were defined for these variables (high and low). The low level corresponds to values of the variables between 0 and 5, and the high level corresponds to values between 5 and 10. Figure 3.3 presents graphs illustrating the principal effects of the variables analyzed. The variables with a greater principal effect are observed to be the *Number of cars in the household* and *Pro-walking*. The effect of *Number of cars in the*

household on the *Proportion of walking* is negative, decreasing by 48% when the number of cars increases from 0 to 3. The effect of the *Pro-walking* variable is positive. An increase in the low level (not much preference for walking) to the high level (much preference for walking) of this variable results in a 35% change in the response variable.

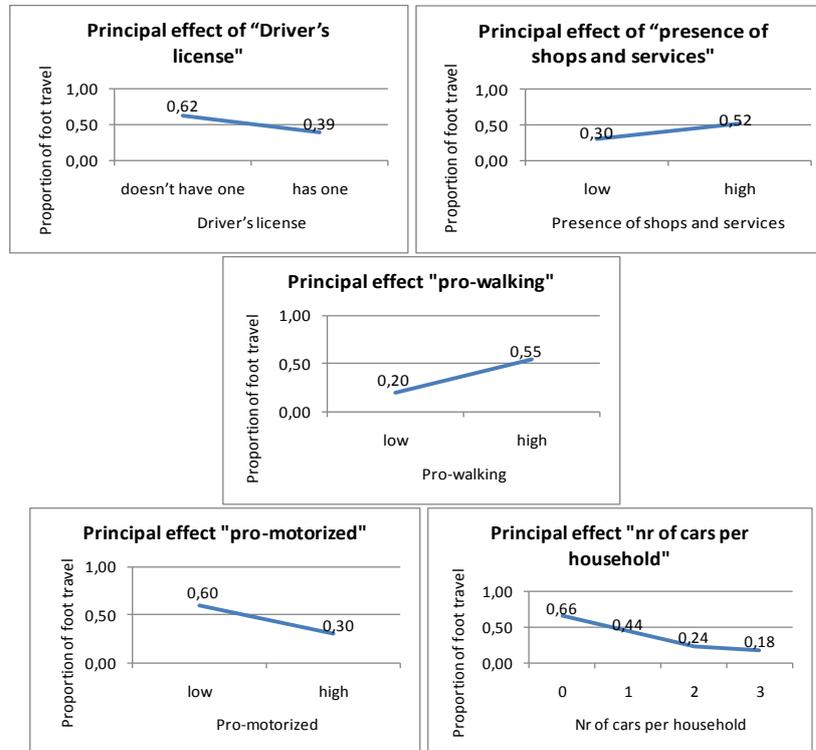


Figure 3.3-Graphs of principal effects

3.6 CONCLUSIONS

Planning land use and urban design is an approach used to solve mobility problems, with a goal of promoting non-motorized transportation and a consequent reduction in automobile use. Studies performed in developed countries, mainly in the United States, suggest that elements of the urban structure are significant predictors of non-motorized travel, particularly walking. This study provides evidence that, in the city of Porto Alegre, the urban structure influences the decision to walk.

Useful information concerning the interviewees' travel behavior was supplied by comparing the models. First, presence of shops and services near the residence strongly influences the decision to walk. Land use distribution determines the locations of the activities and the distances travelled between activity locations. The diversity of activities offered in a

neighborhood approaching origins and destinations reduces these distances and helps to increase the number of walking trips.

Second, the results of the models demonstrate that the socioeconomic characteristics of the individuals are important elements in explaining travel behavior. Particularly, the *Number of cars in the household* has a greater influence than the variables of the urban structure. The decision to walk strongly depends on the availability of a car. As expected, the estimated models confirm that the availability of a car has a statistically significant influence on walking.

A third important observation resulting from the study is that the attitudinal variable *Pro-walking* was the most influential factor in the representative models of pedestrian behavior. The results of the analysis indicate that the characteristics intrinsic to an individual strongly affect walking and should be included in the models. Estimating functional forms ignoring these models induces a bias of endogeneity and biased coefficients. The purpose of transportation is to provide access to goods, services and activities. In urban areas, walking is often the quickest and most effective manner of taking short trips. A built environment that makes this mode of transport difficult reduces the individuals' choice of mode of travel. Offering appropriate conditions for pedestrians is an essential element to ensure that all people will have a minimal level of mobility. This research demonstrates that planning spaces for pedestrians involves more than simply supplying and maintaining sidewalks in a good condition. The pedestrians' needs must be taken into account. Further studies on this subject are necessary and can include an analysis of non-utilitarian trips, in which walking is a form of exercise and not a mode of transportation. The influence of the urban structure on utilitarian and non-utilitarian trips will most likely be different, and both types of trips may help improve the quality of life of the population.

Acknowledgments

The authors thank Brazilian National Research Council (CNPq) for support through a research grant.

3.7 REFERENCES

- Cao, X., Handy, S. and Mokhtarian, P. (2006) The Influences of the Built Environment and Residential Self-Selection on Pedestrian Behavior. *Transportation*, 33 (1), 1-20.
- Cervero, R. and Duncan, M. (2002) Residential Self Selection and Rail Commuting: A Nested Logit Analysis. University of California Transportation Center, Berkeley, CA, (Working paper #604). from <http://www.uctc.net/papers/604.pdf>

- Cervero, R. and Duncan, M. (2003) Walking, bicycling, and urban landscapes: evidence from San Francisco Bay Area. *American Journal of Public Health* 93:(9), p. 1478–1483.
- EDOM (2004) Origin and Destination Survey of Porto Alegre - EDOM 2003. Technical Report. EPTC/Magna/TIS, Porto Alegre.
- Ferrari, S.L.P and Cribari-Neto, F. (2004) Beta regression for modeling rates and proportions, *Journal of Applied Statistics*, 31, p. 799–816.
- Greenwald, M. J. and Boarnet, M.G. (2001) Built environment as determinant of walking behavior: analyzing nonwork pedestrian travel in Portland, Oregon. *Transportation Research Record* p.1780: 33–42.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L. and Black, W.C. (1998) *Multivariate Data Analysis* 5TH ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Hess, P.M., Moudon, A.V., Snyder, M.C. and Stanilov, K. (1999) Site design and pedestrian travel. *Transportation Research Record* 1674, p. 9–19.
- Kieschnick, R. and McCullough, B.D. (2003) Regression analysis of variates observed on (0,1): percentages, proportions and fractions, *Statistical Modelling*, 3, p. 193–213.
- Kitamura, R.; Mokhtarian, P. and Laidet, A. (1997) A Micro-Analysis of Land Use and Travel in Five Neighborhoods in the San Francisco Bay Area. *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), p. 270-87.
- Lord, D. (2006) Modeling motor vehicle crashes using Poisson-gamma models. *Accident Analysis and Prevention*, v.38, n.4, p.751-766.
- Naes, P.; Roe, G. and Larsen, S.L. (1995) Travelling distances, modal split and transportation energy in thirty 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*, V. 63, Issue 2, p. 167-257.
- Mokhtarian, P. and Cao, X. (2008). Examining the impacts of residential self-selection on travel behavior: A focus on methodologies, *Transportation Research B*, 43(3), 204-228.
- Siegel, S. (1979) *Estatística Não Paramétrica Para as Ciências do Comportamento*. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo.

4 ARTIGO 3 - IMPACTO DA ESTRUTURA URBANA NA DECISÃO DE CAMINHAR: EVIDÊNCIAS DE PORTO ALEGRE

Artigo publicado XXIV ANPET, Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2010.
v. 1. p. 1-12., novembro 2010

Ana Margarita Larrañaga
Helena Beatriz Betella Cybis

Laboratório de Sistemas de Transportes – LASTRAN
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - PPGE
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Resumo

O estímulo ao transporte não motorizado tem assumido crescente importância dentre as medidas mitigadoras de congestionamentos em áreas urbanas. Este trabalho analisa a associação entre a realização de viagens a pé na cidade de Porto Alegre e atributos da estrutura urbana. Para isto, foram estimados modelos logit, no qual viagens foram estratificadas segundo modo (motorizadas e a pé) e motivo. As variáveis consideradas neste estudo foram densidade populacional, uso do solo, desenho viário, acessibilidade a comércio e serviços, acessibilidade ao transporte coletivo e oferta de estacionamentos. O estudo permite concluir que bairros que apresentam uso do solo misto, padrão viário em forma de grelha, e comércio/serviços próximos à residência, estimulam as viagens a pé com motivos recreacionais e compras, enquanto a oferta de estacionamento público gratuito e disponibilidade de transporte coletivo desestimulam a probabilidade de caminhar. Por outro lado, variáveis sócio-econômicas mostraram ser mais os fortes preditores de viagens por motivo estudo/trabalho.

Abstract

Measures to stimulate non-motorized transport have received increasing attention among congestion mitigation strategies. This paper examines the association between walking trips in Porto Alegre and attributes of the built environment. For this purpose, binomial logit models were estimated. Variables were stratified according to mode (motorized and walking trips) and according to trip purpose. Independent variables considered in this research include population density, land use, road design, shops and service accessibility, public transport accessibility and parking supply. The study shows that neighborhoods with mixed land use, grid street networks and shops/services close to households, encourage walking for recreational and shopping purposes, while free public parking and transit availability discourage this mode. Socio-economic variables have shown to be the stronger predictors of mode choice for work and study trips.

4.1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população urbana, da frota de veículos, e as condições inadequadas da maioria dos meios de transporte público no Brasil, acarretaram um expressivo aumento no número de viagens por automóvel nas áreas urbanas. Este problema é muitas vezes agravado por um inadequado ordenamento de uso do solo nas cidades, que tem como consequência o aumento das distâncias de viagens entre as residências e os locais de trabalhos e serviços. Na impossibilidade de compatibilizar a oferta de mais espaço viário com o crescimento da demanda pelo transporte privado, os congestionamentos urbanos se estenderam no tempo e no espaço, e são hoje apontados como um dos mais graves problemas urbanos brasileiros.

Algumas das medidas voltadas à redução de congestionamentos, aplicadas em cidades brasileiras incluem a implantação de instrumentos destinados a induzir mudanças no padrão de viagens, como rodízio de placas e o controle do estacionamento em vias públicas. Entretanto, estas medidas não têm sido suficientes para reverter a crescente tendência de uso do transporte motorizado particular. Uma abordagem mais ampla para a solução dos problemas da mobilidade em áreas urbanas inclui o planejamento de uso do solo e desenho urbano visando a promoção do transporte não motorizado e a consequente redução do uso do automóvel, dos custos ambientais e sociais decorrentes de sua utilização (Ewing e Cervero, 2010). Vários estudos sugerem que elementos da estrutura urbana são preditores significativos de viagens não motorizadas, em particular das viagens a pé (Cao *et al.*, 2006; Cervero e Radisch, 1996; Cervero e Duncan, 2003). Cervero e Duncan (2003), por exemplo, estudaram a relação entre estrutura urbana e viagens não motorizadas na cidade de São Francisco. Os autores constataram que fatores como densidade populacional, uso do solo e conectividade viária, tem uma relação significativa com a realização de viagens a pé e por bicicleta. Cao *et al.* (2006), analisaram a influência da forma urbana nos deslocamentos de pedestres na cidade de Austin (Texas). Os autores concluíram que a acessibilidade a potenciais destinos de viagens, em especial a proximidade com comércios e serviços, é o fator mais importante para incentivar as viagens a pé.

Grande parte destes estudos foi desenvolvida em países desenvolvidos, muitos deles nos Estados Unidos. Até que ponto a estrutura urbana influencia a escolha de modo de viagens nas cidades brasileiras? Poucos são os estudos realizados em países em desenvolvimento, que relacionam as características da estrutura urbana e as viagens não motorizadas. No Brasil, alguns estudos nesta linha foram realizados por Amâncio, 2005; Fernandes *et al.*, 2008 e Larrañaga *et al.*, 2009. 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. Larrañaga *et al.* estudaram a relação entre estrutura urbana e viagens a pé na cidade de Porto Alegre. 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. No entanto, estes estudos foram concebidos com objetivos específicos diferentes. Fernandes *et al.* analisam unicamente as viagens pendulares, Amâncio

e Larrañaga *et al.* estimaram modelos genéricos, sem estratificação em relação ao motivo das viagens. Embora estes estudos contribuam para o desenvolvimento desta linha de pesquisa, é evidente a necessidade de maiores pesquisas para aprofundar o tema.

Este trabalho busca contribuir para o aprofundamento desta linha de pesquisa. A pesquisa apresentada neste artigo analisa a influência da estrutura urbana na realização de viagens a pé na cidade de Porto Alegre. Com o objetivo de qualificar a análise, viagens foram estratificadas em relação ao motivo, tendo sido categorizadas em: (i) viagens com motivo trabalho ou estudo; (ii) viagens com outros motivos (recreacionais, compras, saúde, assuntos pessoais e outros). Ambas categorias correspondem a viagens utilitárias, pois refletem a necessidade de caminhar como modo de transporte para alcançar um destino.

4.2 VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM A ESTRUTURA URBANA

A influência da estrutura urbana no padrão de viagens é usualmente analisada através de características principais ou dimensões que começam em inglês com a letra “D”. Originalmente, se expressava a estrutura urbana através de três dimensões, propostas por Cervero e Kockelman (1997), conhecidas como “3Ds” (*density, diversity, design*): densidade, diversidade de uso do solo, desenho urbano. Posteriormente, foram agregadas duas dimensões (Ewing *et al.*, 2009) formando as “5Ds” (*density, diversity, design, distance to transit, destination accessibility*): densidade, diversidade de uso do solo, desenho urbano, distância até o transporte público e acessibilidade ao destino. Gestão da demanda (*demand management*), incluindo oferta de estacionamento e custos, é uma sexta dimensão, incluída em poucos estudos mais recentes (Ewing e Cervero, 2010).

Densidade refere-se à intensidade do uso do solo para habitação, emprego, e outras finalidades. Diversidade reflete o grau de heterogeneidade de uso do solo. Desenho urbano refere-se à qualidade do meio ambiente para caminhadas e à configuração física das redes viárias. Distância ao transporte público reflete a acessibilidade ao transporte público. Acessibilidade ao destino da viagem refere-se ao acesso, de todas as parcelas da população, a centros atratores de viagens (emprego, educação, saúde, compras). Gestão de demanda reflete a oferta e custos de estacionamento. Cada dimensão pode ser caracterizada através de diferentes variáveis.

A densidade é sempre medida através de um quociente entre a variável de interesse e a unidade de área. A área pode ser bruta ou líquida. A área bruta considera a área total da unidade de análise. A área líquida considera a área edificada, excluindo superfície de vias, espaços públicos, parques e superfície não edificáveis; representando quão eficientemente o solo é usado em determinada zona. No caso do estudo de deslocamentos de pedestres, o tamanho e quantidade de vias, parques e áreas públicas influenciam a qualidade do ambiente para pedestres, dessa forma a área bruta é uma medida mais adequada. A variável de interesse pode ser população, emprego ou domicílios. Existe uma relação sinérgica entre população e emprego. As vezes ambas são somadas para calcular densidade de atividades por unidade de área. Para a maioria dos autores, bairros com alta densidade se caracterizam por uma alta concentração de atividades. Isto permite uma aproximação das origens e destinos, aumentando as oportunidades de usar modos não motorizados para realizar as atividades diárias. Vários estudos, como os realizados por Boarnet *et al.* (2008), Chatman (2009), Ewing *et al.* (2009), Frank *et al.* (2009), Naes (2005), comprovaram a existência de um efeito positivo da densidade na promoção de viagens a pé.

As medidas de diversidade de uso do solo refletem a distribuição de usos do solo em uma determinada área. Krizek (2003) separa as medidas de avaliação da diversidade de uso do solo em três grupos: (i) inspeção; (ii) emprego; (iii) entropia e índice de dessemelhança. Medidas de inspeção envolvem a verificação *in loco* dos tipos de uso do solo. Muitos estudos usam uma variável binária que indica a presença ou ausência de usos não residenciais num bairro (Cervero e Radisch, 1996; Hess e Ong, 2001). As medidas de emprego assumem que a disponibilidade de empregos é uma *proxy* de diversidade de uso do solo. Os dados utilizados podem ser o número de estabelecimentos comerciais, número ou densidades de trabalhadores em comércios (Handy e Clifton, 2001). A entropia e o índice de dessemelhança consistem na utilização de técnicas analíticas e computacionais para avaliar a diversidade de uso do solo. O índice de entropia avalia o equilíbrio na distribuição do uso do solo dentro de determinada área. Gera um valor entre 0 e 1, adotando o valor 0 quando o uso do solo é homogêneo e 1 quando a zona é ocupada por porcentagens iguais de todos os usos considerados. O índice de dessemelhança avalia a intensidade dos diversos usos dentro da área. Esta medida requer uma segmentação da área em células e envolve a comparação do uso do solo em células vizinhas. Este índice foi utilizado em alguns trabalhos, como no realizado por Cervero e Kockelman (1997). Ele apresenta uma escala desagregada, e apresenta certa dificuldade para a obtenção de dados. Das medidas apresentadas, o índice de entropia é o mais utilizado. Estudos mostram

que zonas mais heterogêneas induzem a realização de viagens não motorizadas (Frank *et al.*, 2009; Greenwald, 2009; Targa e Clifton, 2005).

O desenho urbano inclui as características físicas da rede viária dentro de uma região. A rede viária pode ser em forma de grelha, ou apresentar uma configuração com curvas. Para medir a configuração viária, pesquisadores freqüentemente observam a natureza das interseções. Padrões viários em forma de grelha são representados por um número alto de interseções em “cruz”, em detrimento de interseções em T ou *cul-de-sacs*. Ainda, os pesquisadores analisam a densidade de interseções na região analisada. Por exemplo, padrões viários com quadras extensas (poucas interseções), mesmo apresentando forma de grelha, não favorecem a circulação de pedestres, pois permitem que automóveis trafeguem em altas velocidades (Krizeck, 2003). Assim, as medidas freqüentemente utilizadas para o desenho urbano são o percentual de interseções em “cruz”, o número de interseções por unidade de área e o comprimento médio das quadras. Vários estudos, como os realizados por Boarnet *et al.* (2009); Ewing *et al.* (2009), verificaram que regiões com alto percentual de interseções em “cruz” estimulam a realização de viagens a pé. Ainda, muitos estudos constataram que áreas com alta densidade de interseções favorecem os deslocamentos a pé (Boarnet *et al.*, 2008; Ewing *et al.*, 2009; Frank *et al.*, 2009; Greenwald, 2009). O desenho urbano, ocasionalmente, é medido através de variáveis que refletem a qualidade do ambiente para pedestres (Ewing e Cervero, 2010). Algumas delas são segurança, conforto, presença de calçadas, arborização, estética, continuidade das calçadas, iluminação.

A distância até o transporte público reflete a acessibilidade ao transporte público. Normalmente é medida através de distância média do domicílio até a parada de ônibus ou estação de metrô mais próxima. Também pode ser mensurada através do número de paradas ou estações por unidade de área ou densidade de rotas de transporte público (Ewing e Cervero, 2010). A acessibilidade ao destino mede a facilidade de acesso a oportunidades de viagens. Pode ser regional ou local. Alguns estudos mensuram a acessibilidade regional através da distância ao centro comercial/administrativo mais próximo. Outros quantificam através do número de postos de trabalho, comércios ou atrações alcançáveis em uma distância ou tempo determinados. A acessibilidade local é medida através da distância do domicílio até o comércio mais próximo (Ewing e Cervero, 2010). A gestão de demanda mede a oferta e custos de estacionamento. Pode ser medida como o espaço disponível para estacionamento

público gratuito, pago ou privado gratuito e pago. Esta dimensão é incluída em poucos estudos.

4.3 METODOLOGIA

No presente trabalho, foi considerado que os seguintes elementos podem influenciar a decisão de caminhar: (i) fatores relacionados a características socioeconômicas dos indivíduos (idade, gênero, disponibilidade de automóvel, renda, etc.); (ii) características da viagem (distância, motivo, etc.) e (iii) características da forma urbana (densidade populacional, diversidade de uso do solo, desenho urbano, etc.). Para abordar as questões de pesquisa colocadas, foi necessário compilar dados de diferentes fontes e reuni-los em um único banco de dados. Os dados sobre viagens e alguns dos dados socioeconômicos utilizados foram provenientes da pesquisa domiciliar realizada em Porto Alegre no ano 2003. Este banco de dados contém informações de caracterização do domicílio, indicadores socioeconômicos dos residentes e características dos deslocamentos realizados pelos residentes (EDOM, 2004). Outros dados socioeconômicos foram obtidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) do Censo Demográfico do ano 2000. Os dados da estrutura urbana foram obtidos através de Sistema de Informação Geográfica (GIS) ou medidos em campo. Finalmente, os dados sobre transporte coletivo foram obtidos através da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC).

4.3.1 *Amostra e unidade de análise*

A definição da amostra foi realizada tomando por base o zoneamento utilizado na pesquisa domiciliar de Porto Alegre. Foram utilizados os dados referentes a quatro zonas de tráfego, que apresentavam 29.041 viagens. As zonas de tráfego consideradas são: (i) 010105 (Centro-Cidade Baixa); (ii) 010304 (Centro- Rua Duque de Caxias); (iii) 081430 (Petrópolis-Bela Vista); (iv) 082442 (Petrópolis-Protásio Alves). Estas zonas foram escolhidas por apresentarem, respectivamente, os maiores e menores percentuais de deslocamentos a pé em relação aos deslocamentos totais originados no bairro. Nas zonas Centro-Cidade Baixa e Centro-Rua Duque de Caxias, praticamente a metade dos deslocamentos originados na área são realizados a pé. Nas zonas Petrópolis-Bela Vista e Petrópolis-Protásio Alves, somente 10% das viagens informadas utilizavam o modo a pé. A determinação da unidade de análise

foi baseada na combinação de dois fatores, o objetivo geral do trabalho e a natureza dos dados disponíveis. As variáveis da estrutura urbana devem ser medidas numa escala sensível aos pedestres e sua agregação deve permitir apontar as diferenças entre duas áreas distintas. Assim, a unidade de análise utilizada foi o setor censitário, a qual verifica os quesitos anteriores e apresenta a vantagem de dispor dados neste nível de agregação.

4.3.2 Variáveis e modelos

Na cidade de Porto Alegre, 95% das viagens a pé têm distâncias menores que 2 km. Portanto, foram consideradas no estudo somente as viagens com distâncias menores que 2 km, realizadas pelos diferentes modos de transportes. Para fins de análise, os modos de transportes foram estratificados em motorizado e a pé. As áreas consideradas não apresentam dados de viagens de bicicleta, assim as viagens não motorizadas correspondem unicamente a viagens a pé.

Tabela 4.1-Variáveis de estudo

Variável Dependente		Fonte de dados
<i>Escolha de modo (1=a pé, 0=motorizado)</i>		EDOM
Variáveis Independentes		Fonte de dados
Viagem e sócio-econômicas		
	<i>Motivo da Viagem</i>	
	<i>Comprimento da Viagem (m)</i>	
	<i>Idade do indivíduo (anos)</i>	EDOM
	<i>Disponibilidade de Automóvel (nº aut. dom./nº habilitados dirigir)</i>	
	<i>Renda</i>	IBGE
Estrutura urbana		
Densidade	<i>Densidade de Domicílios (Nº de domicílios por km²)</i> <i>Densidade Populacional (Nº de habitantes por km²)</i>	IBGE
Diversidade de uso do solo	<i>Uso do Solo (1=concentrador de empregos, 0=misto)</i>	Coleta em campo (<i>in loco</i>)
Desenho urbano	<i>% de Interseções em "cruz"</i> <i>Comprimento Médio da Quadra (m)</i>	Dados GIS
Disponibilidade de transporte público	<i>Disponibilidade de Transporte Coletivo (LITA)</i>	EPTC
Acessibilidade no destino	<i>Nº Comércios e Serviços Próximos (500m)</i>	Dados GIS SMIC (Alvarás cadastrados)
Gestão da demanda	<i>Estacionamento (1= público pago, público gratuito)</i>	Coleta em campo (<i>in loco</i>)

A seleção das variáveis que possuem inter-relação com a decisão de caminhar baseou-se na literatura pesquisada e na disponibilidade de dados. As variáveis selecionadas e as fontes de obtenção dos dados são apresentadas na Tabela 4.1. As informações do banco de dados provenientes da pesquisa domiciliar realizada em Porto Alegre foram utilizadas para

gerar os dados da variável dependente e das variáveis explicativas, *Motivo, Comprimento da Viagem, Idade e Disponibilidade de Automóvel*. Esta última foi calculada, a partir dos dados básicos obtidos na pesquisa, através do quociente entre o número de automóveis no domicílio do indivíduo e o número de moradores no domicílio habilitados para dirigir. Para a variável *Renda*, foram utilizados os dados provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) no Censo Demográfico do ano 2000 agregados por setor censitário. A área de estudo está composta por 105 setores censitários. Os mapas e limites geográficos de cada setor foram obtidos do IBGE. A variável Renda foi calculada como o quociente entre o valor de renda mensal do responsável pelo domicílio e o número de domicílios do setor. No caso das variáveis, Densidade de Domicílios e Densidade Populacional foram calculadas como o quociente entre o dado obtido do IBGE e a área do setor da origem da viagem, expressa em quilômetros quadrados.

Os setores censitários são normalmente pequenos, alguns menores que uma quadra. Devido à distribuição das localizações das atividades, muitas viagens tem destinos fora do setor de origem. A estrutura urbana no entorno tem, portanto, influência nas decisões de viagem originadas em cada setor censitário. Neste estudo, o valor das variáveis urbanas para cada setor abrangeu uma área circular, com raio de 500 m, e origem no centro geométrico do setor.

Para analisar a diversidade de uso do solo do setor foi realizado um levantamento de dados em campo (*in loco*). Inicialmente, foi pensado utilizar técnicas analíticas, como Entropia ou Índice de dessemelhança, mas não foi possível devido à dificuldade de acesso aos dados necessários. As classificações atribuídas para o uso do solo foram: (i) setor de uso residencial; (ii) setor concentrador de empregos; (iii) setor de uso misto. O setor de uso residencial é aquele no qual a maioria das unidades, dentro de um raio de 500 m a partir do centro geométrico do setor, é destinada à moradia unifamiliar e multifamiliar. O setor concentrador de empregos refere-se a aquele cuja maioria das unidades, dentro de um raio de 500 m do centro geométrico, destinam-se ao exercício das atividades industrial, comercial, de prestação de serviços e institucionais. O setor de uso misto é aquele que, considerando um raio de 500 m a partir do centro geométrico, apresenta mais de um uso, em proporção homogênea. Analisando a base de dados foi observado que nenhum setor corresponde a uso unicamente residencial, portanto é suficiente utilizar uma variável binária para representar a

diversidade de uso do solo. Esta variável adota o valor 1 quando o setor é concentrador de empregos e 0 quando o setor é de uso misto.

