

# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS CALÇADAS: EFEITO DO TAMANHO DA AMOSTRA E DO PLANO AMOSTRAL**

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

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

## **RESUMO**

Este trabalho descreve uma metodologia para avaliar as características físicas das calçadas, identificando a estratégia mais eficiente de seleção de amostra e tamanho amostral. O método proposto consiste em atribuir medidas de desempenho a três indicadores da qualidade das calçadas: (i) atratividade visual; (ii) conforto; (iii) presença de obstáculos, atribuindo-se uma pontuação que varia entre zero e cinco. Dois planos amostrais e seis tamanhos de amostra foram estudados. Os tamanhos de amostra analisados correspondem a 80%, 60%, 40%, 20%, 10% e 5% dos km totais de calçadas. Os planos analisados foram: (i) aleatório simples e (ii) por conveniência. O trabalho realizado identificou que amostras aleatórias compostas por 20% dos km totais de calçadas de uma região são suficientes para garantir estimativas representativas da população. Ao utilizar planos amostrais por conveniência, as amostras devem ser compostas por 60% dos km totais de calçadas. A amostragem aleatória mostrou ser a estratégia mais eficiente, do que a por conveniência, de alocação amostral.

## **ABSTRACT**

This paper describes a methodology for assessing the physical characteristics of sidewalks, identifying the most effective strategy for sample selection and sample size. The proposed method consist in assign performance measures for three indicators of sidewalks quality: (i) visual attractiveness, (ii) comfort, (iii) presence of obstacles, assigning a score ranging between zero and five. Two sample plans and six sample sizes were studied. The sample sizes considered are 80%, 60%, 40%, 20%, 10% and 5% of total km of sidewalks. The plans were reviewed: (i) simple random and (ii) for convenience. The work identified that random samples consisting of 20% of total km of sidewalks in a region are sufficient to provide representative estimates of the population. By using for convenience sampling plans, the samples must be composed of 60% of total km of sidewalks. Random sampling showed to be the most efficient strategy for sample allocation.

## **1. INTRODUÇÃO**

As viagens a pé oferecem vários benefícios para o indivíduo e para a sociedade. Melhoram a qualidade de vida, geram economia nos custos de transporte, reduzem os impactos ambientais e oferecem maior equidade de acesso às atividades urbanas. No entanto, os deslocamentos a pé muitas vezes não são considerados nas práticas atuais de planejamento dos transportes e os recursos destinados aos espaços para pedestres são muito inferiores aos destinados à construção de infraestrutura viária.

O desenvolvimento de planos, projetos e ações favorecedoras da acessibilidade e a mobilidade dos pedestres é um elemento essencial. Oferecer um ambiente adequado para a realização de deslocamentos a pé requer conhecimento sobre o desempenho atual destas estruturas, assim como uma maneira objetiva e sistêmica de acompanhamento e controle dessas características.

Alguns trabalhos publicados sobre pedestres propõem metodologias para a avaliação da qualidade das calçadas. Não entanto, a maioria destes estudos avalia a totalidade das calçadas contidas na área de estudo. Essa prática é viável para áreas de estudo pequenas, mas ao aumentar o tamanho da área pesquisada o custo de pesquisa aumenta sensivelmente. Assim, a amostragem é um recurso amplamente utilizado, pela economia de tempo e recursos financeiros. Para que os resultados provenientes da análise da amostra sejam representativos de toda a população, a seleção dos elementos da amostra deve seguir uma metodologia adequada. É necessário garantir que a amostra apresente as mesmas características gerais da população no que diz respeito às variáveis em estudo.

