



# **DETERMINAÇÃO DA IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS ATRIBUTOS DO BAIRRO QUE ESTIMULAM AS VIAGENS A PÉ**

**Ana Margarita Larrañaga Uriarte**

**Helena Beatriz Bettella Cybis**

**Orlando Strambi**

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-87893-17-8



# DETERMINAÇÃO DA IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS ATRIBUTOS DO BAIRRO QUE ESTIMULAM AS VIAGENS A PÉ

**Ana Margarita Larrañaga**  
**Helena Beatriz Betella Cybis**

Laboratório de Sistemas de Transportes - Lastran  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Orlando Strambi**

Departamento de Engenharia de Transportes  
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

## **Resumo**

Este trabalho tem como objetivo determinar a importância relativa dos atributos do bairro para estimular a realização de viagens utilitárias a pé e analisa como estes valores variam entre os diferentes estratos de respondentes. O estudo foi realizado em Porto Alegre e os respondentes foram estratificados por faixa etária, renda familiar, número de automóveis no domicílio e número de viagens utilitárias a pé realizadas por semana. A determinação da importância dos atributos do bairro foi baseada no Processo Analítico Hierárquico (AHP) utilizando matrizes incompletas de comparações pareadas. Os seis atributos mais importantes identificados foram: *Segurança pública; Segurança do tráfego; Presença de obstáculos nas calçadas; Qualidade do pavimento e largura das calçadas; Comércio e serviços próximos; Atratividade visual*. Foram identificadas diferentes percepções entre os estratos pesquisados, confirmando que características individuais dos indivíduos podem influenciar na mensuração da caminhabilidade. Os resultados obtidos neste estudo são importantes para a construção de um índice de caminhabilidade para Porto Alegre.

## **Abstract**

The objective of this paper is to determine the relative importance of the neighborhood's attributes to encourage utilitarian walking and to analyze how these values varies in the different respondents strata. The study was conducted in Porto Alegre and respondents were stratified by age, household income, number of cars in the household and number of utilitarian walking trips made per week. The determination of the importance of the districts attributes was based on Analytic Hierarchy Process (AHP) matrices using incomplete pairwise comparisons. The six most important attributes were identified as: *Public safety, Traffic safety, Presence of obstacles on the sidewalks, Pavement quality and width of sidewalks; Shops and services nearby and Visual attractiveness*. Different perceptions between respondents strata were identified, confirming that individual characteristics can influence the measurement of walkability. The results obtained in this study are important to the construction of a walkability index for Porto Alegre.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os impactos decorrentes das atividades de transportes são um dos grandes problemas da atualidade e diversas políticas têm sido propostas para minorar estes problemas. Nas últimas décadas, ganharam relevância os estudos associados à promoção de mudanças na estrutura urbana para influenciar alterações no comportamento de viagens. Existe um crescente reconhecimento que mudanças nas características da estrutura urbana podem ter impacto significativo sobre o comportamento de viagens, em especial sobre as viagens a pé (Baran *et al.*, 2008; Cao *et al.*, 2006; Cervero e Duncan, 2003; Crane, 2000; Ewing e Cervero, 2001, 2010; Frank e Engelke, 2001; Lee e Moudon, 2006)

O conceito de caminhabilidade (*walkability*, em inglês) tem sido utilizado em vários estudos para descrever a qualidade dos espaços para caminhada em termos de segurança, conforto e conveniência, onde estes espaços tornam-se atraentes para a realização das viagens a pé (Burden, 2001; Litman, 2003). Assim, diversas metodologias e índices têm surgido para descrever o ambiente para caminhada (Bradshaw 1993; City of Portland 1998; Portland Pedestrian Master Plan 1998; Allan, 2001; Ray e Bracke, 2002; Moudon et al. 2002; Dannenberg 2004; Krambeck, 2006; Walkscore.com, 2010). Entretanto, estes índices diferem

no: (i) tipo de dados utilizados (ex. qualitativos, quantitativos, georeferenciados -GIS, medidos in loco, subjetivos); (ii) método (ex. auditoria, nível de serviço); (iii) escala de aplicação (ex. estrutura para pedestre, área); (iv) objetivo (ex. avaliar as estruturas para pedestres, avaliar o potencial de projetos novos específicos para aumentar as oportunidades de caminhar, verificar a maior ou menor facilidade de deslocamento dos pedestres em uma cidade, etc.); e (v) variáveis consideradas.

O walkability index (Bradshaw, 1993), por exemplo, foi uma ferramenta desenvolvida para medir caminhabilidade de uma região. Surgiu em um período no qual proprietários de imóveis urbanos e comerciantes da cidade de Ottawa (Canadá) enfrentavam grandes aumentos nos impostos de propriedade. Os impostos tinham por base os valores de mercado, valores que foram questionados pelos proprietários e comerciantes. Assim, foi desenvolvido este índice com o propósito de auxiliar a estimativa do valor dos imóveis e, conseqüentemente, o cálculo dos impostos. O índice consiste numa série de perguntas sobre características do bairro e cada pergunta avalia o demérito, de 1 a 4, das características que trabalham contra a caminhabilidade. Os pontos obtidos são somados e o valor total é dividido entre 20 (devido à escala de avaliação utilizada). O resultado é um índice que varia entre 0,45 e 2. A menor pontuação corresponde a uma área com melhor caminhabilidade. Este índice utiliza dados qualitativos e quantitativos. Considera no cálculo as seguintes variáveis: densidade populacional, existência de estacionamento na via pública, amenidades (bancos), oportunidade de socialização, percepção de segurança, disponibilidade de transporte público, existência de lugares importantes no bairro, presença de parques ou espaços públicos, condições das calçadas (continuidade, largura). No entanto, não inclui variáveis relacionadas à existência de comércios e serviços próximos, variável considerada muito importante em outros indicadores, como por exemplo o Walkscore (Walkscore.com, 2010).