Para medir o padrão viário do setor se utilizou o quociente entre número de interseções de quatro aproximações (em “cruz”) e o número de interseções totais, por ser a variável que melhor representa se o padrão viário é em forma de grelha. Para medir o tamanho das quadras, se optou pelo valor médio do comprimento das quadras. Assim, as variáveis *Comprimento Médio da Quadra* e *% de Interseções “em cruz”* foram medidas através de Sistemas de Informação Geográfica (GIS) usando o software Maptitude. As informações necessárias provieram da base de logradouros do município atualizada pela PROCEMPA (Cia. de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre).

A *Disponibilidade de Transporte Coletivo* do setor foi baseada no indicador proposto por Rood (1998), utilizando dados fornecidos pela EPTC (Empresa Pública de Transporte e Circulação-Porto Alegre) e a base de logradouros. Foram consideradas no estudo unicamente as linhas de ônibus. A maioria dos trabalhos encontrados na literatura utiliza medidas mais simples para analisar esta dimensão, como por exemplo, distância até a parada de ônibus ou estação de metrô mais próxima ou número de paradas/estações por unidade de área. Neste trabalho, se procurou aprofundar o estudo desta dimensão, utilizando uma variável que reúne mais informação e que é mais representativa da acessibilidade ao transporte coletivo. Este indicador, denominado LITA (*Local Index of Transit Availability*), determina a Disponibilidade de Transporte Coletivo numa área de estudo através de três aspectos do serviço do transporte coletivo: (i) frequência; (ii) cobertura; (iii) capacidade. A medida de Frequência baseia-se no número total de viagens de cada linha que serve a área (Equação 1).

$$F = \sum v_L \quad (1)$$

em que F : frequência; v_L : nº viagens por dia de cada linha que serve a área, considerando as linhas que têm mais de uma parada na área.

A *Cobertura* se refere à densidade de pontos de paradas por todo o percurso (dentro da área) de cada linha que atende a área de estudo (Equação 2).

$$Co = \sum p_L / A \quad (2)$$

em que Co : cobertura; p_L : nº de pontos de parada de ônibus de cada linha que serve a área, incluindo os que margeiam a área; e A : superfície da área de estudo.

A *Capacidade* refere-se ao número total de lugares por dia oferecidos pelas linhas de transporte coletivo na área estudada, conforme a seguinte expressão (Equação 3):

$$Ca = \sum n_L d / P \quad (3)$$

em que Ca : capacidade; n_L : nº de lugares por linha; d : distância percorrida pelo ônibus na área; e P : população total da área.

Uma vez calculados os valores de frequência, cobertura e capacidade para cada unidade de análise, foi calculado o indicador composto, LITA, como o valor médio dos valores padronizados de cada um dos três componentes (Equação 4).

$$LITA = \frac{(F - \mu_F) / \sigma_F + (Co - \mu_{Co}) / \sigma_{Co} + (Ca - \mu_{Ca}) / \sigma_{Ca}}{3} \quad (4)$$

em que μ_i : valor médio de cada componente e σ_i =desvio padrão de cada componente.

A acessibilidade ao destino foi medida em forma desagregada, através do número de comércios e serviços existentes em uma área circular, com raio de 300m e centro na origem da viagem. O raio utilizado permite que os comércios e serviços sejam alcançados em uma distância máxima aproximada de 500m. Os dados de comércios e serviços correspondem aos alvarás cadastrados. Esta informação foi obtida da Secretaria Municipal da Produção, Indústria e Comércio (SMIC), sendo necessário georeferenciar os comércios e serviços cadastrados.

Finalmente, para analisar a oferta de estacionamento foi realizado um levantamento de dados em campo (*in loco*). As classificações atribuídas foram: (i) setor com estacionamento público pago; (ii) setor com estacionamento público gratuito. O setor com estacionamento público pago é aquele no qual, na maioria da área disponível para estacionamento na via pública, o estacionamento é pago. O setor com estacionamento público gratuito é aquele que, na maioria da área disponível para estacionamento na via pública, o estacionamento é gratuito. Assim, foi utilizada uma variável binária que adota o valor 1 quando o setor é classificado como setor com estacionamento público pago e 0 quando o setor é com estacionamento público gratuito.

Tabela 4.2- Estatística descritiva das variáveis independentes

	Viagens motivo trabalho/estudo (N viagens<2km=17.091)		Viagens outros motivos (N viagens<2km=11.950)	
Proporção de viagens a pé (%)	66.5		65.8	
Proporção de viagens motorizadas (%)	33.5		34.2	
Variáveis Independentes	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Viagem e sócio-econômicas				
<i>Comprimento da Viagem (m)</i>	893,23	533,72	795,79	551,89
<i>Idade (anos)</i>	28,56	14,10	45,05	18,05
<i>Disponibilidade de Automóvel (nº aut. dom./nº habilitados dirigir)</i>	0,34	0,40	0,36	0,42
<i>Renda (R\$/domicílio)</i>	2.292,50	1.323,85	2.312,27	1.360,93
Estrutura urbana				
<i>Densidade de Domicílios (Nº de domicílios por km²)</i>	18.335,24	15.930,98	16.577,34	15.496,75
<i>Densidade Populacional (Nº de habitantes por km²)</i>	37.052,75	28.855,57	33.647,88	28.140,30
<i>Uso do Solo (1=concentrador de empregos, 0=misto)</i>	0,20	0,40	0,27	0,44
<i>% de Interseções em “cruz” (nº interseções em “cruz”/nº interseções totais)</i>	0,47	0,12	0,46	0,11
<i>Comprimento Médio da Quadra (m)</i>	125,35	27,29	122,91	24,47
<i>Disponibilidade de Transporte Coletivo (LITA)</i>	5,22	1,73	5,45	1,78
<i>Nº Comércios e Serviços (em área circular de raio 500m e origem no domicílio)</i>	485,36	580,22	569,91	663,30
<i>Estacionamento (1= público pago, público gratuito)</i>	0,46	0,50	0,50	0,50

A base de dados, constituída pelas variáveis descritas, foi utilizada na estimação de modelos logit binomiais para prever a probabilidade de utilizar o modo a pé. As viagens foram estratificadas em: viagens por motivo trabalho/estudo e viagens por outros motivos. Esta última inclui viagens por motivos recreacionais, compras, saúde, assuntos pessoais e outros. A Tabela 4.2 apresenta a estatística descritiva para as variáveis independentes utilizadas nos modelos.

Os modelos, para ambas categorias de viagens, foram estimados utilizando o software SPSS versão 18.0. Para decidir quais das variáveis de estudo deveriam ser incluídas no modelo se adotou uma metodologia faseada (*stepwise process*).

4.4 RESULTADOS

Os resultados dos modelos selecionados, dentre os estimados, são apresentados na Tabela 4.3. Os coeficientes refletem a direção em que cada variável influencia a probabilidade

de caminhar. Coeficientes positivos indicam que uma variável aumenta a probabilidade da utilização do modo a pé, enquanto os negativos indicam o oposto.

Tabela 4.3- Modelos logit binomiais para prever a probabilidade de caminhar

Variáveis	Viagens motivo trabalho/estudo		Viagens outros motivos	
	Coefficientes	Valor-p	Coefficientes	Valor-p
Viagem e sócio-econômicas				
<i>Comprimento da Viagem (m)</i>	-1,610	0,000	-1,553	0,000
<i>Idade (anos)</i>	-0,219	0,000	-0,246	0,000
<i>Disponibilidade de Automóvel (nº aut. dom. /nº habilitados dirigir)</i>	-0,678	0,000	-0,272	0,000
<i>Renda (R\$/domicílio)</i>	-1,000	0,000	-0,382	0,000
Estrutura urbana				
<i>Uso do Solo (1=concentrador de empregos, 0=misto)</i>	-	-	-0,146	0,001
<i>% de Interseções em "cruz" (nº interseções em "cruz"/nº interseções totais)</i>	0,370	0,000	0,416	0,000
<i>Comprimento Médio da Quadra (m)</i>	0,133	0,000	0,239	0,000
<i>Disponibilidade de Transporte Coletivo (LITA)</i>	-0,235	0,000	-0,284	0,000
<i>Nº Comércio e Serviços (em área circular de raio 500m e origem no domicílio)</i>	-0,232	0,000	0,151	0,029
<i>Estacionamento (1= público pago, 0=público gratuito)</i>	-0,222	0,000	0,389	0,000
Constante	1,065	0,000	0,965	0,000
		Número de observações = 17.091	Número de observações = 11.950	
		Chi ² (9)= 9.409 (valor-p=0,000)	Chi ² (10)= 5.852 (valor-p=0,000)	
		Pseudo-R ² = 0,432	Pseudo-R ² = 0,381	

Todas as variáveis explicativas foram padronizadas, para permitir a comparação de seu efeito na variável resposta. Viagens<2km

A Tabela 4.3 revela que a probabilidade de caminhar depende principalmente do Comprimento da Viagem. Viagens curtas favorecem a utilização do modo a pé. Os modelos estimados também mostram que variáveis sócio-econômicas influenciam significativamente a decisão de utilizar o modo a pé. Fatores como disponibilidade de automóvel e alta renda reduzem a tendência dos residentes a escolherem a caminhada. Os resultados mostram que características da estrutura urbana influenciam significativamente a decisão de realizar viagens a pé (nível de significância de 5%). As variáveis *% de Interseções em "cruz"* e *Disponibilidade de Transporte Coletivo* foram as variáveis mais influentes em ambos os modelos analisados. Assim, a decisão de utilizar o modo a pé nas viagens utilitárias diárias está fortemente associada a uma maior conectividade entre origem e destino e uma menor disponibilidade de transporte coletivo. O motivo da viagem mostrou ser um elemento importante. Nas viagens com motivo trabalho ou estudo, variáveis sócio-econômicas

apresentam maior poder preditivo para explicar a decisão de caminhar do que variáveis da estrutura urbana. Enquanto nas viagens com outros motivos, variáveis da estrutura urbanas, tais como *% de Interseções em “cruz”, Disponibilidade de Transporte Coletivo e Estacionamento*, mostraram ser fortes preditores.

Nas viagens com outros motivos, a maior conectividade de vias, a existência de comércios e serviços próximos e a diversidade de uso do solo contribuem na utilização do modo a pé. A oferta de estacionamento público gratuito e a disponibilidade de transporte coletivo desestimulam a escolha do modo a pé, estimulando a utilização de modos motorizados. Esperava-se um efeito maior das variáveis *Uso do Solo e N° Comércios e Serviços Próximos*. Provavelmente, esteja relacionado às preferências dos residentes por comércios e serviços. O estudo qualitativo realizado em Porto Alegre por Larrañaga et al. (2009) mostra que as preferências por comércios ou serviços influenciam fortemente a decisão de caminhar, fundamentalmente nos indivíduos de maior renda. Assim, os entrevistados selecionam o “melhor” comércio de acordo com sua valoração pessoal. Essa opção pessoal nem sempre coincide com a alternativa de serviço mais próxima. Por outro lado, o sinal da variável *Comprimento Médio da Quadra* foi positivo. Este resultado sugere que quadras longas favorecem a opção pelo caminhada, ao contrário do esperado. Provavelmente este comportamento do modelo se deva a dois elementos: (i) topografia da cidade; (ii) pequena variabilidade dos valores de comprimento médio das quadras (Tabela 4.2). A topografia da cidade apresenta aclives e declives que, presumivelmente, influenciem os deslocamentos a pé. Este elemento não foi considerado na análise. Por outro lado, 95% das quadras medem entre 90 e 180 metros de comprimento, medida considerada adequada pelo Novo urbanismo (Boer *et al.*, 2008), e os valores apresentam pouca dispersão em relação à média. Possivelmente, a combinação destes dois elementos distorceu a influencia desta variável nos modelos.

Nas viagens com motivo trabalho ou estudo, a influência das variáveis *Comprimento Médio da Quadra, Estacionamento e Número de Comércios e Serviços Próximos* foi contrária à esperada. As possíveis razões deste resultado para a primeira destas variáveis já foram discutidas no parágrafo anterior. Em relação à variável *Estacionamento*, de acordo com a pesquisa EDOM, na maioria das viagens realizadas em automóvel os estacionamentos são feitos em parques privados gratuitos (EDOM, 2004). Provavelmente seja necessária um maior detalhamento da variável *Estacionamento* para captar seu real impacto na decisão de realizar

viagens a pé, considerando também o estacionamento privado pago e gratuito. Por último, de acordo com os resultados do modelo, a acessibilidade a comércios e serviços na proximidade da residência desestimula as viagens a pé. As viagens por motivo trabalho ou estudo possuem características especiais, como por exemplo, pressa por atingir o destino, chegar ao destino em condições adequadas. Possivelmente, a existência de um centro comercial denso atrapalhe a circulação, criando pontos de conflito e insegurança, desfavorecendo a utilização do modo a pé.

A Tabela 4.3 apresenta os valores de pseudo-R² de Mc-Fadden e Chi-quadrado obtidos na estimação dos modelos. Os valores de pseudo-R² são da ordem de 0,4, mostrando um bom ajuste dos dados ao modelo logit. Os resultados do teste da razão de verossimilhança, expresso através do valor de Chi quadrado, apresentam valor-p associado de 0,000. Portanto, conclui-se que há forte evidência de associação entre as variáveis estudadas.

4.5 CONCLUSÕES

O planejamento de uso do solo e desenho urbano é uma abordagem utilizada para a solução de problemas de mobilidade, visando a promoção do transporte não motorizado e a conseqüente redução do uso do automóvel. Estudos realizados em países desenvolvidos, fundamentalmente nos Estados Unidos, sugerem que elementos da estrutura urbana são preditores significativos de viagens não motorizadas, em particular de viagens a pé. Fatores como densidade populacional, diversidade de uso do solo e conectividade viária estão associados à utilização do modo a pé.

O estudo realizado fornece evidências que, na cidade de Porto Alegre, a estrutura urbana influencia a decisão de realizar viagens a pé. A comparação dos modelos estimados para viagens por motivos trabalho ou estudo e viagens com outros motivos permitiu verificar que o efeito das características urbanas depende principalmente do motivo da viagem. Nas viagens com motivo trabalho ou estudo, variáveis sócio-econômicas apresentaram maior poder preditivo para explicar a escolha do modo a pé que variáveis da estrutura urbana. Enquanto nas viagens com outros motivos (recreacionais, compras, saúde, assuntos pessoais e outros), variáveis da estrutura urbanas mostraram ser fortes preditores. Os resultados revelaram que a probabilidade de caminhar, para todos os motivos considerados, depende principalmente do comprimento da viagem. Assim, viagens curtas favorecem a utilização do

modo a pé. Também foi possível verificar que variáveis sócioeconômicas influenciam significativamente a decisão de utilizar o modo a pé. Fatores como disponibilidade de automóvel e alta renda reduzem a tendência dos residentes a escolherem a caminhada.

Os resultados deste estudo permitem concluir que o efeito decorrente de mudanças na estrutura urbana será menor nas viagens a trabalho ou estudo do que em viagens com outros motivos. As viagens com motivo trabalho ou estudo têm características próprias, e atributos dos indivíduos são elementos mais importantes na escolha do modo de transporte. Porém, uma maior conectividade viária, que está associada a uma maior oferta de rotas alternativas para realizar a viagem, mostrou ser um elemento importante no estímulo de deslocamentos a pé. A disponibilidade de transporte coletivo na área próxima à residência também foi um elemento significativo, mas neste caso, desestimulando o deslocamento a pé. Os resultados obtidos para as viagens com outros motivos permitem concluir que bairros com uso do solo misto, padrão viário em forma de grelha e comércios e serviços próximos à residência estimulam as viagens a pé. Por outro lado, elementos como oferta de estacionamento público gratuito e disponibilidade de transporte coletivo desestimulam a escolha deste modo, favorecendo a utilização de modos motorizados.

Para promover as viagens a pé, planejadores devem prestar especial atenção aos projetos urbanísticos, criando bairros compactos, com uso do solo misto, padrões viários em forma de grelha e alta conectividade viária. Embora a disponibilidade de transporte coletivo desestime a realização de viagens a pé, não devem ser aplicadas medidas neste sentido. O transporte coletivo é um modo de transporte sustentável, oferece equidade de acesso às atividades urbanas e deve ser estimulado. Porém, políticas econômicas de controle de estacionamento podem contribuir na redução do transporte individual e conseqüente aumento das viagens a pé. O aprofundamento e o desenvolvimento de outros trabalhos sobre o tema são necessários. Trabalhos futuros poderão incluir características da topografia da cidade, assim como preferências dos indivíduos em relação ao modo de transporte e à configuração do bairro de residência. Ainda, seria interessante a análise de viagens não utilitárias, nas quais a caminhada é uma forma de exercício e não um modo de transporte. A influência da estrutura urbana nas viagens utilitárias e não utilitárias é provavelmente diferente, e ambas contribuem para melhorar a qualidade de vida da população.

Agradecimentos

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

4.6 REFERÊNCIAS

- 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.
- Boarnet, M.G., Greenwald, M., & McMillan, T. (2008). Walking, urban design, and health: Toward a cost-benefit analysis framework. *Journal of Planning Education and Research*, 27(3), p.341–358.
- Boarnet, M. G., Joh, K., Siembab, W., Fulton, W., & Nguyen, M. T. (in press). Retrofitting the suburbs to increase walking: Evidence from a land use-travel study. *Urban Studies*.
- Boer, R.; Zheng, Y.; Overton, A.; Ridgeway, G.; Cohen, D. (2008) Neighborhood Design and Walking Trips in Ten U.S. Metropolitan Areas *Journal Prev Med.*; 32(4), p.298–304.
- Cao, X.; Handy, S.; Mokhtarian, P. (2006) The Influences of the Built Environment and Residential Self-Selection on Pedestrian Behavior, *Tx. Transportation*, 33(1), p.1-20.
- Cervero, R. and Duncan, M. (2003) Walking, bicycling, and urban landscapes: evidence from San Francisco Bay Area. *American Journal of Public Health* 93:(9), p.1478–1483.
- Cervero, R. and Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research D*, 2(3), p.199–219.
- Cervero, R. and Radisch, C. (1996) Travel choices in pedestrian versus automobile oriented neighborhoods. *Transport Policy* 3:(3), p.127–141.
- Chatman, D. G. (2009). Residential self-selection, the built environment, and nonwork travel: Evidence using new data and methods. *Environment and Planning A*, 41(5), p.1072–1089.
- EDOM (2004) Pesquisa de Origem e Destino de Porto Alegre - Entrevista Domiciliar - EDOM 2003. *Relatório Técnico*. EPTC/Magna/TIS, Porto Alegre.
- Ewing. R.; Cervero, R. (2010) Travel and the Built Environment', *Journal of the American Planning Association*.
- Ewing, R., Greenwald, M. J., Zhang, M., Walters, J., Feldman, M., Cervero, R., Thomas, J. (2009). Measuring the impact of urban form and transit access on mixed use site trip generation rates—Portland pilot study. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Fernandes, K.D.;Maia, M.L;Ferraz, C.(2008).Forma urbana e deslocamentos pendulares:análise dos bairros de Casa Caiada e Jardim Brasil em Olinda-PE.In:XXIIANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Fortaleza.
- Frank, L. D.; Kavage, S., Greenwald, M.; Chapman, J., and Bradley, M (2009). *I-PLACE3S* health & climate enhancements and their application in King County. Seattle, WA: King County HealthScape.
- Greenwald, M. J. (2009). *SACSIM modeling-elasticity results: Draft*. Unpublished manuscript, Fehr & Peers Associates, Walnut Creek, CA.
- 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.
- Hess, P. M.; Ong, P. (2001) Traditional Neighborhoods and Auto Ownership. The Ralph and Goldy Lewis Center for Regional Policy Studies. Working Paper Series. Paper 37, 2001.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- Censo Demográfico 2000, CD-ROM.

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.; Caten, C.S.T; Cybis, H.B. (2009) Relação entre estrutura urbana e padrão de viagens a pé. In: XXIII ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2009, Vitória.

Larrañaga, A.M.; Ribeiro, J.L.D.; Cybis, H.B. (2009) Fatores que afetam as decisões individuais de realizar viagens a pé: um estudo qualitativo. Transportes, Rio de Janeiro.

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.

Rood, T. (1998) The local index of transit availability: an implementation manual. The Local Government Commission, Sacramento, CA.

Targa, F., and Clifton, K. (2005) The built environment and trip generation for non-motorized travel. *Journal of Transportation and Statistics*, 8(3), 55–70.

5 ARTIGO 4 - PERCEPÇÕES E ATITUDES DE VIAGEM: MODELOS DE VARIÁVEL LATENTE

Artigo a ser submetido

Resumo

Existe um crescente reconhecimento que fatores subjetivos afetam o comportamento e influenciam ações. Atitudes e percepções são cada vez mais fortemente incorporadas em estudos empíricos sobre o comportamento humano no ambiente construído. Em alguns casos, esses fatores subjetivos apresentam maior poder explicativo em modelos de comportamento de viagem do que características do ambiente construído. Atitudes e percepções latentes podem ter uma incidência importante na relação entre estrutura urbana e comportamento de viagens, em particular nas viagens a pé. Assim, este trabalho identifica e determina as predisposições de modo de transporte e percepções de segurança pública e de tráfego através da formulação de modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC), utilizando dados atitudinais coletados na cidade de Porto Alegre. O modelo estudado fornece evidências que, na cidade de Porto Alegre, a estrutura urbana e características socioeconômicas dos indivíduos influenciam as predisposições de modo de transporte. Em relação à percepção de segurança do bairro a única causa significativa identificada foi o rendimento familiar mensal. O estudo realizado permite verificar que os respondentes não diferenciaram entre fatores atitudinais que estimulam a caminhada e o transporte público. Isto sugere que residentes de Porto Alegre percebem da mesma forma o uso de transporte público e a caminhada, em contraposição ao uso do automóvel. As variáveis latentes determinadas neste estudo poderão ser utilizadas posteriormente na modelagem comportamental, incorporando os valores estimados das atitudes e percepções do indivíduo em modelos de escolha discreta que busquem analisar o comportamento de viagem.

Abstract

There is a growing recognition that subjective factors affect behavior and influence actions. Attitudes and perceptions are more strongly embedded in empirical studies of human behavior in the built environment. In some cases, these subjective factors have greater explanatory power in models of travel behavior than built environment measures. Latent attitudes and perceptions could have a major impact on the relationship between urban structure and travel behavior, particularly in walking. Thus, this paper identifies and determines the predispositions toward transport modes and safety perception through the formulation of a Multiple-Indicator Multiple-Cause model (MIMIC), using attitudinal data collected in Porto Alegre. The model provides evidence that, in Porto Alegre, the urban structure and socioeconomic characteristics influence the predispositions toward transport mode. In relation to the perceived neighborhood safety, the only significant cause identified was household income. The study shows that respondents did not differentiate between attitudinal factors that encourage walking and public transport. This suggests that residents of Porto Alegre perceive public transport and walking in the same way, as opposed to car use. The latent variables determined in this study can be subsequently used in behavioral modeling, including attitudes and perceptions estimated values to discrete choice models.

5.1 INTRODUÇÃO

Modelos de escolha discreta tradicionais representam o processo de decisão como uma interação entre os atributos medidos das alternativas e do tomador de decisão, e as

sensibilidades estimadas do tomador de decisão. Esta abordagem simplificada tem sido fortemente criticada por analistas do comportamento, pois muitas vezes negligencia importantes aspectos idiossincráticos do comportamento e não pode lidar com as decisões aparentemente irracionais (Daly *et al.*, 2012).

Na última década, surgiu uma nova tendência na modelagem de escolha discreta, na qual fatores psicológicos são explicitamente incorporados para melhorar a representação do comportamento humano no processo de eleição. Existe um crescente reconhecimento que os tomadores de decisão diferem significativamente um do outro, e, portanto, o tratamento e análise dessas diferenças no processo de decisão individual é uma das principais áreas de interesse na modelagem de escolha. Embora essas diferenças muitas vezes possam estar diretamente ligadas a características socioeconômicas como idade e renda, as atitudes e percepções subjacentes podem ser igualmente importantes preditores destas diferenças.

A questão principal que enfrentam os analistas neste contexto é que, enquanto características socioeconômicas são diretamente mensuráveis, isto não se aplica para as percepções e atitudes pessoais. Estas variáveis latentes são fatores que não podem ser observados diretamente, mas eles podem ser inferidos a partir de outras variáveis chamadas de indicadores (Golob, 2001; Choo e Mokhtarian, 2004; Daly *et al.*, 2012). Os indicadores são obtidos como respostas a perguntas sobre atitudes, percepções ou elementos da tomada de decisão e são usados como manifestações das atitudes latentes subjacentes. Atitudes refletem variáveis latentes correspondentes às características do tomador de decisão, necessidades dos indivíduos, valores, gostos e capacidades. Atitudes são formadas ao longo do tempo e são afetados pela experiência e fatores externos, incluindo características socioeconômicas. Percepções medem a capacidade cognitiva do indivíduo para representar e avaliar os níveis dos atributos de alternativas diferentes. O processo de escolha depende de como os níveis de atributos são percebidos pelas crenças individuais de um consumidor específico (Daly *et al.*, 2012).

Uma possível alternativa para lidar com essas questões é utilizar modelos sequenciais, estimando primeiro as atitudes e percepções do indivíduo, e posteriormente, realizar a modelagem comportamental, incluindo as variáveis e os valores ajustados do primeiro passo. Essa abordagem é muito utilizada em estudos relacionados a comportamento de viagem e estrutura urbana, os quais buscam analisar e quantificar o impacto que mudanças

nas características da estrutura urbana podem ter no padrão de viagens. Nesse contexto, surge um desafio de causalidade clássico, associado à auto-seleção residencial, no qual as atitudes e percepções têm um papel preponderante (Mokhtarian e Cao, 2008). As atitudes ou preferências de viagem podem induzir a uma auto-seleção dos indivíduos em bairros de residência consistentes com suas preferências. Está em discussão, ainda, se as pessoas que vivem em bairros orientados para pedestres caminham mais porque o próprio ambiente construído "os induz" a fazê-lo, porque as pessoas que gostam de caminhar tendem a escolher bairros residenciais onde eles podem caminhar, ou devido a alguma combinação dos dois (Bhat e Eluru, 2009; Boarnet e Crane, 2001; Cao e Chatman, 2012; Levine, 1999; Mokhtarian e Cao, 2008; Van Wee, 2009). Entretanto os estudos mostram que ignorar as atitudes de viagem nos modelos comportamentais irá resultar em um viés no cálculo de quanto o ambiente construído afeta o padrão de viagens.