Este trabalho tem por objetivo propor uma metodologia para avaliar as características físicas das calçadas, identificando a estratégia mais eficiente de seleção de amostra e tamanho amostral. Os resultados servirão para recomendações de planos amostrais em futuras pesquisas e permitirão a compreensão do efeito das diversas estratégias de alocação amostral na qualidade das estimativas geradas.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A literatura reporta várias pesquisas que tratam de métodos para avaliar a qualidade de espaços para pedestres (Fruin, 1971; Mori e Tsukaguchi, 1987; Sarkar, 1993; Khisty, 1995; Tidwell e Doyle, 1995; Dixon, 1996; Ferreira e Sanches, 1998; Ferreira e Sanches, 2001; Galin, 2001, Zampieri, 2006). Devido à contínua atenção dos pesquisadores, importantes evoluções teóricas e metodológicas tem ocorrido nesta linha de pesquisa. Fruin (1971) realizou a primeira tentativa de avaliar os espaços para pedestres, adaptando o conceito de Nível de Serviço, utilizado inicialmente pelo *Highway Capacity Manual* (HCM) de 1965 na avaliação de vias para tráfego de veículos. Posteriormente, vários urbanistas e pesquisadores adotaram esta ferramenta. No entanto, o método proposto por Fruin era uma analogia do método aplicado aos veículos, sem considerar as particularidades dos deslocamentos de pedestres. Após, o HCM de 1985 lança diretrizes para o desempenho de calçadas, cruzamentos e esquinas, utilizando o conceito de Nível de Serviço (Zampieri, 2006). Contudo, o HCM considera apenas os aspectos ligados ao espaço disponível. Elementos adicionais que caracterizam o ambiente da caminhada tem grande importância na percepção dos pedestres quanto ao nível de serviço das calçadas, porém nenhuma indicação é fornecida sobre como medir ou avaliar esses aspectos (Ferreira e Sanches, 1998).

Uma segunda abordagem foi proposta por Khisty (1995), que associou os estudos de tráfego com psicologia comportamental, através de medidas de desempenho que avaliam as características das calçadas. As medidas de desempenho consideradas foram atratividade, conforto, conveniência, segurança, seguridade, coerência do sistema e continuidade do sistema. Estas medidas foram ponderadas conforme a percepção de sua importância pelos usuários.

Posteriormente, foram desenvolvidos outros trabalhos nesta linha de pesquisa. Por exemplo, Ferreira e Sanches (2001) aplicaram uma metodologia similar à de Khisty (1995) para determinar o índice de qualidade das calçadas. Consideraram cinco indicadores de qualidade: atratividade visual, manutenção, largura efetiva, segurança e seguridade. Este trabalho demonstrou a adaptabilidade da metodologia em outros contextos urbanos. Gallin (2001) desenvolveu um estudo baseado em atributos que podem ser relacionados ao nível de serviço de locais para pedestres. Os atributos foram divididos em três categorias: características físicas do local,

características ambientais do local e características pessoais dos pedestres. Os atributos foram equacionados por importância relativa e uma escala desenvolvida para descrever o nível de serviço oferecido aos pedestres.

Seguindo as tendências de pesquisas reportadas na literatura, este artigo propõe um método para avaliar características físicas de calçadas. Esta metodologia foi desenvolvida a partir de revisão da literatura, discussões com grupos de usuários e técnicos e revisões realizadas após aplicação de pesquisas piloto.

### **3. DESCRIÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO PARA AVALIAÇÃO DE CALÇADAS**

O método proposto consiste em atribuir medidas de desempenho a três indicadores que caracterizam diferentes aspectos da qualidade das calçadas: (i) atratividade visual; (ii) conforto; (iii) presença de obstáculos. A atratividade visual reflete aspectos visuais e estéticos do ambiente, tais como qualidade das edificações (fachadas, vitrines, marquises, toldos, janelas, portas) e do mobiliário urbano, bem como a limpeza da calçada. O conforto refere-se à largura e à qualidade do pavimento das calçadas. A qualidade do pavimento inclui a qualidade do projeto e construção da calçada (tipo de pavimento e material utilizado) assim como a qualidade da operação e manutenção (regularidade, nivelamento, falhas). A presença de obstáculos indica a existência de obstáculos permanentes ou temporários na calçada. Consideram-se obstáculos permanentes postes telefônicos, árvores plantadas no meio da calçada, ambulantes, bancas de jornal, abrigos de pontos de ônibus, placas de sinalização ou propaganda e outros elementos permanentes que bloqueiam o tráfego de pedestres. Consideram-se obstáculos temporários carros estacionados na calçada, mesas e cadeiras de bares ou restaurantes, entulhos e outros elementos temporários que bloqueiam o tráfego de pedestres.