O Walkscore é um índice de caminhabilidade que busca auxiliar os indivíduos a encontrar lugares para morar que sejam favoráveis à caminhada. Consiste em algoritmos baseados na distância até comércios, serviços e parques. Utiliza dados GIS e informações cruzadas de diversas fontes, obtendo como resultado um índice que varia entre 1 e 100 (melhor caminhabilidade). Está disponível através da sua página web, mas unicamente para Estados Unidos e Canadá. Não considera fatores como as condições das calçadas e do ambiente, a segurança do bairro e topografia. Nos últimos anos, foram disponibilizados, em conjunto com este, outros índices para medir a qualidade do espaço para bicicleta (Bike score) e transporte público (Transit score).

Recentemente, foram desenvolvidos aplicativos móveis para auditorias da qualidade do espaço. O App Walkability (Clean Air Asia, 2013) por exemplo, permite que os usuários avaliem a caminhabilidade de uma rua de forma qualitativa, através de nove parâmetros. Os parâmetros se referem a conflito modal, deficiência de infraestrutura, percepção de segurança, disponibilidade dos pontos de passagem e comportamento de motorista, entre outros. As pontuações individuais são convertidas para um valor que varia entre 1 e 100 (melhor caminhabilidade) e cada rua recebe uma classificação. O aplicativo funciona em Android e no sistema operacional do iPhone. Os resultados são mapeados usando dados coletados com um receptor GPS, indicando as vias mais caminháveis. As áreas mais inseguras são destacadas, o qual permite os indivíduos mais vulneráveis evitar essas áreas. Esse aplicativo tem sido utilizado principalmente em cidades asiáticas e algumas europeias. Outros aplicativos que permitem aos usuários avaliar a caminhabilidade são o Walkonomics (Walkonomics.com, 2013) e RateMyStreet (RateMyStreet.com, 2013). O uso de aplicativos móveis para avaliar a

caminhabilidade depende fundamentalmente da participação dos usuários e acesso a estes dispositivos. No Brasil, embora o uso de smartphones tenha crescido significativamente no último ano, ainda não está disponível para todos os estratos da população (Flurry, 2013).

Os índices de caminhabilidade desenvolvidos em diversas cidades têm sido bem sucedidos para descrever o ambiente. Entretanto, não são capazes de analisar adequadamente o modo como indivíduos de diferentes cidades, com diferentes necessidades, valores culturais e renda, podem influenciar a mensuração da caminhabilidade. Um índice de caminhabilidade está composto por diversos indicadores das características do bairro (atributos do bairro). A importância relativa de cada atributo pode ser diferente e, ainda, variar entre indivíduos e cidades.

O objetivo deste estudo é determinar a importância dos atributos do bairro para estimular a realização de viagens utilitárias a pé e analisar como estes valores variam entre diferentes estratos de respondentes. O estudo foi realizado em Porto Alegre. Os respondentes foram estratificados por faixa etária, renda familiar, número de automóveis no domicílio e número de viagens utilitárias a pé por semana que realizam. São consideradas viagens utilitárias as viagens com motivo/destino específico, por exemplo: trabalho, estudo, compras, alimentação, lazer, retornar à residência. Identificar as características mais relevantes e determinar a importância relativa de cada uma, adaptada ao contexto local, contribui significativamente na identificação de possíveis medidas a serem aplicadas e na determinação de custos associados à melhoria destas características. A determinação da importância dos atributos do bairro foi baseada no Processo Analítico Hierárquico (AHP–*Analytic Hierarchy Process*) utilizando matrizes incompletas de comparações pareadas. Este método vem sendo amplamente discutido e as recentes inovações teóricas na área de modelos de tomada de decisão reforçam a sua utilidade em diversas áreas do conhecimento.

## **2. METODOLOGIA**

Esta seção descreve os atributos de bairro considerados e o instrumento de pesquisa desenvolvido, a amostra e suas características, assim como o método de análise utilizado.

### **2.1. Atributos e instrumento de pesquisa**

O questionário foi estruturado em cinco seções: 1) Introdução - apresentação do estudo; 2) Dados dos indivíduos e suas famílias (ex. idade, gênero, número de automóveis, rendimento); 3) Explicação da pesquisa: objetivo, instruções para responder as próximas questões, descrição dos atributos que serão apresentados; 4) Comparações pareadas entre atributos do bairro (18 comparações foram apresentadas); e 5) Agradecimento pela participação.

As características (atributos) urbanas incluídas no questionário foram: (i) Atratividade visual; (ii) Disponibilidade de transporte público; (iii) Comércio e serviços próximos; (iv) Segurança de tráfego; (v) Segurança pública; (vi) Declividade das vias; (vii) Presença de obstáculos nas calçadas; (viii) Qualidade do pavimento e largura das calçadas; (ix) Conectividade viária; e (x) Densidade residencial. A seleção destes atributos foi baseada em revisão bibliográfica, e estudos prévios qualitativos e quantitativos desenvolvidos pelos autores (Larrañaga et al, 2009a, Larrañaga et al, 2009b, Larrañaga e Cybis, 2014).