Este estudo se insere na incorporação de atitudes de viagem e percepção de segurança dos indivíduos em modelos de escolha discreta que busquem analisar se bairros com características físicas diferentes produzem padrões de atividade diferentes. Especificamente, a influência destas características físicas na realização de viagens a pé. Assim, o objetivo deste trabalho é identificar e determinar as predisposições de modo de transporte e percepções de segurança pública e de tráfego através da formulação de modelos de variável latente. Atitudes e percepções latentes podem ter uma incidência importante na relação entre estrutura urbana e comportamento de viagens a pé. A maioria dos trabalhos realizados nesse contexto utiliza uma abordagem sequencial, estimando as atitudes e percepções através de análise fatorial (por exemplo, Kitamura *et al.*, 1997; Cao *et al.*, 2006, 2010). Este trabalho utiliza outra abordagem, estimando esses fatores latentes através de modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC). Os modelos MIMIC incorporam outras variáveis explicativas observáveis como possíveis causas das variáveis latentes. Ao mesmo tempo, os indicadores observados são os que o modelador utiliza para estimar a variável latente. Estes modelos de variável latente podem levar a uma melhor compreensão dos processos de escolha, podendo fornecer maior poder explicativo da relação entre estrutura urbana e comportamento de viagens.

Assim, a pesquisa apresentada neste artigo descreve a formulação e resultados de um modelo MIMIC para estimar as predisposições de modo de transporte e percepções de segurança pública e de tráfego, utilizando dados atitudinais coletados na cidade de Porto

Alegre. As seções seguintes descrevem alguns conceitos sobre a análise de modelos MIMIC, mostram o planejamento e delineamento da coleta de dados e descrevem as variáveis utilizadas. Posteriormente, é apresentada a estrutura do modelo e os resultados obtidos após a estimação usando o software AMOS. O artigo finaliza discutindo as implicações dos resultados.

5.2 MODELOS DE VARIÁVEL LATENTE -MIMIC

O modelo MIMIC é um modelo econométrico estrutural, onde múltiplos indicadores e variáveis observáveis são utilizados para determinar as variáveis latentes não observadas. A variável ou construto latente é um conceito inobservável que o pesquisador pode definir em termos teóricos, mas que não pode ser diretamente medido. Entretanto, pode ser representado ou medido por uma ou mais variáveis (indicadores). O modelo representa uma teoria, a qual pode ser radicada na experiência e prática ou observação do comportamento real. A modelagem estrutural testa e potencialmente confirma essa teoria, pois todas as relações devem ser especificadas pelo pesquisador antes que o modelo possa ser estimado (Hair *et al.*, 2010).

O modelo completo pode ser decomposto em dois submodelos: um modelo de mensuração e um modelo estrutural. No modelo de mensuração estão definidas as relações entre as variáveis não observadas (latentes) com os indicadores. Os indicadores geralmente são respostas a perguntas da pesquisa sobre características psicológicas pessoais e/ou atitudes. Ou seja, trata-se da ligação entre os escores de um instrumento de medida e o construto teórico em estudo que foram designadas para medir. O modelo estrutural define as relações entre as variáveis não observáveis (latentes) e as suas causas, como por exemplo, características socioeconômicas e atributos específicos do tomador de decisão. Ele especifica como uma variável explicativa em particular causa (direta ou indiretamente) mudanças nas variáveis latentes no modelo.

A equação estrutural (Equação 1) e a equação de mensuração (Equação 2) no modelo de variável latente podem ser expressas como:

$$\eta = \Gamma X + \zeta \quad (1)$$

$$y = \Lambda \eta + \varepsilon \quad (2)$$

onde η é um vetor ($M \times I$) de variáveis latentes e x é um vetor ($K \times I$) de valores observados para as variáveis exógenas, que constituem as múltiplas causas observáveis. A matriz Γ ($M \times K$) contém coeficientes de regressão desconhecidos. Na Equação 2, y é um vetor ($P \times I$) de indicadores observáveis de η e Λ é uma matriz ($P \times M$) de cargas fatoriais. Tanto as perturbações estruturais ζ ($M \times I$) como os erros de medição ε ($P \times I$) são normalmente distribuídos, mutuamente independentes e admite-se em todas as variáveis um valor esperado zero.

As interações entre as causas, variáveis latentes e indicadores de um modelo MIMIC são demonstrados na Figura 5.1.

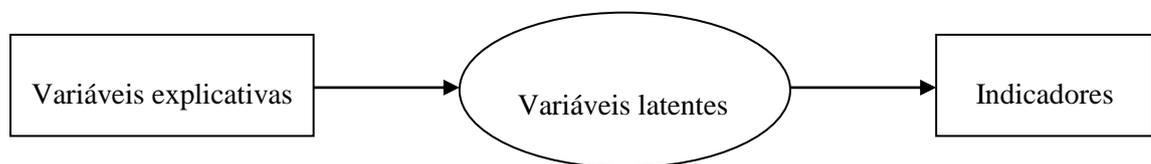


Figura 5.1-Modelo MIMIC

O objetivo estatístico da modelagem estrutural é testar um conjunto de relações que representam múltiplas equações. Portanto, é necessária uma medida de ajuste ou precisão preditiva que reflita o modelo geral, e não uma relação em particular. Assim, a modelagem estrutural difere de outras técnicas multivariadas porque é um método de análise de estrutura de covariância e não uma técnica de análise de variância. A diferença entre as matrizes de covariância observada e estimada, é o guia principal na avaliação do ajuste do modelo. A estrutura do modelo teórico geralmente se realiza através do diagrama de caminhos, o qual é a representação gráfica dos relacionamentos entre as variáveis do modelo. A estimação dos parâmetros é realizada geralmente utilizando a Estimativa de Máxima Verossimilhança (MLE - *Maximum Likelihood Estimation*).

5.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção descreve a metodologia utilizada, detalhando a seleção da amostra, o instrumento de pesquisa para a coleta dos dados primários e as variáveis utilizadas na modelagem.

5.3.1 Amostragem

Devido ao consumo excessivo de tempo e recursos financeiros para coletar e processar dados para toda a cidade foi selecionada uma amostra representativa de 884 indivíduos, residentes de regiões diferentes da cidade. A unidade de análise utilizada foi o setor censitário, e foram selecionados domicílios pertencentes a 23 setores censitários, distribuídos nos 81 bairros que compõem a cidade. Os setores censitários são demarcados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), obedecendo a critérios de operacionalização da coleta de dados, e, em áreas urbanas, possuem entre 250 a 350 domicílios. A determinação da amostra foi realizada através de um método de amostragem em dois estágios: setores censitários e domicílios. Em um primeiro estágio, todos os setores censitários foram estratificados através de três variáveis: índice de motorização, densidade de comércio e serviços e inclinação média do terreno. Estas variáveis de estratificação foram escolhidas buscando captar variações na frequência de viagens a pé relacionadas a estas dimensões. Pesquisas realizadas em Porto Alegre mostram que a realização de deslocamentos a pé é influenciada por estas características. Analisando os histogramas das variáveis de estratificação, para todos os setores da cidade, foram determinados os seguintes pontos de corte:

- Índice de motorização (IM- n°autom./dom): alto ($\geq 0,8$), médio ($0,4 \leq \text{IM} < 0,8$) e baixo ($< 0,4$)
- Declividade média: $\geq 7\%$, $< 7\%$
- Densidade de comércio e serviços (DC-n°estabec./km²): alto (≥ 3.000), médio-alto ($1.500 \geq \text{DC} > 3.000$), médio-baixo ($500 \geq \text{DC} > 1.500$), baixo (< 500).

Em um segundo estágio, foram selecionados, em cada setor censitário da amostra, os domicílios particulares para investigação das características dos moradores. A seleção dos domicílios foi realizada através de uma amostragem sistemática. Os moradores dos domicílios selecionados foram entrevistados na primeira visita, quando possível, ou contatados para agendar horário da realização da entrevista. Foram entrevistados os membros do agregado familiar, presentes no domicílio no momento da entrevista, com 14 anos de idade ou mais.

5.3.2 *Instrumento de pesquisa*

Para abordar as questões de pesquisa colocadas, foi necessário compilar dados de diferentes fontes e reuni-los em um único banco de dados. Os dados sobre atitudes, socioeconômicos e percepção de segurança do bairro de residência foram provenientes de uma coleta de dados realizada em Porto Alegre especificamente para este estudo.

A coleta foi realizada entre os meses de maio e junho de 2011, através de questionários aplicados face a face nos domicílios pertencentes à amostra. Foram investigados 442 domicílios, correspondendo a um total de 884 entrevistados. O questionário foi estruturado em cinco seções: a primeira tratou de dados de identificação e controle das entrevistas, a segunda abordou a caracterização do domicílio, a terceira tratou sobre dados familiares dos entrevistados; a quarta referiu-se aos deslocamentos realizados no dia anterior; e a quinta abordou as preferências e atitudes dos entrevistados assim como a percepção de segurança pública e de tráfego do bairro de residência. Os dados coletados sobre deslocamentos não foram utilizados no trabalho apresentado neste artigo, mas foram utilizados num estudo posterior. Antes de iniciar a pesquisa, foi realizado um estudo piloto com 30 entrevistados, com o objetivo de verificar a clareza e objetivos das perguntas contidas nos questionários, possibilitando possíveis correções durante a aplicação e explicação do instrumento utilizado.

As características socioeconômicas medidas no questionário foram: idade, sexo do entrevistado, tipo de moradia, número de residentes no domicílio, número de automóveis no domicílio, rendimento familiar mensal, grau de instrução, posse de carteira de habilitação, ocupação principal, e local de trabalho (fora ou em casa). As características atitudinais foram avaliadas solicitando que os entrevistados indicassem o grau de concordância com um conjunto de afirmações. Os questionários continham doze afirmações referentes a predisposições de viagem e percepção de segurança do bairro. Cada entrevistado deveria indicar seu grau de concordância com cada afirmação utilizando uma escala contínua entre zero, “discordo completamente”, e dez, “concordo completamente”. A escala adotada corresponde à Escala Visual Analógica (EVA) (Wewers e Lowe, 1990). As primeiras nove afirmações procuram traduzir um conceito geral de preferência ou predisposição à escolha de um modo de viagem. As últimas três procuram identificar a percepção de segurança pública e

de tráfego sobre o bairro. As afirmações apresentadas nos questionários e a denominação das variáveis utilizadas para cada afirmação são apresentados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1- Questionário atitudinal

Afirmação	Variável
1. Sempre que possível, eu prefiro caminhar em vez de dirigir.	<i>Prefiro_caminhar</i>
2. Eu gosto de caminhar.	<i>Gosto_caminhar</i>
3. Caminhar, às vezes é mais fácil para mim do que dirigir.	<i>Caminhar_fácil</i>
4. Sempre que possível, prefiro utilizar transporte público ao invés de dirigir.	<i>Prefiro_transp_pub</i>
5. Eu gosto de utilizar transporte público.	<i>Gosto_transp_pub</i>
6. Andar de carro é mais seguro contra assaltos e/ou roubos do que caminhar.	<i>Carro_mais_seguro_cam</i>
7. Andar de carro é mais seguro contra assaltos e/ou roubos do que utilizar transporte público	<i>Carro_mais_seguro_tpte_pub</i>
8. Eu gosto de dirigir.	<i>Gosto_dirigir</i>
9. Preciso de carro para realizar as minhas atividades do dia-a-dia.	<i>Preciso_carro</i>
10. Meu bairro é seguro (contra roubos e assaltos) para caminhar durante o dia.	<i>Bairro_seg_dia</i>
11. Meu bairro é seguro (contra roubos e assaltos) para caminhar durante a noite.	<i>Bairro_seg_noite</i>
12. O risco de acidentes de tráfego no meu bairro é pequeno.	<i>Risco_acidentes_pequeno</i>

5.3.3 Variáveis utilizadas

Além dos indicadores atitudinais mostrados na seção anterior, o modelo utiliza várias variáveis explicativas adicionais. Estas variáveis foram divididas em duas categorias: (i) aquelas socioeconômicas relacionadas aos indivíduos e suas famílias; (ii) aquelas relacionadas aos bairros. Atributos socioeconômicos dos indivíduos (por exemplo, idade, sexo) e suas famílias (por exemplo, renda, número de automóveis) foram obtidos a partir das respostas à pesquisa domiciliar realizada. Atributos dos bairros foram obtidos de diferentes fontes, processando os dados através de Sistema de Informação Geográfica (GIS).

A representação das características físicas do bairro foi realizada através do modelo expandido de “5Ds”. Nesse modelo, as características da estrutura urbana são representadas por características principais ou dimensões que começam em inglês com a letra “D”. Originalmente, se expressava a estrutura urbana através de três dimensões, propostas por

Cervero e Kockelman (1997), conhecidas como “3Ds” (*density, diversity, design*): densidade, diversidade de uso do solo, desenho urbano. Posteriormente, foram agregadas duas dimensões (Ewing *et al.*, 2009) formando as “5Ds” (*density, diversity, design, distance to transit, destination accessibility*): densidade, diversidade de uso do solo, desenho urbano, distância até o transporte público e acessibilidade ao destino.

Densidade refere-se à intensidade do uso do solo para habitação, emprego, e outras finalidades. Diversidade reflete o grau de heterogeneidade de uso do solo. Geralmente é medida através do índice de entropia, o qual avalia o equilíbrio na distribuição do uso do solo dentro de determinada área. Desenho urbano refere-se à qualidade do meio ambiente para caminhadas e à configuração física das redes viárias. Distância ao transporte público reflete a acessibilidade ao transporte público. Acessibilidade ao destino da viagem refere-se ao acesso, de todas as parcelas da população, a centros atratores de viagens (emprego, educação, saúde, compras). Dados de densidade populacional e residencial foram obtidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) do Censo Demográfico do ano 2000. Os dados do desenho de vias provieram da base de logradouros do município atualizada pela PROCEMPA (Cia. de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre). Dados relacionados a uso do solo e comércios e serviços foram fornecidos pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA). Finalmente, os dados sobre transporte coletivo foram obtidos através da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC).

Cada dimensão da estrutura urbana pode ser caracterizada através de diferentes variáveis, as quais foram medidas para uma área circular (*buffer-ring*) de 500m de raio em torno dos centroides de cada um dos setores censitários selecionados. A Tabela 5.2 apresenta as estatísticas descritivas para as variáveis explicativas utilizadas nos modelos com melhor ajuste.

As variáveis explicativas mostraram variabilidade elevada entre os bairros amostrados. A distribuição dos entrevistados por faixa etária e sexo foi levada em consideração durante a coleta de dados domiciliar, mantendo a mesma distribuição da população observada no censo do ano 2010 em Porto Alegre.

Tabela 5.2- Descrição das variáveis explicativas utilizadas no modelo final

	Variável	Média	Desvio padrão
Socioeconômicas			
Automóveis/domicílio (n°)	<i>Qtidade_ auto.</i>	0,83	0,75
Idade (anos)	<i>Idade</i>	43,00	17,70
Disponibilidade de automóvel (1,0): Disponível	<i>Dispon_ auto</i>	0,43	0,49
Sexo (1,0): Homens	<i>Sexo</i>	0,45	0,50
Rendimento : Alto (1: >R\$ \$ 6.500, 0-outro)		0,40	0,49
Médio (1:3.300 até R\$ 6.500, 0-outro)	<i>Rendimento</i>	0,24	0,42
Baixo (1: < R\$ 3.300, 0-outro)		0,36	0,48
Estrutura urbana			
Comprimento Médio da Quadra (m) no entorno da residência, círculo 500m	<i>Comp_ Quadra_ 500</i>	95,07	19,37
% de Interseções 4 aproximações, círculo 500m	<i>Perc_ Int_ 4 aprox_ 500</i>	0,35	0,15
N=884			

5.4 MODELAGEM

O primeiro passo do processo de modelagem foi uma análise fatorial exploratória. A análise fatorial é uma técnica de análise estatística multivariada criada para identificar estruturas em conjuntos de variáveis observadas (Hair *et al.*, 2010), explicitando a inter-relação entre elas, com o objetivo de identificar novas variáveis (construtos). 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.*, 2010). Numa primeira etapa da modelagem dos atributos atitudinais, foi realizada uma análise exploratória para determinar quantas variáveis latentes (construtos) poderiam ser extraídas dos indicadores atitudinais.

A primeira fase do procedimento foi realizada utilizando o *software* SPSS versão 17.0. Tendo em conta o número de indicadores atitudinais disponíveis, e seguindo o critério da raiz latente, de reter unicamente fatores com autovalores maiores do que um, obtém-se que, no máximo, quatro fatores podem ser extraídos a partir dos doze indicadores. No entanto, a partir do critério de percentagem de variância e teste scree (gráfico das raízes latentes em

relação ao número de fatores em sua ordem de extração), decidiu-se extrair apenas três fatores.

Com base nos resultados desta análise, foi conduzida uma análise fatorial confirmatória utilizando o software AMOS 12.0. Esta análise foi realizada para testar a validade da estrutura de variável latente obtida na etapa anterior, e com base na teoria por trás, foi possível atribuir nomes aos construtos e ter expectativas de sinal de carregamento de alguns indicadores.

Finalmente, a partir dos resultados da análise confirmatória e adicionando aos indicadores atitudinais algumas variáveis explicativas que podem causar efeito na variável latente, foi proposto um modelo MIMIC.

5.5 RESULTADOS

O modelo de variável latente resultante, apresentado neste trabalho, é consequência de um processo de pesquisa envolvendo tanto a busca das relações entre os indicadores e variáveis latentes, bem como vários testes de relações postuladas entre variáveis explicativas e latentes. Assim, foram extraídas três variáveis latentes: (i) *Pro_caminada_tp*, que indica uma predisposição a utilização do modo a pé ou transporte público nos deslocamentos diários; (ii) *Pro_automóvel*, indica uma predisposição a utilização do automóvel; (iii) *Segurança_bairro*, refere-se a percepção de segurança pública e de tráfego na proximidade da residência. A estrutura do modelo MIMIC proposto é apresentado na Figura 5.2, por meio do diagrama de caminhos.

O diagrama de caminhos é a representação gráfica dos relacionamentos entre as variáveis de um modelo de equações estruturais. Nele, as variáveis observadas são representadas por retângulos, as variáveis latentes, por círculos, e seus relacionamentos por setas. Uma seta reta com uma única ponta indica o caminho ou a relação de causa entre duas variáveis; e uma seta curva com duas pontas entre duas variáveis representa uma covariância. Uma característica importante na especificação dos indicadores para cada construto é o processo de estabelecer uma escala de um fator latente. Por ser não observado, um fator latente não tem qualquer escala métrica, o que significa que não tem intervalo de valores.

$$Gosto_dirigir = L_{gosto_dirig} \cdot Pro_automovel + e_6 \quad (11)$$

$$Preciso_carro = L_{prec_carro} \cdot Pro_automovel + e_7 \quad (12)$$

$$Carro_mais_seg_cam = L_{seg_cam} \cdot Pro_automovel + e_8 \quad (13)$$

$$Carro_mais_seg_trasnp_pub = L_{seg_tp} \cdot Pro_automovel + e_9 \quad (14)$$

$$Bairro_seg_dia = L_{seg_dia} \cdot Seguran\c{c}a_bairro + e_{10} \quad (15)$$

$$Bairro_seg_noite = L_{seg_noite} \cdot Seguran\c{c}a_bairro + e_{11} \quad (16)$$

$$Risco_acidentes_pequeno = L_{acidentes} \cdot Seguran\c{c}a_bairro + e_{12} \quad (17)$$

$$Dispon_auto = L_{rend_da} \cdot Rendimento + e_{da} \quad (18)$$

$$Qtidade_auto = L_{rend_qa} \cdot Rendimento + e_{qa} \quad (19)$$

onde β_i são os coeficientes paramétricos da relação de causalidade entre as variáveis explicativas e latentes; L_j são os coeficientes paramétricos da relação reflexiva entre constructo latente e indicadores observados, e_{ca} , e_{au} e e_{sb} são termos de erro residual relacionados com todas as causas não medidas nas variáveis latentes especificadas; e_1 a e_{12} , e_{da} , e_{qa} são termos de erro de medição não observados associados com cada indicador.

O modelo proposto foi estimado no programa AMOS 12.0. Os resultados são apresentados na Tabela 5.3.

O modelo proposto apresentou índices de ajuste satisfatórios. Qui-Quadrado é uma medida utilizada para quantificar a diferença entre as matrizes de covariância e avaliar, assim, o ajuste geral do modelo. No entanto, este valor aumenta quando o tamanho da amostra aumenta, e os graus de liberdade do modelo também influenciam o teste. O mesmo sucede com medidas de ajuste semelhantes ao Qui-Quadrado, como o Bollen-Stine bootstrap, utilizado quando os dados não apresentam normalidade multivariada. Assim, outras medidas de qualidade de ajuste alternativas ao Qui-Quadrado foram desenvolvidas e são utilizadas para corrigir o viés de grandes amostras e crescente complexidade do modelo (Hair *et al.*, 2010). Dentre as medidas alternativas desenvolvidas, as comumente utilizadas e, portanto, utilizadas neste trabalho, são o índice GFI (*Goodness-of-Fit Index*) e o RMSEA (*Root Mean Square Error of Aproximation*) (Kline, 1998). O índice GFI considera a quantidade de variância e covariância da matriz observada que é reproduzida pela matriz estimada, tentando produzir uma medida de ajuste menos sensível ao tamanho amostral (Schumacker e Lomax, 1996). O RMSEA mede as discrepâncias entre a matriz predita e a observada por grau de liberdade (Garson, 1998). Essa discrepância medida é expressa por graus de liberdade, sendo sensível ao número de parâmetros estimados no modelo (i.e., a complexidade do modelo).

Assim, para avaliar o ajuste geral do modelo foi utilizado o índice GFI e o RMSEA. O índice GFI tem amplitude de zero a 1, sendo que valores perto de 1 indicam bom ajuste (Hair *et al*, 2010). Por outro lado, valores de RMSEA menores que 0,10 indicam um ajuste aceitável. O modelo proposto apresenta o índice GFI próximo de 1 e a medida RMSEA é inferior a 0,10 sugerindo ajuste satisfatório do modelo.

Tabela 5.3- Resultados das estimações do modelo MIMIC

Variável Dependente	Causa	Estimativa	E.P	C.R.	P
<i>Dispon_auto</i>	<--- <i>Rendimento</i>	,172	,012	13,980	***
<i>Qtidade_auto.</i>	<--- <i>Rendimento</i>	,358	,017	21,328	***
<i>Pro_caminhada_tp</i>	<--- <i>Sexo (1-Masc,0-Fem)</i>	-,455	,153	-2,968	,003
<i>Pro_caminhada_tp</i>	<--- <i>Perc_Int_4 aprox_500</i>	,075	,040	1,855	,064
<i>Pro_caminhada_tp</i>	<--- <i>Comp_Quadra_500</i>	-,013	,004	-2,917	,004
<i>Pro_caminhada_tp</i>	<--- <i>Idade</i>	,019	,004	4,228	***
<i>Pro_automóvel</i>	<--- <i>Idade</i>	-,020	,006	-3,141	,002
<i>Seguranca_bairro</i>	<--- <i>Rendimento</i>	,145	,075	1,937	,053
<i>Pro_automóvel</i>	<--- <i>Qtidade_auto.</i>	,414	,183	2,257	,024
<i>Pro_automóvel</i>	<--- <i>Dispon_auto</i>	1,349	,289	4,671	***
<i>Prefiro_caminhar</i>	<--- <i>Pro_caminhada_tp</i>	1,000			
<i>Gosto_caminhar</i>	<--- <i>Pro_caminhada_tp</i>	1,040	,046	22,554	***
<i>Caminhar_fácil</i>	<--- <i>Pro_caminhada_tp</i>	1,655	,112	14,838	***
<i>Carro_mais_seg_transp_pub</i>	<--- <i>Pro_automóvel</i>	,234	,049	4,769	***
<i>Prefiro_transp_pub</i>	<--- <i>Pro_caminhada_tp</i>	1,051	,072	14,665	***
<i>Gosto_transp_pub</i>	<--- <i>Pro_caminhada_tp</i>	,711	,061	11,690	***
<i>Gosto_dirigir</i>	<--- <i>Pro_automóvel</i>	1,000			
<i>Preciso_carro</i>	<--- <i>Pro_automóvel</i>	,999	,126	7,931	***
<i>Carro_mais_seguro_cam</i>	<--- <i>Pro_automóvel</i>	,225	,047	4,825	***
<i>Risco_acidentes_pequeno</i>	<--- <i>Seguranca_bairro</i>	,273	,095	2,861	,004
<i>Bairro_seg_dia</i>	<--- <i>Seguranca_bairro</i>	1,000			
<i>Bairro_seg_noite</i>	<--- <i>Seguranca_bairro</i>	,530	,176	3,010	,003
Number of estimated parameters		47			
Degrees of freedom (df)		143			
GFI		0.879			
RMSEA		0.093			

A significância dos parâmetros foi avaliada através do teste estatístico Razão Crítica (CR – *Critical Ratio*) e a probabilidade associada ao mesmo. A estatística CR é obtida pela estimativa do parâmetro dividida pelo seu erro padrão, funcionando similar à estatística z, testando a hipótese que a estimativa seja estatisticamente diferente de zero. A maioria dos parâmetros do modelo proposto foram significativos para um nível de significância de 5%. A variável *Perc_Int_4 aprox_500* foi significativa a um nível de significância de 10%.

Os sinais dos parâmetros obtidos foram de acordo com as hipóteses realizadas no modelo proposto. As causas relacionadas ao número de interseções de quatro aproximações

(*Perc_Int_4 aprox_500*) e ao comprimento de quadras (*Comp_Quadra_500*) representam a conectividade viária no entorno da residência. A primeira com sinal positivo e a segunda com sinal negativo, confirmam a suposição realizada que bairros com maior conectividade viária, caracterizados por maior número de interseções de quatro aproximações e quadras mais curtas, incentivam a predisposição a caminhar. Uma rede viária bem conectada pode representar uma redução na distância de viagem e maior número de caminhos ou rotas disponíveis ao pedestre tanto para acessar ao destino da viagem ou à parada de transporte público, estimulando a atitude em favor da caminhada e do transporte público.

As restantes variáveis explicativas da predisposição à escolha do modo de transporte são variáveis socioeconômicas. Dentre elas, sexo e idade dos indivíduos foram identificadas como causas da atitude favorável à caminhada e ao transporte público, enquanto rendimento familiar mensal, idade, disponibilidade de automóvel e número de automóveis no domicílio foram identificadas como causas da predisposição à utilização do automóvel para os deslocamentos diários. Estes elementos são comentados a seguir.

