

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Tânia Batistela Torres

**INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA URBANA NA DECISÃO POR
VIAGENS A PÉ EM PORTO ALEGRE:
MODELO *LOGIT* BINOMIAL**

Porto Alegre
dezembro 2013

TÂNIA BATISTELA TORRES

**INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA URBANA NA DECISÃO POR
VIAGENS A PÉ EM PORTO ALEGRE:
MODELO *LOGIT* BINOMIAL**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Luiz Afonso dos Santos Senna
Coorientadora: Ana Margarita Larranãga Uriarte

Porto Alegre
dezembro 2013

TÂNIA BATISTELA TORRES

**INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA URBANA NA DECISÃO POR
VIAGENS A PÉ EM PORTO ALEGRE:
MODELO *LOGIT* BINOMIAL**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2013

Eng. Ana Margarita Larrañaga Uriarte
Dra. pela UFRGS, Porto Alegre
Coorientadora

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna
PhD pela Leeds Metropolitan University,
Inglaterra
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Helena Beatriz Bettella Cybis
(UFRGS)
Ph.D. pela Leeds Metropolitan University,
Inglaterra

Prof. João Fortini Albano
(UFRGS)
Dr. pela UFRGS, Porto Alegre

Eng. Ana Margarita Larrañaga Uriarte
(UFRGS)
Dra. pela UFRGS, Porto Alegre

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna
(UFRGS)
Ph.D. pela Leeds Metropolitan University,
Inglaterra

Dedico este trabalho a minha tia, Yeda (*in memoriam*),
que sempre me apoiou e especialmente durante o período
do meu Curso de Graduação esteve ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna, orientador deste trabalho, pela disponibilidade e atenção durante a sua elaboração.

Agradeço à Engenheira Pesquisadora Ana Margarita Larrañaga Uriarte por acompanhar esse trabalho semanalmente, pelo tempo dedicado às conversas e pelo conhecimento transmitido, sempre com dedicação e atenção.

Agradeço à Profa. Carin Maria Schmitt pela dedicação na elaboração deste trabalho e por seu exemplo profissional.

Agradeço aos meus amigos e colegas da Engenharia Civil Édina Quissini Casagrande, Fabiana Maria Bonesi, Felipe Malacarne, Flávia Manica e Priscila da Rosa pelo companheirismo e amizade dedicados a mim.

Agradeço aos meus amigos Mariana Silva de Oliveira, Renata Bortolini de Souza, Liege Phul, Eduardo Phul, Daiane Toigo Trentin e Veridiana Lima Nilson pelos anos de amizade e pela compreensão nas ausências motivadas pelo Curso de Engenharia.

Agradeço a minha família, minha mãe Elizabeth, minha madrinha Margot, meu irmão Guilherme, primos e avó Ema (*in memoriam*) e em especial a minha tia Yeda (*in memoriam*), que com seu apoio possibilitou a realização do curso de Engenharia Civil.

Agradeço ainda ao Felipe Mendonça Scheeren, meu namorado, por seu apoio e companheirismo.

Para fazer as coisas bem é necessário: primeiro o amor,
segundo, a técnica.

Antoni Gaudí

RESUMO

Motivado pelo problema de transportes vivido em grandes centros urbanos, este trabalho analisa a influência da estrutura urbana da cidade de Porto Alegre na decisão por viagens a pé. Conhecer os fatores capazes de influenciar as decisões individuais de viagens pode auxiliar no desenvolvimento de planejamentos urbanos mais voltados para modos sustentáveis, entre eles a caminhada, para a realização de viagens. Nesse estudo, a estrutura urbana é analisada sob três aspectos, denominados pela literatura 3Ds – desenho urbano, densidade e diversidade do uso do solo. A análise das relações é feita através de modelo comportamental de escolha discreta do tipo *logit* binomial. Junto às características da estrutura urbana, são consideradas variáveis de aspecto socioeconômico e atitudinais dos indivíduos. Para a modelagem foram utilizados dados disponibilizados pelo Laboratório de Sistemas de Transportes (Lastran), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), coletados em 2011 através de 884 entrevistas domiciliares, com uso de questionário fechado, produzindo dados de preferência revelada desagregados. A mesma pesquisa reuniu e processou, através de Sistema de Informação Geográfica (SIG), dados de diferentes fontes para caracterizar a estrutura urbana de forma, também, desagregada. A análise quantitativa e estatística dos dados possibilitou a eleição de variáveis candidatas para a regressão logística realizada. Dessa forma, por eliminação regressiva das variáveis, foi obtido o modelo comportamental *logit* binomial para a probabilidade da escolha individual de realizar viagem a pé na cidade de Porto Alegre. Os resultados obtidos demonstraram que as características da estrutura urbana são capazes de influenciar a decisão por viagens a pé. A escolha discreta estudada é incentivada, principalmente, por um ambiente com maior porcentagem de interseções com quatro vias (variável mais influente), altas densidades populacionais e de comércio, com menores declividades e com menos acidentes. Quanto às características socioeconômicas, a mais influente é a renda, que desincentiva a decisão por viagens a pé. A idade e disponibilidade de automóvel também são características importantes e permitiram observar que pessoas mais jovens e sem disponibilidade de automóvel caminham mais com o objetivo de realizar viagens. Entre as variáveis atitudinais, foi observado que uma atitude pró-caminhada, exerce uma influência positiva maior na escolha pela decisão de caminhar do que a influência negativa de uma atitude pró-automóvel.

Palavras-chave: Escolha Discreta. Estrutura Urbana. Desenho Urbano, Densidade de Uso do Solo. Diversidade de Uso do Solo. Modelo *Logit* Binomial.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas do trabalho	19
Figura 2 – Crescimento da Frota em Porto Alegre	24
Figura 3 – Porcentagem de entrevistados por faixa etária	41
Figura 4 – Porcentagem de entrevistados por gênero	41
Figura 5 – Porcentagem de entrevistados por faixas de renda	42
Figura 6 – Porcentagem de entrevistados por grau de instrução	43
Figura 7 – Porcentagem de entrevistados por ocupação	43
Figura 8 – Porcentagem de entrevistados por local de trabalho	44
Figura 9 – Porcentual de entrevistados por residentes no domicílio	45
Figura 10 – Quantidade de automóveis por domicílio	45
Figura 11 – Disponibilidade de automóvel entre os entrevistados	46
Figura 12 – Porcentual de viagens a pé e realizadas por outro modo.....	47
Figura 13 – Porcentual dos entrevistados que realizaram viagens a pé.....	47
Figura 14 – Viagens/entrevistados por gênero	48
Figura 15 – Porcentual de viagens a pé realizadas por gênero	49
Figura 16 – Número médio de viagens por entrevistado para cada faixa de renda	49
Figura 17 – Porcentual de disponibilidade de automóvel entre os indivíduos que empreenderam viagens a pé	50
Figura 18 – Porcentual de viagens a pé entre as viagens totais realizadas e distribuição de disponibilidade de automóvel por faixa etária	51
Figura 19 – Distribuição do porcentual de viagens a pé ou por outro modo por ocupação	52
Figura 20 – Distribuição do porcentual de viagens por ocupação	53
Figura 21 – Porcentual de viagens que foram realizadas a pé entre o total de viagens por bairro	54
Figura 22 – Percepção média de segurança no bairro	55
Figura 23 – Porcentual de entrevistados por distância (m) percorridas em viagens a pé próximas a residência	55
Figura 24 – Porcentual de viagens a pé próximas a residência por motivo	56
Figura 25 – Porcentual de viagens a pé totais por turno	57
Figura 26 – Estrutura do modelo	58
Figura 27 – Comparação das elasticidades.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fonte de dados medidos relativos à estrutura urbana	39
Quadro 2 – Valores utilizados para representar faixas de renda média por domicílio	59
Quadro 3 – Grau de instrução agrupado por escolaridade	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística descritiva da variável dependente	58
Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis independentes do tipo socioeconômicas .	60
Tabela 3 – Estatística descritiva das variáveis independentes do tipo atitudinais	60
Tabela 4 – Estatística descritiva das variáveis independentes do tipo estrutura urbana ..	61
Tabela 5 – Modelo <i>logit</i> binomial para decisão individual de realizar viagem a pé	63
Tabela 6 – Elasticidades para as variáveis do modelo <i>logit</i> proposto.....	65

LISTA DE SIGLAS

Detran – Departamento Estadual de Trânsito

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPI – Imposto sobre Produto Industrializado

Lastran – Laboratório de Sistema de Transportes

MIMIC – Múltiplos Indicadores e Múltiplas Causas

PMPA – Prefeitura Municipal de Porto Alegre

Procempa – Companhia de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SPSS – *Statistical Productand Service Solutions*

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE SÍMBOLOS

q – população observada

U_{iq} – utilidade aleatória de escolha para a população q

V_{iq} – utilidade medida de escolha para a população q

ε_{jq} – erro aleatório para a população q

θ_i – parâmetro ponderador para a variável i

X_i – variável do modelo

P_i – probabilidade que ocorra i

V_i – utilidade medida para a escolha i

V_j – utilidade medida para a escolha j

n – número de modos

e – base de logaritmo nepreniano

$V_{\text{não}}$ – utilidade medida de não realizar viagem a pé

$V_{\text{pé}}$ – utilidade medida de realizar viagem a pé

$P_{\text{pé}}$ – probabilidade de realizar viagem a pé

e – base de logaritmo nepreniano

ρ^2 – medida de desempenho do modelo

θ_i – parâmetro ponderador para a variável i

E_{P_i} – Elasticidade para a variável i .

X_{ik} – média da variável para a população q

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	17
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA	17
2.2 OBJETIVO DA PESQUISA	17
2.2.1 Objetivo Principal	17
2.2.2 Objetivo Secundário	17
2.3 PRESSUPOSTO	17
2.4 DELIMITAÇÕES	18
2.5 LIMITAÇÕES	18
2.6 DELINEAMENTO	18
3. ESCOLHA DISCRETA PELO MODO A PÉ	22
3.1 MOBILIDADE EM PORTO ALEGRE	23
3.2 MODO A PÉ	26
3.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A DECISÃO DE CAMINHAR	27
3.3.1 Socioeconômicos	27
3.3.2 Atitudinais	28
3.3.3 Estrutura Urbana	28
3.3.4 Características das Viagens	30
4 MODELAGEM	31
4.1 MODELO DE ESCOLHA DISCRETA	32
4.2 MODELO <i>LOGIT</i>	33
5 AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS	36
5.1 DADOS SOCIOECONÔMICOS E ATITUDINAIS	37
5.2 DADOS DA ESTRUTURA URBANA	38
6 ANÁLISE DOS DADOS	40
6.1 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS DA AMOSTRA	40
6.1.1 Idade	40
6.1.2 Gênero	41
6.1.3 Renda	42
6.1.4 Grau de instrução	42
6.1.5 Ocupação principal e local de trabalho	43
6.1.6 Domicílio	44
6.1.7 Automóveis	45

6.2 CARACTERÍSTICAS COMBINADAS A VIAGENS	46
6.2.1 Caminhada e viagens a pé	47
6.2.2 Viagens e gênero	48
6.2.3 Viagens e renda	49
6.2.4 Viagens a pé e disponibilidade de automóvel	50
6.2.5 Viagens a pé e disponibilidade de automóvel por faixa etária	50
6.2.6 Viagens e ocupação	51
6.2.7 Viagens e local de trabalho	52
6.2.8 Viagens e bairros	53
6.2.9 Percepção de segurança e bairros	54
6.2.10 Características das viagens a pé observadas	55
6.3 VARIÁVEIS CANDIDATAS	57
7 MODELO PROPOSTO	62
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento do uso de automóveis e a precária estrutura viária atual, os problemas funcionais de tráfego se tornaram parte do cotidiano de centros urbanos em países em desenvolvimento. O aumento da frota de veículos potencializa problemas como alto índice de acidentes, congestionamentos, poluição atmosférica, intrusão visual, diminuição da segurança para motoristas e pedestres. Somados à carência de infraestrutura, como áreas de estacionamento altamente disputadas e vias operando no limite de sua capacidade, surge a necessidade de viabilizar alternativas para garantir a mobilidade eficaz que possa manter a qualidade de vida de seus habitantes e suas relações comerciais. Nesse contexto, são necessárias medidas capazes de incentivar o uso de modos de transportes alternativos e sustentáveis como, por exemplo, a caminhada, para realizar viagens.

Viagem é uma demanda derivada que acontece para atender a necessidade dos indivíduos realizarem atividades (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 3, tradução nossa). Por isso, pode-se afirmar que o padrão de deslocamentos de uma população é complexo, já que depende de características específicas dos indivíduos, das suas necessidades e da forma como as atividades estão distribuídas no espaço urbano.

Uma vez que o mundo, e com ele o transporte, está mudando rapidamente (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 1, tradução nossa), é preciso compreender que as deficiências observadas hoje nos planejamentos urbanos e de transportes devem contar com soluções atuais. A demanda pelo automóvel tem crescido rapidamente, as soluções sugeridas para uma melhor mobilidade precisam ir além do aumento da quantidade e da capacidade das vias, o que possibilita que elas sejam capazes de suportar um maior volume de veículos. Por motivações como essa, surgiram estudos relacionados ao novo urbanismo. Assim, é que se justifica a importância de estudos que são capazes de encontrar relações consistentes sobre aspectos que influenciem as pessoas a mudarem suas atitudes quanto a seus hábitos de transportes. É pela identificação de fatores que afetam as decisões de viagens que se torna possível a aplicação de medidas eficazes no planejamento das cidades, no sentido de criar atrativos para o uso de modos sustentáveis, entre eles a caminhada para a realização de viagens.

Foram os problemas de transportes vivenciados nos centros urbanos que motivaram estudos sobre projeto urbano, que ganharam popularidade por serem capazes de moldar a demanda por viagens e indicar alternativas para promover o uso de modos não motorizados (CERVERO, KOCKELMAN, 1997 p. 199, tradução nossa). Esses estudos sugerem que a influência da estrutura urbana no padrão de viagens deve ser observada sobre três aspectos: densidade urbana, diversidade de uso do solo e desenho urbano.

A fim de conhecer as relações entre o ambiente urbano e o padrão de viagens a pé, esse trabalho utiliza modelagem matemática como ferramenta, através de um modelo comportamental de escolha discreta, que faz uso de dados de preferência revelada coletados pelo Lastran e publicados por Larrañaga (2012). Para compreender a influência da estrutura urbana na decisão de realizar viagens a pé foram incluídas na análise características socioeconômicas, atitudinais (relativas às preferências de viagens e percepção de segurança) junto às características urbanas do bairro de residência.

Esse trabalho foi dividido em oito capítulos, sendo a introdução o primeiro deles. No capítulo 2 são apresentadas as diretrizes da pesquisa, compostas pela questão de pesquisa, os objetivos principal e secundário, o pressuposto, as delimitações, as limitações e o delineamento de pesquisa utilizado na elaboração do trabalho.

Para a obtenção de um modelo de escolha discreta são apresentadas no capítulo 3 as condições de mobilidade geradas pelo crescimento econômico ocorrido em Porto Alegre, as características do modo a pé e os fatores que influenciam a decisão por viagens a pé. A formulação do modelo de escolha discreta do tipo *logit* binomial, proposto no capítulo 4, exige dados desagregados para compor a função que representa a utilidade de caminhar de forma individual, assim, cabe a análise e descrição das fontes dos dados utilizados, realizada no capítulo 5.

O banco de dados, ao ser observado, no capítulo 6, por análise quantitativa permitiu observar quais as principais relações entre os entrevistados e as viagens realizadas e assim selecionar variáveis candidatas para o modelo. Ainda nesse capítulo, utilizando estatística descritiva, são observados valores máximos, mínimos, média e desvio padrão para cada variável. O capítulo 7 apresenta os resultados da modelagem, que por eliminação regressiva, selecionou as variáveis preditivas e significativas para que sejam apresentadas no modelo proposto. Nesse capítulo é, também, apresentado o cálculo das elasticidades, o que permite comparação da

influência das diferentes variáveis na probabilidade da decisão por viagens a pé. Por fim, as considerações finais foram realizadas no capítulo 8, no qual são apresentadas as conclusões do trabalho.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais são as relações observadas entre estrutura urbana e padrão de viagens a pé na cidade de Porto Alegre?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é a análise das relações existentes entre a estrutura urbana e o padrão de viagens a pé em Porto Alegre, buscando identificar como as características físicas de uma região e as atividades nela desenvolvidas influenciam a decisão por viagens a pé.

2.2.2 Objetivo secundário

O objetivo secundário do trabalho é a elaboração de modelo comportamental *logit* binomial.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que os dados coletados em pesquisa, já realizada pelo Lastran e publicados por Larrañaga (2012), são válidos para o objetivo desse trabalho. Além disso, os dados obtidos pelo modelo de Múltiplos Indicadores e Múltiplas Causas, referentes às atitudes e percepções, também publicados por Larrañaga (2012), são da mesma forma válidos para essa pesquisa.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a um estudo sobre o padrão comportamental de viagens a pé na cidade de Porto Alegre.