Os atributos foram representados através de texto e imagens para facilitar a compreensão. O Apêndice 1 apresenta as imagens utilizadas. A Figura 1 mostra, a título de exemplo, uma das

comparações apresentadas no questionário. Antes de iniciar a pesquisa, foi realizado um estudo piloto com 25 indivíduos, com o objetivo de verificar a clareza e objetividade das perguntas e comparações contidas nos questionários, possibilitando possíveis correções anteriormente à aplicação do instrumento.



**Figura 1:** Exemplo de comparação apresentada no questionário

Essas características foram comparadas em pares, solicitando aos entrevistados que indicassem qual dos dois atributos do bairro apresentados consideravam ser mais importante (numa escala de 9 pontos que variava de extremamente menos importante até extremamente mais importante) para estimular a realização de viagens utilitárias a pé. A definição de viagem utilitária havia sido apresentada previamente, na seção 3 do questionário. As comparações apresentadas no questionário buscaram quantificar a importância de cada um dos atributos estudados em relação aos outros, conforme é descrito na próxima seção.

## 2.2. Amostra e suas características

A amostra foi constituída por moradores da cidade de Porto Alegre. Os integrantes da amostra foram selecionados de uma lista de contatos de pesquisadores do Lastran. Embora não seja possível afirmar a representatividade da amostra, os indivíduos amostrados apresentam diversidade na idade, ocupação, rendimento, número de automóveis no domicílio e diferenças no comportamento de viagem, o que é suficiente para o objetivo do trabalho. A pesquisa foi realizada através da internet, utilizando o serviço de pesquisas *on-line* da empresa SurveyMonkey para criar e disponibilizar o questionário *on-line*. Este método de pesquisa foi escolhido devido às vantagens decorrentes do mesmo: baixo custo, entrevistado não é influenciado pela presença do entrevistador (Buckingham e Saunders, 2004), e as taxas de respostas e valorações subjetivas obtidas não diferem de aquelas obtidas por correio tradicional (Fleming e Bowden, 2009) - método frequentemente utilizado em pesquisas de transporte no exterior. Os participantes foram contatados por correio eletrônico, informando sobre a pesquisa, a importância da sua participação e o *link* do questionário. Um total de 120 indivíduos foram contatados, sendo que 74 começaram responder o questionário mas apenas 66 o concluíram (55% do total). A coleta foi realizada no mês de junho de 2013.

As características socioeconômicas incluídas no questionário foram: idade, gênero, grau de instrução, ocupação principal do entrevistado, cidade e bairro de residência, CEP da residência, número de automóveis no domicílio e rendimento familiar mensal. Adicionalmente, foi perguntado o número de viagens utilitárias (trabalho, estudo, compras, alimentação, lazer, voltar para casa) por semana que o entrevistado realizava a pé (0 viagem,

entre 1-4, entre 5-10 ou mais que 10 viagens). A Tabela 1 sintetiza as características dos participantes da pesquisa.

**Tabela 1:** Características dos participantes da pesquisa

Faixa etária		Renda familiar		Ocupação principal	
Menor que 14 anos	0,0%	Até R\$ 1100	0,0%	Empregado setor privado	13,0%
14-20 anos	1,3%	De R\$ 1101 até R\$ 3.300	9,1%	Funcionário público	51,9%
21-30 anos	26,0%	De R\$ 3.301 até R\$ 6.500	27,3%	Autônomo/profissional liberal	6,5%
31-40 anos	24,7%	De R\$ 6.501 até R\$ 10.800	31,2%	Proprietário/sócio de empresa	5,2%
41-50 anos	20,8%	De R\$ 10.801 até R\$ 15.400	19,5%	Trabalhador doméstico	0,0%
51-60 anos	22,1%	Mais que R\$ 15.400	13,0%	Aposentado / pensionista	3,9%
61- 70 anos	3,9%			Bolsista / estagiário	7,8%
Maiores que 70 anos	1,3%			Estudante	10,4%
				Do lar	1,3%
				Desempregado	0,0%

Número de automóveis disponíveis/domicílio		Número de viagens utilitárias a pé/semana		Gênero	
0	14,7%	0 viagens	17,3%	1. Masculino	55,8%
1	46,7%	1-4 viagens	26,7%	2. Feminino	44,2%
2	33,3%	5-10 viagens	28,0%		
3	4,0%	mais que 10 viagens	28,0%		
mais de 3	1,3%				

### 2.3. Método de análise

A determinação da importância relativa dos atributos do bairro para estimular as viagens utilitárias a pé foi baseada no Processo Analítico Hierárquico (AHP – *Analytic Hierarchy Process*) utilizando matrizes incompletas de comparações pareadas. O AHP é um método de análise de decisão multicriterial, desenvolvido por Saaty (1980), que está baseado em três princípios: a construção de uma hierarquia; o estabelecimento de prioridades; e a consistência lógica das prioridades. Assim, foi possível analisar a consistência das avaliações e considerar somente aqueles respondentes que foram consistentes nas suas respostas. Essa técnica foi escolhida pois possibilita a avaliação comparativa de um grupo de variáveis complexas qualitativas ou quantitativas com base na percepção das pessoas através de comparações pareadas, propiciando a investigação de critérios subjetivos de modo quantitativo.