Estudos sobre viagens de mulheres e homens têm encontrado diferenças significativas entre o comportamento e atitudes de viagem dos dois sexos. Mokhtarian (1997), por exemplo, revelou que as mulheres são mais propensas que os homens para alterar o seu comportamento de viagens por causa do congestionamento. Outro estudo, como o realizado por Matthies *et al.* (2002), concluiu que as mulheres estão mais dispostas do que homens para reduzir o uso do carro. Assim, foi postulada a mesma tendência para as diferenças de gênero em relação à predisposição à caminhada e ao uso do transporte público. Os resultados obtidos confirmaram esta suposição. As mulheres mostraram maior predisposição a utilizar o modo a pé e o transporte público do que os homens. Nos últimos anos, a participação das mulheres na População Economicamente Ativa aumentou significativamente. Entre 2002 e 2011, a população feminina no Brasil passou de 88,9 milhões para 99 milhões de pessoas, o que mostra um crescimento de 11,5%. Em compensação, o número de mulheres com carteira assinada cresceu mais expressivamente no mesmo período (53,4%), ao passar de 9,5 milhões para 14,7 milhões de brasileiras (IBGE, 2012). No entanto, este aumento não se traduziu na divisão em partes iguais das tarefas domésticas e atividades de manutenção do lar e dos filhos entre mulheres e homens, embora a disparidade talvez tenha se tornado menos gritante ao longo dos últimos 30 anos. As mulheres geralmente arcam com as responsabilidades diárias do lar e realizam atividades diárias como levar e pegar os filhos, realizar compras, etc. Assim

como as atividades e comportamento de viagens das mulheres diferem das do homem, é razoável que a predisposição à escolha de modo de viagem também difira. Muitos trabalhos, como os realizados por Boarnet e Sarmiento (1998), Best e Lanzendorf (2005), Polk (2003, 2004) acharam que as mulheres são mais propensas a adotar comportamentos de transporte sustentável em comparação com os homens. Ainda, o rendimento das mulheres brasileiras continua inferior ao dos homens. Em 2011, elas recebem, em média, 72,3% do salário masculino, proporção que se mantém inalterada desde 2009 (IBGE, 2012). Provavelmente, a desvantagem financeira referente a menor rendimento mensal, em relação aos homens, também influencia na predisposição a caminhar ou utilizar transporte público.

O modelo mostra que a idade influencia significativamente a atitude em relação à escolha de modo de transporte. Assim, os resultados obtidos indicam que indivíduos de mais idade são mais predispostos a caminhar ou usar transporte público e menos predispostos à utilização do automóvel.

Ainda, conforme os resultados do modelo, indivíduos com maior renda tendem a possuir mais automóveis no domicílio e têm uma disponibilidade maior de automóvel. Estudos como, por exemplo, o realizado por Diemen *et al.* (2002) evidenciam que pessoas com rendimentos mais elevados são mais favoráveis a possuir e utilizar automóvel do que famílias de baixa renda. Modelos de demanda por veículos realizados no Brasil apontam que a venda interna de veículos é uma função de vários elementos, entre eles a renda (IPEA, 2009). Esta disponibilidade provavelmente cause uma predisposição maior à utilização do automóvel para os deslocamentos diários. Renda, idade e gênero foram encontrados na literatura como elementos que influenciam fortemente o comportamento de viagem (Guiliano, 2003; Guiliano e Narayan, 2003; Guiliano e Dargay, 2006). O modelo proposto evidencia que estes elementos também influenciam significativamente a predisposição à escolha do modo de transporte.

Em relação à variável latente relativa à segurança do bairro (*Segurança_bairro*) a única causa significativa identificada foi o rendimento familiar mensal. O sinal positivo obtido indica que indivíduos com maior renda tendem a perceber seus bairros mais seguros, em relação a assaltos e acidentes de trânsito, do que indivíduos de menor renda. Estudos que relacionam percepção de segurança pública e rendimentos, como os realizados por Community Count (2008) e Mulvey (2002), encontraram resultados similares. Nesses estudos

moradores de bairros de renda mais elevada qualificaram melhor a qualidade de vida e se sentiam mais seguros em sua vizinhança do que residentes de bairros com renda inferior. Percepção de segurança e baixos índices de criminalidade são considerados importantes ingredientes de uma boa qualidade de vida. Qualidade de vida e segurança estão relacionadas com características contextuais, crenças e experiências de indivíduos e grupos que residem em lugares específicos, ambas refletem as complexas relações entre pessoas e comunidades (Gallagher, 1993; Lewis, 1996). Portanto, existe uma correlação entre estas duas características. Bairros de maior renda geralmente estão associados com melhor qualidade de vida. Isto pode ser observado no cálculo de indicadores de qualidade de vida aplicados no Brasil, como é o caso do Índice de Desenvolvimento Socioeconômico - IDESE. Assim, provavelmente, a percepção de segurança relatada pelos residentes seja influenciada por outros elementos, como o bem-estar ou satisfação que os residentes sentem no seu bairro.

Por sua vez, o modelo de mensuração mostra que mudanças na variável latente referente à predisposição a caminhar e uso de transporte público (*Pro_caminhada_tp*) pode refletir-se nos seguintes indicadores: (i) preferência pela caminhada e transporte público frente à utilização do automóvel; (ii) gosto por caminhar e usar transporte público; e (iii) pela facilidade que oferece a caminhada frente ao automóvel. A variável latente relativa à predisposição de utilização do automóvel (*Pro_automóvel*) pode ser medida através dos indicadores: (i) gosto por dirigir, (ii) necessidade do carro para realizar as atividades diárias; e (iii) segurança do carro frente a outros modos. Finalmente, os indicadores relacionados à segurança pública e de tráfego refletem a variável latente *Segurança_bairro*.

5.6 CONCLUSÕES

Existe um crescente reconhecimento que fatores subjetivos afetam o comportamento e influenciam ações. Atitudes e percepções são cada vez mais fortemente incorporadas em estudos empíricos sobre o comportamento humano no ambiente construído. Em alguns casos, esses fatores subjetivos apresentam maior poder explicativo em modelos de comportamento de viagem do que características do ambiente construído (Kitamura *et al.*, 1997). Atitudes e percepções latentes podem ter uma incidência importante na relação entre estrutura urbana e comportamento de viagens, em particular nas viagens a pé. Assim, este trabalho identifica e determina as predisposições de modo de transporte e percepções de segurança pública e de

tráfego através da formulação de modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC), utilizando dados atitudinais coletados na cidade de Porto Alegre.

O modelo estudado fornece evidências que, na cidade de Porto Alegre, a estrutura urbana e características socioeconômicas dos indivíduos influenciam as predisposições de modo de transporte. Dentre as características urbanas, os resultados indicam que bairros com maior conectividade viária, caracterizados por maior número de interseções de quatro aproximações e quadras mais curtas, incentivam a predisposição a caminhar.

As restantes variáveis explicativas da predisposição à escolha do modo de transporte são variáveis socioeconômicas. Dentre elas, sexo e idade dos indivíduos foram identificadas como causas da atitude favorável à caminhada e ao transporte público, enquanto rendimento familiar mensal, idade, disponibilidade de automóvel e número de automóveis no domicílio foram identificadas como causas da predisposição à utilização do automóvel para os deslocamentos diários. Alta renda, associada a maior número e disponibilidade de automóveis no domicílio, estimulam a utilização de automóvel. A condição de vida dos indivíduos e famílias, em cidades em desenvolvimento, como é o caso de Porto Alegre, está diretamente relacionado a aspectos socioeconômicos, principalmente à renda e à distribuição da renda. Uma grande parcela de residentes nos grandes centros urbanos de países em desenvolvimento lida com problemas para conseguir desenvolver suas atividades de subsistência, manutenção e lazer. Assim, provavelmente, elementos socioeconômicos tornam-se decisivos na escolha e na atitude em relação ao modo de transporte.

Em relação à variável latente relativa à segurança do bairro a única causa significativa identificada foi o rendimento familiar mensal. Os resultados indicam que indivíduos com maior renda tendem a perceber seus bairros mais seguros, em relação a assaltos e acidentes de tráfego, do que indivíduos de menor renda.

O estudo realizado permite verificar que os respondentes não diferenciaram entre fatores atitudinais que estimulam a caminhada e o transporte público. Esse resultado contrasta com os obtidos em estudos realizados nos Estados Unidos, nos quais predisposição a caminhada e ao uso de transporte público foram identificados em fatores diferentes. Isto sugere que residentes de Porto Alegre percebem da mesma forma o uso de transporte público e a caminhada, em contraposição ao uso do automóvel.

As variáveis latentes determinadas neste estudo poderão ser utilizadas posteriormente na modelagem comportamental, incorporando os valores estimados das atitudes e percepções do indivíduo em modelos de escolha discreta que busquem analisar o comportamento de viagem. Este estudo apresentou uma abordagem diferente, para estimar as atitudes e percepções, à utilizada habitualmente em estudos que relacionam comportamento de viagem a pé e estrutura urbana. Atitudes e percepções são afetadas pela experiência e fatores externos, incluindo características socioeconômicas e do entorno. A abordagem utilizada permitiu incluir estes elementos, os quais são fundamentais para melhorar a representação do comportamento humano no processo de eleição.

Agradecimentos

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

5.7 REFERÊNCIAS

- Bhat C. R. e Eluru, N. (2009) A copula-based approach to accommodate residential self-selection effects in travel behavior modeling *Transportation Research Part B: Methodological* 43 p.749-765
- Best, H. e Lanzendorf, M. (2005) Division of labour and gender differences in metropolitan car use: An empirical study in Cologne, Germany. *Journal of Transport Geography*, 13(2), p.109-121.
- Boarnet, M. G., & Sarmiento, S. (1998). Can Land-use Policy Really Affect Travel Behaviour? A Study of the Link between Non-work Travel and Land-use Characteristics. *Urban Studies*, 35(7), p.1155 - 1169.
- Boarnet, M. e Crane R. (2001) *Travel by design : the influence of urban form on travel* (Oxford University Press, New York)
- Boarnet, M. G.; Greenwald, M. e McMillan, T. (2008). Walking, urban design, and health: Toward a cost-benefit analysis framework. *Journal of Planning Education and Research*, 27(3), p.341–358.
- Cao, X.; Handy, S. e Mokhtarian, P. (2006) The Influences of the Built Environment and Residential Self-Selection on Pedestrian Behavior, Tx. *Transportation*, 33(1), p.1-20.
- Cao, X., Mokhtarian, P. e Handy, S. (2010) Neighborhood Design and the Accessibility of the Elderly: An Empirical Analysis in North California, *International Journal of Sustainable Transportation*, 4, p. 347–371.
- Cao, X. e Chatman D.G. (2012) How will land use policies affect travel? The importance of residential sorting. *Transportation Research Board*, session 795, p. 12-3647.
- Cervero, R. e Kockelman, K. (1997) Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research D*, 2(3), p.199–219.
- Choo, S. e Mokhtarian, P.L. (2004) What type of vehicle do people drive? The role of attitude and lifestyle in influencing vehicle type choice. *Transportation Research A* 38, p.201-222

- Community Count (2008) Perceived Neighborhood Safety. Disponível em:
http://www.communitiescount.org/index.php?page=report_page&pageid=94§ionid=30&year=
 Acesso em: 14/03/2012
- Daly, A., Hess, S.; Patruni, B.; Potoglou, D. e Rohr, C. (2012) Using ordered attitudinal indicators in a latent variable choice model: A study of the impact of security on rail travel behavior. *Transportation*, forthcoming.
- Denatran (2012) Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota.htm> acesso em 09/03/2012.
- Dieleman, F.M., Dijst, M. e Burghouwt, G. (2002). Urban form and travel behaviour: Micro-level household attributes and residential context. *Urban Studies*, vol. 39, no. 3, p. 507-527.
- R.; Greenwald, M. J.; Zhang, M.; Walters, J.; Feldman, M.; Cervero, R. e Thomas, J. (2009). Measuring the impact of urban form and transit access on mixed use site trip generation rates—Portland pilot study. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Garson, D., Structural Equation modeling. (1998). Disponível em:
<http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/structur.htm>, acesso em 09/03/2012.
- Gallagher, W. (1993). *The power of place*. NY: Harper Collins.
- Giuliano, G. (2003). Travel, location and race/ethnicity. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(4), p.351-372.
- Giuliano, G., e Dargay, J. (2006). Car ownership, travel and land use: a comparison of the US and Great Britain. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(2), p.106-124.
- Giuliano, G., e Narayan, D. (2003). Another look at travel patterns and urban form: the US and Great Britain. *Urban Studies*, 11(40), p.2295 - 2312.
- Golob, T. (2001) Joint models of attitudes and behaviour in evaluation of the San Diego I-15 congestion pricing project. *Transportation Research A* 35:495-514
- Hair, J.F. e Anderson, R.E. (2010) *Multivariate Data Analysis 7TH ed.* Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000)- Censo Demográfico 2000, CD-ROM.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012)- Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/indicadores.php>. Acesso em: 15 de março de 2012
- IPEA, 2009 Nota técnica: Impactos da Redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de Automóveis. http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/2009_nt015_agosto_dimac.pdf
- 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.
- Levine, J. (1999) Access to choice. *Access* 14 16-19
- Lewis, D. A. (1996). Crime and community: Continuities, contradictions and complexities. *Cityscape: A Journal of Policy Development and Research*, 2(2), p.95–120.
- Matthies, E.; Kuhn, S. e Klockner, C. A. (2002) Travel Mode Choice of Women: The Result of Limitation, Ecological Norm, or Weak Habit? *Environment and Behavior*, Vol. 34, No. 2, p. 163–177.

- Mokhtarian, P. (1997) More Women Than Men Change Behavior to Avoid Congestion. *ITS Review*, Vol. 20, No. 2, p. 2.
- Mokhtarian, P. e Cao, X. (2008) Examining the impacts of residential self-selection on travel behavior: A focus on methodologies, *Transportation Research B*, 42(3), p. 204–228.
- Mulvey (2002) Gender, Economic Context, Perceptions of Safety, and Quality of Life: A Case Study of Lowell, Massachusetts (U.S.A.). *American Journal of Community Psychology*, Vol. 30, No. 5, p. 1982–961.
- Polk, M. (2003). Are women potentially more accommodating than men to a sustainable transportation system in Sweden? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 8(2), p.75-95.
- Polk, M. (2004). The influence of gender on daily car use and on willingness to reduce car use in Sweden. *Journal of Transport Geography*, 12(3), p.185-195.
- Schumacker, R. E. e Lomax, R. G.(1996) *A beginner's guide to structural equation modeling*. New Jersey: Lawrence Erlbaum, p.286 .
- Van Wee, B. (2009) Self-Selection: A Key to a Better Understanding of Location Choices, Travel Behaviour and Transport Externalities? *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal* 29, p.279-292
- Wewers, M.E.e Lowe, N.K. (1990) A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in Nursing and Health* 13, p.227-236.

6 ARTIGO 5 - VIAGENS A PÉ, ESCOLHA RESIDENCIAL E ESTRUTURA URBANA

Artigo a ser submetido em periódico internacional

RESUMO

Estudos realizados em países desenvolvidos revelam associação entre padrão de viagens e características da estrutura urbana. Até onde as relações observadas em países desenvolvidos se mantêm em cidades em desenvolvimento, como é o caso de Porto Alegre? Este trabalho analisa a relação entre o padrão de viagens a pé, escolha residencial e estrutura físico/urbana do bairro na cidade de Porto Alegre, Brasil. Para controlar a auto-seleção residencial, foi realizada uma modelagem sequencial em duas etapas: (i) modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC), usando dados atitudinais coletados; (ii) modelos logit ordenados para estimar a frequência de viagens a pé, incluindo variáveis atitudinais e os valores ajustados do primeiro passo. Os resultados obtidos mostram que bairros densos, com padrão viário em forma de grelha, topografia pouco acentuada e comércios e serviços próximos à residência estimulam as viagens a pé. Porém, características socioeconômicas dos indivíduos são elementos chave para explicar o padrão de viagens. Alta renda, associado a maior número de automóveis no domicílio, desestimulam a caminhada. Efeitos decorrentes de mudanças na estrutura urbana serão positivos. Entretanto, efeitos maiores serão obtidos, provavelmente, por políticas que tornem a posse do carro menos desejável ou mais cara. Estudos realizados em países industrializados obtiveram resultados similares aos encontrados para Porto Alegre.

ABSTRACT

Studies conducted in cities from developed countries reveal associations between travel behavior and built environment. Do such relationships observed in developed countries also hold for cities in developing countries, such as Porto Alegre in Brazil? This paper analyzes the relationship between walking patterns, residential choices and neighborhood's urban structure in Porto Alegre, Brazil. A two-step modeling approach was used to control for residential self-selection: (i) Multiple-Indicator Multiple-Cause model (MIMIC), using attitudinal data collected, and (ii) ordered logit models to estimate walking frequency, including attitudinal variables and fitted values from the first step. The results show that dense neighborhoods, with grid pattern, little sleep topography, shops and services in the vicinity of households encourage walking trips. However, socioeconomic characteristics are key to explain travel behavior. High-income households, associated with higher number of cars, discourage walking trips. We found that improving the built environment should have positive effect on the number of walking trips. Though, larger effects can probably be obtained by policies that make owning a car less desirable or more costly. Studies conducted in industrialized countries had similar results to those found for Porto Alegre.

6.1 INTRODUÇÃO

A relação entre estrutura urbana e padrão de viagens vem sendo estudada desde os anos 80, e apesar de resultados mistos, existe um crescente reconhecimento que mudanças nas características da estrutura urbana podem ter impacto significativo sobre o padrão de viagens. Pesquisas realizadas em países desenvolvidos e particularmente nos Estados Unidos (Baran *et*

al., 2008; Cao *et al.*, 2006; Cervero e Duncan, 2003; Crane, 2000; Ewing e Cervero, 2001, 2010; Frank e Engelke, 2001; Lee e Moudon, 2006) sugerem que pessoas que vivem em bairros orientados para pedestres, caracterizados por uso de solo misto, alta conectividade viária e alta densidade populacional são estimulados a dirigir menos e utilizar outros modos de transporte, como transporte público, bicicleta e a pé. Esta evidência apoia políticas de promoção de mudanças no uso do solo para influenciar alterações no padrão de viagens.

Até onde essas relações observadas entre estrutura urbana e padrão de viagens se mantêm em cidades em desenvolvimento, como é o caso de Porto Alegre? Porto Alegre, capital do estado mais meridional do Brasil, Rio Grande do Sul, cidade de 1.410.00 habitantes, cresce se “espalhando” horizontalmente. Não é rara a criação de novos loteamentos residenciais especialmente na zona sul da cidade, habitados por grupos de alto nível econômico, com unidades residenciais isoladas, gerando baixas densidades populacionais. Observa-se também a construção de condomínios para outras categorias de renda, diferenciando-se entre si pela tipologia habitacional e pelo tamanho das residências, mas localizados em regiões distantes do centro da cidade. A criação destas zonas residenciais segregadas e de baixa densidade aumentaram as distâncias de viagem, incentivando a utilização do automóvel. Ainda, na última década, o perfil socioeconômico do país mudou. O crescimento da economia brasileira desde o fim da recessão de 2003 ocasionou mudanças na estrutura da população. Entre 2003 e 2009, 29 milhões de brasileiros ingressaram na chamada nova classe média (classe C), a qual passou a ser composta por 94,9 milhões de pessoas, representando 50,5% da população brasileira (Neri, 2010). Essa migração alterou o comportamento e hábitos de consumo da população. A classe média emergente aumentou o poder de consumo, satisfazendo anos de demanda reprimida por bens de maior valor, como automóvel e casa própria. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelou que a classe média emergente na região Sul do país aponta o automóvel como prioridade de consumo, sendo a mais motorizada no país - 67% das famílias possuem automóvel. Assim, as relações entre estrutura urbana e padrão de viagens observadas em sociedades avançadas podem não ser significativas em cidades em desenvolvimento como é o caso de Porto Alegre. Ainda, os efeitos dessas mudanças podem ser diferentes. Será que mudanças no uso do solo e planejamento urbano originarão mudanças significativas no padrão de viagens?

Até o momento, poucos estudos que relacionam características da estrutura urbana e padrão de viagens foram realizados em países em desenvolvimento. Além disso, alguns deles ignoram as preferências de viagem dos indivíduos, o que leva a um viés no cálculo de quanto o ambiente construído afeta o padrão de viagens. As preferências de viagem podem induzir a uma auto-seleção dos indivíduos em bairros de residência consistentes com suas preferências. A auto-seleção (*self selection*), nesse contexto, é entendida como a tendência das pessoas de escolherem localizações de residência baseadas nas suas necessidades e preferências de viagem. Geralmente resulta de duas fontes: atitudes e características socioeconômicas. O efeito da auto-seleção resultante de características econômicas pode ser evitado ao incluir variáveis socioeconômicas como variáveis explicativas nas análises multivariadas. Vários trabalhos incluíram este tipo de variáveis. Entretanto, poucos analisaram o efeito da auto-seleção causado pelas atitudes. A relação frequentemente observada entre estrutura urbana (*BE*) e padrão de viagens (*TB*) é geralmente modelada da seguinte forma:

$$TB = f(BE, X) + \varepsilon \quad (1)$$

onde X representa as variáveis observadas, como as socioeconômicas, e ε representa a influência de todas as variáveis não observadas sobre o padrão de viagens (TB). O problema consiste em que a estimativa de tais formas funcionais exige que as variáveis explicativas observadas (BE, X) não sejam correlacionadas com as variáveis explicativas não observadas (ε). O não cumprimento desta importante condição leva a um viés de endogeneidade (*endogeneity bias*), e produz que os coeficientes estimados para o BE e X sejam tendenciosos e inconsistentes estimadores dos verdadeiros valores (Mokhtarian, *et al.*, 2008). Em outras palavras, este problema acontecerá se as atitudes não foram mensuradas e elas influenciam a escolha do bairro de residência. Mokhtarian *et al.*, (2008) discutiram várias abordagens metodológicas aplicadas em estudos anteriores para testar e controlar o viés de endogeneidade. Dentre elas, o controle estatístico, que é a abordagem utilizada nesse trabalho. Está em discussão, ainda, se as pessoas que vivem em bairros orientados para pedestres caminham mais porque o próprio ambiente construído "as induz" a fazê-lo ou porque as pessoas que gostam de caminhar tendem a escolher bairros residenciais onde elas podem caminhar, ou devido a alguma combinação dos dois (Bhat e Eluru, 2009; Boarnet e Crane, 2001; Cao e Chatman, 2011; Levine, 1999; Mokhtarian e Cao, 2008; Van Wee, 2009). Entretanto os estudos mostram que ignorar o efeito da escolha residencial, em bairros

consistentes com as preferências de viagem, irá resultar em um viés do impacto da estrutura urbana.

Alguns estudos realizados em países em desenvolvimento foram em cidades asiáticas, tais como Tóquio, Cingapura e Hong Kong, analisando principalmente a relação entre utilização do automóvel e estrutura urbana (Kenworthy e Laube, 1999). Ainda, estas cidades asiáticas possuem estrutura urbana orientada para transporte público e modo a pé e não para utilização do automóvel. Contrariamente, as principais cidades de América do Sul possuem infraestrutura que favorece a utilização do automóvel. Nelas, o número de automóveis está crescendo muito mais rapidamente do que o número de pessoas (Newman, 1996). Na cidade de Porto Alegre (Brasil), em apenas uma década, de 2001 a 2011, o número de veículos em circulação teve um incremento de 52,28% (Denatran, 2012). Neste período, o número de veículos em circulação em Porto Alegre aumentou de 481.914 para 733.871. O crescimento populacional, no mesmo período, foi de 0,32% (IBGE, 2012). Assim, estes estudos não seriam comparáveis em outros contextos.

Estudos nesta linha de pesquisa realizados na América do Sul, por exemplo, os realizados nas cidades de Bogotá (Cervero *et al.*, 2009) e Santiago (Zegras, 2004, 2010). Cervero *et al.* (2009) analisaram a relação entre estrutura urbana e viagens utilitárias a pé e de bicicleta. Zegras (2004) estudou a interação entre viagens a pé e estrutura urbana para a cidade de Santiago, e em outro trabalho posterior (2010) pesquisou a relação entre estrutura urbana e número de automóveis no domicílio na mesma cidade. No entanto, estes estudos foram concebidos com objetivos específicos diferentes. Ainda, eles não incluíram as preferências de viagem, não podendo controlar a auto-seleção residencial. Embora estes estudos contribuam substancialmente para o desenvolvimento desta linha de pesquisa, é evidente a necessidade de maiores pesquisas para aprofundar o tema e poder comparar os resultados obtidos.

Assim, este trabalho tem como objetivo aprofundar esta linha de pesquisa em países em desenvolvimento e propor uma abordagem alternativa para analisar as percepções e atitudes de viagem dos indivíduos. A maioria dos trabalhos realizados que incorporam atitudes de viagem dos indivíduos utiliza uma abordagem sequencial, estimando as atitudes e percepções através de análise fatorial (por exemplo, KITAMURA *et al.*, 1997; CAO *et al.*, 2006, 2010). Este trabalho propõe outra abordagem, estimando esses fatores latentes através

de modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC). Os modelos MIMIC incorporam outras variáveis explicativas observáveis como possíveis causas das variáveis latentes e podem levar a uma melhor compreensão dos processos de escolha, podendo fornecer maior poder explicativo da relação entre estrutura urbana e comportamento de viagens.

A relação entre características urbanas e comportamento de viagem na cidade de Porto Alegre pode ser diferente à exposta para os EUA na literatura americana existente, devido às diferenças na natureza da forma urbana, às diferenças subjacentes em atitudes e preferências de viagens, e aos aumentos expressivos na motorização. Examinar as preferências e hábitos de viagens, e sua relação com características urbanas, pode ajudar a orientar projetos de vizinhanças, políticas urbanas e de transporte. A pesquisa apresentada neste artigo analisa a influência da estrutura urbana na realização de viagens a pé na cidade de Porto Alegre, incluindo na análise as predisposições de viagem dos residentes. As seções seguintes mostram o planejamento e o delineamento da pesquisa. Posteriormente, são apresentados quatro modelos para estimar a frequência de viagens a pé próximos à residência: (i) um modelo para viagens utilitárias (não recreacionais); (ii) um para viagens utilitárias e viagens de acesso a outros modos de transporte; (iii) um para viagens utilitárias e recreacionais; e (iv) um modelo para todas as viagens a pé próximas da residência (utilitárias, de acesso a outros modos de transporte e recreacionais). O artigo finaliza discutindo as implicações dos resultados e formulando recomendações para futuras pesquisas.

6.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção descreve o método utilizado para a seleção dos bairros e domicílios que conformaram a amostra, o instrumento de pesquisa para a coleta dos dados primários, as variáveis e os modelos utilizados.