Os atributos selecionados foram considerados os mais relevantes para descrever as características físicas das calçadas. Os indicadores de qualidade baseiam-se nos trabalhos desenvolvidos por Khisty (1995), Ferreira e Sanches, (2001) e Dixon (1996). A mensuração de cada indicador é realizada através de uma escala discreta que varia entre zero e cinco. A Tabela 1 apresenta a escala utilizada para cada indicador de qualidade.

**Tabela 1: Escala de medição dos indicadores de qualidade das calçadas**

**Atratividade visual**

---

Ambiente agradável e limpo. Edificações bem-conservadas, mobiliário urbano presente, bem desenhado e com projeto paisagístico. Comércio, se existentes, com fachadas e vitrine decoradas/renovadas.	<b>5</b>
Calçada limpa, mas com padrão ambiental médio. Ambiente ameno, edificações razoavelmente conservadas, mobiliário urbano presente. Comércio, se existentes, com fachadas e vitrines razoavelmente atraentes.	<b>4</b>
Lixo de pequeno porte sobre a calçada em alguns trechos. Padrão ambiental médio, ambiente ameno, edificações razoavelmente conservadas, mobiliário urbano presente. Comércio, se existentes, com fachadas e vitrines razoavelmente atraentes.	<b>3</b>
Ambiente pouco atraente, sem nenhuma preocupação com aspectos estéticos e visuais. Edificações mal-conservadas, mobiliário urbano mínimo. Lixo (papéis, garrafas e latas) sobre a calçada.	<b>2</b>
Ambiente inóspito para o pedestre. Edificações degradadas, mobiliário urbano inexistente.,Lixo (grandes objetos, latas e sacos de lixo) deixado sobre a calçada.	<b>1</b>