2.5 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho o uso de dados obtidos como resultado de pesquisa realizada anteriormente, com o objetivo de estudar o comportamento de pedestres em Porto Alegre, mas que não fornece dados sobre aspectos importantes para o contexto estudado como:

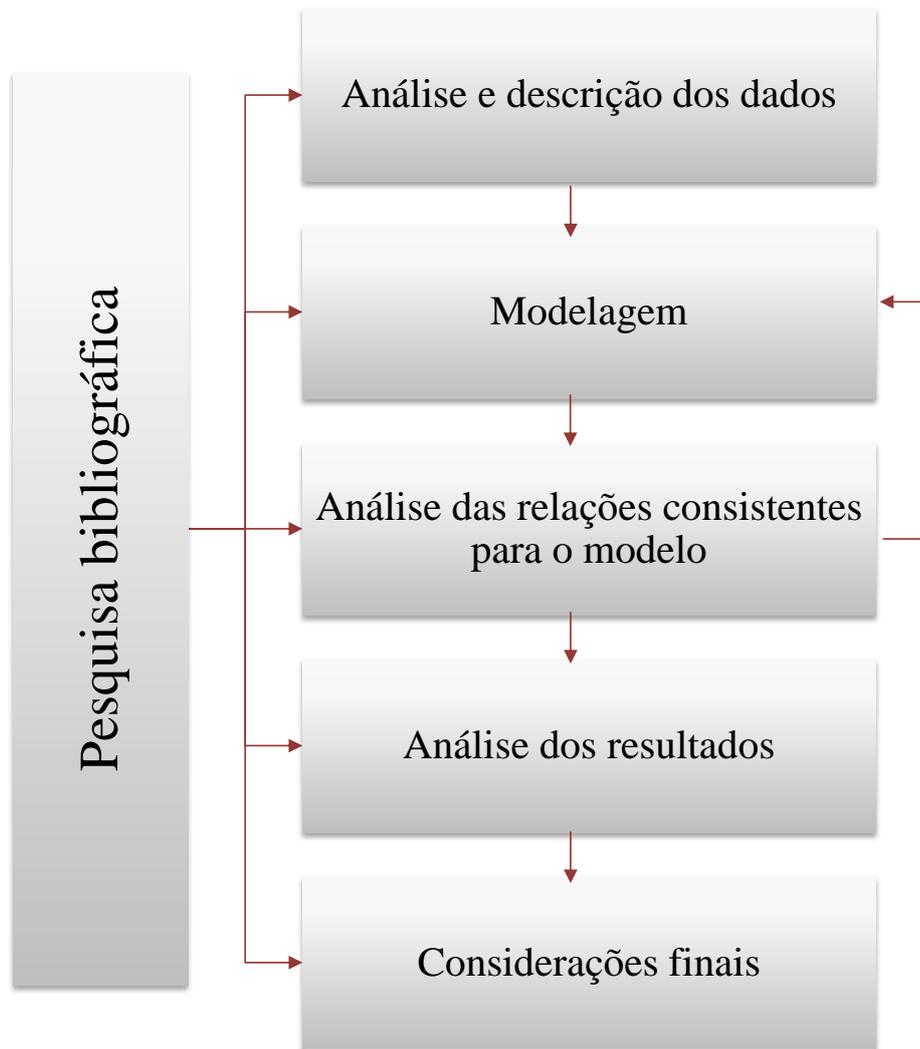
- a) dados objetivos desagregados sobre segurança pública;
- b) qualidade de calçadas;
- c) custo e oferta de estacionamento.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) análise e descrição dos dados;
- c) modelagem;
- d) análise das relações consistentes para o modelo;
- e) análise dos resultados;
- f) considerações finais.

Figura 1 – Etapas do trabalho



(fonte: elaborado pela autora)

Durante a pesquisa bibliográfica foi possível observar os principais fatores de influência para o padrão de viagens e as principais variáveis presentes nos modelos comportamentais que foram utilizados nos diversos estudos encontrados. Os fatores de influência observados em estudos anteriores, salvas as características específicas do local estudado, sugerem quais são as variáveis capazes de prever o padrão comportamental, também, em Porto Alegre. Essa etapa garantiu que fossem incluídas as características do indivíduo que são relevantes na explicação do padrão de viagens, juntamente, às variáveis em estudo, relativas à estrutura urbana.

O modelo inclui variáveis objetivas, que podem ser medidas, por serem características físicas do ambiente urbano e variáveis subjetivas, que são fornecidas pela coleta de dados com o uso de pesquisa de preferência revelada, que se baseia na percepção e na ação do entrevistado. Em

pesquisa realizada pelo Lastran em 2011 e publicada em 2012 por Larrañaga, foram obtidos dados através de entrevista domiciliar e por Sistema de Informação Geográfica (SIG), para, respectivamente, características dos indivíduos e características da estrutura urbana. As características dos entrevistados são de aspecto socioeconômico (obtidos por questionário fechado) e referentes às atitudes e percepções, obtidas por grau de concordância com diversas afirmações modeladas por Larrañaga, assim, tornaram-se variáveis que indicam: atitude pró-caminhada, pró-automóvel e percepção de segurança do bairro. Esses dados foram disponibilizados para a elaboração do presente trabalho na forma de banco de dados, juntamente, com as informações sobre como foi realizada a coleta. A etapa seguinte buscou analisar e descrever os dados disponibilizados. A análise dos dados permitiu também o conhecimento de características da amostra representativa da população de Porto Alegre. A descrição dos dados foi feita através do uso de gráficos, demonstrando as principais relações entre características dos indivíduos e de seu padrão de viagens, assim, foram selecionadas as variáveis candidatas, que foram analisadas, estatisticamente, a fim de serem modeladas.

A etapa denominada como modelagem se refere ao processamento dos dados com a utilização de *software*, o SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) versão 18.0 (2010), o qual foi escolhido para o trabalho. A escolha do *software* foi baseada no fato de seu uso ser bem difundido, assim, está disponível em instituições que trabalham com dados de pesquisa estatística, como é o caso do Lastran na UFRGS. O SPSS permite executar desde análises simples de manipulação de dados até análises mais avançadas, é capaz de importar arquivos de dados em diversos formatos, entre eles, no formato gerado pelo *Microsoft Excel*, além de possuir *interface* semelhante à desse programa. Assim, é capaz de conciliar simplicidade de utilização e disponibilidade, além de ser adequado para a realização de regressão logística que fornece o modelo *logit*. Essa etapa incluiu repetições da regressão logística, por ser necessária a eliminação sucessiva das variáveis que não mostraram bom ajuste no modelo, esse processo é denominado eliminação regressiva.

O processamento de dados aliado à eliminação regressiva não é suficiente para a formulação de um modelo que seja capaz de representar a realidade, desta forma, as relações obtidas foram avaliadas e interpretadas. Esse processo contou com o uso de métodos estatísticos adequados para o modelo *logit*, fornecidos pelas análises no SPSS, e observação do modelador, a fim de avaliar a real influência de cada variável. Esta etapa foi simultânea à etapa descrita como modelagem, por ser auxiliar a anterior.

Eliminando-se as relações inconsistentes, foi obtido o modelo para a decisão por realizar viagem a pé, o qual reúne as variáveis escolhidas pelo estudo, resultado da pesquisa bibliográfica e da análise quantitativa dos dados. As variáveis são associadas aos parâmetros que dizem respeito à influência de cada uma delas no modelo. Essa formulação permitiu indicar a probabilidade da escolha individual pelo modo a pé, em função de características da estrutura urbana reunidas na função utilidade. Por fim, o modelo é capaz de expressar como as variáveis (independentes) da estrutura urbana são capazes de prever a decisão por viagem a pé (variável dependente) na cidade de Porto Alegre, considerando que as variáveis (independentes) que se referem a características dos indivíduos, também, são explicativas.

Após a formulação, foi realizada a análise dos resultados que o modelo ofereceu, com o cálculo das elasticidades, o que permitiu a comparação da influência de cada variável no modelo e com o esperado a partir da revisão bibliográfica. Considerando que as variáveis são de diferentes dimensões, não podem ser comparadas a partir dos coeficientes fornecidos pela regressão logística. Ao fim da comparação e descrição do modelo puderam ser feitas as considerações finais.

3 ESCOLHA DISCRETA PELO MODO A PÉ

Segundo Ben-Akiva e Bierlaire (2003, p. 1, tradução nossa), a análise da escolha discreta é a metodologia utilizada para analisar e prever as decisões de viagem. Realizar uma escolha discreta, segundo Ortúzar e Willunsem (2011, p. 227, tradução nossa), é selecionar uma opção em um conjunto finito de alternativas. Um tipo de escolha a ser realizada, por exemplo, é a de selecionar um modo de transporte a ser utilizado, decidir realizar viagem a pé ou não, ou decidir o número de viagens a ser realizada por determinado modo. O presente trabalho estuda decisão por realizar viagem a pé de forma individual, considerando os fatores que a influenciam. A fim de estudar uma escolha discreta, é preciso compreendê-la pelo princípio da maximização da utilidade da decisão em questão para o indivíduo (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985, p. 2, tradução nossa).

A demanda por viagens é consequência da necessidade de realizar atividades e, viagem, por sua vez, é um movimento unidirecional entre uma origem e um destino (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, tradução nossa). Assim, a população se desloca, diariamente, da residência, por exemplo, por motivos de trabalho, estudo, consumo, realizando viagens. São diversos os fatores que influenciam em como e quando essas viagens são realizadas, entre os principais, se há disponibilidade de automóveis. No geral, os domicílios que possuem automóveis realizam mais viagens que os que não o possuem (BRUTON, 1979, p. 137).

As condições de mobilidade vivenciadas, os fatores históricos, econômicos e sociais relativos ao desenvolvimento do país, da região, da cidade, juntamente com o ambiente em que as relações urbanas se desenvolvem possuem grande influência, além dos fatores individuais e psicológicos que também são capazes de influenciar o padrão de viagens. Em relação aos individuais e psicológicos, Longen (1997) afirma que as revisões da literatura levaram a constatar que os aspectos mais relevantes na determinação do comportamento são as necessidades, o conhecimento, as habilidades e os valores.

Assim, os itens a seguir referem-se às condições de mobilidade da cidade de Porto Alegre (sob o aspecto histórico e socioeconômico), à caminhada como um modo de transporte e aos fatores de influência na escolha para esse nos aspectos: socioeconômicos, relacionados às atitudes, percepções individuais e da estrutura urbana.

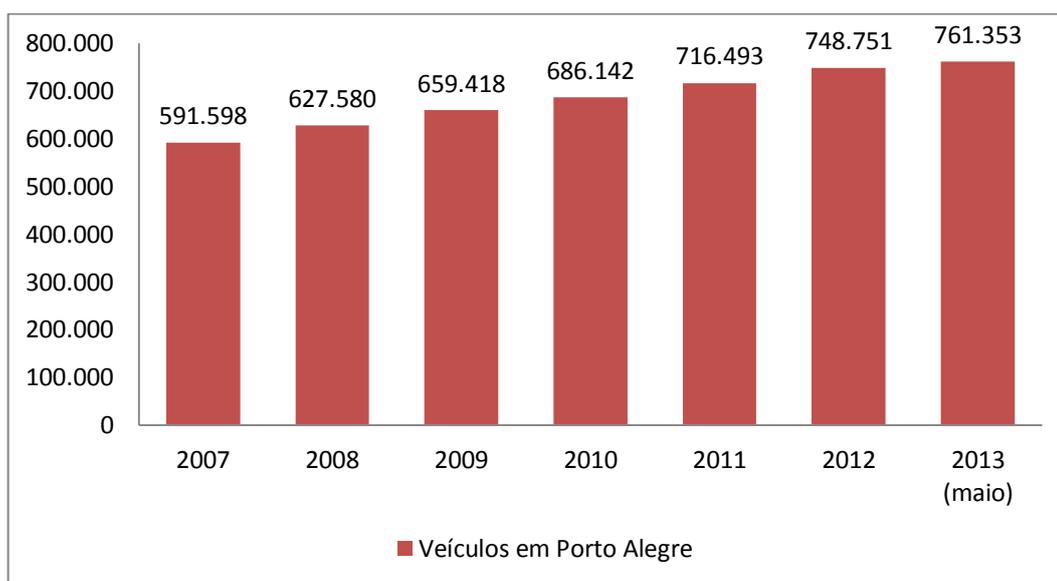
3.1 MOBILIDADE EM PORTO ALEGRE

Porto Alegre vive uma expansão econômica e populacional característica de uma capital regional em um país em desenvolvimento, com a população de 1.409.351 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011). Desde 2001, a desigualdade de renda vem caindo no Brasil, embora o país ainda esteja entre os mais desiguais do mundo. A classe C, a nova classe média, foi a que mais cresceu e passou a representar 50,5% da população e deter 46,24% do poder de compra no País. Seu desenvolvimento foi devido ao aumento do poder aquisitivo das classes mais pobres (D e E) (NERI, 2010, p. 86). Assim, é possível observar, no geral, um crescimento no poder de compra da população.

O aumento do poder aquisitivo influencia, diretamente, no consumo de bens de maior valor, como o automóvel, e também no crescimento da demanda por transportes. Uma vez que há maior parcela da população consumindo, essa população se desloca mais e exige condições satisfatórias de mobilidade, as mesmas condições capazes de manter as relações comerciais para uma cidade que está se desenvolvendo. Com a classe média realizando mais deslocamentos e representando uma parcela, politicamente, significativa da população, torna-se de interesse coletivo e do poder público medidas que melhorem a mobilidade dos centros urbanos a fim de atender a nova demanda.

O Detran/RS (DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO, 2013), registrou para Porto Alegre uma frota de 543.811 automóveis em circulação, compondo um total de 761.353 veículos. O crescimento da frota aconteceu conforme esses dados demonstram no gráfico da Figura 2. Dessa forma, os problemas já observados em países desenvolvidos, como a constatação de que o crescimento da frota acontece mais rapidamente que a construção de estradas que seriam necessárias para acompanhar essa demanda (EWING; CERVERO, 2010, p. 1, tradução nossa), se repetem em cidades de países em desenvolvimento, como é o caso de Porto Alegre.

Figura 2– Crescimento da Frota em Porto Alegre



(fonte: adaptado de DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO, 2013)

O crescimento populacional e da frota de veículos exige adaptação do sistema físico e novas estratégias de planejamento urbano. Uma vez que o problema de transportes é uma realidade nacional, entre as medidas implementadas pelo poder público está a Lei Nacional de Mobilidade Urbana. Entre seus objetivos está o de melhorar a acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território através da integração dos diferentes modos de transportes, planejamento e gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana, que é o conjunto de modos de transportes, serviços e infraestrutura no País (BRASIL, 2012).

Para Ortúzar e Willumsen (2011, p. 1, tradução nossa), o desenvolvimento econômico vem tornando os países emergentes mais significativos no cenário mundial, mas isso faz com que sofram adversidades relacionadas aos transportes, uma vez que os problemas já não estão mais ligados, unicamente, a falta de vias, mas passam a ser semelhantes aos encontrados em países desenvolvidos, como os congestionamentos e a poluição. Essa situação está presente na cidade de Porto Alegre, diante das mudanças econômicas, já mencionadas, aliadas, também, às medidas de incentivo fiscal à aquisição de veículos, como a redução do IPI (Imposto sobre Produto Industrializado), além de contar com uma demanda antes reprimida, pelo baixo poder aquisitivo, e agora revelada por parte da nova classe média e voltada para o automóvel.

É necessário reconhecer que a introdução do automóvel causou uma revolução na mobilidade urbana e que as relações de trabalho, estudo e comércio, hoje conhecidas, são consequências das distâncias reduzidas por ele em conjunto com o transporte público. Por esse motivo, a

hipótese de motivação à migração do automóvel para outros modos não desconsidera esse modal consagrado. Bruton (1979, p. 2) sugere que existem inter-relações importantes entre os diversos modos de transportes, assim, o papel futuro de um deles, em particular, não pode ser determinado sem se considerar a coexistência de um conjunto de modos. Desta forma, para um planejamento de transportes eficaz é necessário que medidas a favor de modos sustentáveis sejam introduzidas, a fim de que seja atribuída a esses modos uma parcela dos deslocamentos, causando uma melhor divisão modal, ao invés da forte restrição a modalidades.

Com o objetivo de aliviar os efeitos causados pelos altos índices de motorização através do aumento das viagens realizadas a pé, surgem em países desenvolvidos os estudos sobre novo urbanismo, desenvolvimento orientado pelo trânsito e planejamento tradicional de uso do solo, que ganharam popularidade como formas de moldar a demanda por viagens. Esses estudos possuem três objetivos de transportes em comum: reduzir, entre as viagens geradas, o número das motorizadas, aumentar a parcela das não motorizadas introduzindo modo a pé ou por bicicleta e, entre as viagens motorizadas, que são, necessariamente, produzidas, reduzir distâncias e aumentar os níveis de ocupação do veículo (CEVERO; KOCKELMAN, 1997, p. 199, tradução nossa).

Ainda sobre a ideia de que não só melhores condições dos modos motorizados são alternativas para uma mobilidade urbana sustentável, mas também as características do meio urbano, Boareto (2003, p. 47) destaca a fala de Alan Durning, que afirma: “A maioria das pessoas acredita que a alternativa para os automóveis é o transporte coletivo melhor – na verdade (também) são os bairros melhores.”.

Os estudos sobre a influência da estrutura urbana na demanda por viagens a pé possuem o objetivo de diminuir o número de viagens realizadas por automóvel sem o objetivo direto de restringir o uso dele. Dessa forma, sugere alternativas que incentivem as viagens a pé, e não medidas restritivas ao automóvel. Uma vez que a não motorização da população não é de interesse dessa ou do poder público, diante das condições descritas sobre o crescimento econômico, são necessários estudos que auxiliem na compreensão de fatores capazes de determinar a decisão por um modo. É através do conhecimento dos fatores mais significativos para a escolha modal, que se tem a possibilidade de criar situações favoráveis à decisão por modos de transportes sustentáveis.

3.2 MODO A PÉ

Caminhar é direito de todo homem, dentro das possibilidades de seu desenvolvimento físico. É o modo de transporte mais natural e ainda que surjam novos modos com o desenvolvimento da sociedade, ele existirá. Motivados pela necessidade de se deslocar, seja por gostar de caminhada ou pela necessidade de realizar a etapa de uma viagem ou uma viagem completa, as pessoas caminham. Nos Estados Unidos, a retomada do modo a pé tem sido incentivada em resposta à epidemia de obesidade (EWING; CERVERO, 2010, p. 2, tradução nossa), criando espaço propício para pesquisas que possuem o objetivo de viabilizar condições para que as caminhadas aconteçam com mais frequência e sejam realizadas por mais pessoas.