6.2.1 *Amostragem*

Devido ao consumo excessivo de tempo e recursos financeiros para coletar e processar dados para toda a cidade foi selecionada uma amostra representativa de 884 indivíduos, residentes de regiões diferentes da cidade. A unidade de análise utilizada foi o

setor censitário, e foram selecionados domicílios pertencentes a 23 setores censitários, distribuídos nos 81 bairros que compõem a cidade. Os setores censitários são demarcados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), obedecendo a critérios de operacionalização da coleta de dados, e, em áreas urbanas, possuem entre 250 a 350 domicílios. A determinação da amostra foi realizada através de um método de amostragem em dois estágios: setores censitários e domicílios. Em um primeiro estágio, todos os setores censitários foram estratificados através de três variáveis: índice de motorização, densidade de comércios e serviços e inclinação média do terreno. Estas variáveis de estratificação foram escolhidas buscando captar variações na frequência de viagens a pé relacionadas a estas dimensões. Pesquisas realizadas em Porto Alegre mostram que a realização de deslocamentos a pé é influenciada por estas características. Analisando os histogramas das variáveis de estratificação, para todos os setores da cidade, foram determinados os seguintes pontos de corte:

- Índice de motorização (IM- n°autom./dom): alto ($\geq 0,8$), médio ($0,4 \leq \text{IM} < 0,8$) e baixo ($< 0,4$)
- Declividade média: $\geq 7\%$, $< 7\%$
- Densidade de comércios e serviços (DC-n°estabec./km²): alto (≥ 3000), médio-alto ($1500 \geq \text{DC} > 3000$), médio-baixo ($500 \geq \text{DC} > 1500$), baixo (< 500).

Em um segundo estágio, foram selecionados, em cada setor censitário da amostra, os domicílios particulares para investigação das características dos moradores. A seleção dos domicílios foi realizada através de uma amostragem sistemática. Os domicílios selecionados foram contatados para agendar horário da realização da entrevista ou, quando possível, os moradores foram entrevistados na primeira visita. Foram entrevistados os membros do agregado familiar, presentes no domicílio no momento da entrevista, com 14 anos de idade ou mais.

6.2.2 *Instrumento de pesquisa*

Para abordar as questões de pesquisa colocadas, foi necessário compilar dados de diferentes fontes e reuni-los em um único banco de dados. Os dados sobre viagens, preferências, alguns dos dados socioeconômicos e percepção de segurança do bairro de residência foram provenientes de uma coleta de dados realizada em Porto Alegre especificamente para este estudo.

A coleta foi realizada entre os meses de maio e junho de 2011, através de questionários aplicados face a face nos domicílios pertencentes à amostra. Foram investigados 442 domicílios, correspondendo a um total de 884 entrevistados. O questionário foi estruturado em cinco seções: a primeira tratou de dados de identificação e controle das entrevistas, a segunda abordou a caracterização do domicílio, a terceira tratou sobre dados familiares dos entrevistados; a quarta referiu-se aos deslocamentos realizados no dia anterior; e a quinta abordou as preferências e atitudes dos entrevistados assim como a percepção de segurança pública e de tráfego do bairro de residência. Antes de iniciar a pesquisa, foi realizado um estudo piloto com 30 entrevistados, com o objetivo de verificar a clareza e objetivos das perguntas contidas nos questionários, possibilitando possíveis correções durante a aplicação e explicação do instrumento utilizado.

As características socioeconômicas medidas no questionário foram: idade, sexo do entrevistado, tipo de moradia, número de residentes no domicílio, número de automóveis no domicílio, rendimento familiar mensal, grau de instrução, posse de carteira de habilitação, ocupação principal, e local de trabalho (fora ou em casa). As características atitudinais foram avaliadas solicitando que os entrevistados indicassem o grau de concordância com um conjunto de afirmações. Os questionários continham doze afirmações referentes a preferências de viagem e percepção de segurança do bairro. 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 primeiras nove afirmações procuram traduzir um conceito geral de preferência ou predisposição à escolha de um modo de viagem. As últimas três procuram identificar a percepção de segurança pública e de tráfego sobre o bairro.

6.2.3 *Variáveis*

A frequência diária de viagens a pé próximos à residência foi expressa como o número de viagens a pé realizadas num dia, pelos indivíduos pertencentes à amostra, dentro de um raio de 500 m a partir do centro geométrico do setor de residência. Para fins de modelagem, o número de viagens a pé foi tratado como uma variável ordinal com quatro níveis: 0, 1, 2, 3 ou mais viagens. Os pontos de corte foram definidos analisando o histograma da variável.

As variáveis preditoras foram divididas em três categorias: (i) aquelas socioeconômicas relacionadas aos indivíduos e suas famílias; (ii) aquelas relacionadas aos bairros; e (iii) aquelas relacionadas a atitudes e percepções dos indivíduos. Atributos socioeconômicos dos indivíduos (por exemplo, idade, sexo) e suas famílias (por exemplo, renda, número de automóveis) foram obtidos a partir das respostas à pesquisa domiciliar realizada. Atributos dos bairros foram obtidos de diferentes fontes, processando os dados através de Sistema de Informação Geográfica (GIS). Atributos atitudinais e percepções do bairro foram obtidos a partir das respostas à pesquisa domiciliar realizada e agrupados em variáveis latentes utilizando um modelo de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC).

A influência da estrutura urbana no padrão de viagens foi analisada através do modelo expandido de “5Ds”. Nesse modelo, as características da estrutura urbana são representadas por características principais ou dimensões que começam em inglês com a letra “D”. Originalmente, se expressava a estrutura urbana através de três dimensões, propostas por Cervero e Kockelman (1997), conhecidas como “3Ds” (*density, diversity, design*): densidade, diversidade de uso do solo, desenho urbano. Posteriormente, foram agregadas duas dimensões (Ewing *et al.*, 2009) formando as “5Ds” (*density, diversity, design, distance to transit, destination accessibility*): densidade, diversidade de uso do solo, desenho urbano, distância até o transporte público e acessibilidade ao destino.

Densidade refere-se à intensidade do uso do solo para habitação, emprego, e outras finalidades. Diversidade reflete o grau de heterogeneidade de uso do solo. Geralmente é medida através do índice de entropia, o qual avalia o equilíbrio na distribuição do uso do solo dentro de determinada área. Desenho urbano refere-se à qualidade do meio ambiente para caminhadas e à configuração física das redes viárias. Distância ao transporte público reflete a acessibilidade ao transporte público. Acessibilidade ao destino da viagem refere-se ao acesso, de todas as parcelas da população, a centros atratores de viagens (emprego, educação, saúde, compras). Dados de densidade populacional e residencial foram obtidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) do Censo Demográfico do ano 2000. Os dados do desenho de vias provieram da base de logradouros do município atualizada pela PROCEMPA (Cia. de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre). Dados relacionados a uso do solo e comércios e serviços foram fornecidos pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre

(PMPA). Finalmente, os dados sobre transporte coletivo foram obtidos através da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC).

Cada dimensão da estrutura urbana pode ser caracterizada através de diferentes variáveis, as quais foram medidas para uma área circular (*buffer-ring*) de 500 m de raio em torno dos centroides de cada um dos setores censitários selecionados. As variáveis candidatas e as fontes de obtenção dos dados são apresentadas na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 -Variáveis da estrutura urbana do bairro de residência (500m)

Dimensão	Variáveis Candidatas	Fonte de dados
Densidade	<i>Densidade de Domicílios</i> (Nº de domicílios por km ²) <i>Densidade Populacional</i> (Nº de habitantes por km ²)	IBGE
Diversidade de uso do solo	<i>Entropia</i> (escala entre 0 e 1, 1=uso misto em percentuais iguais, 0=uso homogêneo)	PMPA-IPTU
Desenho urbano	<i>% de Interseções 4 aproximações</i> (em “cruz”) <i>Comprimento Médio da Quadra</i> (m) <i>Declividade</i> <i>Nº Acidentes por ano</i> (totais e envolvendo pedestres)	PROCEMPA EPTC
Disponibilidade de transporte público	<i>Frequência</i> : nº total de viagens de cada linha que serve a área <i>Cobertura</i> : \sum nº de pontos de parada de ônibus de cada linha que serve a área / Superfície da área <i>Capacidade</i> : \sum nº de lugares por linha* distância percorrida pelo ônibus na área/ população total da área.	EPTC
Acessibilidade no destino	<i>Densidade de Comércio e Serviços</i> (Nº estabelecimentos/km ²)	PMPA -SMIC

6.2.4 Modelagem

A modelagem seguiu uma abordagem sequencial em duas etapas. Primeiro, foram estimados modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC), por meio de equações estruturais, usando os dados atitudinais coletados. Um modelo estrutural representa a teoria com um conjunto de equações estruturais, as quais buscam explicar as relações entre múltiplas variáveis. Tais equações descrevem todas as relações entre construtos ou variáveis latentes envolvidos na análise. A variável ou construto latente é um conceito inobservável que o pesquisador pode definir em termos teóricos, mas que não pode ser diretamente medido. Entretanto, pode ser representado ou medido por uma ou mais variáveis (indicadores) (Hair *et al.*, 2010). Assim, os modelos MIMIC são um caso particular de modelos de equações estruturais, onde as variáveis latentes são explicadas por uma série de atributos objetivos (observáveis), causas da variável latente (indicadores formativos). Ao mesmo tempo, existem outras variáveis que são chamados de indicadores reflexivos, ou simplesmente indicadores, e

são as que o modelador observa e utiliza para estimar a variável latente. Os indicadores reflexivos (indicadores), ao contrário dos indicadores formativos (causas), são causados pela variável latente. Assim, nos modelos MIMIC as influências de indicadores de formação sobre variáveis latentes são avaliados através do seu impacto sobre os indicadores reflexivos. O erro resulta da incapacidade de explicar por completo essas medidas.

Posteriormente, foi realizada a modelagem comportamental, incluindo variáveis atitudinais e os valores ajustados do primeiro passo. Assim, foram estimados modelos logit ordenados para a frequência de viagens a pé próximos da residência. A variável dependente y assume os valores 0, 1, 2 e 3 se o indivíduo realizar, respectivamente, zero, uma, duas, e três ou mais viagens. Neste modelo, a probabilidade generalizada do indivíduo estar em determinada categoria j é dada por (Equação 2):

$$\text{Prob}(y = j) = L(\mu_j - \beta'x) - L(\mu_{j-1} - \beta'x) \quad (2)$$

onde L representa a distribuição logística acumulada (Equação 3) e os μ_s são os pontos de corte. Neste caso a variável dependente possui quatro categorias, logo, existem três pontos de corte.

$$L(\beta'x) = \frac{e^{\beta'x}}{1 + e^{\beta'x}} \quad (3)$$

A estimação do modelo é pelo método de máxima verossimilhança. Os coeficientes refletem os efeitos marginais das variáveis independentes sobre as chances de estar numa categoria superior. Foram estimados modelos para quatro variáveis dependentes de frequência de viagens a pé próximos à residência: (i) viagens utilitárias (não recreacionais); (ii) viagens utilitárias e de acesso a outros modos de transporte; (iii) viagens utilitárias e recreacionais; e (iv) todas as viagens a pé próximas da residência (utilitárias, de acesso a outros modos de transporte e recreacionais). Viagens para realizar exercício e por lazer, e viagens que começaram e terminaram no domicílio foram identificadas como viagens recreacionais. Outras viagens foram identificadas como utilitárias, as quais consistiram em viagens derivadas do desejo de aceder a um destino, como ir ao trabalho, compras, levar ou pegar um parente em algum lugar, visitar um amigo. Os fatores que influenciam estas duas categorias de viagem podem diferir significativamente.

A seleção das variáveis independentes incluídas no modelo foi baseada num processo de eliminação regressiva (*backward elimination*), usando um nível de significância de 0,15, para reduzir a possibilidade de eliminar variáveis importantes e visando minimizar os impactos de multicolinearidade. Alguns níveis das variáveis categóricas foram agrupados, pois não apresentaram diferença significativa entre as categorias pesquisadas inicialmente. A estimação dos modelos de frequências foi realizada no programa computacional Stata 11.0. A Tabela 6.2 apresenta as estatísticas descritivas para as variáveis dependentes e explicativas utilizadas nos modelos preditivos com melhor ajuste.

Tabela 6.2-Estatística descritiva das variáveis dependentes e independentes

	N=884	
	Média	Desvio padrão
Variáveis Dependentes		
<i>Viagens a pé utilitárias (n°)</i>	0,89	1,47
<i>Viagens a pé utilitárias + acesso a outros modos (n°)</i>	1,34	1,54
<i>Viagens a pé utilitárias + recreacionais (n°)</i>	0,97	1,49
<i>Viagens a pé utilitárias + recreacionais+acesso a outros modos (n°)</i>	1,42	1,55
Viagem e socioeconômicas		
<i>N° Automóveis/dom (n°)</i>	0,83	0,75
<i>Idade (anos)</i>	43,00	17,70
<i>Disponibilidade de automóvel (1,0)</i>	0,43	0,49
<i>Sexo (1,0)</i>	0,45	0,50
<i>Renda Alta (1: >R\$ 6.500, 0:outro)</i>	0,40	0,49
<i>Renda Média (1:3.300 até R\$ 6.500, 0:outro)</i>	0,24	0,42
<i>Renda Baixa (1: < R\$ 3.300, 0:outro)</i>	0,36	0,48
<i>Grau de Instrução Baixo (1: não alfabetizado, 0:outro)</i>	0,03	0,17
<i>Grau de Instrução Médio (1:1ª grau ou 2ª grau com/incom, 0:outro)</i>	0,58	0,49
<i>Grau de Instrução Alto (1: Superior ou Pós-graduação com/incom, 0:outro)</i>	0,39	0,49
<i>Local de trabalho (1:fora; 0:casa)</i>	0,58	0,49
Estrutura urbana		
<i>Densidade Populacional (N° de habitantes por km²), círculo 500m</i>	12.807,14	5813,37
<i>% de Interseções 4 aproximações, círculo 500m</i>	0,35	0,15
<i>Declividade (%), círculo 500m</i>	3,5	2,7
<i>Densidade Comércios e Serviços (N° estab/km²), círculo 500m</i>	1.149,27	1.621,98
<i>Frequência de ônibus (n° total de viagens das linhas que servem a área), círculo 500m</i>	3.387,34	3.696,34

As variáveis explicativas e as dependentes mostraram variabilidade elevada entre os bairros amostrados. A distribuição dos entrevistados por faixa etária e sexo foi levada em consideração durante a coleta de dados domiciliar, mantendo a mesma distribuição da população observada no censo do ano 2010 em Porto Alegre. Aproximadamente 60% da amostra pesquisada realizou pelo menos uma viagem a pé no dia anterior e somente 7% da

amostra realizou alguma viagem recreacional (exercício, lazer, passear com o cachorro). A Figura 6.1 apresenta a distribuição de frequência de viagens a pé no entorno do domicílio. Os entrevistados realizaram mais deslocamentos a pé no entorno do domicílio do que em outras regiões da cidade, 50% do total de viagens realizadas pelos entrevistados foram a pé próximas da residência e 22% foram a pé longe da residência. Ainda, 32% das viagens a pé próximas da residência foram viagens de acesso ao outros modos de transporte (caminhada até a parada de transporte coletivo, estacionamento).

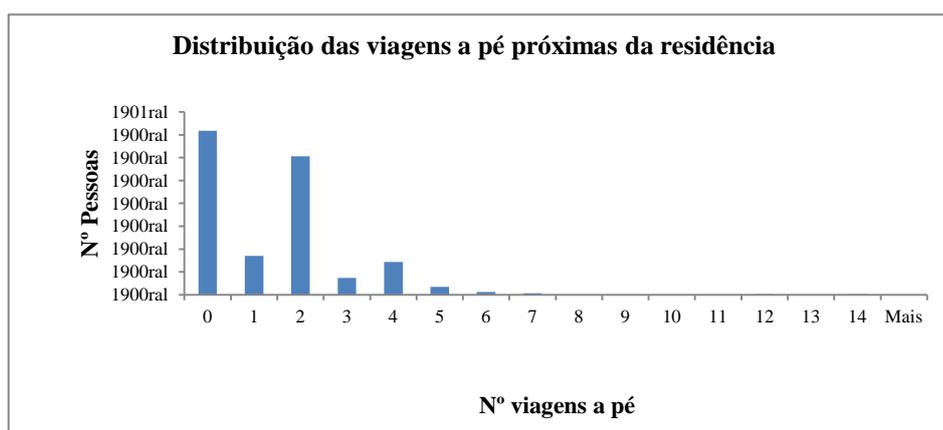


Figura 6.1- Histograma de viagens a pé no entorno do domicílio

6.3 MODELAGEM DOS INDICADORES ATITUDINAIS

Indicadores atitudinais foram obtidos a partir das respostas à pesquisa domiciliar, a qual continha nove afirmações referentes a preferências ou predisposição à escolha de um modo de viagem e três referentes à percepção de segurança do bairro. Cada entrevistado indicou seu grau de concordância com cada afirmação utilizando uma escala continua entre zero, “discordo completamente”, e dez, “concordo completamente”.

O primeiro passo do processo de modelagem foi uma análise fatorial exploratória. A análise fatorial é uma técnica de análise estatística multivariada criada para identificar estruturas em conjuntos de variáveis observadas (HAIR *et al.*, 2010), explicitando a inter-relação entre elas, com o objetivo de identificar novas variáveis (construtos). 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.*, 2010). Numa primeira etapa da modelagem dos atributos atitudinais, foi realizada uma análise exploratória para determinar quantas variáveis latentes (construtos) poderiam ser extraídas dos indicadores atitudinais.

Com base nos resultados desta análise, foi conduzida uma análise fatorial confirmatória. Esta análise foi realizada para testar a validade da estrutura de variável latente obtida na etapa anterior, e com base na teoria por trás, foi possível atribuir nomes aos construtos e ter expectativas de sinal de carregamento de alguns indicadores. Finalmente, a partir dos resultados da análise confirmatória e adicionando aos indicadores atitudinais algumas variáveis explicativas que podem causar efeito na variável latente, foi proposto um modelo de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC).

Assim, foram extraídas três variáveis latentes: (i) *Pro_caminhada_tp*, que indica uma predisposição a utilização do modo a pé ou transporte público nos deslocamentos diários; (ii) *Pro_automóvel*, indica uma predisposição à utilização do automóvel; (iii) *Segurança_bairro*, refere-se a percepção de segurança pública e de tráfego na proximidade da residência. A estrutura do modelo MIMIC proposto é apresentada na Figura 6.2.

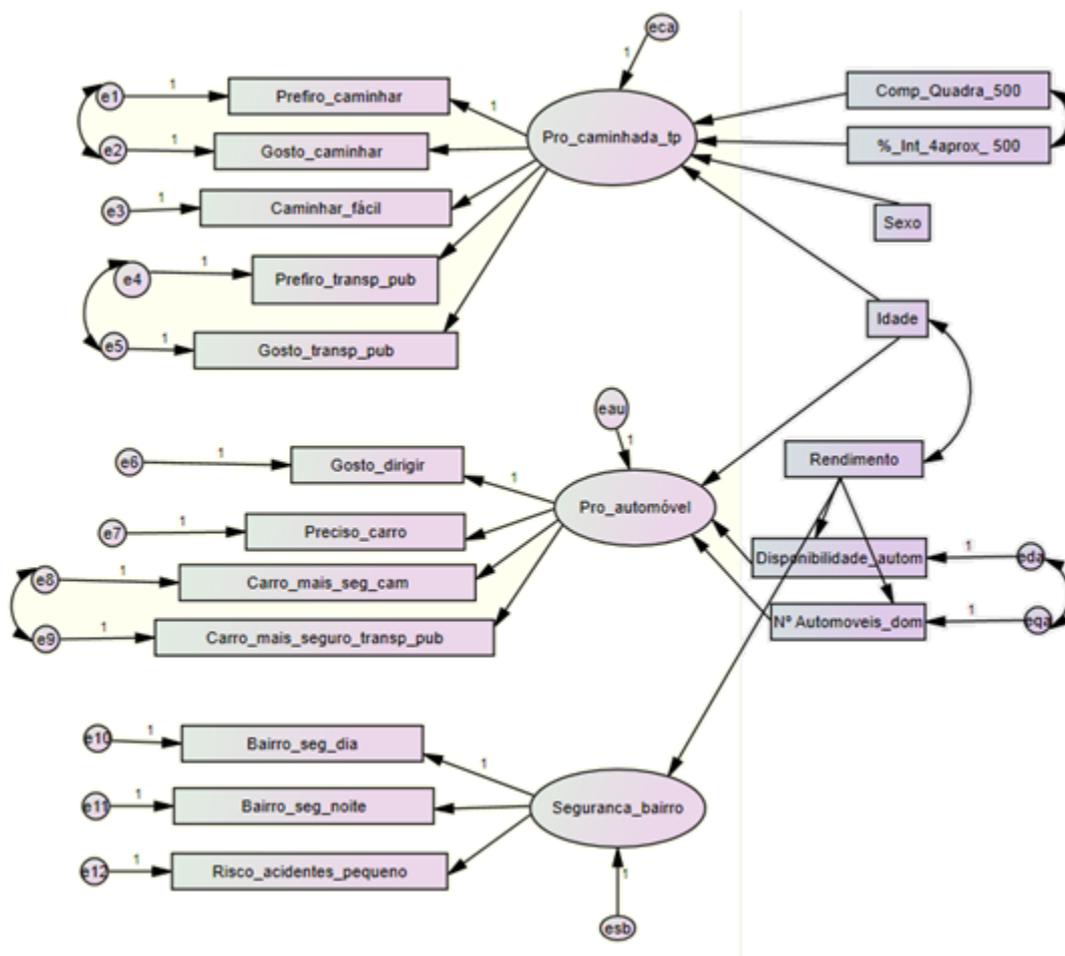


Figura 6.2- Diagrama de caminhos do modelo MIMIC

O diagrama de caminhos é a representação gráfica dos relacionamentos entre as variáveis de um modelo de equações estruturais. Nele, as variáveis observadas são representadas por retângulos, as variáveis latentes, por círculos, e seus relacionamentos por setas. Uma seta reta com uma única ponta indica o caminho ou a relação de causa entre duas variáveis; e uma seta curva com duas pontas entre duas variáveis representa uma covariância. As Equações 4 a 20 mostram as relações entre as variáveis explicativas, constructos latentes e indicadores observados (efeitos).

$$Pro_caminhada_tp = \beta_{quadra} Comp_Quadra_500 + \beta_{int_4vias} \%_int_4aprox_500 + \beta_{sexo} Sexo + \beta_{idade} Idade + e_{ca} \quad (4)$$

$$Pro_automovel = \beta_{idade_2} Idade + \beta_{Dispon_auto} Disponibilidade_autom + \beta_{Qriade_auto} N^\circ Automoveis / dom + e_{au} \quad (5)$$

$$Seguran\c{c}a_bairro = \beta_{rendiment} Rendimento + e_{sb} \quad (6)$$

$$Prefiro_ca\ min\ har = L_{Pref_cam} Pro_ca\ min\ hada_tp + e_1 \quad (7)$$

$$Gosto_ca\ min\ har = L_{gosto_ca\ min\ har} Pro_ca\ min\ hada_tp + e_2 \quad (8)$$

$$Ca\ min\ har_facil = L_{ca\ min\ har_fac} Pro_ca\ min\ hada_tp + e_3 \quad (9)$$

$$Prefiro_transp_pub = L_{transp_pubc} Pro_ca\ min\ hada_tp + e_4 \quad (10)$$

$$Gosto_transp_pub = L_{gosto_tp} \cdot Pro_ca\ min\ hada_tp + e_5 \quad (11)$$

$$Gosto_dirigir = L_{gosto_dirig} \cdot Pro_automovel + e_6 \quad (12)$$

$$Preciso_carro = L_{prec_carro} \cdot Pro_automovel + e_7 \quad (13)$$

$$Carro_mais_seg_cam = L_{seg_cam} \cdot Pro_automovel + e_8 \quad (14)$$

$$Carro_mais_seg_trasnp_pub = L_{seg_tp} \cdot Pro_automovel + e_9 \quad (15)$$

$$Bairro_seg_dia = L_{seg_dia} \cdot Seguran\c{c}a_bairro + e_{10} \quad (16)$$

$$Bairro_seg_noite = L_{seg_noite} \cdot Seguran\c{c}a_bairro + e_{11} \quad (17)$$

$$Risco_acidentes_pequeno = L_{acidentes} \cdot Seguran\c{c}a_bairro + e_{12} \quad (18)$$

$$Dispon_auto = L_{rend_da} \cdot Rendimento + e_{da} \quad (19)$$

$$Qtidade_auto = L_{rend_qa} \cdot Rendimento + e_{qa} \quad (20)$$

onde β_i são os coeficientes paramétricos da relação de causalidade entre as variáveis explicativas e latentes; L_j são os coeficientes paramétricos da relação reflexiva entre constructo latente e indicadores observados, e_{ca} , e_{au} e e_{sb} são termos de erro residual relacionados com todas as causas não medidas nas variáveis latentes especificadas; e_1 a e_{12} , e_{da} , e_{qa} são termos de erro de medição não observados associados com cada indicador.

O modelo proposto foi estimado no programa AMOS 12.0. Os resultados são apresentados na Tabela 6.3.

O modelo proposto apresentou índices de ajuste satisfatórios. Para avaliar o ajuste geral do modelo foi utilizado o índice GFI (*Goodness-of-Fit Index*) e o RMSEA (*Root Mean Square Error of Aproximation*) (Tabela 6.3). O índice GFI considera a quantidade de variância e covariância da matriz observada que é reproduzida pela matriz estimada (Schumacker e Lomax, 1996). O índice tem amplitude de zero a 1, sendo que valores perto de 1 indicam bom ajuste (Hair *et al.*, 2010). O RMSEA mede as das discrepâncias entre a matriz predita e a observada, levando em consideração os graus de liberdade, sendo sensível ao número de parâmetros estimados no modelo. Valores menores que 0,10 indicam um ajuste aceitável. O modelo proposto apresenta o valor do índice GFI de 0,879, próximo de 1, e a medida RMSEA é 0,093, inferior a 0,10, sugerindo ajuste satisfatório do modelo.