---

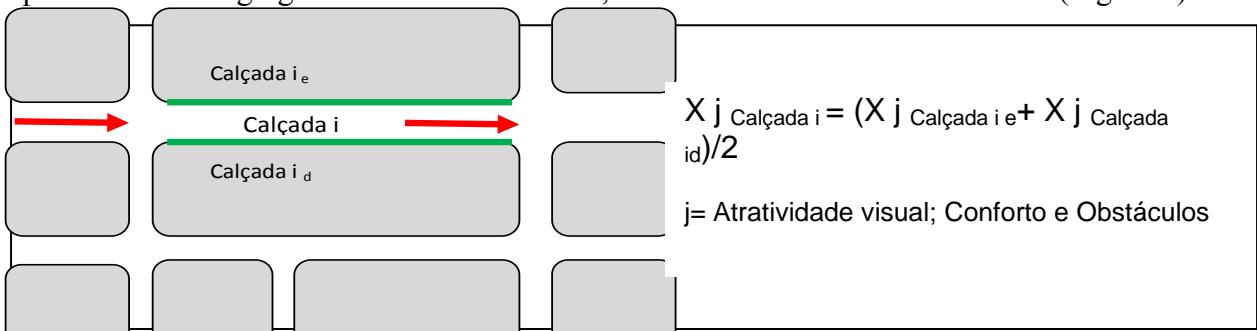
**Conforto**

Calçada larga. Pavimento da calçada em boas condições, construído com material adequado/de boa qualidade, bem conservado, regular.	5
Largura da calçada reduzida em alguns pontos e o pavimento da calçada em boas condições, construído com material adequado de boa qualidade, bem conservado, regular. Ou, calçada larga com pavimento em condições medianas, construído com material adequado de qualidade média, razoavelmente conservado, com algumas irregularidades.	4
Largura da calçada reduzida em alguns pontos. Pavimento da calçada em condições medianas, construído com material adequado de qualidade média, razoavelmente conservado, com algumas irregularidades.	3
Calçada estreita com pavimento em condições medianas, construído com material adequado de qualidade média, razoavelmente conservado, com algumas irregularidades. Ou, largura da calçada reduzida em alguns pontos com pavimento em condições ruins, construído com material inadequado e de má qualidade, mal conservado, com muitas irregularidades.	2
Calçada estreita com pavimento em condições ruins, construído com material inadequado e de má qualidade, mal conservado, com muitas irregularidades. Ou calçada não pavimentada.	1

**Obstáculos temporários e permanentes**

Calçada livre de obstáculos.	5
Calçada com poucos obstáculos que apresentam inconvenientes menores.	4
Calçada com alguns obstáculos. O tráfego de pedestres é ligeiramente afetado.	3
Calçada com muitos obstáculos. O tráfego de pedestres é significativamente afetado.	2
Calçada com muitos obstáculos. O tráfego de pedestres é bloqueado.	1

Cada calçada recebe três notas, correspondente a cada um dos indicadores mencionados. As calçadas em ambos os lados de uma mesma rua são avaliadas em forma independente, e posteriormente agregadas em uma única nota, através do cálculo do valor médio (Figura 1).



**Figura 1:** Cálculo do indicador para cada calçada

Sendo que  $i_e$ : calçada do lado esquerdo (sentido de circulação definido pelo pesquisador);  $i_d$ : calçada do lado direito (sentido de circulação definido pelo pesquisador) e  $X_{ji}$ : nota do indicador  $j$  na calçada  $i$ .

A qualidade das calçadas numa área é descrita pelos três indicadores propostos. O valor agregado de cada indicador, na área analisada, é calculado ponderando os valores desagregados do indicador, em cada uma das calçadas que compõem a área, pelo comprimento da calçada (Equação 1):

$$X_j = \sum X_{ij} * L_i / \sum L_i; \quad (1)$$

onde j: indicador de qualidade (Atratividade visual, Conforto ou Presença de obstáculos);

i: calçada;

X<sub>j</sub>: nota do indicador;