Em países em desenvolvimento, com desigualdades sociais, antes da condição física, promover o modo a pé significa propiciar mobilidade às diversas classes sociais, uma vez que o transporte motorizado não é disponível a toda população (MELO, 2005, p. 5), sendo que faltam condições financeiras para que seja adquirido um veículo e até mesmo para o uso do transporte público. Ainda segundo Melo (2005, p. 1):

Favorecer a acessibilidade e a mobilidade de pedestres e portadores de necessidades especiais, usuários mais vulneráveis no sistema de transportes, é uma ação promotora de justiça e igualdade. A adoção de medidas facilitadoras à locomoção de pedestres deve ser ampla, capaz de torná-los menos expostos as externalidades negativas produzidas pelo trânsito, tais como acidentes e diversos tipos de poluição ambiental.

Em Porto Alegre, apenas 28% das viagens são realizadas, exclusivamente, a pé (LARRAÑAGA, 2008, p. 14). Entre essas viagens, existem as motivadas, unicamente, pela indisponibilidade de outro modo de transportes, tornando assim a caminhada uma falta de alternativa e não uma escolha direta.

A exemplo de países desenvolvidos, com maior disponibilidade de automóveis para os indivíduos, a configuração da estrutura urbana pode incentivar a caminhada. O estudo realizado por Cervero e Kockelman (1997, p. 200-201, tradução nossa) sugere que:

Bairros compactos podem desestimular viagens por veículos e incentivar viagens não motorizadas de diversas formas. Uma delas é aproximar as origens e destinos, aumentando as oportunidades para deixar o carro em casa e caminhar ou pedalar até um destino.

Com bairros orientados a pedestres é incentivada a retomada desse modo por parte dos usuários de modos motorizados, o que alivia a saturação das vias. Possibilitar melhores condições aos pedestres, também proporciona melhor inclusão da população de baixa renda às relações econômicas e sociais de um centro urbano.

3.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A DECISÃO DE CAMINHAR

Em um processo de escolha, existem fatores que limitam ou propiciam as condições de decisão. Os recursos de tempo, renda, saúde e acesso a diversos modos de transportes, são capazes de influenciar a tomada de decisão quanto a caminhada. Segundo Larrañaga et al. (2009):

A primeira geração de modelos quantitativos correlaciona apenas características relativas à estrutura urbana e ao padrão de viagens. Estes modelos têm sido criticados por não considerarem variáveis socioeconômicas e outras características que expliquem o estilo de vida e as necessidades de viagens dos residentes.

Com o objetivo de estudar influência da estrutura urbana na decisão por viagens a pé, esse trabalho considera também as características socioeconômicas, de atitudes e percepções dos indivíduos nos aspectos descritos nos itens desse capítulo.

3.3.1 Socioeconômicos

Para Ortúzar e Willunsem (2011, p. 208, tradução nossa) as características dos indivíduos que influenciam na eleição por um modo de transportes são: disponibilidade de automóvel, posse de carteira de habilitação, a estrutura familiar (solteiro, casado, com filhos, aposentado), renda, densidade residencial e necessidades, como a de levar crianças na escola ou usar automóvel no trabalho. Essas características tem caráter socioeconômico e são relevantes para explicar o comportamento de viagens. Ainda, fatores não listados acima, como gênero e idade, são elementos fundamentais, capazes de demonstrar o estilo de vida do indivíduo, por isso, são considerados.

A obtenção das características socioeconômicas dos indivíduos pode ser direta, quando é obtido o dado, exatamente, sobre o fator que influencia a viagem a pé, ou indireta, através de outros dados que as indiquem. A renda, por exemplo, é dificilmente estimada de forma confiável, uma vez que existe a tendência de sua distorção em levantamentos por

questionários aplicados, ainda assim, é possível que indicadores auxiliares sejam obtidos com o levantamento de informações sobre grau de instrução, profissão, estrutura familiar, no caso quantas pessoas com ocupação rentável existem no domicílio, além da propriedade de veículos, que também é, por si, um indicador (BRUTON, 1979, p. 136). A estrutura familiar, além de servir como um indicador de renda, também é um fator importante por si mesmo, partindo-se do pressuposto de que solteiros possuem um padrão de viagem diferente dos casais com filhos pequenos (principalmente até cinco anos de idade), que por sua vez, também diferem em relação aos aposentados.

3.3.2 Atitudinais

A decisão por viagens a pé ainda pode ser motivada por características intrínsecas ao indivíduo e baseadas em costumes e ideologias. Pedalar, caminhar, dirigir, utilizar transporte público podem ser parte de um estilo de vida, uma luta política, além de um modo de transporte adotado para as atividades diárias. Dessa forma, ainda que em tempo e praticidade a escolha de um modo motorizado seja tendenciosa, quando se tem o objetivo de utilizar modos sustentáveis a fim de evitar a poluição ambiental, por exemplo, torna-se mais conveniente, na percepção do usuário, pedalar ou caminhar.

A percepção de segurança individual está associada à forma como cada pessoa observa o ambiente e essa percepção pode ser relativa e ter grau de relevância diferente para regiões distintas, ou ainda, para diferentes pessoas em uma mesma região.

3.3.3 Estrutura Urbana

Dentre os diversos fatores de influência na decisão por utilizar um modo, existem aqueles mais relevantes para cada um. A estrutura urbana constitui o sistema para o modo a pé, as relações que se dão no espaço urbano são responsáveis por atrair viagens e, sua forma, propicia o uso dos diferentes modos. Assim, são os atributos da estrutura urbana os principais fatores de influência estudados nesse trabalho.

Segundo Cervero e Kockelman (1997, p. 199, tradução nossa), a estrutura urbana deve ser planejada com a finalidade de influenciar a demanda por viagens a pé em três principais aspectos:

- a) densidade populacional ou de uso da área;
- b) diversidade de uso do solo;
- c) desenho urbano.

Medidas de densidade podem ser mensuradas pelo interesse por uma área (em unidade de área) líquida ou bruta. O interesse pode ser indicado por variáveis que quantificam população, unidades habitacionais, emprego e área útil construída, ou por densidade global, que é medida pela combinação de população e emprego (EWING; CERVERO, 2010, p. 3, tradução nossa).

A diversidade de uso do solo se refere às diferentes formas de utilização desse e aos níveis de representatividade do seu uso em uma determinada área (EWING; CERVERO, 2010, p. 3, tradução nossa), por exemplo, o índice de área construída, ou de emprego disponível. Com o objetivo de medir a diversidade surge o conceito de entropia. Uma baixa entropia significa que um determinado uso de solo é frequente na região, por exemplo, áreas da cidade que possuem alta concentração de restaurantes, são áreas que apresentam baixa entropia, as viagens atraídas são com o objetivo de trabalho por parte de funcionários e de realizar refeições por parte dos clientes, dessa forma, as viagens para essa área possuem limitação de motivo e de horário.

Bairros que possuem alta diversidade de uso do solo aproximam as origens e destinos, incentivando que viagens sejam realizadas a pé (LARRAÑAGA et al., 2009), fato que transfere viagens que seriam realizadas por automóveis ou transporte público, devido a distância da viagem no caso de bairros exclusivamente residenciais.

Cervero e Kockelman (1997, p. 199, tradução nossa) denominaram como desenho urbano favorável a pedestres, a forma urbana capaz de influenciar a diminuição de viagens por automóvel. Essa característica representa como a malha viária está distribuída em uma área. Segundo Ewing e Cervero (2010, p. 3, tradução nossa), redes variam de malhas urbanas densas com ruas retas bem interconectadas a redes com curvas que formam círculos e ruas sem saída. A primeira é uma estrutura que apresenta alta conectividade e torna o desenho urbano um fator incentivador de viagens a pé. A fim de obter medidas sobre o desenho urbano, considera-se o tamanho médio das quadras e a proporção de interseções com 4 vias.

É importante, ainda, considerar que as condições dos passeios e a quantidade de travessias de pedestres são características do desenho urbano que atuam como fatores de incentivo ou não à

realização de viagens a pé, ainda que não se disponha de dados relativos a essas medidas para este estudo. São as características dos projetos de urbanismo e transportes que são capazes de determinar ambientes orientados a pedestres ou ao uso do transporte motorizado.

3.3.4 Características das viagens

Ortúzar e Willumsem (2011, p. 208, tradução nossa) ainda citam o motivo da viagem como um aspecto que influencia o modo como ela é realizada. As viagens que são realizadas por motivos de trabalho e estudo, tendem a acontecer em horários semelhantes para grande parte dos indivíduos, o que pode também influenciar no fato de elas serem realizadas a pé ou por outro modo. Essas viagens tendem a ser mais longas (LARRAÑAGA, 2008, p. 77). As que são realizadas por lazer ou outros motivos tendem a ser mais influenciadas por outros fatores, como preferências, a partir de características individuais e não condicionadas por uma necessidade. Quanto à relação do motivo de viagem e estrutura urbana, Cervero e Kockelman (1997, p. 199, tradução nossa) observaram que as viagens que não são realizadas por motivo de trabalho são mais suscetíveis à influência da estrutura urbana.

4 MODELAGEM

A fim de propor medidas que melhorem as condições de mobilidade, são realizados estudos com o uso frequente da modelagem em estudos de transportes. Essa pode ser aliada à tomada de decisão de diferentes maneiras, dependendo da experiência local, tradição e conhecimento (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 3, tradução nossa). Assim, auxilia em um planejamento eficaz. Por isso, é necessário considerar os fatores mais relevantes para o caso estudado, a fim de ser obtido um bom modelo.

Quando se tem o objetivo de modelar a demanda, existe a possibilidade de modelos com dados agregados, que são os casos em que a coleta desses é feita por zonas de tráfego, ou com dados desagregados, que são baseados em escolhas feitas pelos viajantes de forma individual. Quando é feito o uso de um modelo agregado, é possível que informações sobre o comportamento individual fiquem escondidas (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 228, tradução nossa).

Modelos desagregados são baseados na teoria da utilidade aleatória (WILLIAMS¹, 1977 apud ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 230, tradução nossa), para a qual a utilidade de um modo é derivada de suas características e das do indivíduo (LANCASTER², 1966 apud ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 228, tradução nossa). Segundo Ortúzar e Willumsen (2011, p. 227, tradução nossa), em geral, modelos de escolha discreta afirmam que a probabilidade de indivíduos escolherem uma alternativa é função das características do indivíduo e da atratividade relativa dessa alternativa.

Para a modelagem da escolha pelo modo a pé para caminhadas próximas à residência, a atratividade é bem representada pelas características da estrutura urbana do seu entorno. Uma vez que os fatores de influência que dizem respeito ao indivíduo são reunidos como socioeconômicos e atitudinais e são considerados como variáveis na modelagem, é possível

¹ WILLIAMS, H. C. W. L. On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit. **Environment and Planning A**. London, v. 9, n. 3, p. 285–344, 1977.

² LANCASTER, K. J. A new approach to consumer theory. **Journal of Political Economy**. Chicago, v. 74, n. 2, p. 132–157, Apr. 1966.

observar quais são os atributos da estrutura urbana capazes de prever a decisão de realizar viagens a pé.

A escolha do tipo de modelo empregado está, diretamente, relacionada com o tipo de dados coletados, portanto, nos próximos itens são definidos os tipos de modelo empregado, a forma como apresenta seus resultados, sua análise estatística e a coleta de dados adequada para um modelo desagregado.

4.1 MODELO DE ESCOLHA DISCRETA

Os modelos de escolha discreta foram formulados como modelos estocásticos nos quais a probabilidade que uma resposta em particular seja observada é uma função de uma série de variáveis explicativas (LARRAÑAGA, 2008, p. 41). Conforme já mencionado, modelos desagregados (de escolha discreta) são baseados na teoria da utilidade aleatória. Essa teoria entende que o indivíduo é racional, perfeitamente informado e, portanto, sempre escolhe a opção que maximiza sua utilidade pessoal. A partir da mesma teoria, é possível entender que o observador do sistema, o modelador, não possui todas as informações sobre o conjunto total de elementos considerados pelo indivíduo que realiza a escolha, dessa forma, a utilidade (U_{jq}) pode ser representada por duas componentes: uma parte mensurável, sistemática ou representativa, que é função dos atributos, no caso as variáveis independentes, que determinam a variável dependente (V_{jq}) e uma parte aleatória (ε_{jq}) que reflete as idiosincrasias e gostos particulares de cada indivíduo, juntamente com qualquer erro de medida ou de observação cometido pelo observador (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 230, tradução nossa). Assim, a utilidade é formulada para uma população q (observada):

$$U_{jq} = V_{jq} + \varepsilon_{jq} \quad (\text{fórmula 1})$$

Onde:

U_{jq} = é a utilidade aleatória para a população q ;

V_{jq} = é a utilidade medida para a população q ;

ε_{jq} = é o erro aleatório para a população q .

A parcela de utilidade que pode ser medida é função dos atributos que influenciam a escolha dos indivíduos e pode ser escrita (na sua forma linear):

$$V_{jq} = \theta_0 + \theta_1 X_1 + \theta_2 X_2 + \dots + \theta_n X_n \quad (\text{fórmula 2})$$

Onde:

V_{jq} = é a utilidade medida para a população q;

θ_i = parâmetro ponderador;

X_i : variáveis estudadas.

Os coeficientes representados por θ_i indicam, numericamente, a importância do atributo e são estimados por regressão logística e analisados segundo sua significância através de técnicas estatísticas.

4.2 MODELO *LOGIT*

O modelo *logit* é o modelo de escolha discreta mais simples e popular utilizado em transportes (DOMENCICH; MCFADDEN³, 1975 apud ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 232, tradução nossa) e, a partir dele, a probabilidade de escolha por um modo pode ser estimada da seguinte forma:

$$P_i = e^{V_i} / (\sum_{j=1}^n e^{V_j}) \quad (\text{fórmula 3})$$

Onde:

P_i = probabilidade de escolha do modo;

e = base do logaritmo neperiano;

V_i = utilidade da escolha i;

V_j = utilidade de cada uma das escolhas j.

³ DOMENCICH, T.; MCFADDEN, D. **Urban Travel Demand: A Behavioural Analysis**. Amsterdam: North-Holland, 1975.

A modelagem pretende estimar a probabilidade da escolha de realizar uma viagem a pé. A variável dependente é uma variável binária, que adota valor 1 quando o indivíduo realizou alguma viagem a pé no entorno da residência e o valor 0 no caso contrário o que torna o modelo binomial, podendo ser escrito na forma:

$$P_{pé} = e^{V_{pé}} / (e^{V_{pé}} + e^{V_{não}}) \quad (\text{fórmula 4})$$

Onde:

$P_{pé}$ = probabilidade da decisão por viagem a pé;

e = base do logaritmo neperiano;

$V_{pé}$ = utilidade medida de realizar viagem a pé;

$V_{não}$ = utilidade medida de não realizar viagem a pé.

Para modelo *logit*, a interpretação dos valores estimados das funções de utilidade pode ser feita com análise estatística:

- a) Pseudo-R²: medida de desempenho do modelo;
- b) valor-p: teste de significância;
- a) θ_i (parâmetro ponderador): sinal e magnitude dos coeficientes.

A medida de desempenho do modelo é uma análise feita pelo valor de pseudo-R², que varia entre 0 e 1, sendo que 1 significa ajuste exato. Valores próximos a 0,4 são considerados excelentes (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 282, tradução nossa). A significância a ser adotada é definida e o valor-p é capaz de testar para quais variáveis esse critério é atingido. Dessa forma, é possível identificar relações que são indiferentes (nulas) para o modelo e, por isso, podem ser retiradas no processo de eliminação regressiva, o qual rejeita as variáveis pelo critério de significância até que seja obtido o modelo ajustado. O sinal e a magnitude do coeficiente, representado por θ_i , devem ser observados pelo modelador, de forma que, devem ser coerentes com as respostas observadas no questionário e esperadas pela observação da realidade.

A observação do grau de influência de cada variável no modelo não pode ser realizada pela comparação dos coeficientes θ_i quando existem variáveis de diferentes dimensões. Ortúzar e

Willumsen (2010, p. 235, tradução nossa) sugerem o cálculo da elasticidade para o modelo *logit* pela relação:

$$E_{P_i, X_{ik}} = \theta_i \cdot X_{ik} \cdot (1 - P_{pé}) \quad (\text{fórmula 5})$$

Onde:

E_{P_i} = elasticidade para a população q ;

θ_i = parâmetro ponderador;

X_{ik} = média da variável para a população q ;

$P_{pé}$ = probabilidade de realizar viagem a pé.

Para a qual a elasticidade pode ser interpretada como a variação porcentual na variável dependente de acordo com o porcentual de mudança na variável independente (ORTÚZAR, WILLUMSEN, 2011 p. 43, tradução nossa). Portanto, a elasticidade de cada variável preditiva demonstra sua influência na utilidade de realizar uma viagem a pé. Calculada de forma agregada para cada variável preditiva, a elasticidade é capaz de demonstrar o grau de influência associado a uma característica do modelo *logit*.

5 AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS

Com o objetivo de estudar a relação entre a estrutura urbana e a decisão de realizar viagens a pé na cidade de Porto Alegre, este trabalho utilizou dados coletados em pesquisa realizada pelo Lastran em 2011 e publicados por Larrañaga (2012). Os dados cedidos, na forma de banco de dados, são provenientes das entrevistas domiciliares realizadas pelo Lastran, juntamente com dados da estrutura urbana associados aos domicílios disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA) e Companhia de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre (Procempa).

A pesquisa realizada pelo Lastran obteve 884 entrevistas individuais, realizadas em 442 domicílios. O questionário foi aplicado apenas a pessoas acima de 14 anos. A escolha dos bairros não foi aleatória, foram observados através dos dados do Censo aqueles que apresentam características distintas entre si, de forma que, a amostra fosse heterogênea. Foram selecionados 23 setores censitários, que estão em 15 entre os 81 bairros de Porto Alegre. O setor censitário é a unidade territorial de coleta (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2000). A escolha dos domicílios seguiu o critério de amostragem aleatória segmentada, na qual para cada domicílio entrevistado, os três próximos domicílios não seriam visitados. A aplicação do questionário aconteceu no período de maio a junho de 2011 e, antes de aplicado, passou por um estudo piloto, no qual foram entrevistadas 30 pessoas para verificação da clareza desse instrumento.