Tabela 6.3-Resultados da estimação dos modelos MIMIC

Variável Dependente	Causa	Estimativa	E.P	C.R.	P
<i>Disponibilidade_autom</i>	<--- <i>Rendimento</i>	,172	,012	13,980	***
<i>Nº Auromoveis/dom</i>	<--- <i>Rendimento</i>	,358	,017	21,328	***
<i>Pro_caminhada_tp</i>	<--- <i>Sexo (1-Masc,0-Fem)</i>	-,455	,153	-2,968	,003
<i>Pro_caminhada_tp</i>	<--- <i>%_Int_4 aprox_500</i>	,075	,040	1,855	,064
<i>Pro_caminhada_tp</i>	<--- <i>Comp_Quadra_500</i>	-,013	,004	-2,917	,004
<i>Pro_caminhada_tp</i>	<--- <i>Idade</i>	,019	,004	4,228	***
<i>Pro_automóvel</i>	<--- <i>Idade</i>	-,020	,006	-3,141	,002
<i>Seguranca_bairro</i>	<--- <i>Rendimento</i>	,145	,075	1,937	,053
<i>Pro_automóvel</i>	<--- <i>Nº Auromoveis/dom</i>	,414	,183	2,257	,024
<i>Pro_automóvel</i>	<--- <i>Disponibilidade_autom</i>	1,349	,289	4,671	***
<i>Prefiro_caminhar</i>	<--- <i>Pro_caminhada_tp</i>	1,000			
<i>Gosto_caminhar</i>	<--- <i>Pro_caminhada_tp</i>	1,040	,046	22,554	***
<i>Caminhar_fácil</i>	<--- <i>Pro_caminhada_tp</i>	1,655	,112	14,838	***
<i>Carro_mais_seg_transp_pub</i>	<--- <i>Pro_automóvel</i>	,234	,049	4,769	***
<i>Prefiro_transp_pub</i>	<--- <i>Pro_caminhada_tp</i>	1,051	,072	14,665	***
<i>Gosto_transp_pub</i>	<--- <i>Pro_caminhada_tp</i>	,711	,061	11,690	***
<i>Gosto_dirigir</i>	<--- <i>Pro_automóvel</i>	1,000			
<i>Preciso_carro</i>	<--- <i>Pro_automóvel</i>	,999	,126	7,931	***
<i>Carro_mais_seguro_cam</i>	<--- <i>Pro_automóvel</i>	,225	,047	4,825	***
<i>Risco_acidentes_pequeno</i>	<--- <i>Seguranca_bairro</i>	,273	,095	2,861	,004
<i>Bairro_seg_dia</i>	<--- <i>Seguranca_bairro</i>	1,000			
<i>Bairro_seg_noite</i>	<--- <i>Seguranca_bairro</i>	,530	,176	3,010	,003
Number of estimated parameters		47			
Degrees of freedom (df)		143			
GFI		0.879			
RMSEA		0.093			

A significância dos parâmetros foi avaliada através do teste estatístico Razão Crítica (CR – *Critical Ratio*) e a probabilidade associada ao mesmo. A estatística CR é obtida pela estimativa do parâmetro dividida pelo seu erro padrão, funcionando similar à estatística z, testando a hipótese que a estimativa seja estatisticamente diferente de zero. A maioria dos parâmetros do modelo proposto foram significativos para um nível de significância de 5%. A variável *%_Int_4 aprox_500* foi significativa a um nível de significância de 10%.

Os sinais dos parâmetros obtidos foram de acordo com as hipóteses realizadas no modelo proposto. As causas relacionadas ao número de interseções de quatro aproximações (*%_Int_4 aprox_500*) e ao comprimento de quadras (*Comp_Quadra_500*) representam a conectividade viária no entorno da residência. A primeira com sinal positivo e a segunda com sinal negativo, confirmam a suposição realizada que bairros com maior conectividade viária, caracterizados por maior número de interseções de quatro aproximações e quadras mais curtas, incentivam a predisposição a caminhar. Uma rede viária bem conectada pode representar uma redução na distância de viagem e maior número de caminhos ou rotas

disponíveis ao pedestre tanto para acessar ao destino da viagem ou à parada de transporte público, estimulando a atitude em favor da caminhada e do transporte público.

As restantes variáveis explicativas da predisposição à escolha do modo de transporte são variáveis socioeconômicas. Dentre elas, sexo e idade dos indivíduos foram identificadas como causas da atitude favorável à caminhada e ao transporte público, enquanto rendimento familiar mensal, idade, disponibilidade de automóvel e número de automóveis no domicílio foram identificadas como causas da predisposição à utilização do automóvel para os deslocamentos diários. Estes elementos são comentados a seguir.

Estudos sobre viagens de mulheres e homens têm encontrado diferenças significativas entre o comportamento e atitudes de viagem dos dois sexos. Mokhtarian (1997), por exemplo, revelou que as mulheres são mais propensas que os homens para alterar o seu comportamento de viagens por causa do congestionamento. Outro estudo, como o realizado por Matthies *et al.* (2002), concluiu que as mulheres estão mais dispostas do que homens para reduzir o uso do carro. Assim, foi postulada a mesma tendência para as diferenças de gênero em relação à predisposição à caminhada e ao uso do transporte público. Os resultados obtidos confirmaram esta suposição. As mulheres mostraram maior predisposição a utilizar o modo a pé e o transporte público do que os homens. Nos últimos anos, a participação das mulheres na População Economicamente Ativa aumentou significativamente. Entre 2002 e 2011, a população feminina no Brasil passou de 88,9 milhões para 99 milhões de pessoas, o que mostra um crescimento de 11,5%. Em compensação, o número de mulheres com carteira assinada cresceu mais expressivamente no mesmo período (53,4%), ao passar de 9,5 milhões para 14,7 milhões de brasileiras (IBGE, 2012). No entanto, este aumento não se traduziu na divisão em partes iguais das tarefas domésticas e atividades de manutenção do lar e dos filhos entre mulheres e homens, embora a disparidade talvez tenha se tornado menos gritante ao longo dos últimos 30 anos. As mulheres geralmente arcam com as responsabilidades diárias do lar e realizam atividades diárias como levar e pegar os filhos, realizar compras, etc. Assim como as atividades e comportamento de viagens das mulheres diferem das do homem, é razoável que a predisposição à escolha de modo de viagem também difira. Muitos trabalhos, como os realizados por Boarnet e Sarmiento (1998), Best e Lanzendorf (2005), Polk (2003, 2004) acharam que as mulheres são mais propensas a adotar comportamentos de transporte sustentável em comparação com os homens. Ainda, o rendimento das mulheres brasileiras continua inferior ao dos homens. Em 2011, elas recebem, em média, 72,3% do salário

masculino, proporção que se mantém inalterada desde 2009 (IBGE, 2012). Provavelmente, a desvantagem financeira referente a menor rendimento mensal, em relação aos homens, também influencia na predisposição a caminhar ou utilizar transporte público.

O modelo mostra que a idade influencia significativamente a atitude em relação à escolha de modo de transporte. Assim, os resultados obtidos indicam que indivíduos de mais idade são mais predispostos a caminhar ou usar transporte público e menos predispostos à utilização do automóvel. A influência da idade no comportamento de viagem varia conforme a faixa etária. Jovens e idosos utilizam mais o transporte público e a caminhada e menos o automóvel, seja por indisponibilidade de automóvel ou por limitações próprias da idade. Entretanto, a atitude de viagem não sempre coincide com o comportamento. Jovens, embora geralmente não utilizem automóvel com a mesma frequência que adultos, gostam de dirigir. Os carros são símbolos de status e dão aos adolescentes e jovens liberdade de não ter que andar de ônibus.

Ainda, conforme os resultados do modelo, indivíduos com maior renda tendem a possuir mais automóveis no domicílio e têm uma disponibilidade maior de automóvel. Estudos como, por exemplo, o realizado por Diemen *et al.* (2002) evidenciam que pessoas com rendimentos mais elevados são mais favoráveis a possuir e utilizar automóvel do que famílias de baixa renda. Modelos de demanda por veículos realizados no Brasil apontam que a venda interna de veículos é uma função de vários elementos, entre eles a renda (IPEA, 2009). Esta disponibilidade provavelmente cause uma predisposição maior à utilização do automóvel para os deslocamentos diários. Renda, idade e gênero foram encontrados na literatura como elementos que influenciam fortemente o comportamento de viagem (Guiliano, 2003; Guiliano e Narayan, 2003; Guiliano e Dargay, 2006). O modelo proposto evidencia que estes elementos também influenciam significativamente a predisposição à escolha do modo de transporte.

Em relação à variável latente relativa à segurança do bairro (*Segurança_bairro*) a única causa significativa identificada foi o rendimento familiar mensal. O sinal positivo obtido indica que indivíduos com maior renda tendem a perceber seus bairros mais seguros, em relação a assaltos e acidentes de trânsito, do que indivíduos de menor renda. Estudos que relacionam percepção de segurança pública e ingressos, como os realizados por Community Count (2008) e Mulvey (2002), encontraram resultados similares. Nesses estudos moradores

de bairros de renda mais elevada qualificaram melhor a qualidade de vida e se sentiam mais seguros em sua vizinhança do que residentes de bairros com renda inferior. Percepção de segurança e baixos índices de criminalidade são considerados importantes ingredientes de uma boa qualidade de vida. Qualidade de vida e segurança estão relacionadas com características contextuais, crenças e experiências de indivíduos e grupos que residem em lugares específicos, ambas refletem as complexas relações entre pessoas e comunidades (Gallagher, 1993; Lewis, 1996). Portanto, existe uma correlação entre estas duas características. Bairros de maior renda geralmente estão associados com melhor qualidade de vida. Isto pode ser observado no cálculo de indicadores de qualidade de vida aplicados no Brasil, como é o caso do Índice de Desenvolvimento Socioeconômico - IDESE. Assim, provavelmente, a percepção de segurança relatada pelos residentes seja influenciada por outros elementos, como o bem-estar ou satisfação que os residentes sentem no seu bairro.

Por sua vez, o modelo de mensuração mostra que mudanças na variável latente referente à predisposição a caminhar e uso de transporte público (*Pro_caminhada_tp*) pode refletir-se nos seguintes indicadores: (i) preferência pela caminhada e transporte público frente à utilização do automóvel; (ii) gosto por caminhar e usar transporte público; e (iii) pela facilidade que oferece a caminhada frente ao automóvel. A variável latente relativa à predisposição de utilização do automóvel (*Pro_automóvel*) pode ser medida através dos indicadores: (i) gosto por dirigir, (ii) necessidade do carro para realizar as atividades diárias; e (iii) segurança do carro frente a outros modos. Finalmente, os indicadores relacionados à segurança pública e de tráfego refletem a variável latente *Segurança_bairro*.

6.4 RESULTADOS DA MODELAGEM COMPORTAMENTAL

Os resultados dos modelos selecionados, dentre os estimados, são apresentados nas Tabelas 6.4 e 6.5. A Tabela 6.4 sintetiza os resultados da modelagem de frequência de viagens a pé próximos à residência para: (i) viagens utilitárias, e (ii) viagens utilitárias e recreacionais. A Tabela 6.5 mostra os resultados dos modelos para: (iii) viagens utilitárias e de acesso a outros modos de transporte, e (iv) todas as viagens a pé próximas da residência (utilitárias, de acesso a outros modos de transporte e recreacionais). Os coeficientes refletem os efeitos marginais das variáveis independentes sobre as chances de realizar maior ou menor número

de viagens a pé. Coeficientes positivos indicam que uma variável aumenta a probabilidade da realização de viagens a pé, enquanto os negativos indicam o oposto.

Tabela 6.4 - Modelos logit ordenados para prever a probabilidade de realização de viagens a pé: utilitárias e recreação

Variáveis	Viagens utilitárias		Viagens utilitárias e recreação	
	Coeficientes	Valor-p	Coeficientes	Valor-p
Viagem e sócioeconômicas				
<i>Nº automóveis/domicílio</i>	-	-	-	-
<i>Idade (anos)</i>	-0,020	0,000	-0,010	0,015
<i>Sexo (1-masc, 0-fem)</i>	-	-	-0,221	0,116
<i>Renda Média (1,0)</i>	-0,335	0,074	-0,374	0,043
<i>Renda Alta (1,0)</i>	-0,912	0,000	-0,831	0,000
<i>Grau Instrução Médio (1,0)</i>	-0,668	0,120	-	-
<i>Grau Instrução Alto (1,0)</i>	-1,058	0,025	-	-
Estrutura urbana				
<i>Densidade Populacional, 500m</i>	2,72E-05	0,066	3,40E-05	0,014
<i>% de Interseções 4 aproximações, 500m</i>	2,136	0,0010	1,644	0,003
<i>Declividade, 500m</i>	-6,203	0,027	-5,391	0,045
<i>Densidade Comércio e Serviços, 500m</i>	1,216E-04	0,012	1,16E-04	0,013
Predisposições de viagem				
<i>Pro-caminhada_tp</i>	0,111	0,009	0,105	0,010
<i>Pro-automóvel</i>	-0,073	0,065	-0,095	0,010
μ_1		-0,215		0,537
μ_2		0,022		0,909
μ_3		1,494		2,342
		Número de observações = 884		Número de observações = 884
		LR Qui_Quad. (11)=138,30		LR Qui_Quad. (10)= 123,83
		Prob> Qui_Quadrado=0,00		Prob> Qui_Quadrado =0,00
		Log likelihood=-798,97		Log likelihood=-890,03
		Pseudo-R ² = 0,08		Pseudo-R ² = 0,07

Os resultados apresentados na Tabela 6.4 para as “viagens utilitárias” e “viagens utilitárias e recreacionais” não apresentaram diferenças significativas em relação aos parâmetros e ajuste geral do modelo. As viagens de recreação representam uma parcela muito pequena em relação às viagens utilitárias, apenas 8%, não influenciando de forma significativa os resultados obtidos em ambos os modelos. O ajuste geral foi avaliado através do teste da razão de verossimilhança, o qual mostra que os modelos obtidos são estatisticamente significativos em relação ao modelo sem preditores (Prob Qui Quadrado <0,05, nível de significância de 5%). Os valores de Pseudo-R² são baixos, mas similares aos encontrados em outros estudos (Cao *et al.*, 2006; Sehatzadeh *et al.*, 2011). Nos modelos apresentados na Tabela 6.4, quatro variáveis da estrutura urbana foram preditores significativos, acrescentando poder explicativo às variáveis socioeconômicas. Elas são:

Densidade Populacional, % de Interseções 4 aproximações, Declividade, Densidade Comércios e Serviços.

Bairros com alta densidade populacional e alta densidade de comércios e serviços permitem concentrar e aproximar origens e destinos de viagens, brindando mais oportunidades para deixar o automóvel em casa e caminhar até o destino. Pela natureza do cálculo, geralmente se utilizam dimensões separadas para caracterizar a densidade na origem, densidade populacional ou residencial, e no destino, densidade de comércios, empregos ou outras oportunidades de destinos de viagem. Mas é a relação sinérgica entre as duas que afeta o padrão de viagens. Conjuntos de vivendas, condomínios, ou conjuntos habitacionais localizados em área suburbana, por exemplo, longe de serviços básicos, podem apresentar densidades populacionais ou residenciais altas. Entretanto, isto não reduz a necessidade de utilizar modos motorizados ou viajar distâncias consideráveis para realizar atividades diárias. Os modelos apresentados captaram essa integração, mostrando que valores altos de densidade populacional e de comércios e serviços estimulam os deslocamentos a pé. Esse efeito positivo da densidade na promoção de viagens a pé coincide com os resultados encontrados em outros estudos, como os realizados por Boarnet *et al.*(2008), Chatman (2009), Ewing *et al.*(2009), Frank *et al.*(2009), Naes (2005).

A variável *% de Interseções 4 aproximações* foi calculada como a relação entre o número de interseções em “cruz” (4 aproximações) e o número de interseções totais numa área circular de 500 m (com origem no centro geométrico do setor censitário de residência). É uma medida frequentemente utilizada (Boarnet *et al.*, 2009; Ewing *et al.*, 2009) para indicar a configuração viária, a qual pode ser em forma de grelha, ou apresentar configuração com curvas. Padrões viários em forma de grelha são representados por um número alto de interseções em “cruz”, em detrimento de interseções em T ou *cul-de-sacs*. Os modelos apresentados mostraram que configurações viárias em forma de grelha, com muitas interseções, estimulam os deslocamentos a pé, pois aumentam a conectividade, oferecendo maiores oportunidades de rotas entre origem e destino. Comparando os coeficientes padronizados dos modelos apresentados, é possível observar que, dentre as variáveis da estrutura urbana, esta é a que apresentou poder preditivo maior. Esse resultado coincide com o encontrado por Cervero *et al.* (2009) para a cidade de Bogotá.

A variável *Declividade* mostrou ser um preditor significativo na decisão de realizar viagens a pé. A topografia da cidade apresenta aclives e declives que dificultam os deslocamentos não motorizados. Aclives acentuados desestimulam a caminhada.

Os resultados apresentados na Tabela 6.4 mostram que pessoas de maior renda e grau de instrução realizam menos viagens a pé. Ainda, pessoas mais novas caminham mais para ir ao trabalho, compras, ou outras viagens utilitárias. A análise dos coeficientes padronizados das variáveis evidencia que variáveis socioeconômicas apresentam maior poder preditivo para explicar a decisão de realizar viagens a pé do que variáveis da estrutura urbana. A alta renda é o fator principal para desestimular a caminhada.

Ainda, os resultados obtidos fornecem suporte à necessidade de controlar a auto-seleção residencial. As preferências de viagem podem induzir a uma auto-seleção dos indivíduos em bairros de residência consistentes com suas preferências, resultando em um viés do impacto da estrutura urbana. Os resultados mostraram que as preferências de viagem são significativas nos modelos analisados. A inclusão destas variáveis latentes resultou numa melhoria no ajuste do modelo de escolha discreta. Foram estimados modelos similares aos apresentados na Tabela 6.4, mas excluindo as variáveis latentes referentes às predisposições de modo de transporte como variáveis explicativas. O valor de pseudo- R^2 para estes modelos foi de 0,07 para viagens a pé utilitárias e 0,05 para utilitárias e recreação. Portanto, não incluir as variáveis latentes nos modelos de escolha discreta seria omitir variáveis que melhoram o comportamento do modelo, podendo levar a estimativas inconsistentes dos parâmetros. Resultados similares foram encontrados por Ben-Akiva *et al.* (1999). Assim, incluir as preferências de viagens como variáveis de controle, permite avaliar o real impacto da estrutura urbana no padrão de viagens.

Ao adicionar as viagens de acesso a outros modos de transporte, como por exemplo a caminhada até a parada de transporte coletivo ou estacionamento, às viagens anteriores, foram obtidos os modelos apresentados na Tabela 6.5. Assim como nos resultados anteriores, ambos os modelos apresentados nesta tabela, considerando ou não as viagens recreacionais, foram similares e apresentaram ajuste satisfatório (Prob Qui Quadrado $<0,05$, nível de significância de 5%).

Nos modelos apresentados na Tabela 6.5, a variável *% de Interseções 4 aproximações* foi novamente um preditor significativo. Porém, ao incluir as viagens de

acesso, outras variáveis da estrutura urbana que foram significativas nos modelos anteriores, não mostraram influenciar a probabilidade de realizar maior ou menor número de viagens a pé. Nestes modelos, a frequência de ônibus na proximidade da residência mostrou ser um elemento importante. Linhas de ônibus que circulem na proximidade da residência, com alta frequência, estimula a caminhada para acessar ao transporte coletivo.

Tabela 6.5- Modelos logit ordenados para prever a probabilidade de realização de viagens a pé: utilitárias e acesso a outros modos, utilitárias, recreação e acesso a outros modos

Variáveis	Viagens utilitárias e acesso a outros modos		Viagens utilitárias, recreação e acesso a outros modos	
	Coefficientes	Valor-p	Coefficientes	Valor-p
<i>Viagem e sócio-econômicas</i>				
Nº automóveis/domicílio	-0,232	0,072	-	-
Idade (anos)	-0,024	0,000	-0,021	0,000
Sexo (1-masc, 0-fem)	-	-	-	-
Renda Média (1,0)	-0,249	0,150	-0,298	0,087
Renda Alta (1,0)	-1,109	0,000	-1,060	0,000
Grau Instrução Médio (1,0)	-	-	-0,633	0,100
Grau Instrução Alto (1,0)	-	-	-0,834	0,049
<i>Estrutura urbana</i>				
Densidade Populacional, 500 m	-	-	-	-
% de Interseções 4aproximações, 500 m	1,382	0,011	1,823	0,001
Declividade, 500m	-	-	-	-
Densidade Comércio e Serviços, 500 m	-	-	-	-
Frequência ônibus, 500 m	0,0001	0,002	0,0001	0,000
<i>Preferencias de viagem</i>				
Pro-caminhada_tp	0,076	0,047	0,095	0,013
Pro-automóvel	-0,077	0,041	-0,066	0,076
Disponibilidade autom.*Local trabalho				
	0 1	0,573	0,001	0,530
	1 0	0,793	0,004	0,651
	1 1	-0,398	0,052	-0,676
μ_1		-1,130		-1,512
μ_2		-0,769		-1,019
μ_3		1,289		0,976
		Número de observações = 884		Número de observações = 884
		LR Qui Quad. (11)=242,29		LR Qui Quad. (12)= 236,26
		Prob> Qui Quadrado=0,00		Prob> Qui Quadrado=0,00
		Log likelihood=-931,28		Log likelihood=-984,29
		Pseudo-R ² = 0,115		Pseudo-R ² = 0,107

As considerações sobre a influência das variáveis socioeconômicas no padrão de viagens a pé são similares às mencionadas na análise anterior (Tabela 6.4). Automóveis no domicílio, alta renda e grau de instrução, desestimulam a caminhada. A *Idade* mostrou também ser um preditor significativo, indivíduos mais novos caminham mais. A diferença dos

anteriores, nestes modelos a interação entre as variáveis *Disponibilidade de Autom.l* e *Local de trabalho* foi significativa. Pessoas que trabalham fora e possuem carro realizam menos viagens a pé, e as que trabalham fora, mas não dispõem de automóvel caminham mais. Provavelmente, muitas dessas viagens sejam até a parada de transporte coletivo. Porém, pessoas que dispõem de carro mas trabalham em casa ou não trabalham, realizam mais viagens a pé. Provavelmente, tenham maior flexibilidade de horário e escolham realizar as viagens rotineiras, próximas do domicílio, caminhando. A análise dos coeficientes padronizados das variáveis mostra que variáveis socioeconômicas apresentam alto poder preditivo para explicar a decisão de realizar viagens a pé, sendo a renda o elemento principal.

Variáveis atitudinais de predisposição de modo de transporte foram significativas. Aqueles que têm predisposição maior à caminhada e/ou transporte público, caminham mais, e aqueles que têm predisposição à utilização do automóvel caminham menos. A inclusão destas variáveis latentes resultou numa melhoria no ajuste do modelo de escolha discreta. As considerações sobre a influência das variáveis latentes nos modelos de escolha são similares às mencionadas na análise anterior, referente à Tabela 6.4. O valor de pseudo- R^2 para os modelos estimados excluindo as variáveis latentes das variáveis explicativas foi de 0,10 para ambas as variáveis dependentes apresentadas na Tabela 6.5. Portanto sua não inclusão pode levar a estimativas inconsistentes dos parâmetros. Controlar o efeito das preferências de modo na escolha residencial, reduz o viés na estimação da influência da estrutura urbana no padrão de deslocamentos a pé.

6.5 CONCLUSÕES

Estudos realizados em países desenvolvidos, fundamentalmente nos Estados Unidos, sugerem que elementos da estrutura urbana são preditores significativos de viagens não motorizadas, em particular de viagens a pé. Fatores como densidade populacional, diversidade de uso do solo e conectividade viária estão associados à utilização do modo a pé.

O estudo realizado fornece evidências que, na cidade de Porto Alegre, a estrutura urbana influencia o número de viagens a pé. Os resultados obtidos permitem concluir que bairros densos, com padrão viário em forma de grelha, topografia pouco acentuada e comércios e serviços próximos à residência estimulam as viagens a pé. A distribuição de uso do solo determina as localizações das atividades e condiciona as distâncias percorridas entre

os locais. 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. Maior conectividade viária, a qual está associada a uma maior oferta de rotas alternativas para realizar a viagem, mostrou ser, dentre as características da estrutura urbana, o elemento mais importante no estímulo dos deslocamentos a pé.

Porém, características socioeconômicas dos indivíduos são elementos chave para explicar o padrão de viagens. A decisão de realizar viagens a pé depende fortemente da renda. Alta renda, associado a maior número de automóveis no domicílio, desestimulam a caminhada. Pesquisas realizadas em outras cidades em desenvolvimento, como Bogotá (Cervero *et al.*, 2009) e Santiago (Zegras, 2004, 2010) obtiveram resultados similares aos obtidos para a cidade de Porto Alegre. Estes trabalhos também encontraram efeito significativo de características da estrutura urbana (Zegras, 2004, 2010) e em menor grau, por Cervero *et al.* (2009). As condições de vida dos indivíduos e famílias, em países em desenvolvimento, estão diretamente relacionadas a aspectos socioeconômicos, principalmente à renda e à distribuição da renda. Uma grande parcela de residentes nos grandes centros urbanos de países em desenvolvimento lida com problemas para conseguir desenvolver suas atividades de subsistência, manutenção e lazer. Assim, provavelmente, elementos socioeconômicos tornam-se decisivos na escolha do modo de transporte.

De uma perspectiva política, os resultados deste estudo permitem concluir que para promover as viagens a pé, planejadores devem prestar atenção aos projetos urbanísticos, criando bairros compactos, com uso do solo misto, padrões viários em forma de grelha e alta conectividade viária. Efeitos decorrentes de mudanças na estrutura urbana serão positivos. Porém, efeitos maiores serão obtidos, provavelmente, por políticas que tornem a posse do carro menos desejável ou mais cara. Enquanto no longo prazo os esforços devem ser dirigidos à construção de estruturas urbanas que melhor acomodem e estimulem a realização de viagens a pé, no curto prazo deve ser destacada a importância de ações que influenciem a atitude e as percepções das pessoas sobre a caminhada.

Estudos realizados em países industrializados obtiveram resultados similares aos encontrados para Porto Alegre. Dois dos estudos mais completos de revisão de estudos anteriores, realizados por Ewing e Cervero (2001, 2010), concluíram que variáveis de viagens apresentam elasticidades baixas em relação à mudança nas medidas da estrutura urbana,

entretanto, o efeito combinado de várias dessas variáveis pode ser bastante grande. Características socioeconômicas dos indivíduos estão fortemente relacionadas com o comportamento de viagem. Ainda, concluíram que, dentre as características urbanas, as viagens a pé estão relacionadas mais fortemente com medidas de diversidade de uso do solo, densidade de intersecção de vias (padrão viário em forma de grelha) e o número de destinos localizados a uma curta distância.

Finalmente, os resultados indicam a importância de controlar a auto-seleção residencial em pesquisas que estudem a relação entre estrutura urbana e padrão de viagens. O estudo realizado propôs uma abordagem alternativa à utilizada até o momento nesta linha de pesquisa, estimando as atitudes e percepções através de modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC), o que permitiu qualificar a análise desses fatores latentes. Estes modelos propostos incorporaram outras variáveis explicativas observáveis como possíveis causas das variáveis latentes, levando a uma melhor compreensão dos processos de escolha, podendo fornecer maior poder explicativo da relação entre estrutura urbana e comportamento de viagens.