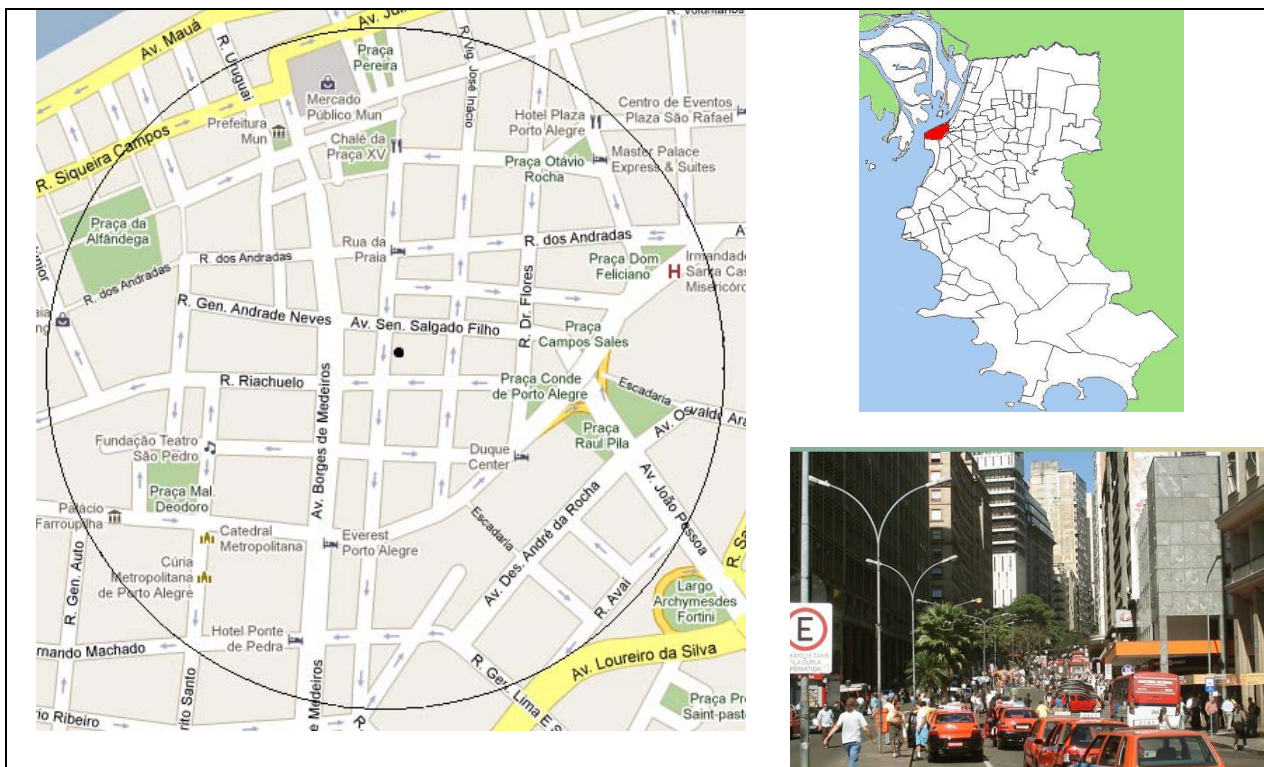
L<sub>i</sub>: comprimento da calçada i e

X<sub>i</sub>: nota do indicador j na calçada i.

Embora a qualidade das calçadas possa apresentar significativa variação em uma região, frequentemente existe a necessidade de definir um índice agregado para a região, zona ou bairro como, por exemplo, nos estudos sobre caminhabilidade. O estímulo ao desenvolvimento de viagens a pé, e o decorrente estudo da caminhabilidade é uma preocupação crescente no planejamento urbano. Deve-se ressaltar também que estudos desta natureza podem envolver grandes áreas. Neste contexto o levantamento extensivo de todas as calçadas da área estudada pode se mostrar muito caro, ou mesmo inviável. A avaliação de estratégias de amostragem que garantam representatividade das informações coletadas e viabilizem a redução de custos se torna também uma questão importante.

#### **4. COLETA DE DADOS E TESTES AMOSTRAIS**

O levantamento dos dados foi realizado em duas regiões de Porto Alegre: Centro e Moinhos de Vento. Estas regiões foram escolhidas por apresentarem características urbanas distintas, compostas por classes sociais diferentes e diversidade de atratores urbanos. Por outro lado, ambas as regiões apresentam um fluxo de pedestres significativo, que conseqüentemente, necessitam de uma infraestrutura adequada para seu deslocamento. A região inserida no bairro Centro é caracterizada por alta concentração de comércios, serviços e atividades culturais. Esta região concentra o maior número de atrações históricas e arquitetônicas da cidade. A região Moinhos de Vento é considerada uma das regiões de maior nível de renda da cidade. Possui bastante arborização, residências, diversas lojas e prédios comerciais, e muitas opções de diversão e lazer. As regiões estudadas abrangem uma área circular, com raio de 500 m. As áreas do estudo podem ser observadas nas Figuras 2 e 3.



**Figura 2:** Região 1 - Centro

A Região 1 é composta por 156 calçadas, correspondentes a uma extensão de 15.160 km de vias. As calçadas de os ambos lados da mesma rua são consideradas como uma única calçada, e o valor dos indicadores de qualidade são calculados conforme explicado na seção 3. A Região 2 é composta por 76 calçadas, correspondentes a 10.886 km de vias.