O processo básico de aplicação consiste em priorizar a importância relativa de n elementos de tomada de decisão em relação a um objetivo, através de avaliações parciais destes elementos, dois a dois, formando uma matriz n x n, como pode ser visto na matriz de avaliações apresentada na Figura 2. A verificação da coerência dos valores atribuídos a cada par de critérios é feita através de um índice de consistência.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ i/a_{1n} & i/a_{2n} & \dots & i \end{pmatrix}$$

**Figura 2:** Exemplo da comparação de pares de atributos

Análises de grandes quantidades de elementos tornam-se difíceis para os avaliadores podendo gerar uma inconsistência nos resultados. Assim, no caso de matrizes grandes, onde são comparados mais de cinco elementos, pode-se obter um ganho de eficiência na coleta de dados utilizando matrizes de comparações incompletas (Fogliatto, 2003). Com a análise de somente duas linhas da matriz é possível construir o restante da matriz de avaliações. No presente estudo foi analisada a importância relativa 10 atributos do bairro. Devido as vantagens mencionadas, optou-se pela utilização de matrizes de comparações incompletas geradas a partir de duas linhas de avaliações. A primeira linha representou a comparação entre o atributo *Atratividade visual* e os restantes nove atributos, enquanto a segunda representou a comparação entre *Segurança pública* e os demais atributos. A escolha destes dois atributos foi

devido a simplicidade e familiaridade dos mesmos para os respondentes. Estas comparações foram apresentadas no questionário.

O método de análise, baseado no AHP, constou de quatro etapas: (i) construção da matriz de avaliações; (ii) cálculo da matriz de pontos de centro; (iii) cálculo do vetor de pesos; e (iv) cálculo do índice de consistência. Estas etapas são descritas a seguir.

### 2.3.1. Construção da matriz de avaliações

O questionário aplicado a cada participante apresenta dezoito pares de indicadores a serem comparados, que representam duas linhas da matriz de avaliações. A partir de cada linha de avaliação foi construída uma matriz de avaliação, assim, para cada participante foram obtidas duas matrizes. A construção de cada matriz foi realizada em dois estágios: (i) transformação de escala das avaliações realizadas (ii) preenchimento das demais linhas da matriz usando as relações que caracterizam a matriz de comparações

No primeiro estágio, as avaliações realizadas, utilizando a escala de 9 pontos que variava de extremamente menos importante até extremamente mais importante (Figura 1), foram transformadas para a escala fundamental de Saaty (Figura 3).

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Fraca importância de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida em relação a outra, sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

**Figura 1:** Escala Fundamental de Saaty

No segundo estágio, o restante de cada matriz foi completado usando as relações que caracterizam a matriz de comparações (Fogliatto, 2003) (1):

$$\begin{cases} a_{ij} = 1/a_{ji} \\ a_{ij} = a_{il} \times a_{lj} \end{cases} \quad (1)$$

para quaisquer amostras  $i, j$  e  $l$ .

A consistência de cada respondente seria perfeita se as matrizes resultantes fossem iguais, o que dificilmente ocorre. No caso de inconsistência, os pontos de centro dos valores da matriz devem ser calculados para a obtenção de uma matriz de avaliações intermediária.

### 2.3.2. Cálculo da matriz de pontos de centro

A obtenção da matriz de pontos de centro foi realizada em duas etapas, utilizando o procedimento proposto por Fogliatto e Albin (2003):

- (i) Obtenção de valores intermediários  $z$ .

Os valores intermediários  $z$  foram calculados para cada uma das duas matrizes

através da equação 2: 
$$z = \begin{cases} s(a_{ij} - 1)/8 & a_{ij} \geq 1 \\ (1 - a_{ij}^{-1})s/8 & a_{ij} < 1 \end{cases} \quad (2)$$

Onde  $s$  corresponde à semi-amplitude da escala utilizada. Neste caso, o valor

corresponde à 4.5.

(ii) Obtenção dos pontos de centro  $\bar{a}_{ij}$

A média dos valores resultantes para cada elemento da matriz  $a_{ij}$  foi determinada, obtendo uma única matriz por respondente. Posteriormente, esses valores médios calculados ( $\bar{z}$ ) foram convertidos nos pontos de centro  $\bar{a}_{ij}$  usando a equação 3:

$$\bar{a}_{ij} = \begin{cases} 1 + (8\bar{z}/s) & \bar{z} \geq 0 \\ [1 - (8\bar{z}/s)]^{-1} & \bar{z} < 0 \end{cases} \quad (3)$$

Os pontos de centro obtidos correspondem à parte superior da matriz de decisão (acima da diagonal principal). Elementos abaixo da diagonal principal foram completados com os valores recíprocos  $\bar{a}_{ji}$ .

### 2.3.3. Cálculo do vetor de pesos

Associado a cada matriz de pontos de centro (p) existe um vetor de pesos designado por  $W = [W_{1p}, W_{2p}, \dots, W_{np}]$ . Conforme Saaty (1980), o vetor de pesos corresponde ao autovetor principal da matriz. Para o cálculo deste vetor foi utilizada a metodologia proposta por Saaty (1980): (i) Normalização da matriz A: dividindo cada entrada da coluna j da matriz A pela soma das entradas da coluna j, gerando uma nova matriz chamada de A', normalizada, na qual a soma das entradas de cada coluna é igual a 1. Essa matriz normalizada é definida como (equação 4):

$$A' = [a'_{ij}] \quad (\text{onde: } a'_{ij} = a_{ij} / \sum_{k=1}^n a_{ik} \text{ para } 1 \leq i \leq n \text{ e } 1 \leq j \leq n) \quad (4)$$

(ii) Estimativa do peso relativo ou autovetor: a partir do valor médio de cada linha da matriz normalizada, originando o vetor de pesos que é dado por (equação 5):

$$W = [W_k] \quad (\text{onde } W_k = \sum_{i=1}^n a'_{ij} / n \text{ para } 1 \leq j \leq n \text{ e } 1 \leq k \leq n) \quad (5)$$

Esse procedimento foi repetido para cada matriz de comparação, ou seja, para cada respondente, e, logo combinados para obter os valores representativos de todos os indivíduos. A solução final foi dada pelo cálculo do vetor de pesos médio para cada atributo. Para o cálculo do vetor de pesos médios foi utilizado o mesmo procedimento do ponto de centro proposto por Fogliatto e Albin (2003). A amostra foi estratificada conforme características socioeconômicas e de comportamento de viagem dos respondentes (ex. número de automóveis no domicílio, renda, número de viagens a pé por semana, etc). O procedimento de cálculo do vetor de pesos médios através do ponto de centro foi realizado para cada estrato.