Trabalhos de extensão desta análise estão sendo desenvolvidos para refinar os modelos comportamentais, tentando testar e incorporar a possível correlação nas viagens realizadas, entre indivíduos pertencentes ao mesmo domicílio. Assim, a estimação de modelos ordenados mistos pode incorporar esse efeito, assim como também parâmetros aleatórios para representar as variações de gostos ou preferências entre os indivíduos. Ainda, trabalhos futuros poderão ser desenvolvidos para substituir a abordagem sequencial por uma abordagem simultânea. Modelos híbridos de escolha discreta, integrando variáveis latentes e atributos medíveis de forma simultânea, permitirão reduzir o erro de estimação nas variáveis latentes e aprofundar a análise da relação entre forma urbana e padrão de viagens a pé.

Agradecimentos

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

6.6 REFERÊNCIAS

Baran, P.; Rodríguez, D. e Khattak, A. (2008) Space Syntax and Walking in a New Urbanist and Suburban Neighborhoods, *Journal of Urban Design*, 13(1), p. 5–28.

- Bhat, C. R. e Eluru, N. (2009) A copula-based approach to accommodate residential self-selection effects in travel behavior modeling *Transportation Research Part B: Methodological* 43 p.749-765
- Ben-Akiva, M.; Walker, J.; Bernardino, A.T.; Gopinath, D.A.; Morikawa, T. e Polydoropoulou, A. (1999) Integration of choice and latent variable models. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA
- Best, H., e Lanzendorf, M. (2005). Division of labour and gender differences in metropolitan car use: An empirical study in Cologne, Germany. *Journal of Transport Geography*, 13(2), p.109-121.
- Boarnet, M. e Crane, R. (2001) *Travel by design : the influence of urban form on travel* (Oxford University Press, New York)
- Boarnet, M. G.; Greenwald, M. e McMillan, T. (2008). Walking, urban design, and health: Toward a cost-benefit analysis framework. *Journal of Planning Education and Research*, 27(3), p.341–358.
- Boarnet, M. G. e Sarmiento, S. (1998). Can Land-use Policy Really Affect Travel Behaviour? A Study of the Link between Non-work Travel and Land-use Characteristics. *Urban Studies*, 35(7), p.1155 - 1169.
- Boer, R.; Zheng, Y.; Overton, A.; Ridgeway, G. e Cohen, D. (2008) Neighborhood Design and Walking Trips in Ten U.S. Metropolitan Areas *Journal Prev Med.*; 32(4): p.298–304.
- Cao, X.; Handy, S. e Mokhtarian, P. (2006) The Influences of the Built Environment and Residential Self-Selection on Pedestrian Behavior, Tx. *Transportation*, 33(1), p.1-20.
- Cao, X. e Chatman, D.G. (2012) How will land use policies affect travel? The importance of residential sorting. *Transportation Research Board*.
- Cervero, R. e Kockelman, K. (1997) Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research D*, 2(3), p.199–219.
- Cervero, R. e Duncan, M. (2003) Walking, bicycling, and urban landscapes: evidence from San Francisco Bay Area. *American Journal of Public Health* 93:(9), p.1478–1483.
- Cervero, R.; Sarmiento, O.; Jacoby, E.; Gomez, L.F. e Neiman, A. (2009) Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá', *International Journal of Sustainable Transportation*, 3:4, p.203- 226
- Crane, R. (2000) The Influence of Urban Form on Travel: An Interpretive Review" *Journal of Planning Literature* 15, p. 3-23
- Chatman, D. G. (2009). Residential self-selection, the built environment, and nonwork travel: Evidence using new data and methods. *Environment and Planning A*, 41(5), p.1072–1089.
- Community Count (2008) Perceived Neighborhood Safety. Disponível em: http://www.communitiescount.org/index.php?page=report_page&pageid=94§ionid=30&year=
Acesso em: 14/03/2012
- Denatran (2012) Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota.htm> Acesso em 09/03/20012.
- Dieleman, F.M.; Dijst, M. e Burghouwt, G. (2002). Urban form and travel behaviour: Micro-level household attributes and residential context. *Urban Studies*, vol. 39, no. 3, p. 507-527.
- Ewing, R. e Cervero, R. (2010) Travel and the Built Environment -- A Meta-Analysis. *Journal of the American Planning Association* 76 p.265 - 294

- Ewing, R. e Cervero, R. (2001) Travel and the Built Environment: A Synthesis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1780, p. 87-114
- Ewing, R.; Greenwald, M. J.; Zhang, M.; Walters, J.; Feldman, M.; Cervero, R. e Thomas, J. (2009). Measuring the impact of urban form and transit access on mixed use site trip generation rates—Portland pilot study. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Frank, L. D.; Kavage, S.; Greenwald, M.; Chapman, J. e Bradley, M. (2009). I-PLACE3S health & climate enhancements and their application in King County. Seattle, WA: King County HealthScape.
- Frank, L. D. e Engelke, P. O. (2001) The Built Environment and Human Activity Patterns: Exploring the Impacts of Urban Form on Public Health. *Journal of Planning Literature* 16, p.202-218
- Gallagher, W. (1993). The power of place. NY: Harper Collins.
- Giuliano, G. (2003). Travel, location and race/ethnicity. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(4), p.351-372.
- Giuliano, G. e Dargay, J. (2006) Car ownership, travel and land use: a comparison of the US and Great Britain. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(2), p.106-124.
- Giuliano, G. e Narayan, D. (2003). Another look at travel patterns and urban form: the US and Great Britain. *Urban Studies*, 11(40), p.2295 - 2312.
- Hair, J.F. e Anderson, R.E. (2010) Multivariate Data Analysis 7TH ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- Censo Demográfico 2000, CD-ROM.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012)- Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/indicadores.php>. Acesso em: 15 de março de 2012
- IPEA, 2009 Nota técnica: Impactos da Redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de Automóveis. http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/2009_nt015_agosto_dimac.pdf
- Kenworthy, J.R, e Laube, F.B. An International Sourcebook of Automobile Dependence in Cities, 1960-1990. Boulder, University Press of Colorado, 1999.
- Lee, C. e Moudon, A.V. (2006) Correlates of Walking for Transportation or Recreation Purposes, *Journal of Physical Activity and Health*, 3(S1), pp. S77–S98.
- Levine, J. (1999) Access to choice. *Access* 14 16-19
- Lewis, D. A. (1996). Crime and community: Continuities, contradictions and complexities. *Cityscape: A Journal of Policy Development and Research*, 2(2), p.95–120.
- Matthies, E.; Kuhn, S. e Klockner, C.A. (2002) Travel Mode Choice of Women: The Result of Limitation, Ecological Norm, or Weak Habit? *Environment and Behavior*, Vol. 34, No. 2, p. 163–177.
- Mokhtarian, P. 1997. More Women Than Men Change Behavior to Avoid Congestion. *ITS Review*, Vol. 20, No. 2, p. 2.

- Mokhtarian, P. e Cao, X. (2008) Examining the impacts of residential self-selection on travel behavior: A focus on methodologies, *Transportation Research B*, 42(3), p. 204–228.
- Mulvey (2002) Gender, Economic Context, Perceptions of Safety, and Quality of Life: A Case Study of Lowell, Massachusetts (U.S.A.), 1982–961. *American Journal of Community Psychology*, V. 30, No. 5,
- 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.
- Neri, M. (2010) A nova classe média: o lado brilhante dos pobres. Rio de Janeiro: FGV/CPS, p.149.
- Newman, P. Reducing automobile dependence. *Environment and Urbanization* Vol. 8: 67, 1996.
- Polk, M. (2003). Are women potentially more accommodating than men to a sustainable transportation system in Sweden? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 8(2), p.75-95.
- Polk, M. (2004). The influence of gender on daily car use and on willingness to reduce car use in Sweden. *Journal of Transport Geography*, 12(3), p.185-195.
- Sehatzadeh, B.; Noland, R. B. e Weiner, M. D. (2011) Walking frequency, cars, dogs, and the built environment, *Transportation Research Part A* 45, p. 741–754.
- Schumacker, R. E. e Lomax, R. G. (1996) A beginner's guide to structural equation modeling. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 286 p.
- Van Wee, B. (2009) Self-Selection: A Key to a Better Understanding of Location Choices, Travel Behaviour and Transport Externalities? *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal* 29 279-292
- Wewers, M.E. 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.
- Zegras, C. (2004) The Influence of Land Use on Travel Behavior: Empirical Evidence from Santiago de Chile. *Transportation Research Record: Travel Demand and Land Use*.
- Zegras, C. (2010) The Built Environment and Motor Vehicle Ownership and Use: Evidence from Santiago de Chile. *Urban Studies*, 47(8).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as conclusões da tese, além de sugestões para trabalhos futuros.

7.1 CONCLUSÕES

A presente tese teve por objetivo analisar as relações existentes entre a estrutura urbana e o padrão de viagens a pé numa cidade em desenvolvimento, buscando identificar e definir como as características físicas de uma região e as atividades nela desenvolvidas influenciam a decisão de caminhar. Os artigos desenvolvidos estão diretamente relacionados com os objetivos específicos definidos na tese.

O artigo 1 apresenta uma pesquisa qualitativa desenvolvida com o objetivo de identificar os fatores que influenciam a decisão de realizar viagens a pé, utilizando a técnica de entrevistas individuais. Os fatores identificados foram classificados e hierarquizados de acordo com a intensidade e frequência das manifestações dos entrevistados. Os resultados da pesquisa mostraram que a configuração do bairro influencia a decisão de caminhar. Dentre essas características, segurança pública, proximidade de comércios e serviços e topografia pouco acidentada foram os elementos mais importantes. Qualidade das calçadas, existência de parques próximos e segurança de tráfego foram outros elementos mencionados pelos entrevistados, com menor importância. Porém, características atitudinais ou de estilo de vida dos indivíduos também mostraram influenciar o padrão de deslocamentos a pé. Disponibilidade de automóvel, renda, idade, preferência pela caminhada e automóvel apontaram ser elementos fundamentais na decisão de caminhar. Assim, elementos que caracterizam a estrutura urbana do bairro podem não ser suficientes para explicar o padrão de deslocamentos em centros urbanos.

O artigo 2 envolve um estudo qualitativo e quantitativo para analisar a relação entre estrutura urbana e viagens a pé. A metodologia utilizada constou de três etapas principais. Na primeira, buscou-se identificar os fatores de estrutura urbana que influenciam a caminhabilidade em uma determinada região. Essa etapa resume o estudo qualitativo apresentado no artigo 1. A segunda etapa consistiu na coleta de informações. Com a informação resultante do artigo anterior, foi elaborado um questionário no qual foram

abordadas questões sobre o padrão de viagens dos respondentes, as características socioeconômicas e atitudinais dos mesmos, e suas percepções sobre a estrutura físico/urbana do bairro de residência. A terceira etapa visou analisar a relação entre os diversos fatores e a frequência de viagens a pé realizados nos últimos sete dias. A modelagem seguiu uma abordagem sequencial: (i) análise fatorial sobre as variáveis atitudinais (preferências); (ii) modelos de regressão, binomial negativo e regressão beta, com os valores ajustados do estágio anterior. Os resultados mostraram que a presença de comércios e serviços na proximidade da residência influencia fortemente o número de viagens a pé. Contudo, características socioeconômicas dos indivíduos são elementos importantes para explicar o padrão de viagens. Em particular, a variável *Número de automóveis no domicílio* apresenta maior poder do que variáveis da estrutura urbana. Por último, a variável atitudinal *Pró-caminhada* foi o fator de maior influência nos modelos representativos do padrão de deslocamentos a pé. Nesse estudo foram trabalhadas medidas subjetivas da estrutura urbana, os respondentes informaram as características do seu bairro de residência conforme sua percepção. Os resultados obtidos nos artigos 1 e 2, utilizando técnicas de pesquisa diferentes, são coincidentes.

O artigo 3 possui objetivo semelhante ao artigo 2, mas utiliza unicamente técnicas quantitativas para atingir o objetivo de pesquisa. A abordagem de coleta de dados e técnicas analíticas também difere. Os dados da estrutura urbana foram obtidos através de Sistema de Informação Geográfica (GIS) ou medidos em campo, permitindo utilizar medidas objetivas. Os dados sobre viagens e alguns dos dados socioeconômicos utilizados foram provenientes da pesquisa domiciliar realizada em Porto Alegre no ano 2003. As preferências de viagem não foram incluídas como variáveis de controle, não sendo possível controlar a auto-seleção residencial. Pesquisas domiciliares de origem-destino, como a utilizada neste estudo, não incluem essas informações. Entretanto, estão disponíveis em várias cidades brasileiras, contém informações detalhadas sobre viagens realizadas e características dos residentes e utilizam amostras maiores do que em pesquisas específicas. Ainda, testar a associação entre características urbanas e padrão de viagens, mesmo sem poder afirmar o impacto quantificável devido à possível auto-seleção residencial, é um estágio fundamental para atingir o objetivo da pesquisa. Neste estudo, as viagens foram estratificadas segundo modo (motorizadas e a pé) e motivo (trabalho ou estudo; outros) e estimados modelos de escolha discreta para analisar a probabilidade de caminhar. Os modelos estimados mostram que variáveis socioeconômicas influenciam significativamente a decisão de utilizar o modo a pé. Fatores como disponibilidade de automóvel e alta renda reduzem a tendência dos residentes a

escolherem a caminhada. Os resultados mostram que características da estrutura urbana influenciam significativamente a decisão de realizar viagens a pé e que a influência da estrutura urbana depende fundamentalmente do motivo da viagem. Nas viagens com motivo trabalho ou estudo, variáveis socioeconômicas apresentam maior poder preditivo para explicar a decisão de caminhar do que variáveis da estrutura urbana. Enquanto nas viagens com outros motivos, maior conectividade de vias, existência de comércios e serviços próximos e diversidade de uso do solo contribuem na utilização do modo a pé. Assim, os resultados obtidos neste estudo são similares aos obtidos nos artigos anteriores.

O artigo 4 identificou e determinou as predisposições de modo de transporte e percepções de segurança pública e de tráfego através da formulação de modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC), utilizando dados coletados na cidade de Porto Alegre. Indicadores atitudinais e informações socioeconômicas foram obtidos a partir das respostas a uma pesquisa domiciliar realizada para estes fins. Informações sobre características da estrutura urbana foram obtidos através de Sistema de Informação Geográfica (GIS) ou medidos em campo. Estas informações, juntamente com os indicadores medidos, permitiram explicar as variáveis latentes por atributos objetivos. O modelo estudado forneceu evidências que, na cidade de Porto Alegre, a estrutura urbana e características socioeconômicas dos indivíduos influenciam as predisposições de modo de transporte. Em relação à percepção de segurança do bairro a única causa significativa identificada foi o rendimento familiar mensal. O estudo realizado permitiu verificar que os respondentes não diferenciaram entre fatores atitudinais que estimulam a caminhada e o transporte público. Isto sugere que residentes de Porto Alegre percebem da mesma forma o uso de transporte público e a caminhada, em contraposição ao uso do automóvel. Fundamentalmente, o estudo realizado permitiu qualificar a análise das atitudes e percepções dos indivíduos, em relação aos estudos desenvolvidos nesta linha de pesquisa, incorporando outras variáveis explicativas que permitem diferenciar as atitudes entre os diferentes indivíduos. As variáveis latentes determinadas neste estudo foram utilizadas posteriormente na modelagem comportamental, descrita no artigo 5, incorporando os valores estimados das atitudes e percepções do indivíduo em modelos de escolha discreta que busquem analisar o comportamento de viagem.

O artigo 5 segue o raciocínio do artigo 3 no sentido de explorar a relação entre padrão de viagens e estrutura urbana utilizando medidas objetivas do bairro. Contudo, incorpora variáveis atitudinais, as quais nos artigos 1 e 2 mostraram ser relevantes na

utilização do modo a pé. Assim, foi necessário realizar pesquisas de campo em áreas da cidade com diferentes características urbanas. Os dados sobre viagens, preferências, alguns dos dados socioeconômicos e percepção de segurança do bairro de residência foram provenientes desta pesquisa. A modelagem seguiu uma abordagem sequencial em duas etapas: (i) modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC), usando dados atitudinais coletados; (ii) modelos logit ordenados para estimar a frequência de viagens a pé, incluindo variáveis atitudinais e os valores ajustados do primeiro passo. A primeira etapa deste artigo é uma síntese do artigo anterior, artigo 4. Os resultados obtidos mostram que bairros densos, com padrão viário em forma de grelha, topografia pouco acentuada e comércios e serviços próximos à residência estimulam as viagens a pé. Porém, características socioeconômicas dos indivíduos são elementos chave para explicar o padrão de viagens. Alta renda associada a maior número de automóveis no domicílio desestimulam a caminhada.

Os artigos desenvolvidos na tese procuram analisar, através de distintas abordagens, diferentes fontes de dados e diversas técnicas a interação entre estrutura urbana e viagens a pé. Os resultados obtidos neles coincidem. Todos eles apontam que existe uma relação entre estrutura urbana e viagens a pé. Ainda, a relação existente é primariamente uma função das características socioeconômicas dos viajantes, e, secundariamente, função da estrutura urbana. Dentre as características urbanas, densidade populacional, padrão viário em forma de grelha, topografia pouco acentuada e comércios e serviços próximos à residência mostraram ser as mais significativas. O estudo realizado propôs uma abordagem alternativa à utilizada até o momento nesta linha de pesquisa, estimando as atitudes e percepções através de modelos de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores (MIMIC), o que permitiu qualificar a análise desses fatores latentes. Estes modelos propostos incorporaram outras variáveis explicativas observáveis como possíveis causas das variáveis latentes, levando a uma melhor compreensão dos processos de escolha, podendo fornecer maior poder explicativo da relação entre estrutura urbana e comportamento de viagens.

Pesquisas realizadas em outras cidades em desenvolvimento, como São Carlos (AMÂNCIO, 2005), Uberlândia (DEUS, 2008), Bogotá (CERVERO *et al.*, 2009), Santiago (ZEGRAS, 2004, 2010) concluíram que a relação existente entre comportamento de viagem e estrutura urbana é fundamentalmente uma função das características socioeconômicas dos viajantes. Resultado similar ao obtido nesta tese para a cidade de Porto Alegre. Alguns dos trabalhos encontraram efeito significativo de características da estrutura urbana como é o caso

dos estudos desenvolvidos por Zegras (2004, 2010), Amâncio (2005), e efeito em menor grau, por Cervero *et al.*(2009). Outros trabalhos não encontram evidências da influência da estrutura urbana no comportamento de viagem (DEUS, 2008).

Estudos realizados em países industrializados obtiveram resultados similares aos encontrados para Porto Alegre. Dois dos estudos mais completos de revisão de estudos anteriores, realizados por Ewing e Cervero (2001, 2010), concluíram que variáveis de comportamento de viagens apresentam elasticidades baixas em relação à mudança nas medidas da estrutura urbana, entretanto, o efeito combinado de várias dessas variáveis pode ser bastante grande. Características socioeconômicas dos indivíduos estão fortemente relacionadas com o comportamento de viagem. Ainda, concluíram que, dentre as características urbanas, as viagens a pé estão relacionadas mais fortemente com medidas de diversidade de uso do solo, densidade de intersecção de vias (padrão viário em forma de grelha) e o número de destinos localizados a uma curta distância.

De uma perspectiva política, os resultados deste estudo permitem concluir que para promover as viagens a pé, planejadores devem prestar atenção aos projetos urbanísticos, criando bairros compactos, com uso do solo misto, padrões viários em forma de grelha e alta conectividade viária. Efeitos decorrentes de mudanças na estrutura urbana serão positivos. Porém, efeitos maiores serão obtidos, provavelmente, por políticas que tornem a posse do carro menos desejável ou mais cara. Enquanto no longo prazo os esforços devem ser dirigidos à construção de estruturas urbanas que melhor acomodem e estimulem a realização de viagens a pé, no curto prazo deve ser destacada a importância de ações que influenciem a atitude e as percepções das pessoas sobre a caminhada.

7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Pesquisas futuras podem ser desenvolvidas como extensões dos desenvolvimentos aqui propostos. São elas:

- a) Incluir atributos urbanos referentes à qualidade das calçadas – aspectos visuais e estéticos do ambiente e do mobiliário urbano, qualidade do pavimento, presença de obstáculos permanentes e temporários, largura das calçadas, etc.;

- b) Refinar as medidas de oferta e custos de estacionamento;
- c) Testar outros indicadores da disponibilidade de transporte coletivo. As medidas comumente usadas na literatura, como por exemplo distância até a parada de ônibus mais próxima, não se consideraram razoáveis no contexto de Porto Alegre. Entretanto, outras medidas alternativas às utilizadas nesta tese poderiam ser incluídas. Desenvolver uma medida de acessibilidade para o transporte público aos destinos mais relevantes de cada região poderia ser interessante. Assim, poderia ser definido um indicador que combine tempo de acesso e espera por serviços de transporte público, que permitam chegar a esses destinos. Tempo de acesso poderia ser obtido a partir de informação demográfica e localização das paradas de transporte público. Por sua parte, o tempo de espera poderia ser determinado como função da regularidade das linhas que servem esses destinos. Este indicador não foi incluído neste trabalho devido ao importante esforço adicional de processamento de informação necessário para o seu desenvolvimento;
- d) Refinar os modelos comportamentais, tentando testar e incorporar a possível correlação nas viagens realizadas entre indivíduos pertencentes ao mesmo domicílio. Modelos logit ordenados mistos podem incorporar esse efeito, assim como também parâmetros aleatórios para representar as variações de gostos ou preferências entre os indivíduos; e
- e) Desenvolver modelos híbridos de escolha discreta, integrando variáveis latentes e atributos medíveis de forma simultânea, para substituir a abordagem sequencial por uma abordagem simultânea.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMÂNCIO, M.A. Relacionamento entre a forma urbana e as viagens a pé. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2005.

ARIOTTI, P.; CYBIS, H.B.; RIBEIRO, J.L.D. Fatores intervenientes no comportamento de pedestres em travessias semaforizadas: uma abordagem qualitativa. Transporte em Transformação XX CNT/ANPET, p.59-75, Brasília, 2006.

BARAN, P.; RODRÍGUEZ, D. E KHATTAK, A. Space Syntax and Walking in a New Urbanist and Suburban Neighborhoods, *Journal of Urban Design*, 13(1), p. 5–28, 2008.

BEN-AKIVA, M.; WALKER, J.; BERNARDINO, A.T.; GOPINATH D.A.; MORIKAWA, T. E POLYDOROPOULOU, A. Integration of choice and latent variable models. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA, 1999.

BEST, H., E LANZENDORF, M. Division of labour and gender differences in metropolitan car use: An empirical study in Cologne, Germany. *Journal of Transport Geography*, 13(2), p.109-121, 2005.

BHAT, C. R. E ELURU, N. A copula-based approach to accommodate residential self-selection effects in travel behavior modeling *Transportation Research Part B: Methodological* 43 p.749-765, 2009.

BOARNET, M. E CRANE R. *Travel by design : the influence of urban form on travel* (Oxford University Press, New York), 2001.

BOARNET, M. G., GREENWALD, M., E MCMILLAN, T. Walking, urban design, and health: Toward a cost-benefit analysis framework. *Journal of Planning Education and Research*, 27(3), p.341–358, 2008.

BOARNET, M. G.; JOH, K.; SIEMBAB, W.; FULTON, W., E NGUYEN, M. T. Retrofitting the suburbs to increase walking: Evidence from a land use-travel study. *Urban Studies*, 2010.

BOARNET, M. G. E SARMIENTO, S. Can Land-use Policy Really Affect Travel Behaviour? A Study of the Link between Non-work Travel and Land-use Characteristics. *Urban Studies*, 35(7), p.1155 – 1169, 1998.

BOARNET, M. E CRANE, R. *Travel by design : the influence of urban form on travel* (Oxford University Press, New York), 2001.

BOER, R.; ZHENG, Y.; OVERTON, A.; RIDGEWAY, G. E COHEN, D. Neighborhood Design and Walking Trips in Ten U.S. Metropolitan Areas *Am J Prev Med.*; 32(4): p.298–304, 2008.

CAO, X. E CHATMAN, D.G. How will land use policies affect travel? The importance of residential sorting. *Transportation Research Board*, 2012.

CAO, X.; HANDY, S. E MOKHTARIAN, P. The Influences of the Built Environment and Residential Self-Selection on Pedestrian Behavior, *Tx. Transportation*, 33(1), p.1-20, 2006.

CAO, X., HANDY, S. E MOKHTARIAN, P. The Influences of the Built Environment and Residential Self-Selection on Pedestrian Behavior. *Transportation*, 33 (1), p.1-20, 2006.

CAO, X., MOKHTARIAN, P. E HANDY, S. Neighborhood Design and the Accessibility of the Elderly: An Empirical Analysis in North California, *International Journal of Sustainable Transportation*, 4, p. 347–371, 2010.

CERVERO, R. Mixed land uses and commuting: Evidence from the American Housing Survey. *Transportation Research A* 30 (5): p.361-77, 1996.

CERVERO, R E DUNCAN, M. Residential Self Selection and Rail Commuting: A Nested Logit Analysis. University of California Transportation Center, Berkeley, CA, <http://www.uctc.net/papers/604.pdf>, 2002

CERVERO, R. E DUNCAN, M. Walking, bicycling, and urban landscapes: evidence from San Francisco Bay Area. *American Journal of Public Health* 93:(9), p.1478–1483, 2003.

CERVERO, R. E KOCKELMAN, K. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research D*, 2(3), p.199–219, 1997.

CERVERO, R; RADISCH, C. Travel choices in pedestrian versus automobile oriented neighborhoods. *Transport Policy* 3:(3), 127–141, 1996.

CERVERO, R.; SARMIENTO, O.; JACOBY, E.; GOMEZ, L.F. E NEIMAN,A. Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá', *International Journal of Sustainable Transportation*,3:4,p.203 - 226, 2009.

CERVO, A.L. E BERVIAN, P.A. Metodologia científica. 5ª ed. São Paulo: Prentice Hall, p.242, 2002.

CHATMAN, D. G. Residential self-selection, the built environment, and nonwork travel: Evidence using new data and methods. *Environment and Planning A*, 41(5), p.1072–1089, 2009.

CHOO, S. E MOKHTARIAN, P.L. What type of vehicle do people drive? The role of attitude and lifestyle in influencing vehicle type choice. *Transportation Research A* 38:p.201-222, 2004.

COMMUNITY COUNT PERCEIVED NEIGHBORHOOD SAFETY. Disponível em: http://www.communitiescount.org/index.php?page=report_page&pageid=94§ionid=30&year= Acesso em: 14/03/2012, 2008.

CRANE, R. On form versus function: Will the new urbanism reduce traffic, or increase it? *Journal of Planning Education and Research* 15 (2): p.117-26, 1996.

CRANE, R. The Influence of Urban Form on Travel: An Interpretive Review" *Journal of Planning Literature* 15 p.3-23, 2000.

DALY, A.; HESS, S.; PATRUNI, B.; POTOGLU, D. E ROHR, C. Using ordered attitudinal indicators in a latent variable choice model: A study of the impact of security on rail travel behavior. *Transportation*, forthcoming, 2012.