No geral, populações não são homogêneas. Estratificar uma amostra significa subdividi-la em populações mais homogêneas. As subdivisões, chamadas estratos são feitas a partir de algumas variáveis (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 56, tradução nossa). A amostra disponível no banco de dados já foi, também, estratificada segundo:

- a) índice de motorização (número de automóveis por domicílio);
- b) densidade de comércio e serviços (estabelecimento por área);
- c) inclinação média do terreno.

Os dados podem ser de duas naturezas: objetivos (medidos) ou subjetivos (obtidos por entrevistas individuais). A coleta, por sua vez, varia com a natureza dos dados pretendidos.

Dados relacionados à estrutura urbana são mais facilmente medidos, já que são características físicas, portanto, observáveis do sistema de transportes. Dados subjetivos informam sobre o comportamento das pessoas e sobre suas preferências pessoais, assim, os utilizados por esse trabalho foram coletados pela entrevista domiciliar. Os itens 5.1 e 5.2 descrevem como cada tipo de dado foi obtido.

5.1 DADOS SOCIOECONÔMICOS E ATITUDINAIS

A obtenção de dados de escolha discreta pode ser feita através de técnica de preferência revelada ou declarada, ambas fazem o uso de entrevistas. No entanto, as informações de preferência revelada são as escolhas realizadas pelos indivíduos em situações cotidianas (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 94, tradução nossa). São, geralmente, coletadas por relato dos indivíduos sobre as viagens realizadas no dia anterior (como é o caso da entrevista que gerou o banco de dados a ser utilizado para este estudo), portanto, são capazes de representar o padrão de viagens de um indivíduo. A obtenção de dados de preferência declarada acontece a partir da apresentação de cenários hipotéticos ao indivíduo que indica qual seria sua escolha na situação apresentada (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011, p. 20, tradução nossa). Dessa forma, não representa um comportamento que é observado no momento da entrevista, nesse trabalho, esses dados não foram utilizados.

As características socioeconômicas foram coletadas com o uso de questionário fechado, isto é, possui perguntas com respostas a serem escolhidas entre as alternativas fornecidas. Os dados referentes às atitudes e percepções foram obtidos através de escala visual analógica, na qual o entrevistado atribui um valor de concordância de 0 a 10 à afirmação realizada, essas informações foram modeladas com o auxílio de um modelo de múltiplas escolhas e multiplas causas (LARRAÑAGA, 2012) e agregadas ao banco de dados em forma de três dados: atitude pró-caminhada, pró-automóvel e percepção de segurança.

As características socioeconômicas dos indivíduos podem ser conhecidas através dos dados sobre:

- a) idade;
- b) gênero;
- c) tipo de moradia;
- d) número de residentes no domicílio;

- e) número de automóveis por domicílio;
- f) rendimento mensal familiar;
- g) grau de instrução;
- h) posse de habilitação;
- i) ocupação principal;
- j) local de trabalho.

A maior parte das perguntas, conforme uma pesquisa de preferência revelada, foram sobre os deslocamentos realizados no dia anterior. Entre as perguntas estava o motivo da viagem, horário, etapas realizadas e o modo escolhido para cada etapa, de forma que fosse possível identificar os deslocamentos que caracterizaram viagens a pé, e aqueles que são etapas realizadas a pé com o objetivo de acessar outro modo.

Uma vez que os dados pretendem ser utilizados para um modelo de escolha discreta, eles não podem ser obtidos de forma agregada, no caso, por setores, bairros ou zonas de tráfego, por exemplo. Foi essa incompatibilidade que não permitiu a inclusão de dados objetivos sobre a segurança pública. Para Porto Alegre, esses dados estão disponíveis de forma agregada, indicando índices gerais por bairro. Uma vez que os dados levantados são desagregados, as características físicas compatíveis são referentes a um raio de 500 metros do centróide do setor censitário em que está o domicílio. Ainda assim, sobre a segurança do bairro, a entrevista realizada não deixou de considerar a sua influência na escolha individual pelo modo a pé e foram feitas perguntas sobre esse aspecto. No entanto, essas perguntas geraram respostas de caráter subjetivo, uma vez que se baseiam na percepção do entrevistado e não em estatísticas.

5.2 DADOS DA ESTRUTURA URBANA

A estrutura urbana pode ser avaliada segundo os aspectos de densidade (populacional e de uso do solo), diversidade do uso do solo e desenho ou projeto urbano. Foram incluídos dados de acidentes como característica de segurança oferecida pelo desenho urbano, além das características de projeto. Assim, os dados de interesse coletados pela pesquisa realizada anteriormente, foram obtidos a partir de diversas fontes, apresentadas no Quadro 1, e foram processados por Sistema de Informação Geográfica (SIG), de forma que são fornecidos já no formato de banco de dados.

Quadro 1 – Fonte de dados medidos relativos à estrutura urbana

Fonte	Dado	Unidade	Dimensão da Estrutura Urbana
IBGE	Domiciliar	(domicílios/km ²)	Densidade de uso do solo
	Populacional	(hab./km ²)	
PMPA (IPTU)	Entropia	entre 0 e 1 (0: homogêneo e 1: heterogêneo)	Diversidade de uso do solo
Procempa/EPTC	Porcentagem de interseções com 4 vias	% Interseções em cruz	Desenho Urbano
	Comprimento médio da quadra	m	
	Declividade	%	
	Acidentes envolvendo pedestres	Acidentes/ano	
	Acidentes totais	Acidentes/ano	

(fonte: baseado em LARRAÑAGA, 2012)

Dados que se referem aos custos e disponibilidade de estacionamento não foram obtidos pela pesquisa que gerou o banco de dados devido às limitações de tempo e custo para que essa coleta fosse realizada de forma desagregada e compatível com os outros dados disponíveis (para um raio de 500 metros do centróide do setor censitário). Esse fator poderia ser relevante para explicar a decisão de realizar uma viagem a pé por parte de usuários de automóveis, uma vez que uma baixa disponibilidade de estacionamento restringe o uso desse veículo. Ainda assim, o banco de dados utilizado, inclui os principais fatores relatados na bibliografia como influentes na escolha por caminhar e a forma de coleta é compatível, de acordo com a pesquisa bibliográfica, para a elaboração do modelo *logit* binomial.

6 ANÁLISE DOS DADOS

A amostra representativa de 884 indivíduos, e descrita no capítulo 5, permitiu que fossem conhecidas as características de interesse para o estudo do padrão de viagens a pé em Porto Alegre. Neste capítulo é realizada a descrição quantitativa dos dados relacionados à população, de forma que, fossem conhecidas as características das pessoas entrevistadas e seus padrões de viagens fossem observados. O capítulo foi dividido em três itens. No primeiro é realizada a descrição dos entrevistados quanto ao aspecto socioeconômico. No segundo item, as características do primeiro foram relacionadas às viagens declaradas na entrevista que gerou o banco de dados utilizado nesse trabalho, às características dessas viagens e a percepção de segurança (individual e subjetiva). Após a observação dos dados, o item 6.3 apresenta as variáveis candidatas, de acordo com o objetivo desse estudo, fundamentada na revisão bibliográfica do capítulo 3 e na observação da análise dos dados para a cidade de Porto Alegre, realizada nos itens anteriores. Ainda neste item, foi demonstrada a estatística descritiva dos dados escolhidos para a realização da regressão logística capaz de fornecer o modelo *logit* binomial proposto no capítulo 7.

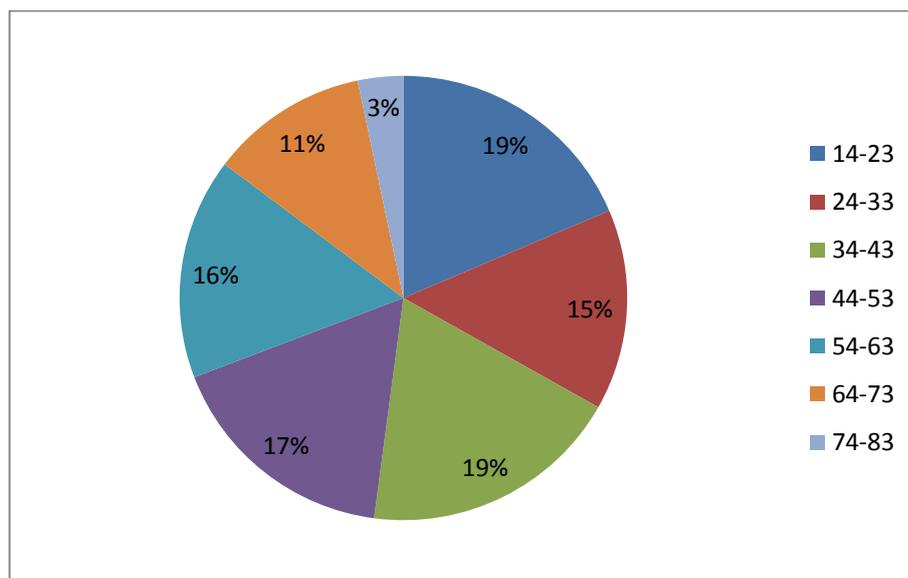
6.1 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS DA AMOSTRA

Os dados socioeconômicos disponibilizados para esse trabalho, listados no capítulo anterior, no item 5.1, possibilitaram que fossem conhecidas importantes características capazes de influenciar a mobilidade de um indivíduo. Para fins de descrição da amostra, as características foram subdivididas em: idade, gênero, renda, grau de instrução, ocupação principal, local de trabalho, características do domicílio e posse de automóvel.

6.1.1 Idade

A idade é importante indicador da condição física e socioeconômica do indivíduo. A amostra coletada segue a distribuição de indivíduos por faixa etária, conforme a Figura 3. Uma vez que, como variável, esse dado é utilizado de forma contínua, a divisão em faixas etárias tem o objetivo de melhor representar a idade dos entrevistados.

Figura 3 – Porcentagem de entrevistados por faixa etária

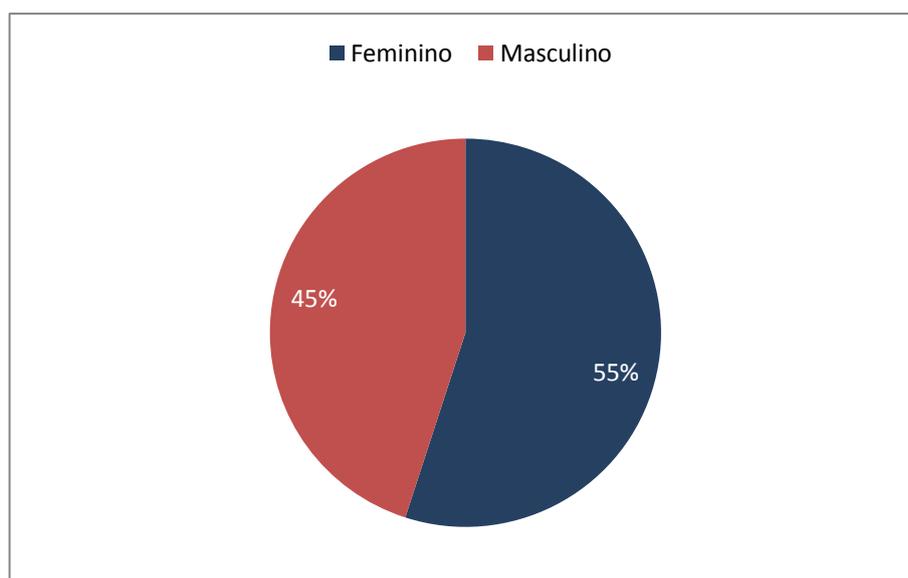


(fonte: elaborado pela autora)

6.1.2 Gênero

O gênero é importante característica individual e influente no comportamento. A Figura 4 apresenta o percentual de entrevistados por gênero.

Figura 4 – Porcentagem de entrevistados por gênero

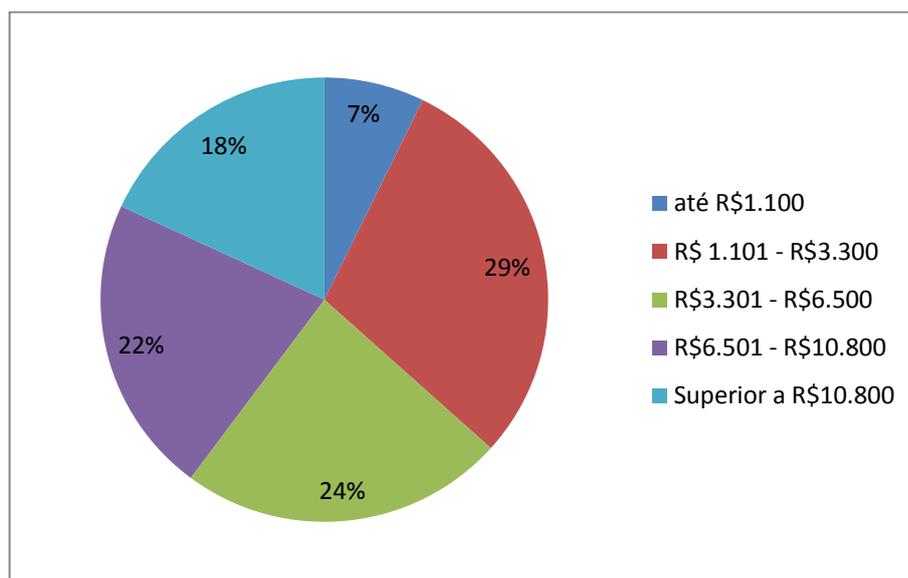


(fonte: elaborado pela autora)

6.1.3 Renda

A coleta de dados relativa à renda foi realizada através de indicação de renda dentro de um intervalo, assim, o rendimento familiar médio é indicado por faixas de renda. A distribuição do percentual de entrevistados por faixa acontece conforme a Figura 5.

Figura 5 – Porcentagem de entrevistados por faixas de renda

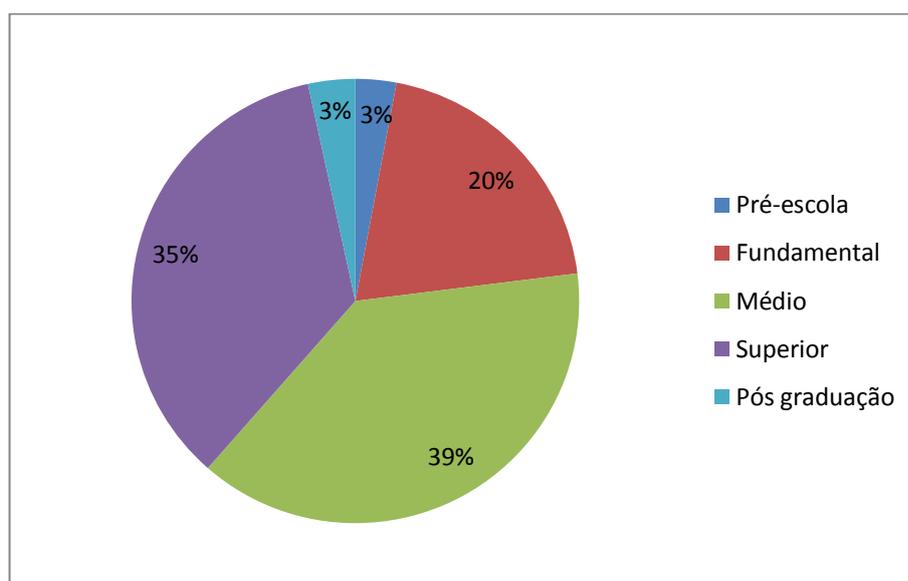


(fonte: elaborado pela autora)

6.1.4 Grau de instrução

Quanto à escolaridade ou grau de instrução, o percentual de entrevistados para os graus de instrução: pré-escola, fundamental, médio, ensino superior e pós-graduação completos são demonstrado pela Figura 6.

Figura 6 – Porcentagem de entrevistados por grau de instrução

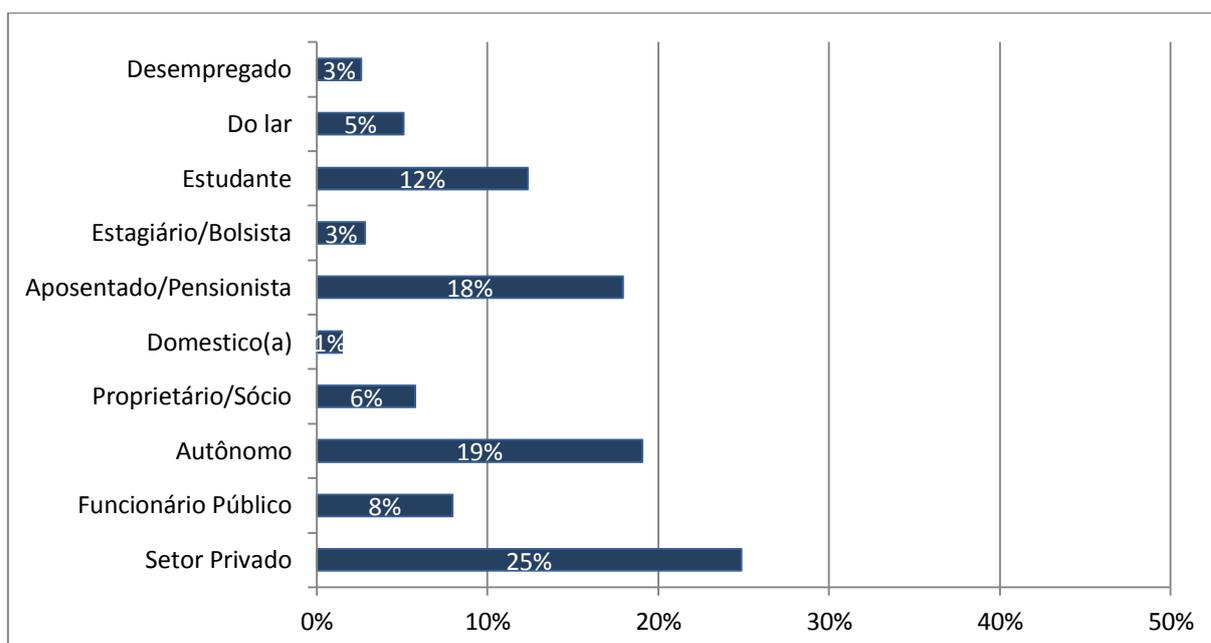


(fonte: elaborado pela autora)

6.1.5 Ocupação principal e local de trabalho

A Figura 7 indica a atividade do indivíduo, denominada como ocupação principal. A necessidade de realizar viagens diariamente está relacionada às atividades exercidas, além da ocupação ter representatividade como característica complementar à renda.