### 2.3.4. Cálculo do Índice de Consistência

O cálculo da consistência das avaliações foi realizado através do índice razão de consistência – CR, dada por (equação 6):  $CR = CI / RI$  (6)

Onde CI é o índice de consistência e RI é o índice aleatório de consistência.

O CI foi calculado conforme mostra a equação 7, onde  $\lambda_{max}$  é o autovalor principal de uma matriz A e w é seu autovetor correspondente dado pela equação 8 (Saaty, 1980):

$$CI = (\lambda_{max} - N) / (N - 1) \quad (7)$$

$$A W = \lambda_{max} W \quad (8)$$

Para o cálculo da razão de consistência (CR), utilizou-se o índice aleatório de consistência para matrizes incompletas  $RI = 0,116$ , para matrizes de ordem 10 (Fogliatto e Albin, 2003).

Ao realizar apenas uma parte das comparações na matriz, as chances de inconsistências são reduzidas, sendo necessário ajustar o valor de RI.

Saaty (1980) sugere 0,1 como valor limite para CR. Quando o valor de CR de uma matriz for maior que 0,1, as suas avaliações deveriam ser revisadas pelo analista. Em aplicações onde a avaliação dos itens é particularmente complexa, podem-se adotar valores limites mais altos, como, 0,2 ou 0,3 (FOGLIATTO, 2003). Neste estudo, foi definido como limite máximo do CR o valor de 0,2, pois a avaliação realizada considerou um número grande de atributos (10), o que dificulta a consistência das respostas.

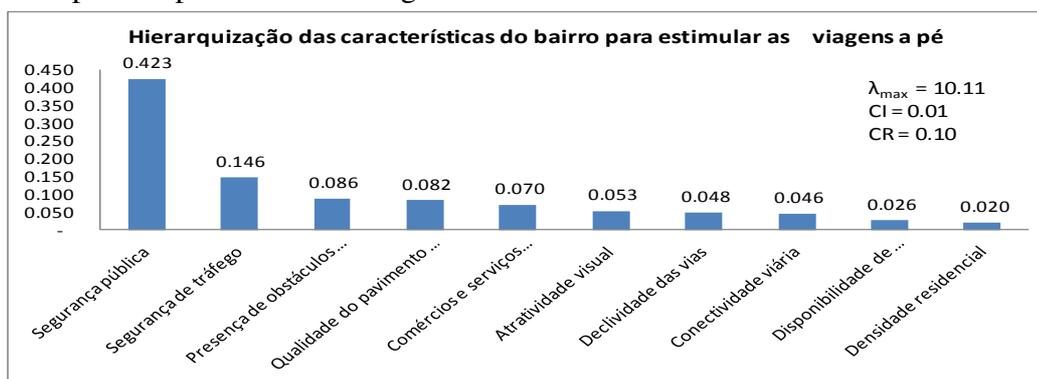
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP

De um total de 66 respondentes, 14 apresentaram inconsistência ( $CR > 0.2$ ) nas suas avaliações. Estes respondentes não foram considerados no cálculo dos valores médios de cada atributo, ou seja, na hierarquização final dos atributos. A Figura 4 mostra a variabilidade das importâncias dadas aos diferentes atributos do bairro pelos respondentes. É possível observar que os respondentes apresentam maiores discrepâncias na avaliação dos atributos *Atratividade visual* e *Declividade das vias*. Variabilidades menores são observadas nos atributos *Disponibilidade de transporte público*, *Segurança pública*, *Qualidade do pavimento das calçadas* e *Densidade residencial*.



**Figura 4:** Variabilidade das importâncias atribuídas

Os resultados obtidos da hierarquização dos atributos do bairro que estimulam as viagens utilitárias a pé são apresentados na Figura 5.



**Figura 5:** Hierarquização das características do bairro que estimulam as viagens utilitárias a pé.

Os seis atributos principais (importância  $> 0,05$ ) são: (i) *Segurança pública*; (ii) *Segurança do tráfego*; (iii) *Presença de obstáculos nas calçadas*; (iv) *Qualidade do pavimento e largura das calçadas*; (v) *Comércio e serviços próximos*; (vi) *Atratividade visual*. Por outro lado, *Declividade das vias*, *Conectividade viária*, *Disponibilidade de transporte público* e

*Densidade residencial* foram considerados os atributos menos importantes no estímulo de viagens utilitárias a pé. Dentre os principais atributos, *Segurança pública* é o mais importante para os respondentes. O valor da importância obtido para este atributo é de 0,42 (Figura 5), sensivelmente superior aos valores obtidos para os demais. Este resultado coincide com o obtido em um estudo qualitativo realizado em Porto Alegre (Larrañaga *et al* 2009). O resultado não surpreende, a violência urbana tornou-se um problema social grave em todo o país a partir dos anos 1990. A taxa de homicídios que era de 11,7 para cada 100 mil habitantes em 1980 atingiu 26,2 em 2010. No caso de Porto Alegre e região metropolitana, a taxa de homicídios atingiu um valor de 29,6 (Instituto Sangari, 2012).