DEUS, L. R. Relacionamento entre a forma urbana e as viagens a pé. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2008.

DIELEMAN, F.M.; DIJST, M. E BURGHOUWT, G. Urban form and travel behaviour: Micro-level household attributes and residential context. *Urban Studies*, vol. 39, no. 3, p. 507-527, 2002.

DENATRAN. Disponível em < <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>> Acesso em: 21 de fevereiro, 2012.

EDOM. Pesquisa de Origem e Destino de Porto Alegre - Entrevista Domiciliar - EDOM 2003. Relatório Técnico. EPTC/Magna/TIS, Porto Alegre, 2004.

EWING, R. E CERVERO, R. Travel and the Built Environment -- A Meta-Analysis. Journal of the American Planning Association p.76 265 – 294, 2010.

EWING, R. E CERVERO, R. Travel and the Built Environment: A Synthesis. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 1780 p.87-114, 2001.

EWING, R.; GREENWALD, M. J.; ZHANG, M.; WALTERS, J.; FELDMAN, M.; CERVERO, R. E THOMAS, J. Measuring the impact of urban form and transit access on mixed use site trip generation rates—Portland pilot study. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 2009.

FERNANDES, K.D.; MAIA, M.L E FERRAZ, C. Forma urbana e deslocamentos pendulares: análise dos bairros de Casa Caiada e Jardim Brasil em Olinda-PE.In:XXIIANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Fortaleza, 2008.

FERRARI, S.L.P E CRIBARI-NETO, F. Beta regression for modeling rates and proportions, Journal of Applied Statistics, 31, p.799–816, 2004.

FRANK, L. D. E ENGELKE, P. O. The Built Environment and Human Activity Patterns: Exploring the Impacts of Urban Form on Public Health. Journal of Planning Literature 16 p.202-218, 2001.

FRANK, L. D.; KAVAGE, S.; GREENWALD, M.; CHAPMAN, J., E BRADLEY, M. I-PLACE3S health & climate enhancements and their application in King County. Seattle, WA: King County HealthScape, 2009.

FRANK L.D.; PIVO, G. Impacts of mixed use and density on utilization of three modes of travel: single-occupant vehicle, transit, and walking. Transportation Research Record 1466: p.44–52, 1995.

GALLAGHER,W. The power of place. NY: Harper Collins, 1993.

GARSON, D., Structural Equation modeling. Disponível em: <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/structur.htm>, Acesso em 09/03/20012, 1998.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª ed. São Paulo: Atlas, p.175, 2002.

GIULIANO, G. Travel, location and race/ethnicity. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(4), p.351-372, 2003.

GIULIANO, G. E DARGAY, J. Car ownership, travel and land use: a comparison of the US and Great Britain. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(2), p.106-124, 2006.

GIULIANO, G., E NARAYAN, D. Another look at travel patterns and urban form: the US and Great Britain. *Urban Studies*, 11(40), p.2295 – 2312, 2003.

GOLOB T Joint models of attitudes and behaviour in evaluation of the San Diego I-15 congestion pricing project. *Transportation Research A* 35:p.495-514, 2001.

GREENWALD, M. J. SACSIM modeling-elasticity results: Draft.Unpublished manuscript, Fehr & Peers Associates, Walnut Creek, CA, 2009.

GREENWALD, M. J. E BOARNET, M.G. Built environment as determinant of walking behavior: analyzing nonwork pedestrian travel in Portland, Oregon. *Transportation Research Record* 1780: p.33–42, 2001.

R.; GREENWALD, M. J.; ZHANG, M.; WALTERS, J.; FELDMAN, M.; CERVERO, R. E THOMAS, J. Measuring the impact of urban form and transit access on mixed use site trip generation rates—Portland pilot study. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 2009.

HANDY, S. L. How the built environment affects physical activity. Views from Urban Planning. *American Journal of Preventive Medicine* 23(2).p.64-73, 2002.

HANDY, S. L.; BOARNET, M. G.; EWING, R., E KILLINGSWORTH, R. E. How the built environment affects physical activity: Views from urban planning. *American Journal of Preventive Medicine*, 23 (2s), p.64-73, 2002.

HAIR, J.F. E ANDERSON, R.E. *Multivariate Data Analysis* 7TH ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010.

HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. E BLACK, W.C. Multivariate Data Analysis 5TH ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998.

HANDY, S. L. E CLIFTON, K. 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, 2001.

HAMMOND, D. Residential Location and Commute Mode Choice. Dissertação de Mestrado em Transporte, University of Wales, Cardiff, 2005.

HESS, P. M.; MOUDON, A.V.; SNYDER, M.C. E STANILOV, K. Site design and pedestrian travel. Transportation Research Record 1674: p.9–19, 1999.

HESS, P. M. E ONG, P. Traditional Neighborhoods and Auto Ownership. The Ralph and Goldy Lewis Center for Regional Policy Studies. Working Paper Series. Paper 37, 2001.

IBGE- Instituto Nacional de Geografia e Estatística, Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/default_ant.php> Acesso em : 21 de fevereiro, 2012.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- Censo Demográfico 2000, CD-ROM, 2000.

IPEA Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas Brasileiras. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, D.F., 2003.

IPEA, Nota técnica: Impactos da Redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de Automóveis. http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/2009_nt015_agosto_dimac.pdf, 2009.

KENWORTHY, J.R. E LAUBE, F.B. An International Sourcebook of Automobile Dependence in Cities, 1960-1990. Boulder, University Press of Colorado, 1999.

KIESCHNICK, R. E MCCULLOUGH, B.D. Regression analysis of variates observed on (0,1): percentages, proportions and fractions, Statistical Modelling, 3, p.193–213, 2003.

KITAMURA, R.; MOKHTARIAN, P. E LAIDET, A. A Micro-Analysis of Land Use and Travel in Five Neighborhoods in the San Francisco Bay Área. *Transportation* 24, p.125-158, 1997.

KRIZEK, K. Operationalizing neighborhood accessibility for land use travel behavior research and regional modeling. *Journal of Planning Education and Research* 22 (3): p.270-87, 2003.

LAKATOS, E.M. E MARCONI, M.A. *Fundamentos de metodologia científica*. 6ª ed. São Paulo: Atlas, p.315, 2005.

LEE, C. E MOUDON, A.V. Correlates of Walking for Transportation or Recreation Purposes, *Journal of Physical Activity and Health*, 3(S1), p. S77–S98, 2006.

LEVINE, J. Access to choice. Access 14 16-19, 1999.

LARRAÑAGA, A.M. Análise do Padrão comportamental de pedestres. Dissertação de Mestrado. Departamento de Produção e Transportes. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2008.

LARRAÑAGA, A.M.; CATEN, C.S.T. E CYBIS, H.B. Relação entre estrutura urbana e padrão de viagens a pé. In: XXIII ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Vitória, 2009.

LARRAÑAGA, A.M. ; CYBIS, H.B. Análise do padrão comportamental de pedestres. In: XXI ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Rio de Janeiro. Panorama Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes 2007. Rio de Janeiro, 2007.

LARRAÑAGA, A.M.; RIBEIRO, J.L.D. E CYBIS, H.B. Fatores que afetam as decisões individuais de realizar viagens a pé: um estudo qualitativo. *Transportes*, Rio de Janeiro, 2009.

LEE, C. E MOUDON, A.V. Correlates of Walking for Transportation or Recreation Purposes, *Journal of Physical Activity and Health*, 3(S1), p. S77–S98, 2006.

LEVINE, J Access to choice. Access 14 16-19, 1999.

LEWIS, D. A. Crime and community: Continuities, contradictions and complexities. *Cityscape: A Journal of Policy Development and Research*, 2(2), p.95–120, 1996.

LITMAN, T. London Congestion Pricing: Implications for other cities. Victoria Transport Policy Institute, Victoria, 2003.

LORD, D. Modeling motor vehicle crashes using Poisson-gamma models. *Accident Analysis and Prevention*, v.38, n.4, p.751-766, 2006.

MATTHIES, E.; KUHN, S. E KLOCKNER, C.A. Travel Mode Choice of Women: The Result of Limitation, Ecological Norm, or Weak Habit? *Environment and Behavior*, Vol. 34, No. 2, p. 163–177, 2002.

MIGUEL, P.A.C.; FLEURY, A.; MELLO, C.H.P.; NAKANO, D.N.; TURRIONI, J.B.; HO, L.L.; MORABITO, R. MARTINS, R. A. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 226p, 2010.

MOKHTARIAN, P. More Women Than Men Change Behavior to Avoid Congestion. *ITS Review*, Vol. 20, No. 2, p. 2, 1997.

MOKHTARIAN, P. E CAO, X. Examining the impacts of residential self-selection on travel behavior: A focus on methodologies, *Transportation Research B*, 42(3), p. 204–228, 2008.

MULVEY Gender, Economic Context, Perceptions of Safety, and Quality of Life: A Case Study of Lowell, Massachusetts (U.S.A.), 1982–961. *American Journal of Community Psychology*, Vol. 30, No. 5, 2002.

NAES P.; ROE, G. E LARSEN, S.L. Travelling distances, modal split and transportation energy in thirty residential areas in Oslo, *Journal of Environmental Planning and Management* 38. p.349-370, 1995.

NAES, P. 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, 2005.

NERI, M. A nova classe média: o lado brilhante dos pobres. Rio de Janeiro: FGV/CPS, p.149, 2010.

NEVES, J.L. Pesquisa Qualitativa-Características, usos e possibilidades. *Caderno de Pesquisas em Administração*. V.1, No 3, 1996.

NEWMAN, P. Reducing automobile dependence Environment and Urbanization Vol. 8: 67, 1996.

POLK, M. Are women potentially more accommodating than men to a sustainable transportation system in Sweden? Transportation Research Part D: Transport and Environment, 8(2), p.75-95, 2003.

POLK, M. The influence of gender on daily car use and on willingness to reduce car use in Sweden. Journal of Transport Geography, 12(3), p.185-195, 2004.

RIBEIRO, J.L.D. E MILAN, G.S. Entrevistas Individuais: teoria e aplicações. FEEng/UFRGS, Porto Alegre, RS, 2004.

ROOD, T. The local index of transit availability: an implementation manual. The Local Government Commission, Sacramento, CA, 1998.

SEHATZADEH, B.; NOLAND, R. B. E WEINER, M. D. Walking frequency, cars, dogs, and the built environment, Transportation Research Part A 45, p. 741–754, 2011.

SCHUMACKER, R. E. E LOMAX, R. G. A beginner's guide to structural equation modeling. New Jersey: Lawrence Erlbaum, p.286 , 1996.

SIEGEL,S. Estatística Não Paramétrica Para as Ciências do Comportamento. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1979.

TARGA, F., E CLIFTON, K. The built environment and trip generation for non-motorized travel. Journal of Transportation and Statistics, 8(3), p.55–70, 2005.

VAN WEE, B. Self-Selection: A Key to a Better Understanding of Location Choices, Travel Behaviour and Transport Externalities? Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal 29 p.279-292, 2009.

WEWERS, M.E. E LOWE, N.K. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. Research in Nursing and Health 13, p.227-236, 1990.

ZEGRAS, C. The Influence of Land Use on Travel Behavior: Empirical Evidence from Santiago de Chile. *Transportation Research Record: Travel Demand and Land Use*, 2004.

ZEGRAS, C. The Built Environment and Motor Vehicle Ownership and Use: Evidence from Santiago de Chile. *Urban Studies*, 47(8), 2010.

9 APÊNDICES

9.1 QUESTIONÁRIO ARTIGO 2

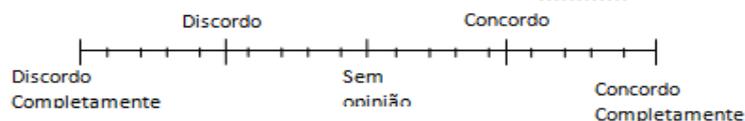


Esta pesquisa tem por finalidade identificar elementos que influenciam a escolha do modo a pé. Agradecemos antecipadamente a sua colaboração.

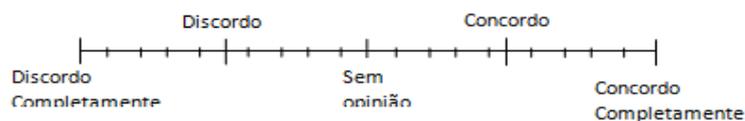
INDICADORES SÓCIO-ECONÔMICOS DOS RESIDENTES																					
Idade	<input type="text"/>																				
Sexo : () Masculino () Feminino																					
Número de residentes no domicílio	<input type="text"/>																				
Número de crianças menores de 5 anos	<input type="text"/>																				
Número de pessoas no domicílio habilitadas a dirigir	<input type="text"/>																				
Número de automóveis no domicílio	<input type="text"/>																				
Carteira de habilitação veículo passeio () Possui () Não possui																					
Automóvel disponível () Possui () Não possui																					
DESLOCAMENTOS REALIZADOS PELOS RESIDENTES																					
<u>Viagem</u> - é o movimento de uma pessoa entre uma origem inicial e um destino final, feito para satisfazer um determinado motivo (ex: ir e voltar do trabalho= 2 viagens)																					
Em média, quantas viagens a pé você realiza por dia para se deslocar até <u>destinos próximos a sua residência</u> ?	<input type="text"/>																				
Quantas viagens a pé você realizou nos últimos 7 dias para se deslocar até <u>destinos próximos a sua residência</u> ?	<input type="text"/>																				
Qual o motivo de cada viagem realizada a pé?																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Motivo</th> <th>Nº viagens</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1) Voltar à residência</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(2) Trabalho</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(3) Escola/Educação</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(4) Compras</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(5) Recreação</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(6) Atividade física</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(7) Assuntos pessoais</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(8) Levar outra pessoa</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(9) Outros</td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>	Motivo	Nº viagens	(1) Voltar à residência	<input type="text"/>	(2) Trabalho	<input type="text"/>	(3) Escola/Educação	<input type="text"/>	(4) Compras	<input type="text"/>	(5) Recreação	<input type="text"/>	(6) Atividade física	<input type="text"/>	(7) Assuntos pessoais	<input type="text"/>	(8) Levar outra pessoa	<input type="text"/>	(9) Outros	<input type="text"/>
Motivo	Nº viagens																				
(1) Voltar à residência	<input type="text"/>																				
(2) Trabalho	<input type="text"/>																				
(3) Escola/Educação	<input type="text"/>																				
(4) Compras	<input type="text"/>																				
(5) Recreação	<input type="text"/>																				
(6) Atividade física	<input type="text"/>																				
(7) Assuntos pessoais	<input type="text"/>																				
(8) Levar outra pessoa	<input type="text"/>																				
(9) Outros	<input type="text"/>																				
Em média, quantas viagens (utilizando qualquer modo de transporte, inclusive a pé) você realiza por dia?	<input type="text"/>																				
Quantas viagens (utilizando qualquer modo de transporte, inclusive a pé) você realizou nos últimos 7 dias?	<input type="text"/>																				
Dessas viagens, quantas são possíveis de serem realizadas a pé?	<input type="text"/>																				

ESTILO DE VIDA DOS RESIDENTES

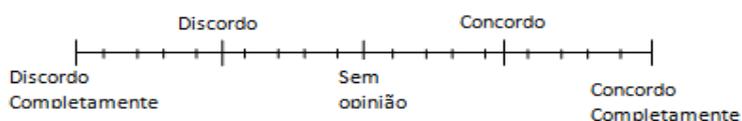
Para trajetos curtos, eu sempre prefiro caminhar porque é mais agradável.



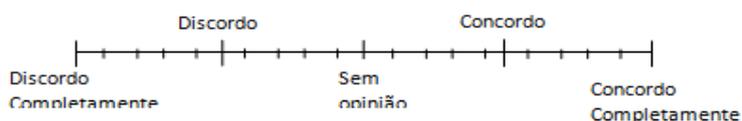
Para trajetos curtos, eu sempre prefiro caminhar porque é mais fácil.



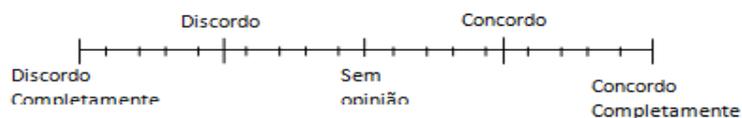
Para trajetos curtos, eu sempre prefiro caminhar porque é mais saudável.



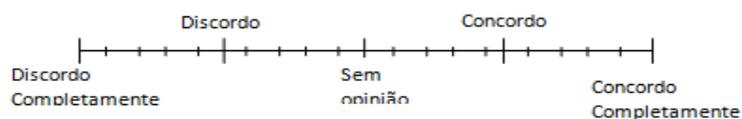
Para trajetos curtos, eu sempre prefiro caminhar porque é mais barato.



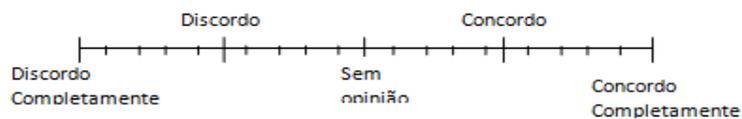
Eu prefiro utilizar um modo motorizado nos meus deslocamentos diários porque é mais rápido, do que utilizar o modo a pé.



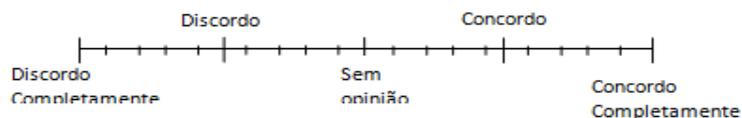
Eu prefiro utilizar um modo motorizado nos meus deslocamentos diários porque é mais confortável, do que utilizar o modo a pé.



Eu prefiro utilizar um modo motorizado nos meus deslocamentos diários porque é mais seguro, do que utilizar o modo a pé.



Eu prefiro utilizar um modo motorizado nos meus deslocamentos diários porque me permite maior flexibilidade para atingir vários destinos ao longo do dia.



9.2 QUESTIONÁRIO ARTIGO 4 E 5



PESQUISA DOMICILIAR



PARTE I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE

A. Endereço:		B. Setor:													
		C. Telefone para contato:													
D. Visitas ao domicílio:		E. Entrevista:													
		Realizada <input type="checkbox"/> Não Realizada <input type="checkbox"/>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">1ª Visita</th> <th colspan="2">2ª Visita</th> </tr> <tr> <th>Data</th> <th>Hora</th> <th>Data</th> <th>Hora</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		1ª Visita		2ª Visita		Data	Hora	Data	Hora					E. Motivo de não realização:	
1ª Visita		2ª Visita													
Data	Hora	Data	Hora												
Pesquisador: _____ Data: _____ Choveu ontem () Não choveu ontem () Observações: _____		1. Domicílio desocupado 2. Uso não domiciliar <input type="checkbox"/> 3. Ninguém em casa <input type="checkbox"/> 4. Ausência de responsável 5. Recusa de informações 6. Outros													

PARTE II - CARACTERIZAÇÃO DO DOMICÍLIO

A. Tipo de Moradia:		B. Número de Moradores no Domicílio:	C. Número de Moradores Entrevistados:
1. Casa isolada	3. Apartamento <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2. Casa multifamiliar	4. Outros <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

PARTE III - DADOS FAMILIARES		A. Veículos no Domicílio	FAIXAS DE RENDA
A1 Quantos automóveis ou utilitários estão ao serviço dos moradores? <input type="checkbox"/>	A2 e Quantas motocicletas? <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. SEM RENDA
B. Rendimento familiar mensal (somando o rendimento mensal de todas as pessoas que residem na casa): <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	2. Até R\$ 1100
			3. De R\$ 1101 até R\$ 3.300
			4. De R\$ 3.301 até R\$ 6.500
			5. De R\$ 6.501 até R\$ 10.800
			6. Acima de R\$ 10.800
			7. NÃO DECLARADO

(para as Linhas com referência *, verificar código na legenda abaixo ao quadro)									
A	Número da Pessoa	1	2	3	4	5	6	7	8
B	Idade								
C	Sexo: (1) Masc. (2) Fem.								
D*	Grau de Instrução								
E	Carteira de Motorista Autom.: (1)Sim (2) Não								
F*	Ocupação PRINCIPAL								
G	Trabalha: (1) Casa (2) Fora								

D - GRAU DE INSTRUÇÃO 1. NÃO ALFABETIZADO 2. PRÉ-ESCOLA 3. FUNDAMENTAL (1ª grau) (completo ou incom.) 4. MÉDIO (2ª grau) (completo ou incom.) 5. SUPERIOR (completo ou incom.) 6. PÓS-GRADUAÇÃO 7. OUTROS	F - TIPO DE OCUPAÇÃO 1. EMPREGADO Setor Privado 2. FUNCIONÁRIO PÚBLICO 3. AUTÔNOMO/PROFISSIONAL LIBERAL 4. PROPRIETÁRIO/SÓCIO DE EMPRESA 5. TRABALHADOR DOMÉSTICO 6. APOSENTADO / PENSIONISTA 7. BOLSISTA / ESTAGIÁRIO 8. ESTUDANTE 9. DO LAR 10. DESEMPREGADO 11. OUTROS
---	---

		PESQUISA DOMI	
PARTE IV - DESLOCAMENTOS REALIZADOS PELOS RESIDENTES			
A. Pessoa Nº <input type="text"/>		B. Viagem Nº <input type="text"/>	
C. Em que lugar estava quando iniciou este deslocamento? (origem) Casa <input type="checkbox"/>		C. Em que lugar estava quando iniciou este deslocamento? (origem) Casa <input type="checkbox"/>	
Endereço 1: Bairro:		Endereço 1: Bairro:	
Referência/Esquina:		Referência/Esquina:	
D. Saiu para ir onde? Em que endereço? (destino) Casa <input type="checkbox"/>		D. Saiu para ir onde? Em que endereço? (destino) Casa <input type="checkbox"/>	
Endereço 2: Bairro:		Endereço 2: Bairro:	
Referência/Esquina:		Referência/Esquina:	
E. Qual o motivo da viagem? <input type="checkbox"/>		E. Qual o motivo da viagem? <input type="checkbox"/>	
01. Voltar à residência 06. Assuntos Pessoais 02. Trabalho 07. Recreação/Visitas/Lazer/Clube 03. Escola / Educação 08. Levar/Pegar Outra Pessoa 04. Compras/Alimentação 09. Caminhar por lazer 05. Médico/Dentista/Saúde 10. Passear o cachorro		01. Voltar à residência 06. Assuntos Pessoais 02. Trabalho 07. Recreação/Visitas/Lazer/Clube 03. Escola / Educação 08. Levar/Pegar Outra Pessoa 04. Compras/Alimentação 09. Caminhar por lazer 05. Médico/Dentista/Saúde 10. Passear o cachorro	
F.1. Horário de Saída <input type="text"/>		F.2. Horário de Chegada <input type="text"/>	
F.1. Horário de Saída <input type="text"/>		F.2. Horário de Chegada <input type="text"/>	
G. Qual modo de transporte utilizou para chegar no endereço 2?		G. Qual modo de transporte utilizou para chegar no endereço 2?	
Etapa 1 <input type="checkbox"/> Etapa 2 <input type="checkbox"/> Etapa 3 <input type="checkbox"/> Etapa 4 <input type="checkbox"/>		Etapa 1 <input type="checkbox"/> Etapa 2 <input type="checkbox"/> Etapa 3 <input type="checkbox"/> Etapa 4 <input type="checkbox"/>	
01. A pé próximo residência 07. Táxi 02. A pé longe da residência 08. Transporte fretado 03. Ônibus 09. Moto 04. Lotação 10. Trem / Metrô 05. Condutor de automóvel 11. Caminhão 06. Passageiro de automóvel 12. Bicicleta		01. A pé próximo residência 07. Táxi 02. A pé longe da residência 08. Transporte fretado 03. Ônibus 09. Moto 04. Lotação 10. Trem / Metrô 05. Condutor de automóvel 11. Caminhão 06. Passageiro de automóvel 12. Bicicleta	
H. Se viajou a pé, que distância você viajou?		H. Se viajou a pé, que distância você viajou?	
Etapa 1 Etapa 2 Etapa 3 Etapa 4 (só obter		Etapa 1 Etapa 2 Etapa 3 Etapa 4 (só obter	
quadras <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> uma		quadras <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> uma	
metros <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> quantidade)		metros <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> quantidade)	
minutos <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		minutos <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
I. Realizou alguma parada entre o endereço 1 e 2 para comprar alguma coisa ou realizar alguma atividade? (retornar e coletar deslocamento não reportado)		I. Realizou alguma parada entre o endereço 1 e 2 para comprar alguma coisa ou realizar alguma atividade? (retornar e coletar deslocamento não reportado)	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
J. Se foi o último deslocamento do dia, realizou algum deslocamento adicional não reportado anteriormente quando estava em casa, como ir ao mercado, locadora, buscar outra pessoa, etc? (coletar deslocam. não reportado)		J. Se foi o último deslocamento do dia, realizou algum deslocamento adicional não reportado anteriormente quando estava em casa, como ir ao mercado, locadora, buscar outra pessoa, etc? (coletar deslocam. não reportado)	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	

Na sua opinião...

1. Sempre que possível, eu prefiro caminhar em vez de dirigir.
- Discordo completamente | Indiferente | Concordo completamente
2. Eu gosto de caminhar.
3. Caminhar, às vezes é mais fácil para mim do que dirigir.
4. Sempre que possível, prefiro utilizar transporte público ao invés de dirigir.
5. Eu gosto de utilizar transporte público.
6. Andar de carro é mais seguro contra assaltos e/ou roubos do que caminhar.
7. Andar de carro é mais seguro contra assaltos e/ou roubos do que utilizar transporte público
8. Eu gosto de dirigir.
9. Preciso de carro para realizar as minhas atividades do dia-a-dia.
10. Meu bairro é seguro (contra roubos e assaltos) para caminhar durante o dia.

11. Meu bairro é seguro (contra roubos e assaltos) para caminhar durante a noite.

12. O risco de acidentes de trânsito no meu bairro é pequeno.

Participou da escolha do local de residência? () Sim () Não

Se a resposta foi "Sim", qual foi a importância das seguintes características na escolha da sua residência?

13. Proximidade ao trabalho/escola.
- Não importante | Indiferente | Muito importante
14. Comercios localizados a uma distancia caminhável
- Não importante | Indiferente | Muito importante
15. Bons serviços de transporte público.
- Não importante | Indiferente | Muito importante
16. Calçadas em boas condições.
- Não importante | Indiferente | Muito importante
17. Baixo risco de acidentes de trânsito.
- Não importante | Indiferente | Muito importante
18. Bairro seguro (contra assaltos e roubos) para caminhar
- Não importante | Indiferente | Muito importante
19. Bairro de aparência atrativa
- Não importante | Indiferente | Muito importante
20. Custo do imóvel
- Não importante | Indiferente | Muito importante