Foram coletados os dados da totalidade das calçadas contidas na área de estudo. Assim, obteve-se o valor dos indicadores de qualidade Atratividade Visual, Conforto e Presença de Obstáculos correspondente à população, para cada uma das regiões pesquisadas.

É importante ressaltar que o método de avaliação de calçadas envolve um grau de subjetividade. Para evitar possíveis distorções na atribuição de indicadores decorrentes de variações de percepção entre indivíduos, a avaliação foi realizada por apenas uma pessoa. Cabe ainda enfatizar que a avaliação das zonas analisadas neste estudo foi realizada após um período de treinamento no qual o pesquisador balizou seus critérios de avaliação.

Posteriormente, dois planos amostrais e seis tamanhos de amostra foram estudados. Os tamanhos de amostra analisados correspondem a 80%, 60%, 40%, 20%, 10% e 5% dos km totais. Os planos analisados foram: (i) aleatório simples e (ii) por conveniência. O primeiro corresponde à amostragem probabilística, e o segundo à não probabilística.



**Figura 3:** Região 2 - Moinhos de Vento

A seleção dos elementos pertencentes à amostra seguindo o plano amostral aleatório, para cada região, foi realizada através do seguinte procedimento:

- (i) numeração das calçadas em cada região;
- (ii) seleção do tamanho da amostra a analisar;
- (iii) sorteio dos números dessa seqüência utilizando o Microsoft Excel;

Dessa forma, todos os elementos da população tiverem a mesma probabilidade de serem selecionados.

Na amostragem por conveniência, o grupo de calçadas que constituíram a amostra foi selecionado intencionalmente e previamente à realização da pesquisa de campo. O procedimento adotado foi o seguinte:

- (i) seleção do tamanho da amostra;
- (ii) escolha do ponto de partida dentro da região;
- (iii) desenho de um trajeto aleatório para satisfazer o tamanho da amostra;
- (iv) numeração das calçadas em cada região.

O critério adotado na seleção do trajeto foi abranger a maior parte da região, de forma de garantir a representatividade da amostra.



A comparação entre as diferentes alternativas foi realizada através do Teste de Mann-Whitney. O teste de Mann-Whitney é um teste não-paramétrico, alternativo ao teste t-Student, para comparar as médias de duas amostras independentes (Lehmann, 2006). A distribuição de probabilidades da estatística de teste do teste t-Student pressupõe que as amostras foram retiradas de uma população que se distribui segundo uma função de probabilidades Normal. A distribuição de probabilidade dos Indicadores de qualidade não é normal.

O teste Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para determinar a forma da distribuição da população, permitindo verificar que a distribuição de probabilidade dos Indicadores de qualidade difere da distribuição normal. Este teste observa a máxima absoluta entre a função de distribuição acumulada assumida para os dados, no caso a Normal, e a função de distribuição empírica dos dados. Como critério, compara-se esta diferença com um valor crítico, para um dado nível de significância (Corder e Foreman, 2009) Considerando um nível de significância de 5 % ( $\alpha = 0,05$ ), tem-se evidências para rejeitar a hipótese de normalidade dos dados dos Indicadores de qualidade. Os cálculos estatísticos foram processados pelo programa computacional SPSS, versão 18.0.

## 5. RESULTADOS

A aplicação da metodologia proposta para avaliar o desempenho das calçadas gerou os seguintes resultados (Tabela 2):

Tabela 2: Caracterização da população

		Nº observações	Média	Desvio padrão	Coefficiente variação	Mínimo	Máximo
<b>Região 1: Centro</b>	A. Visual	156	3,18	,89	,28	2,00	5,00
	Conforto	156	3,51	,82	,23	1,00	5,00
	Obstáculos	156	3,71	,85	,23	1,50	5,00
<b>Região 2: Moinhos de Vento</b>	A. Visual	76	4,33	,52	,12	3,00	5,00
	Conforto	76	4,21	,64	,15	2,50	5,00
	Obstáculos	76	4,39	,62	,14	2,50	5,00

Conforme observado na tabela, a região Moinhos de Vento apresenta valores maiores de indicadores de qualidade do que os valores obtidos na região Centro. Este resultado confere com a percepção das condições das calçadas nestas regiões, mostrando que a metodologia usada na avaliação do desempenho das calçadas fornece resultados adequados se comparados com realidade do local observado.