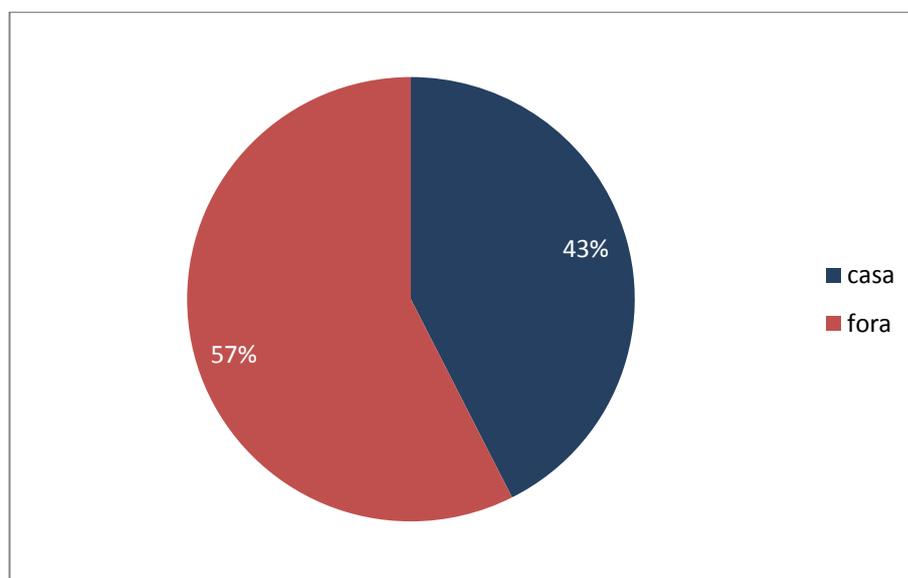
Figura 7 – Porcentagem de entrevistados por ocupação



(fonte: elaborado pela autora)

A Figura 8 demonstra a distribuição de entrevistados que declararam trabalhar em casa ou fora. Essa informação é capaz de representar o impacto da ocupação principal no padrão de viagens do indivíduo.

Figura 8 – Porcentagem de entrevistados por local de trabalho

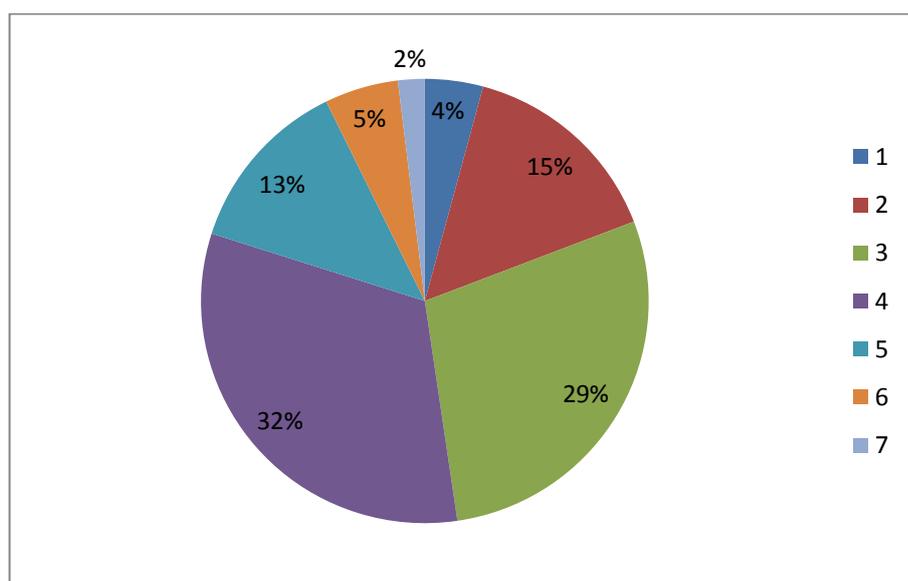


(fonte: elaborado pela autora)

6.1.6 Domicílio

O número de moradores no domicílio é a característica que representa a estrutura familiar. É em função dessa estrutura que os indivíduos adquirem hábitos e necessidades que acabam por influenciar seu padrão de viagens. A Figura 9 demonstra a distribuição dos entrevistados por quantidade de pessoas em seus domicílios.

Figura 9 – Porcentual de entrevistados por residentes no domicílio

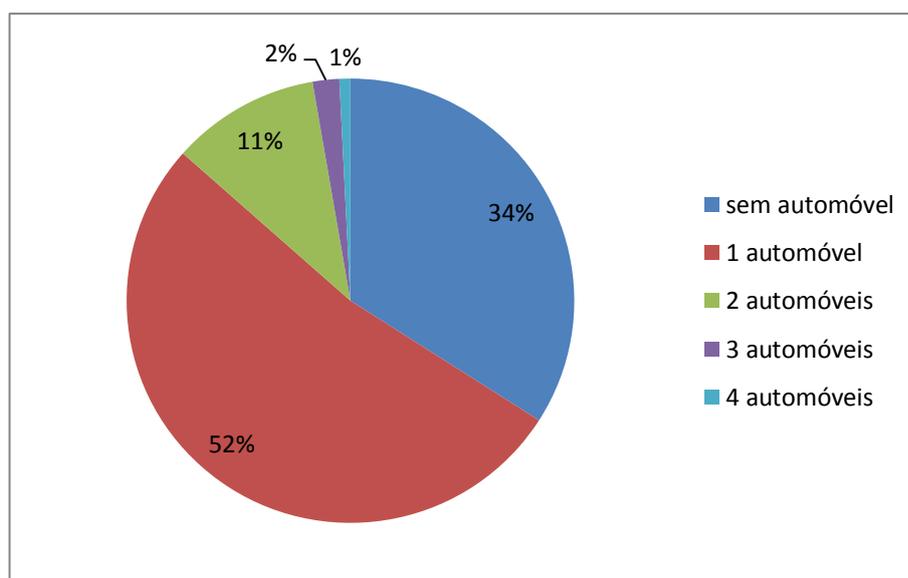


(fonte: elaborado pela autora)

6.1.7 Automóveis

A Figura 10 demonstra que 34% dos domicílios entrevistados não possuem automóveis e mostra, ainda, o porcentual de domicílios que possuem 1, 2, 3 ou 4 automóveis.

Figura 10 – Quantidade de automóveis no domicílio

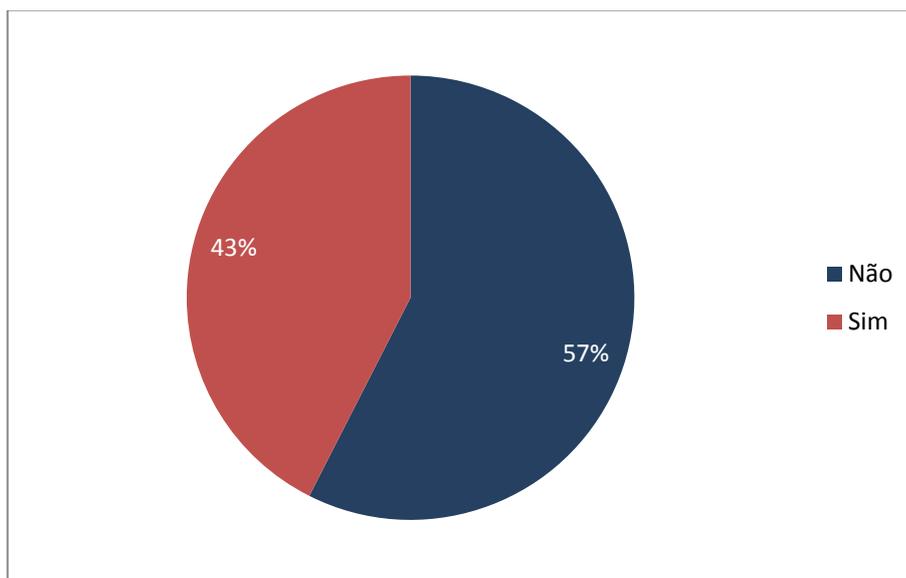


(fonte: elaborado pela autora)

A existência de automóvel no domicílio não é condição suficiente para determinar o uso dele por um indivíduo, pois no caso de haver apenas um veículo para um domicílio com mais de

um residente, a posse de veículo não tem a mesma influência na mobilidade de todos os residentes. Assim, através da combinação entre a posse de automóvel, disponibilidade de uso desse e a posse de habilitação para dirigir, foi obtida a característica denominada **disponibilidade de automóvel**. O percentual da população com ou sem disponibilidade de automóvel é demonstrado na Figura 11.

Figura 11 – Disponibilidade de automóvel entre os entrevistados

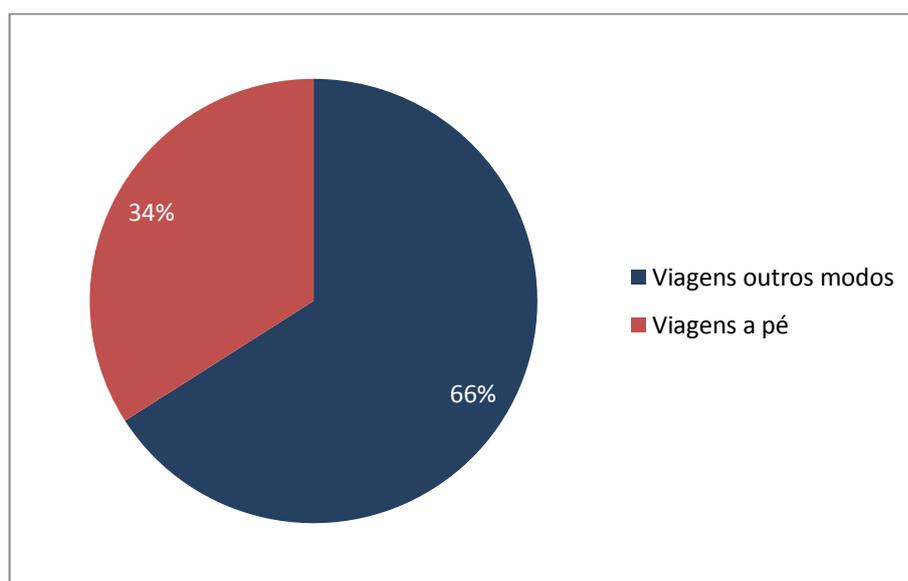


(fonte: elaborado pela autora)

6.2. CARACTERÍSTICAS COMBINADAS A VIAGENS

O banco de dados permitiu que fossem observadas 2519 viagens, conforme a definição de viagem no capítulo 3 – movimento unidirecional entre uma origem e um destino, além dos deslocamentos denominados como etapas de viagem. A fim de estudar a influência da estrutura urbana nas viagens a pé é necessário conhecer o ambiente em que essas são realizadas, motivo pelo qual, as viagens a pé descritas nesse capítulo são denominadas apenas por viagens a pé, e se referem àquelas realizadas próximas à residência e relatadas na entrevista. As viagens informadas na entrevista são referentes ao dia anterior à entrevista, conforme prevê a pesquisa de preferência revelada. Das viagens totais que o banco de dados permitiu observar, 34%, conforme demonstra a Figura 12, foram realizadas a pé próximas à residência e serão consideradas como a escolha do modo a pé.

Figura 12 – Porcentual de viagens a pé e realizadas por outro modo

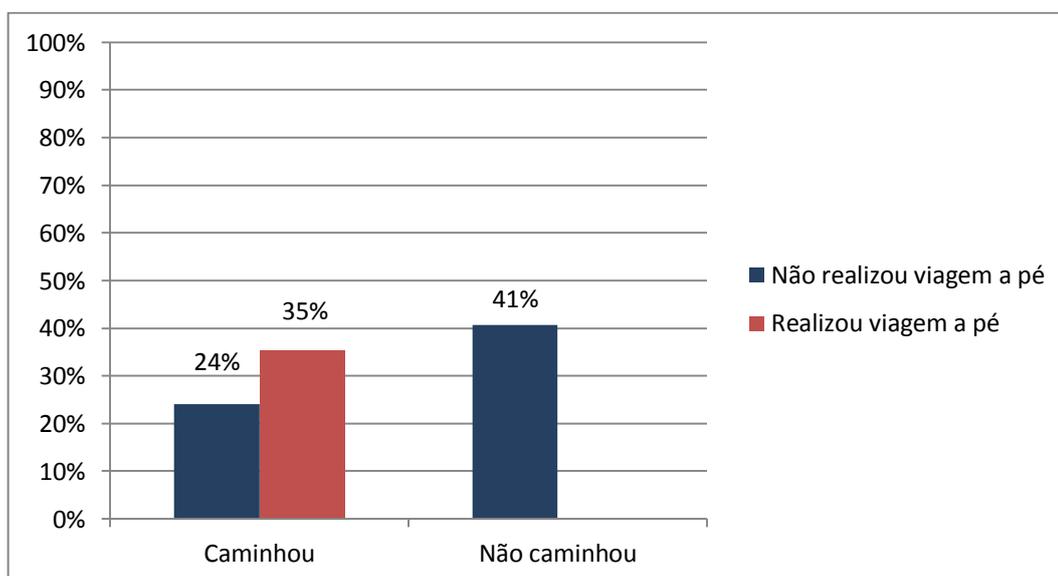


(fonte: elaborado pela autora)

6.2.1 Caminhada e viagens a pé

A Figura 13 demonstra que 59% dos entrevistados declararam ter caminhado próximo à residência, no entanto, entre os deslocamentos denominados caminhadas, existem aqueles que são etapas de viagem e aqueles que são viagens realizadas a pé, assim, somente 35% dos entrevistados declararam ter realizado uma viagem a pé e 24% caminharam, realizando uma etapa de viagem, juntos, representam o porcentual de 59% dos entrevistados.

Figura 13 – Porcentual dos entrevistados que realizaram viagens a pé

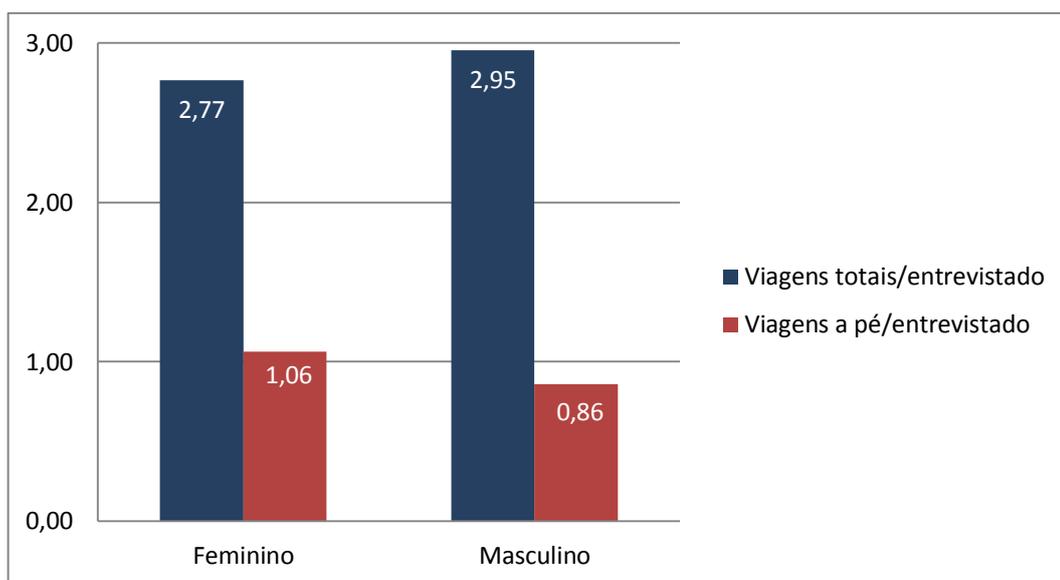


(fonte: elaborado pela autora)

6.2.2 Viagens e gênero

Entre as viagens a pé realizadas, a Figura 14 demonstra, através do índice médio de viagem por entrevistado, uma vez que existe uma proporção diferente de homens e mulheres entrevistados, que os homens apresentam mais mobilidade que as mulheres, mas são as mulheres que realizam mais viagens a pé.