*Segurança do tráfego* foi o segundo elemento mais importante (importância de 0,15). Seguindo em importância, os atributos *Presença de obstáculos em calçadas*, *Qualidade do pavimento e largura das calçadas*, *Comércios e serviços próximos* e *Atratividade Visual* mostraram ser importantes para os respondentes. Os quatro atributos estão relacionados à características do ambiente construído, influenciando na percepção da qualidade do ambiente construído. Os dois primeiros referem-se principalmente a facilidade de circulação. *Comércios e serviços próximos* refere-se às oportunidades de destinos de viagem. Esperava-se que este atributo apresentasse uma importância maior. Estudos realizados em Porto Alegre mostraram ser este um elemento significativo na realização de viagens a pé (Larrañaga *et al*, 2009; Larranaga e Cybis, 2010).

As Tabelas 2, 3, 4 e 5 apresentam a hierarquização das características do bairro estratificadas por: (i) faixa etária (menos de 30 anos; entre 30 e 50 anos; mais de 50 anos); (ii) renda familiar ( baixa: até R\$3.300; média: entre R\$3.300 e R\$ 6.500; alta: mais de R\$6.500), (iii) número de automóveis no domicílio (0;1;2 ou mais) e, (iv) número de viagens utilitárias a pé por semana que realizadas pelos respondentes (0 viagem; entre 1 e 10; e mais de 10 viagens).

**Tabela 2:** Hierarquização das características do bairro: estratificação por faixa etária

<30 anos		30-50 anos		>50 anos	
Atributos	wkp	Atributos	wkp	Atributos	wkp
Segurança pública	0.506	Segurança pública	0.391	Segurança pública	0.413
Segurança de tráfego	0.122	Segurança de tráfego	0.172	Segurança de tráfego	0.192
Comércios e serviços próximos	0.079	Comércios e serviços próximos	0.095	Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.104
Conectividade viária	0.072	Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.076	Declividade das vias	0.061
Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.065	Presença de obstáculos nas calçadas	0.069	Conectividade viária	0.058
Atratividade visual	0.042	Conectividade viária	0.067	Atratividade visual	0.053
Presença de obstáculos nas calçadas	0.035	Declividade das vias	0.055	Comércios e serviços próximos	0.041
Declividade das vias	0.034	Atratividade visual	0.034	Disponibilidade de transporte público	0.031
Densidade populacional/residencial	0.023	Densidade populacional/residencial	0.020	Presença de obstáculos nas calçadas	0.025
Disponibilidade de transporte público	0.021	Disponibilidade de transporte público	0.020	Densidade populacional/residencial	0.022
$\lambda_{max}$	10.190	$\lambda_{max}$	10.150	$\lambda_{max}$	10.164
CI	0.021	CI	0.017	CI	0.018
CR	0.182	CR	0.143	CR	0.157

**Tabela 3:** Hierarquização das características do bairro: estratificação por renda familiar

Renda baixa		Renda média		Renda alta	
Atributos	wkp	Atributos	wkp	Atributos	wkp
Segurança pública	0.433	Segurança pública	0.441	Segurança pública	0.424
Segurança de tráfego	0.128	Segurança de tráfego	0.181	Segurança de tráfego	0.139
Presença de obstáculos nas calçadas	0.082	Comércios e serviços próximos	0.086	Conectividade viária	0.105
Atratividade visual	0.081	Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.083	Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.086
Declividade das vias	0.067	Conectividade viária	0.054	Declividade das vias	0.075
Conectividade viária	0.053	Declividade das vias	0.039	Comércios e serviços próximos	0.046
Densidade populacional/residencial	0.049	Atratividade visual	0.038	Atratividade visual	0.037
Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.048	Presença de obstáculos nas calçadas	0.033	Presença de obstáculos nas calçadas	0.037
Comércios e serviços próximos	0.036	Disponibilidade de transporte público	0.024	Disponibilidade de transporte público	0.026
Disponibilidade de transporte público	0.024	Densidade populacional/residencial	0.020	Densidade populacional/residencial	0.025
$\lambda_{max}$	10.161	$\lambda_{max}$	10.136	$\lambda_{max}$	10.210
CI	0.018	CI	0.015	CI	0.023
CR	0.155	CR	0.131	CR	0.201

**Tabela 4:** Hierarquização das características do bairro: estratificação por nº de automóveis

Sem automóvel		1 automóvel/dom.		2 ou mais automóveis/dom	
Atributos	wkp	Atributos	wkp	Atributos	wkp
Segurança pública	0.416	Segurança pública	0.462	Segurança pública	0.408
Segurança de tráfego	0.149	Segurança de tráfego	0.166	Segurança de tráfego	0.144
Conectividade viária	0.087	Comércios e serviços próximos	0.122	Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.135
Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.082	Declividade das vias	0.048	Conectividade viária	0.089
Comércios e serviços próximos	0.075	Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.048	Declividade das vias	0.058
Presença de obstáculos nas calçadas	0.048	Conectividade viária	0.042	Presença de obstáculos nas calçadas	0.050
Declividade das vias	0.043	Atratividade visual	0.040	Atratividade visual	0.042
Atratividade visual	0.039	Presença de obstáculos nas calçadas	0.034	Comércios e serviços próximos	0.029
Densidade populacional/residencial	0.035	Densidade populacional/residencial	0.020	Disponibilidade de transporte público	0.026
Disponibilidade de transporte público	0.026	Disponibilidade de transporte público	0.018	Densidade populacional/residencial	0.019
$\lambda_{max}$	10.157	$\lambda_{max}$	10.125	$\lambda_{max}$	10.208
CI	0.017	CI	0.014	CI	0.023
CR	0.150	CR	0.120	CR	0.200