Os resultados do teste de Mann-Whitney para os planos amostrais e os tamanhos da amostra selecionados são apresentados nas Tabelas 3 e 4. A Tabela 3 sintetiza os resultados do teste para ambas as regiões estudadas utilizando amostragem aleatória. A Tabela 4 sintetiza os resultados do teste para ambas as regiões estudadas utilizando amostragem por conveniência.

O teste de Mann Whitney permite estudar as diferenças entre dois grupos de observações. No presente trabalho, foi utilizado para determinar a existência de diferenças significativas entre os valores dos Indicadores de qualidade obtidos para as amostras e para a população. A regra de decisão, baseia-se na estatística padronizada do teste (U), comparando o valor absoluto da



variável padronizada associada a U ( $z_U$ ) com o valor crítico ( $z_{crit}$ ), para o nível de significância desejado, ou comparando as probabilidades associadas a estes valores. Se existirem apenas diferenças aleatórias entre os resultados da amostra e da população, como é postulado pela hipótese nula, é de esperar que os valores médios dos indicadores sejam aproximadamente iguais. Assim, para um nível de significância de 5%, a probabilidade obtida (valor-p) será maior do que 5%. Contudo, se os valores médios dos indicadores forem significativamente diferentes, é de esperar que a probabilidade obtida seja menor que 5%.

Os resultados do teste para o plano amostral aleatório, apresentados na Tabela 3, mostraram haver diferenças significativas entre os valores da população e os obtidos em uma amostra composta por 10% dos km totais de calçadas na região Centro e em uma amostra composta por 5% dos km totais de calçadas na região Moinhos de Vento. Logo podemos afirmar que os valores dos Indicadores de qualidade obtidos em amostras aleatórias desses percentuais amostrais são significativamente diferentes dos valores da população. A Tabela 3 mostra também não haver diferença significativa entre os valores da população e os obtidos para outros percentuais amostrais aleatórios.

**Tabela 3:** Resultados do teste Mann-Whitney para amostragem aleatória

<b>Amostragem aleatória</b>						
<b>Região 1: Centro</b>						
Tamanho da amostra (%)	Nº observações	Estatística	Atratividade visual	Conforto	Obstáculos	
5	8	Mann-Whitney U	285	592	530	
		valor-p	0,008	0,796	0,461	
10	16	Mann-Whitney U	1050	927	886	
		valor-p	0,283	0,079	0,050	
20	32	Mann-Whitney U	2324	2327	2308	
		valor-p	0,526	0,529	0,489	
40	63	Mann-Whitney U	4860	4451	4533	
		valor-p	0,897	0,254	0,353	
60	98	Mann-Whitney U	7388	7585	7578	
		valor-p	0,649	0,914	0,905	
80	128	Mann-Whitney U	9644	9270	9613	
		valor-p	0,967	0,536	0,928	
<b>Região 2: Moinhos de Vento</b>						
5	4	Mann-Whitney U	66	145	138	
		valor-p	0,047	0,923	0,787	
10	8	Mann-Whitney U	211	256	233	
		valor-p	0,135	0,484	0,276	
20	16	Mann-Whitney U	471	539	533	
		valor-p	0,145	0,510	0,460	
40	31	Mann-Whitney U	1131	1145	1134	
		valor-p	0,811	0,898	0,832	
60	46	Mann-Whitney U	1667	1706	1616	
		valor-p	0,733	0,916	0,537	
80	61	Mann-Whitney U	2187	2100	2139	
		valor-p	0,623	0,394	0,490	

Analisando a Tabela 4 é possível observar que, em ambas as regiões, houve diferença significativa entre os valores obtidos na população e em percentuais amostrais por conveniência, de 10%, 20% e 40%. A análise não revelou diferenças significativas nos valores gerados por outras proporções amostrais (60% e 80%).