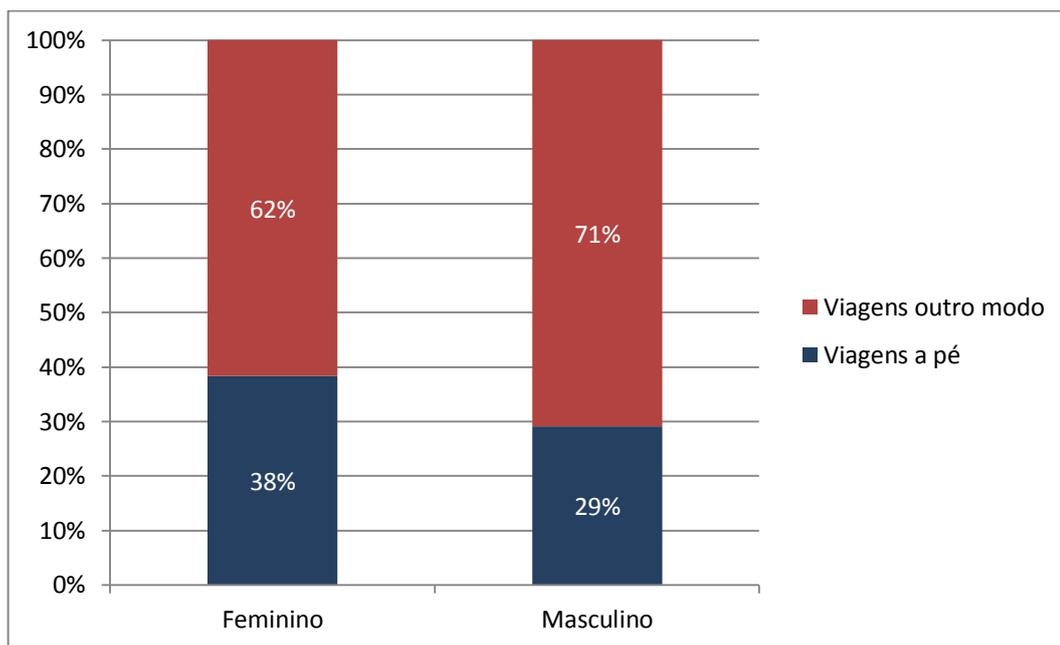
Figura 14 – Viagens/entrevistados por gênero



(fonte: elaborado pela autora)

Mais especificamente, no total de viagens realizadas por mulheres, 38% delas foram realizadas a pé, enquanto que, para os homens, o percentual foi de 29% do seu número total de viagens, conforme demonstra a Figura 15.

Figura 15 – Porcentual de viagens a pé realizadas por gênero

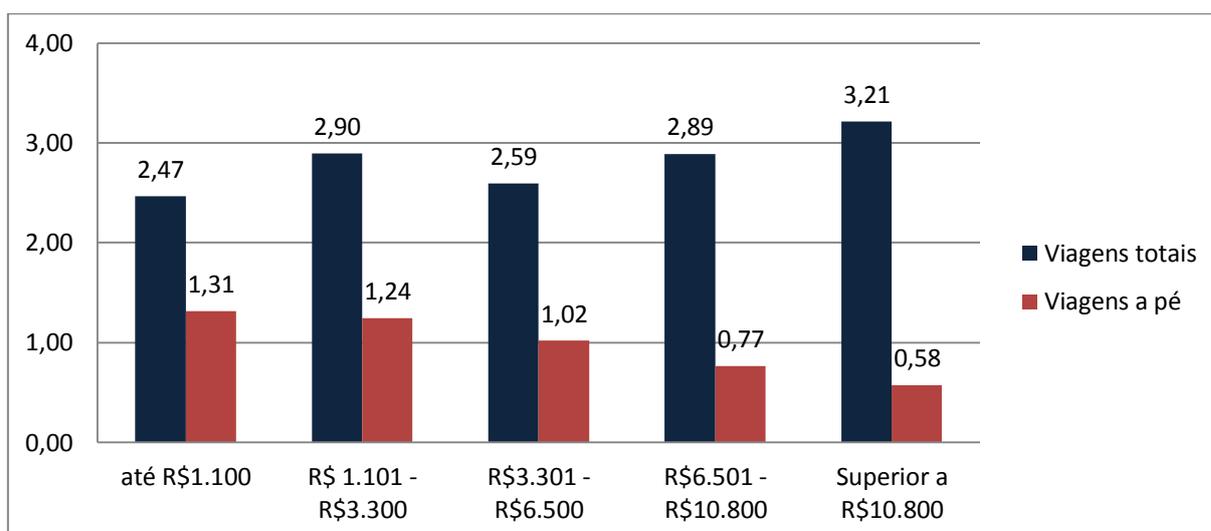


(fonte: elaborado pela autora)

6.2.3 Viagens e renda

A Figura 16 demonstra o número médio de viagens totais e a pé por faixa de renda. É possível observar que com o aumento da renda acontece a diminuição das viagens realizadas a pé, e no geral, o aumento da renda está associado a maior mobilidade do indivíduo.

Figura 16 – Número médio de viagens por entrevistado para cada faixa de renda

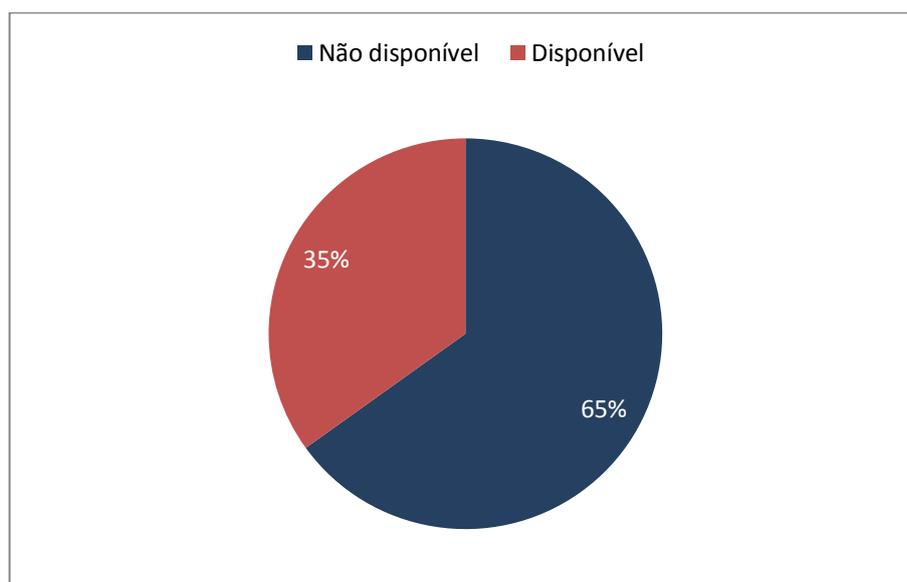


(fonte: elaborado pela autora)

6.2.4 Viagens a pé e disponibilidade de automóvel

A disponibilidade de automóveis, quando relacionada com as viagens a pé, demonstrou ser importante característica a ser estudada, uma vez que, a Figura 17 demonstra que, entre os indivíduos que realizaram viagens a pé, 65% não tem disponibilidade de automóvel.

Figura 17 – Porcentual de disponibilidade de automóvel entre os indivíduos que empreenderam viagens a pé

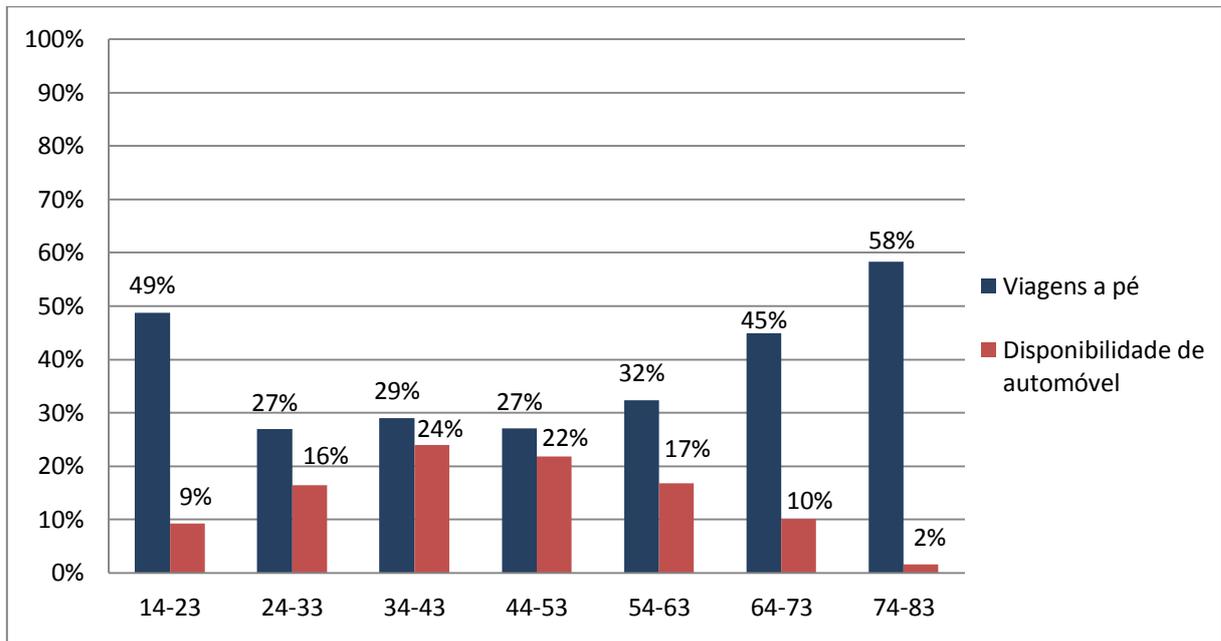


(fonte: elaborado pela autora)

6.2.5 Viagens a pé e disponibilidade de automóvel por faixa etária

A Figura 18 distribui por faixa etária a disponibilidade de automóvel e demonstra o porcentual de viagens a pé entre as viagens totais que cada faixa realizou. É possível observar que a faixa dos 74 aos 83 anos, que tem a menor parcela de disponibilidade de automóvel, foi a que realizou 58% das viagens a pé, embora seja mais favorável a pessoas mais jovens a realização dessas viagens.

Figura 18 – Porcentual de viagens a pé entre as viagens totais realizadas e distribuição de disponibilidade de automóvel por faixa etária

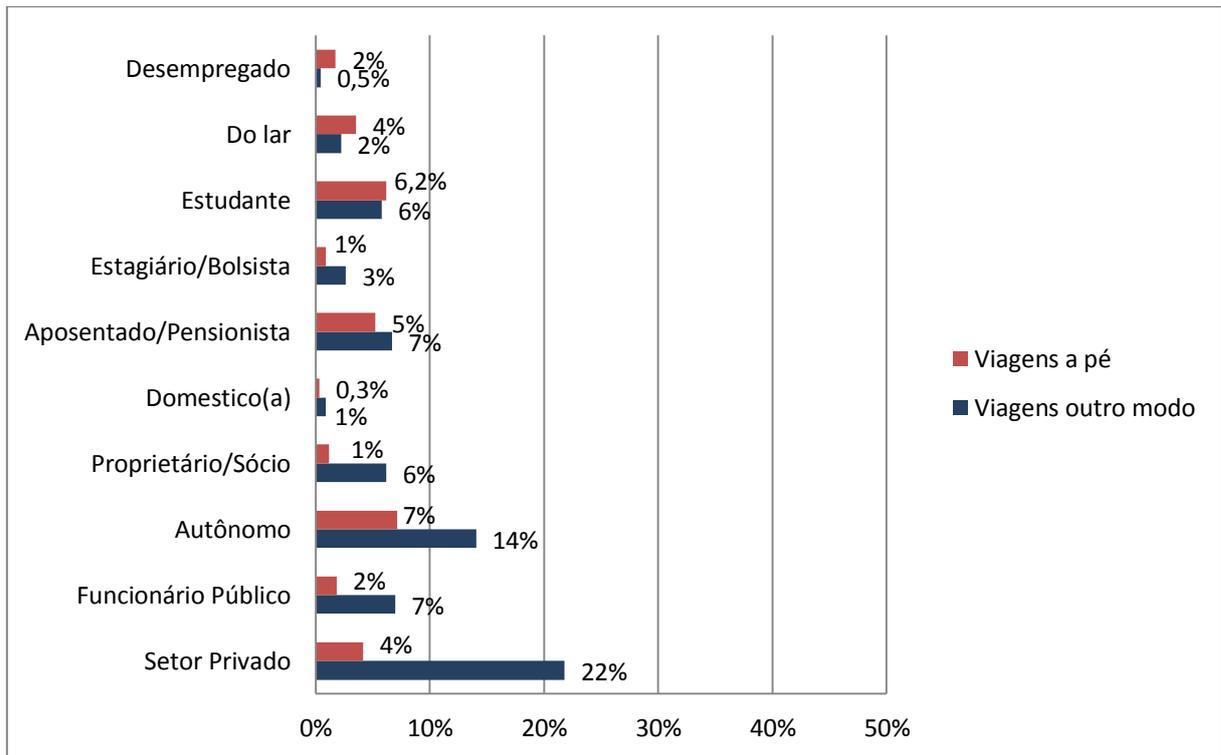


(fonte: elaborado pela autora)

6.2.6 Viagens e ocupação

As atividades exercidas, diariamente, por um indivíduo são responsáveis por sua rotina. A necessidade de percorrer pequenas ou longas distâncias, a restrição de horários e a disponibilidade de diferentes modos são fatores capazes de influenciar o padrão de viagens. Assim, a ocupação principal de um indivíduo influencia sua mobilidade. A distribuição de viagens a pé ou realizadas por outro modo por ocupação é representada pela Figura 19.

Figura 19 – Distribuição do percentual de viagens a pé ou por outro modo por ocupação.

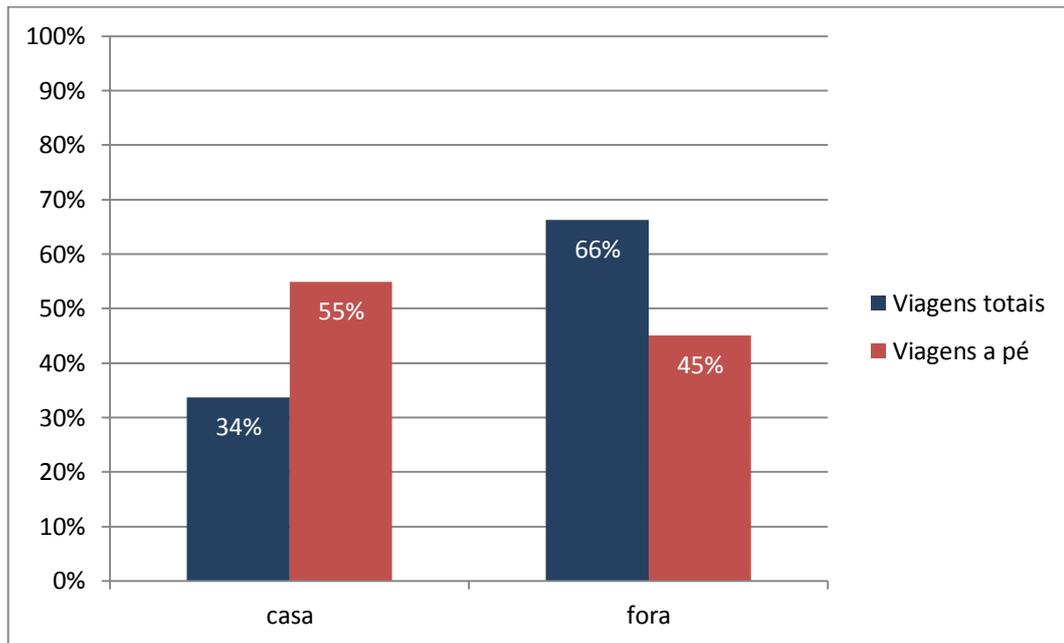


(fonte: elaborado pela autora)

6.2.7 Viagens e local de trabalho

Quanto ao local de trabalho a distribuição do percentual de viagens acontece conforme demonstra a Figura 20. É possível observar que são realizadas mais viagens pela parcela dos entrevistados que trabalham fora, no entanto, apesar de realizar menos viagens totais, os entrevistados que trabalham em casa, realizam 55% das viagens a pé.

Figura 20 – Distribuição do percentual de viagens por ocupação

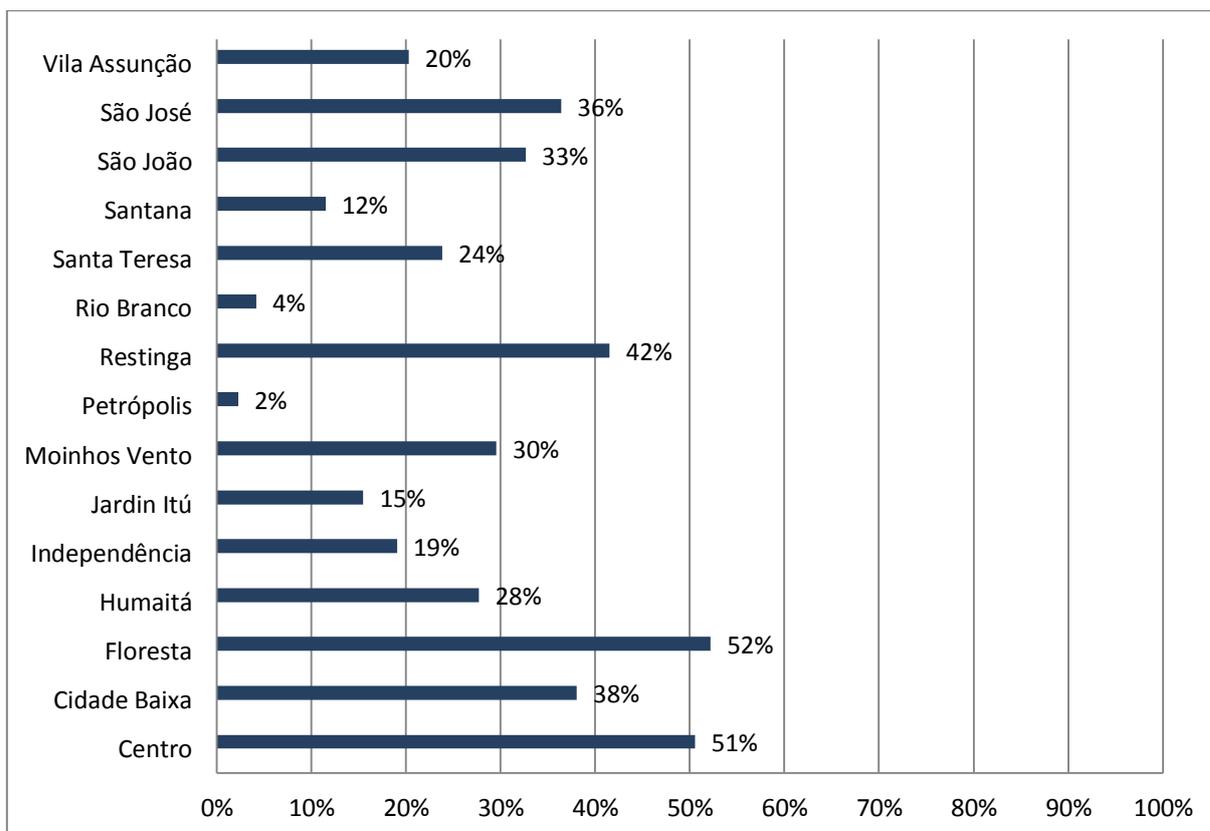


(fonte: elaborado pela autora)

6.2.8 Viagens e bairros

A Figura 21 demonstra o percentual de viagens a pé entre as viagens totais realizadas em cada bairro. Os bairros Floresta e Centro apresentaram mais da metade de suas viagens realizadas a pé (52%), enquanto que no bairro Petrópolis apenas 2% das viagens realizadas foram a pé.