**Tabela 5:** Hierarquização das características do bairro: estratificação por nº viagens utilitárias a pé por semana realizadas pelos respondentes

0 viagens a pé/semana		1-10 viagens a pé/semana		> 10 viagens a pé/semana	
Atributos	wkp	Atributos	wkp	Atributos	wkp
Segurança pública	0.420	Segurança pública	0.428	Segurança pública	0.452
Segurança de tráfego	0.170	Segurança de tráfego	0.181	Conectividade viária	0.129
Declividade das vias	0.102	Comércios e serviços próximos	0.088	Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.118
Conectividade viária	0.075	Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.077	Segurança de tráfego	0.087
Qualidade do pavimento e largura das calçadas	0.058	Declividade das vias	0.053	Comércios e serviços próximos	0.052
Presença de obstáculos nas calçadas	0.046	Presença de obstáculos nas calçadas	0.045	Presença de obstáculos nas calçadas	0.045
Atratividade visual	0.045	Conectividade viária	0.044	Declividade das vias	0.038
Comércios e serviços próximos	0.044	Atratividade visual	0.041	Atratividade visual	0.034
Densidade populacional/residencial	0.022	Disponibilidade de transporte público	0.025	Densidade populacional/residencial	0.027
Disponibilidade de transporte público	0.018	Densidade populacional/residencial	0.018	Disponibilidade de transporte público	0.019
$\lambda_{max}$	10.157	$\lambda_{max}$	10.137	$\lambda_{max}$	10.212
CI	0.017	CI	0.015	CI	0.024
CR	0.151	CR	0.132	CR	0.203

Observa-se, na Figura 5 e Tabelas 2, 3 4 e 5 que os valores de CR obtidos para as avaliações global e dos diversos estratos foram baixos (todos abaixo de 0,2). Esses resultados devem-se a dois motivos: (i) resultado do teorema do limite central (médias apresentam menor variabilidade que valores individuais) e, (ii) a desconsideração das matrizes com grau de consistência maior que 0,2 no cálculo das comparações pareadas médias.

Em relação à hierarquização dos atributos, observou-se a existência de pequenas diferenças nas estratificações realizadas. Estas pequenas diferenças devem-se às características particulares de cada estrato de respondentes avaliados. Algumas particularidades de maior destaque são apresentadas a seguir:

- Respondentes com menos de 50 anos não apresentam divergências significativas na hierarquização dos atributos (Tabela 2). Entretanto, surgiram algumas divergências em relação aos respondentes com mais de 50 anos. Para este grupo, os atributos *Qualidade do pavimento* e *Declividade das vias* foram considerados mais importantes do que *Comércios e serviços próximos* e *Presença de obstáculos nas calçadas*, contrário a hierarquização observada nas outras faixas etárias. *Qualidade do pavimento* e *Declividade das vias* estão associados com esforço físico, o que pode ser a causa desta divergência para os mais idosos.
- Respondentes de renda média e alta atribuíram importâncias similares aos diferentes atributos (Tabela 3). A divergência encontrada refere-se a *Comércios e serviços próximos* e a *Conectividade*. O primeiro atributo foi mais importante para respondentes de renda média, enquanto o segundo atributo, *Conectividade*, foi mais importante para indivíduos de renda alta. Isto pode ser devido a que respondentes de renda mais alta apresentam maior poder de compra, e consomem produtos e serviços conforme suas

preferências. Essa opção pessoal nem sempre coincide com a alternativa de comércio ou serviço mais próxima. Entretanto, para este grupo é mais importante a conectividade, a capacidade de poder acessar os comercios e serviços preferidos, assim como outros destinos. Este resultado é similar ao observado no trabalho qualitativo realizado por Larrañaga *et al*, 2009 em Porto Alegre.

- Respondentes de baixa renda (Tabela 3) atribuíram maior importância à *Presença de obstáculos* e *Atratividade visual* maior do os respondentes de outras faixas. Este fato pode ser devido a presença de características negativas nos seus atuais bairros, tais como a existência de muitos obstáculos na calçada que dificultam a circulação e deterioram o ambiente, tornando-o pouco agradável para caminhar.
- Respondentes que possuem dois ou mais automóvel (Tabela 4) e aqueles que não caminham (Tabela 5) apresentaram similar hierarquização dos atributos. Este resultado era esperado, considerando que estes estratos são fortemente correlacionados.
- Respondentes que realizam muitas viagens a pé (Tabela 5) não atribuem tanta importância à *Segurança de tráfego* em relação àqueles que caminham menos. Entretanto, consideram mais importante a *Conectividade viária* e a *Qualidade do pavimento e largura das calçadas*.

## 6. Conclusões

O objetivo deste estudo foi determinar a importância dos atributos do bairro para estimular a realização de viagens utilitárias a pé e analisar como estes valores variam nos diferentes estratos de respondentes. A utilização do método AHP a partir de matrizes incompletas de comparações pareadas permitiu determinar a importância relativa e hierarquizar os principais atributos do bairro.

Os seis atributos mais importantes identificados por residentes de Porto Alegre foram: (i) *Segurança pública*; (ii) *Segurança de tráfego*; (iii) *Presença de obstáculos nas calçadas*; (iv) *Qualidade do pavimento e largura das calçadas*; (v) *Comércios e serviços próximos*; (vi) *Atratividade visual*. Por outro lado, *Declividade das vias*, *Conectividade viária*, *Disponibilidade de transporte público* e *Densidade residencial* foram considerados os atributos menos importantes no estímulo de viagens utilitárias a pé.

Dentre os principais atributos, *Segurança pública* foi o mais importante para os respondentes. Obteve-se um valor de importância de 0,42. Este valor foi sensivelmente superior aos obtidos para os demais atributos. O segundo mais importante foi *Segurança de tráfego*, com um valor de importância de 0,15. O resultado obtido para o atributo *Segurança pública* não surpreendeu. A violência urbana tornou-se um problema social grave em todo o país.

Os respondentes pesquisados apresentaram maiores discrepâncias na avaliação dos atributos *Atratividade visual* e *Declividade das vias*. Variabilidades menores foram observadas nos atributos *Disponibilidade de transporte público*, *Segurança pública*, *Qualidade do pavimento das calçadas* e *Densidade residencial*. Foram analisadas as importâncias associadas aos diferentes atributos do bairro, estratificando os respondentes por faixa etária, renda familiar, número de automóveis no domicílio e número de viagens utilitárias a pé por semana que realizam os respondentes. Observaram-se algumas divergências entre os diferentes estratos avaliados. Foram identificadas diferentes percepções entre os grupos, confirmando que características dos indivíduos podem influenciar na mensuração da caminhabilidade.

Os resultados obtidos neste estudo são importantes para a construção de um índice de caminhabilidade para Porto Alegre. Estudos futuros em outras cidades seriam interessantes

para analisar adequadamente o modo como indivíduos de diferentes cidades, com diferentes necessidades, valores culturais e renda, podem influenciar a mensuração da caminhabilidade.

### Agradecimentos

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

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allan, A.( 2001) Walking as a local transport model choice in City of Fort Collins. 2002. Pedestrian level-of-service. Fort Collins, CO.

Bradshaw, C. (1993) Creating and using a rating system for neighborhood walkability: Towards an agenda for “local heroes.” Paper presented at the 14th International Pedestrian Conference, Boulder, CO.

Burden, D. (2001) Building communities with transportation, Transportation Research Board.

Buckingham, A. e P. Saunders (2004) The survey Methods Workbook. Polity Press Ltd., Cambridge.

City of Portland (1998) Portland pedestrian master plan. Portland, OR: City of Portland. Disponível em <http://walkabilityasia.org/2012/10/03/walkability-mobile-app/#>

Clean Air Asia (2013) App Walkability. Disponível em [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dzo.walkability&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dzo.walkability&hl=pt_BR)

Dannenberg, A. (2004) Assessing the walkability of the workplace: A new audit. Presented at the 4th National Congress of Pedestrian Advocates, America Walks.

Fogliatto, F.S. (2003) Proposta metodológica para coleta e análise de dados sensoriais no desenvolvimento de produtos e em estudos de confiabilidade. 4 CBGDP, Gramado, RS, Brasil .

Fogliatto, F.S.; S.L. Albin (2003) An AHP-based procedure for sensory data collection and analysis in quality and reliability applications. *Food Quality and Preference*. v. 14, p. 375-385.

Fleming, C.M. e M. Bowden (2009) Web-based surveys as an alternative to traditional mail methods. *Journal of Environmental Management*. 90, p.284-292.

Flurry (2013). Disponível em: <http://blog.flurry.com/> . Acesso em: 09/11/2013.

Instituto Sangari (2012) Mapa da Viloencia 2012. Disponível em: <http://www.institutosangari.org.br/instituto/>

Krambeck, H.V. (2006) The Global Walkability Index. Department of Urban and Planning and Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology.

Larrañaga, A.M.; J.L.D. Ribeiro e H.B. Cybis (2009a) Fatores que afetam as decisões individuais de realizar viagens a pé: um estudo qualitativo. *Transportes*. C.17, n.2, p.16-26 .

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

Larranaga, A.M.; H.B. Cybis (2014) The relationship between built environment and walking for different trip purposes in Porto Alegre, Brazil. *International Journal of Sustainable Development and Planning*.V.9.n.4. p.568-578

Litman, T. (2003) London congestion pricing: implications for other cities. Victoria Transport Policy Institute, Victoria.

Moudon, A.V., P.M. Hess, M.C. Snyder e K. Stanilov (2002) Effects of site design on pedestrian travel in mixed-use, medium-density environments. *Transportation Research Record* 1578, p.48-55.

Portland Pedestrian Master Plan D. (1998) Technical Appendix. Disponível em: <http://www.trans.ci.portland.or.us/Plans/PedestrianMasterPlan/default.htm>.

RateMyStreet.com (2013) Disponível em:<http://www.ratemystreet.co.uk/>

Ray, M.; K. Bracke (2002) Pedestrian level of service. Transportation Department-City of Fort Collins. Disponível em <http://www.fcgov.com/transportationplanning/pdf/levelofservice.pdf>.

Saaty, T.L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process: planning, priority setting, resource allocation*. McGraw- Hill, Local????.

UNDOC (2013) Intentional homicide, count and rate per 100,000 population (1995 - 2011). Disponível em <http://www.unodc.org/>

Walkonomics.com (2013) [Rating walkability by combining Open Data and Crowdsourcing - Walkonomics Blog](http://www.walkonomics.com/w/)

Walkscore (2010) Find a Walkable Place to Live. Disponível em: <http://www.walkscore.com/>

### Apêndice 1



Figura 6: Imagens utilizadas nos questionário