Figura 21 – Porcentual de viagens que foram realizadas a pé entre o total de viagens por bairro

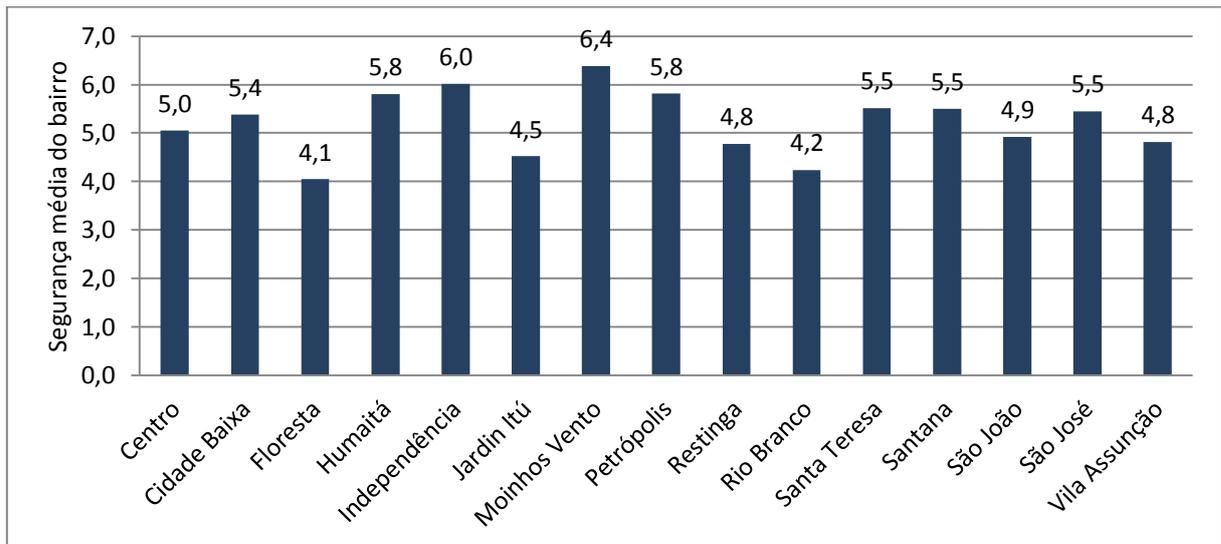


(fonte: elaborado pela autora)

6.2.9 Percepção de segurança e bairro

A segurança média percebida pelo entrevistado e modelada por Larrañaga (2012), produziu valores entre 0 e 10 para indicar essa percepção. A Figura 22 demonstra a percepção média em um bairro. A amplitude observada é de 2,3 pontos, ou seja, os bairros em que foram realizadas as entrevistas, embora representem zonas de tráfego distintas e, portanto, características socioeconômicas variadas, apresentaram pouca variação de segurança pública.

Figura 22 – Percepção média de segurança no bairro

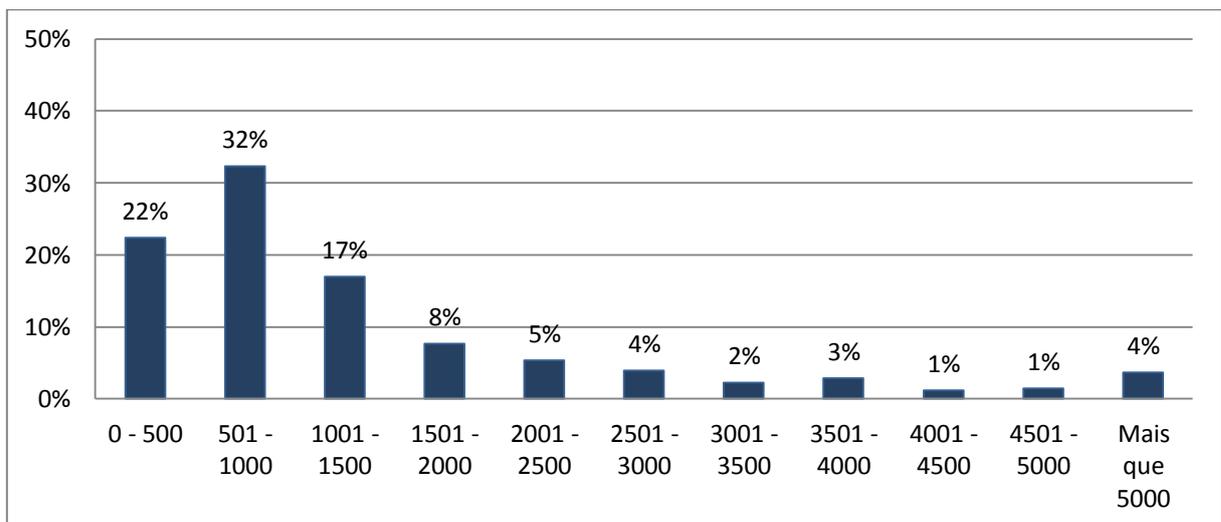


(fonte: elaborado pela autora)

6.2.10 Características das viagens a pé observadas

Entre os fatores que influenciam a decisão por caminhar estão as características dessas viagens, os motivos pelos quais elas acontecem, a que horas são realizadas e a distância associada a elas. A Figura 23 é referente à distância percorrida nas viagens a pé estudadas e demonstra que 79% dos entrevistados declarou ter caminhado distâncias menores que 2 quilômetros.

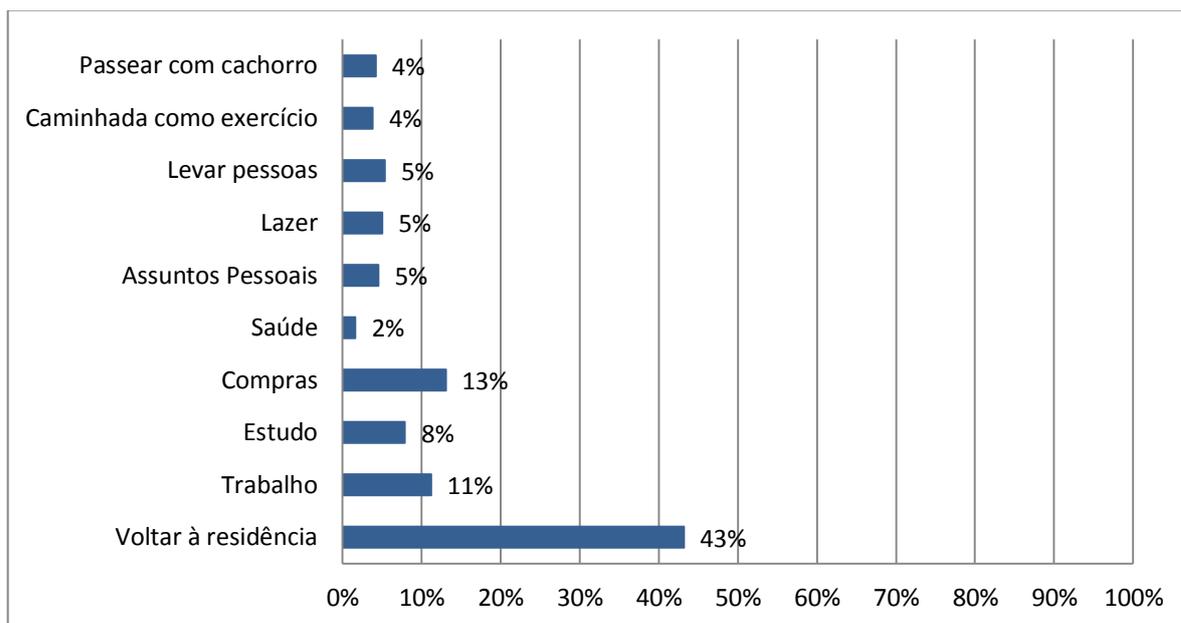
Figura 23 – Porcentual de entrevistados por distância (m) percorrida em viagens a pé próximas a residência



(fonte: elaborado pela autora)

O motivo de uma viagem ser realizada é capaz de determinar seu modo. A Figura 24 demonstra a relação da escolha do modo a pé para os principais motivos questionados. Voltar à residência é o motivo que concentra 43% das viagens, esse motivo se refere àquelas pessoas que empreenderam a viagem com determinado motivo e utilizaram o modo a pé para o retorno desse local.

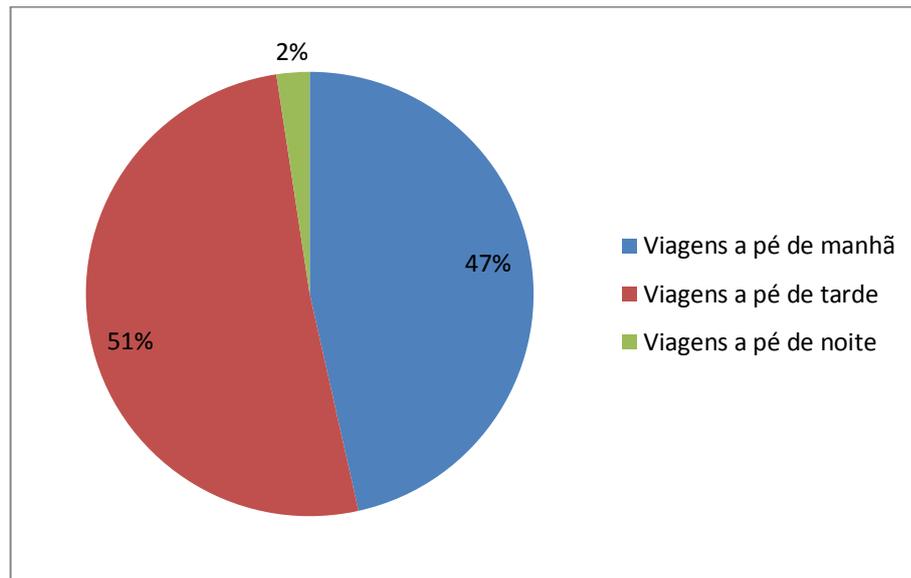
Figura 24 – Porcentual de viagens a pé próximas à residência por motivo



(fonte: elaborado pela autora)

Realizar uma viagem a pé pode ser mais conveniente em determinados horários do dia. A Figura 25 demonstra o porcentual de viagens a pé totais (e não apenas as realizadas próximas à residência), tornando possível observar que, de forma geral, realizar viagens a pé a noite é pouco atrativo.

Figura 25 – Porcentual de viagens a pé totais por turno



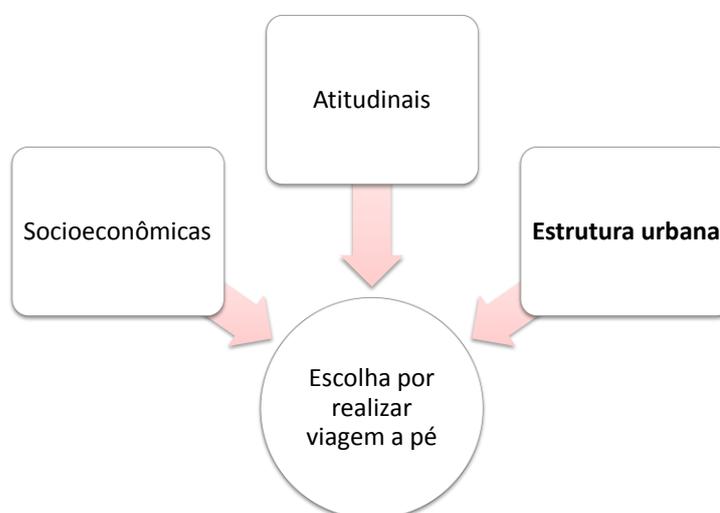
(fonte: elaborado pela autora)

As viagens a pé que permitem observar a estrutura urbana são aquelas realizadas próximas à residência, as quais a Figura 23 demonstrou que são realizadas a distâncias menores que 2 quilômetros e a Figura 24 demonstrou que são, em grande parte, realizadas por motivos diferentes dos de trabalho e estudo. Com o objetivo de estudar as viagens a pé associadas à estrutura urbana, as características das viagens são consideradas como variáveis explicativas para o modelo comportamental, embora tenham possibilitado o conhecimento das características das viagens a pé capazes de serem influenciadas pela estrutura física de uma região.

6.3 VARIÁVEIS CANDIDATAS

A partir da análise quantitativa realizada foi possível a observação das características capazes de serem explicativas para a decisão de realizar viagens a pé. De forma esquemática, a relação proposta para explicar o impacto da estrutura física de uma região na decisão individual por realizar viagem a pé é descrita pela Figura 26.

Figura 26 – Estrutura do modelo



(fonte: elaborado pela autora)

A estrutura do modelo consiste em uma variável dependente, que é a realização de viagens a pé, e variáveis independentes de três tipos: socioeconômicas, atitudinais e da estrutura urbana. O esquema demonstra a inclusão de características dos indivíduos, mesmo para o objetivo de estudar a influência da estrutura urbana. As variáveis que representam características individuais de caráter socioeconômico, de preferências de viagem e referente à percepção são, também, explicativas quando são observadas as decisões individuais de viagem. As viagens a pé observadas são de estrutura física associada conhecida, portanto, são as viagens a pé próximas à residência dos entrevistados e a estrutura urbana é relativa a um raio de 500 metros do centróide do setor censitário ao qual o domicílio pertence.

As variáveis utilizadas na modelagem são descritas de forma estatística para a amostra de 884 entrevistados, apresentando média, desvio padrão e valores mínimos e máximos. A Tabela 1 refere-se a variável dependente.

Tabela 1 – Estatística descritiva da variável dependente

Variável dependente: decisão por viagem a pé				
N = 884				
	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Viagem a pé	0,35	0,48	0,00	1,00

(fonte: elaborado pela autora)

Os dados do tipo socioeconômicos analisados quantitativamente foram separados pela informação que são capazes de representar. Foram incluídas as informações sobre:

- a) idade, como uma variável contínua;
- b) gênero, para o qual 0 representa feminino e 1 masculino;
- c) renda média mensal por domicílio, como variável contínua associada a valores que foram dispostos de forma crescente para as faixas do Quadro 2;
- d) grau de instrução que representa a escolaridade agrupada conforme Quadro 3;
- e) local de trabalho, para o qual 0 representa em casa e 1 fora de casa;
- f) disponibilidade de automóvel, para a qual 0 significa que não atende a característica e 1 significa que atende.

Quadro 2 – Valores utilizados para representar faixas de renda média por domicílio

Renda	
1	sem renda
2	até R\$1.100
3	R\$ 1.101 - R\$3.300
4	R\$3.301 - R\$6.500
5	R\$6.501 - R\$10.800
6	Superior a R\$10.800
7	não declarado

(fonte: elaborado pela autora)

O Quadro 3 apresenta as variáveis para nível de instrução atribuído a um indivíduo por escolaridade dentro das categorias, de forma que 0 representa que o indivíduo não atende o grau de instrução e 1 significa que atende.

Quadro 3 – Grau de instrução agrupado por escolaridade

Grau de instrução	
Baixa	Não alfabetizado
	Pré-escola
Média	Fundamental
	Médio
Alta	Superior
	Pós-graduado

(fonte: elaborado pela autora)

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva das variáveis independentes selecionadas para a modelagem.

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis independentes do tipo socioeconômicas

Variáveis independentes: socioeconômicas				
N = 884				
	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	42,98	17,72	14,00	85,00
Gênero (0 = feminino; 1 = masculino)	0,45	0,50	0,00	1,00
Rendimento	4,14	1,23	2,00	6,00
Disponibilidade de automóvel (0 = sem; 1 = com)	0,43	0,49	0,00	1,00
Instrução baixa (0, 1)	0,03	0,17	0,00	1,00
Instrução média (0, 1)	0,58	0,49	0,00	1,00
Instrução alta (0, 1)	0,39	0,49	0,00	1,00
Local de trabalho (0 = fora, 1 = casa)	0,57	0,49	0,00	1,00

(fonte: elaborado pela autora)

Os dados já modelados por Larrañaga (2012) forneceram variáveis denominadas latentes, ou seja, variáveis que não podem ser observadas diretamente, por isso, foram obtidas por modelagem anterior que gerou as variáveis descritas, estatisticamente, na Tabela 3. A predisposição foi dividida em (a) pró-caminha, é entendida como a predisposição de um indivíduo a utilizar o modo a pé ou o transporte público em suas viagens e (b) pró-automóvel. A percepção de segurança do bairro é referente à segurança pública e de tráfego, no sentido da segurança oferecida para quem se desloca no bairro. É importante ressaltar que essas variáveis foram obtidas a partir da percepção do entrevistado, dessa forma, a noção de segurança varia para o contexto em que cada indivíduo se encontra e na sua capacidade de observar e julgar o meio.

Tabela 3 – Estatística descritiva das variáveis independentes do tipo atitudinais

Variáveis independentes: atitudinais				
	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Pró-caminhada	3,35	2,02	-0,25	5,91
Pró-automóvel	3,58	2,23	-0,56	7,58
Percepção de segurança do bairro	5,31	1,85	0,14	8,11

(fonte: elaborado pela autora)

As variáveis da estrutura urbana de interesse foram selecionadas com base na literatura, principalmente, nas dimensões dos 3Ds sugeridos por Cervero e Kockelman (1997, p. 199, tradução nossa): densidade, diversidade e desenho urbano. Junto às características do projeto urbano foram incluídas as variáveis acidentes envolvendo pedestres e acidentes totais, dado disponibilizado de forma desagregada e que contribui para o estudo, uma vez que a segurança de trafegar num determinado bairro o torna atrativo ou não a pedestres.

Com o objetivo de representar a densidade foram escolhidos os dados de densidade populacional e de comércios. Para representar o desenho urbano, de forma que ele represente a conectividade de uma área, foram utilizadas as variáveis: porcentagem de interseções com 4 vias, denominadas na literatura por interseções em cruz e que representa a parcela dos cruzamentos com 4 aproximações. A declividade foi incluída como variável explicativa, pois a forma urbana possui aclives e declives capazes de facilitar ou dificultar a realização de viagens a pé.

Para representar a diversidade do uso do solo foi adotada a variável entropia, que representa o percentual de homogeneidade do uso do solo. É utilizada como variável contínua com valores entre 0 e 1. Além dos aspectos de densidade e diversidade junto aos do desenho urbano, foram escolhidos dados que informam sobre a segurança viária, que são as variáveis para acidentes envolvendo pedestre e acidentes totais em nº acidentes para o raio de 500 metros do centróide do setor. A Tabela 4 demonstra a estatística que descreve as variáveis, para a estrutura urbana.

Tabela 4 – Estatística descritiva das variáveis independentes do tipo estrutura urbana

Variáveis independentes: estrutura urbana (R = 500m)				
	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Interseções com 4 vias (%)	0,35	0,15	0,08	0,62
Comprimento de quadra (m)	95,07	19,37	58,59	125,80
Declividade (%)	0,04	0,03	0,00	0,11
Densidade populacional (hab/km ²)	12807,14	5813,37	3400,98	26705,04
Densidade de comércio (nº estabelecimentos/km ²)	1149,27	1622,90	47,11	6140,82
Acidentes envolvendo pedestres (nº)	48,53	61,63	2,00	245,00
Acidentes totais (nº)	671,36	582,55	32,00	1957,00
Entropia	0,50	0,16	0,18	0,70

(fonte: elaborado pela autora)

7 MODELO PROPOSTO

O modelo proposto foi obtido com o uso do *software* SPSS versão 18.0, no qual as variáveis de 6.3 passaram pelo processo de eliminação regressiva, uma vez que a hierarquia das variáveis não é conhecida. A modelagem consistiu na regressão logística com o uso de todas as variáveis candidatas e sucessivas eliminações pela análise do valor-p. Foi adotado um nível de confiança de 85%, ou seja, são aceitáveis valores até 0,15 para o valor-p. A eliminação acontece por ordem de maior valor-p. Após a eliminação, é realizada, novamente, a regressão logística, seguida da eliminação da próxima variável e assim, sucessivamente, até que todas as variáveis atinjam valores adequados para valor-p.

Além da análise de valor-p, é realizada a observação dos valores para pseudo R^2 fornecidos por dois métodos na regressão realizada no SPSS. A estatística R^2 não pode ser calculada de forma exata para os modelos de regressão logística, apenas para as lineares, assim, os valores fornecidos pelo *software* são similares a R^2 , denominados por pseudo- R^2 e obtidos por dois métodos, conforme a Tabela 5. Essa medida de desempenho é indicada com valores entre 0 e 1, para os quais 0 significa que o modelo não tem valor preditivo e 1 significa ajuste perfeito.

Além da análise estatística, é necessário que o modelo seja analisado pelo observador, que com auxílio da análise quantitativa dos dados é capaz de reconhecer a coerência das relações apresentadas nos coeficientes. Essa análise é realizada, principalmente, quanto a sua influência, matematicamente, negativa ou positiva no modelo. A ordem de grandeza dos coeficientes não pode ser associada a uma maior ou menor influência, uma vez que as variáveis possuem unidades diferentes. No entanto, o método de cálculo das elasticidades descrito no capítulo 4 permitiu a comparação da influência de cada variável no modelo. A Tabela 5 apresenta o modelo proposto para a observação da estrutura urbana na decisão por realizar viagens a pé, considerando características dos indivíduos de caráter socioeconômicas e atitudinais.

Tabela 5 – Modelo *logit* binomial para decisão individual de realizar viagem a pé

Variáveis	Coefficiente	Valor-p
Idade (anos)	-,017	0,000
Rendimento (faixas)	-,279	0,000
Disponibilidade de automóvel (0, 1)	-,437	0,018
Pró-caminhada	,095	0,033
Pró-automóvel	-,067	0,116
Porcentual de interseções com 4 vias (%)	4,081	0,000
Densidade populacional (hab/km ²)	4,997E-05	0,004
Densidade de comércio (comércio/km ²)	3,701E-04	0,000
Declividade (%)	-8,084	0,008
Acidentes (n ^o /km ²)	-1,327E-03	0,000
Constante	-,071	0,885
Número de observações		884
Pseudo R ² (Nagelkerke)		0,208
Pseudo R ² (Cox & Snell)		0,151

(fonte: elaborado pela autora)

A variável contínua idade, em anos, é inversamente proporcional à escolha por viagens a pé, de modo que, pessoas mais novas tendem a caminhar mais. O Rendimento médio mensal, variável utilizada de forma contínua com valor associado à faixa a qual a renda está incluída, conforme Quadro 2, no capítulo 6, também tem relação inversa à realização de viagens, de forma que, pessoas com uma renda média mais elevada por domicílio tendem a realizar menos viagens a pé. Assim como a disponibilidade de automóvel, variável relacionada ao número de automóveis no domicílio e a posse de carteira nacional de habilitação, a qual o valor 1 significa que o indivíduo tem a opção de usar o automóvel em seus deslocamentos, que também possui coeficiente negativo.

As variáveis atitudinais provenientes do modelo de Múltiplas Causas e Múltiplos Indicadores de Larrañaga (2012) demonstram, através das variáveis pró-caminhada e pró-automóvel, o estilo de vida individual, a partir de convicções pessoais, a predisposição à caminhada ou uso de modos sustentáveis como a bicicleta ou a predisposição a utilização do automóvel nas viagens realizadas. A variável pró-caminhada mostrou coeficiente positivo, de forma que, é adequado que essa predisposição seja uma característica incentivadora de viagens a pé. E o contrário vale para predisposição a utilizar automóvel, que mostrou coeficiente negativo, de forma que, é compreensível que um indivíduo com um padrão de viagens, motivado por seu estilo de vida, dependente do uso do automóvel, tenha a tendência de realizar até mesmo as

atividades que poderiam ser realizadas a pé, fazendo uso desse, por exemplo, tornando a ida a padaria uma viagem desviada ou de passagem combinada a uma outra viagem principal.

As variáveis relativas à estrutura urbana que foram significativas para o modelo estão relacionadas à densidade e ao desenho urbano. Uma maior concentração de residentes atrai a atividade comercial, que por sua vez, atrai viagens, sendo elas possíveis de serem realizadas a curtas distâncias, como é a tendências das viagens a pé observadas pelo questionário aplicado, favorecendo que sejam realizadas por esse modo. Uma vez que esse estudo relaciona a utilidade da decisão de caminhar de um indivíduo à densidade urbana da região associada ao seu domicílio, é coerente, e já reportado na literatura, que altas densidades urbanas são capazes de influenciar, positivamente, a realização de viagens a pé.

As variáveis que caracterizam o desenho urbano também mostram ser significativas no modelo comportamental proposto, ainda que o comprimento de quadra não tenha sido significativo na análise do valor-p, a porcentagem de interseções com quatro vias e a declividade, são capazes de demonstrar as características do projeto urbano relativas à facilidade de deslocamentos em sua rede viária. A porcentagem de interseções em cruz, como variável, possui coeficiente positivo, uma vez que representa o quanto um bairro é conectado. Ainda que existam diversas interseções a serem transpostas pelos pedestres, um baixo percentual dessas interseções significa menor possibilidade de acessar diferentes destinos. A declividade obteve coeficiente negativo, de forma que, transpor grandes aclives ou declives não é fator de incentivo à realização de viagens a pé.

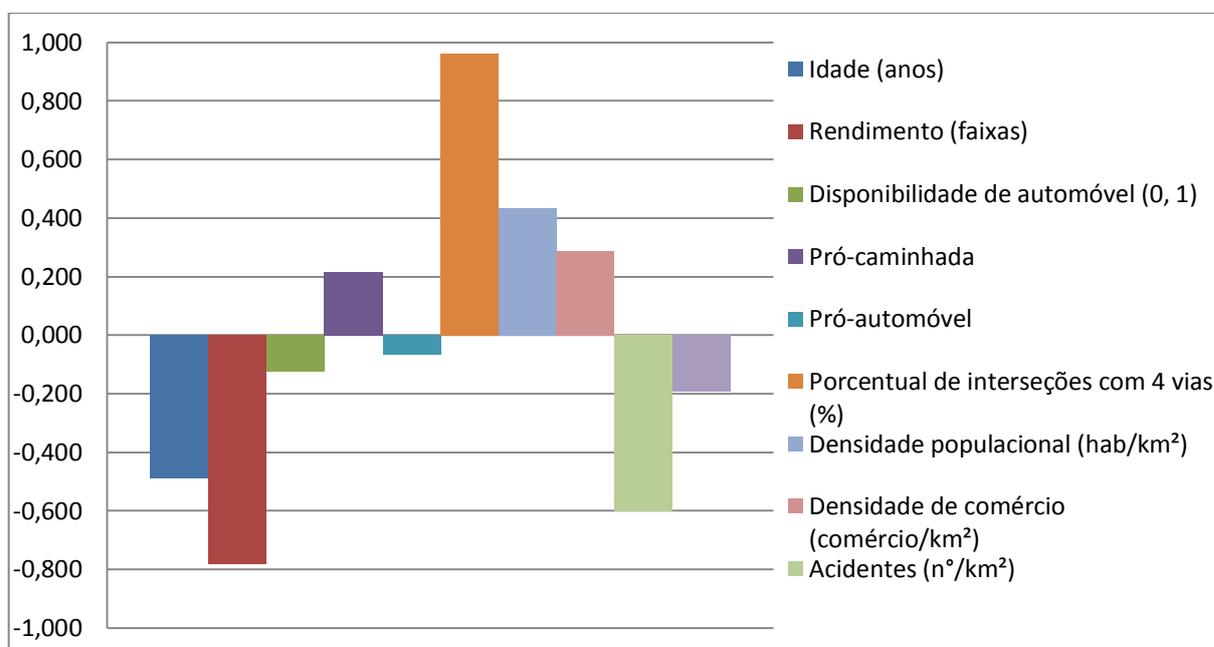
O cálculo das elasticidades permitiu a comparação das variáveis quanto à capacidade de prever a decisão por viagens a pé. A Tabela 6 apresenta os valores de elasticidade calculados para as variáveis que compõem o modelo na Tabela 5. A partir das observações de sinal e de elasticidade é possível afirmar que, conforme sugerido pela literatura, o ambiente urbano com alta conectividade (representado por porcentagem de interseções com quatro vias), densidades elevadas e menores declividades é capaz de incentivar a realização de viagens a pé. A variável que representa o quanto o ambiente é interconectado mostrou ser a mais influente entre as variáveis para a decisão individual por viagens a pé, conforme demonstra a Figura 27.

Tabela 6 – Elasticidades para as variáveis do modelo *logit* proposto

Variáveis	Elasticidade
Idade (anos)	-0,489
Rendimento (faixas)	-0,783
Disponibilidade de automóvel (0, 1)	-0,126
Pró-caminhada	0,216
Pró-automóvel	-0,067
Porcentual de interseções com 4 vias (%)	0,963
Densidade populacional (hab/km ²)	0,434
Densidade de comércio (comércio/km ²)	0,288
Declividade (%)	-0,193
Acidentes (n°/km ²)	-0,604

(fonte: elaborado pela autora)

Figura 27 – Comparação das elasticidades



(fonte: elaborado pela autora)

A segunda variável com maior influência no modelo é o rendimento médio mensal, característica capaz de aumentar o número de viagens totais, no entanto, a sua influência na decisão por viagens a pé é negativa e, entre as características socioeconômicas, é a mais influente. Assim, é possível afirmar que a alta renda desestimula a realização de viagens a pé.

A comparação das elasticidades calculadas também permitiu observar que entre as características das preferências de viagens, a variável pró-caminhada, que se refere à tendência a realizar viagens a pé ou utilizando o transporte público, teve maior influência

positiva no modelo que a variável pró-automóvel, negativa, por sua vez. Os coeficientes de elasticidades indicam que uma atitude pró-caminhada influencia, positivamente, três vezes mais a decisão de realizar viagens a pé que uma atitude pró-automóvel influencia negativamente essa decisão.

A consideração sobre a segurança viária e inclusão da variável relativa ao número de acidentes foi importante, uma vez que as características de Porto Alegre a tornam relevante. O crescimento desordenado da cidade causou deficiências na estrutura física dessa, o que aumenta a ocorrência de acidentes e torna a insegurança um fator associado à circulação. A população observa e se adapta a essa realidade, concilia seus hábitos de viagens com as condições atuais, de forma que a segurança em relação a acidentes é fator que influencia a escolha de realizar viagens através da caminhada e foi a terceira variável mais influente.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho estudou a relação entre a estrutura urbana e a decisão de realizar viagens a pé na proximidade da residência. Os dados coletados e as análises realizadas permitiram observar que a estrutura urbana foi capaz de influenciar a decisão de realizar viagens a pé.

Os fatores socioeconômicos mostraram-se essenciais quando utilizados como variáveis explicativas do comportamento de viagens, principalmente, o rendimento familiar, que demonstra que o estilo de vida dos indivíduos, em função da condição financeira, tem forte influência na realização de caminhadas como modo de transportes. Assim, é possível afirmar que rendas mais altas levam as pessoas a escolherem menos esse tipo de viagem. Através dos resultados apresentados é possível afirmar que a estrutura urbana causa influência na decisão pelo modo a pé, portanto, são válidas medidas a serem adotadas, a longo prazo, no planejamento urbano e que melhorem as condições de caminhada da cidade de Porto Alegre. No entanto, o comportamento de viagens ainda está muito relacionado ao crescimento econômico do País e as possibilidades de transportes que o aumento da renda propicia, de forma que a classe média ainda almeja partilhar das facilidades de transportes que eram restritas a ela. Dessa forma, a influência da estrutura urbana fica associada a essas características, a forma como o país se desenvolveu, com as desigualdades sociais, causou condições específicas de preferências de viagens.

As variáveis produzidas pelo modelo para características atitudinais de Larrañaga (2012), também, mostraram que existem indivíduos que são motivados por esses fatores para a decisão por realizar viagens a pé, de forma que, não somente uma estrutura urbana orientada para pedestres, mas também campanhas capazes de auxiliar na construção de uma nova mentalidade sobre urbanismo, mobilidade e hábitos saudáveis, podem influenciar o padrão de viagens. A comparação entre a influência dessas variáveis mostrou maior influência positiva pela variável pró-caminhada que negativa pela preferência denominada pró-automóvel.

REFERÊNCIAS

- BEN-AKIVA, M.; LERMAN, S. R. **Discrete choice analysis: theory and application to travel demand**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1985. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=oLC6ZYPs9UoC&lpg=PP1&dq=ben-akiva&hl=fr&pg=PP1&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 13 out. 2013.
- BEN-AKIVA, M.; BIERLAIRE, M. Discrete choice methods and their applications to short term travel decision. In: HALL, R. W. (Ed). **Handbook of Transportation Science**, International Series in Operations Research and Management Science, 2d., Norwell, Massachusetts: Kluwer, , 2003. v. 56, p. 5-33.
- BOARETO, R. A mobilidade urbana sustentável. **Revista dos Transportes**, São Paulo: ANTP, ano 25, n. 100, p. 45-56, 3. trim. 2003.
- BRASIL. Presidência da República. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei n. 12.587**, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, revoga dispositivos dos Decretos-Leis nºs 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis ns. 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975 e dá outras providências. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm>. Acesso em: 8 jun. 2013.
- BRUTON, M. J. **Introdução ao planejamento dos transportes**. Rio de Janeiro: Interciência, 1979.
- CERVERO, R.; KOCKELMAN, K. Travel demand and the 3Ds: density, diversity and desing. **Transportation Research Part D: transport and environment**, Great Britain, v. 2, n. 3, p. 199-219, Sept. 1997.
- DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO (Rio Grande do Sul). **Frota em circulação no RS**. Porto Alegre, 2013.
- EWING, R.; CERVERO, R. Travel and the built environment: a meta-analysis. **Journal of The American Planning Association**, London, v. 76, n. 3, p. 265-294, Summer 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Agregados por setor censitário dos resultados de universo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/defaulttab_agregado.shtm>. Acesso em: 27 out. 2013.
- _____. **Indicadores Sociais Municipais: uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011.
- LARRAÑAGA, A. M. **Análise do padrão comportamental de pedestres**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LARRAÑAGA, A. M.; CATEN, C. S.; CYBIS, H. B. B. Relação entre estrutura urbana e padrão de viagens a pé. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 23, 2009, Vitória. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPET, 2009. Não paginado.

LARRAÑAGA, A. M. L. **Estrutura urbana e viagens a pé**. 2012. 143 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LONGEN, M. T. **Um modelo comportamental para o estudo do perfil do empreendedor**. 1997. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta97/longen/>>. Acesso em: 23 de outubro de 2013.

MELO, F. B. **Proposição de medidas favorecedoras à acessibilidade e mobilidade de pedestres em áreas urbanas** – estudo de caso: o centro de Fortaleza. 2005. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

NERI, M. C. (Coord). **A nova classe média: o lado brilhante dos pobres**. Rio de Janeiro: CPS/FGV, 2010.

ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. 4th ed. Chichester: Wiley, 2011.