A comparação dos resultados obtidos a partir de planos amostrais aleatório e por conveniência, evidencia que a seleção das calçadas de forma aleatória reduz o percentual amostral necessário para obter estimativas representativas da população. Utilizar um planejamento por conveniência requer percentuais amostrais maiores.

**Tabela 4:** Resultados do teste Mann-Whitney para amostragem por conveniência

<b>Amostragem por conveniência</b>					
<b>Região 1: Centro</b>					
Tamanho da amostra (%)	Nº observações	Estatística	Atratividade visual	Conforto	Obstáculos
5	8	Mann-Whitney U	363	588	481
		valor-p	0,041	0,773	0,262
10	16	Mann-Whitney U	1074	1238	886
		valor-p	0,344	0,956	0,050
20	32	Mann-Whitney U	1742	2163	2093
		valor-p	0,022	0,495	0,345
40	62	Mann-Whitney U	4827	4448	4100
		valor-p	0,981	0,331	0,050
60	94	Mann-Whitney U	6699	6942	6683
		valor-p	0,236	0,458	0,226
80	121	Mann-Whitney U	9231	9008	8598
		valor-p	0,746	0,491	0,187
<b>Região 2: Moinhos de Vento</b>					
5	4	Mann-Whitney U	146	42	120
		valor-p	0,914	0,013	0,484
10	8	Mann-Whitney U	92	189	287
		valor-p	0,001	0,076	0,834
20	16	Mann-Whitney U	519	507	458
		valor-p	0,352	0,315	0,045
40	31	Mann-Whitney U	815	1089	1057
		valor-p	0,009	0,596	0,440
60	41	Mann-Whitney U	1506	1463	1203
		valor-p	0,840	0,656	0,072
80	56	Mann-Whitney U	2063	1925	1745
		valor-p	0,849	0,396	0,077

Por outro lado, a comparação entre as regiões estudadas forneceu informações interessantes. Analisando os valores de média e desvio-padrão apresentados na Tabela 2, é possível observar que a região Moinhos de Vento apresenta variabilidade menor nos três indicadores de qualidade do que a região Centro. Isto pode ser observado através do cálculo do coeficiente de variação.

Esta menor variabilidade se reflete no percentual amostral aleatório necessário para gerar estimativas iguais às da população. Observa-se na Tabela 3 que na região Moinhos de Vento, selecionar 10% dos km totais de calçadas é suficiente, enquanto na região Centro é necessário selecionar 20% dos km totais para não haver diferença significativa entre os valores dos Indicadores na amostra e na população.

## **5. CONCLUSÕES**

As calçadas constituem uma parcela importante do espaço público urbano e se integram à infraestrutura viária da cidade. A análise de sua qualidade deve atender às necessidades dos usuários e requer uma maneira objetiva e sistêmica de medição. A metodologia proposta neste trabalho mostrou ser simples, de fácil aplicação e forneceu resultados adequados se comparados com realidade do local observado.

É importante ressaltar, entretanto, que o método de avaliação de calçadas proposto neste artigo, envolve um grau de subjetividade. As análises descritas neste artigo são decorrentes da avaliação de um único pesquisador, previamente treinado. A aplicação deste método para regiões abrangentes, que demande o envolvimento de vários pesquisadores, exige um cuidado com o treinamento destes pesquisadores para balizar os critérios de avaliação e reduzir possíveis distorções decorrentes de subjetividade dos pesquisadores.

A comparação dos resultados obtidos nos planos amostrais aleatório e por conveniência mostrou que a seleção das calçadas de forma aleatória reduz o percentual amostral necessário para obter estimativas representativas da população. Assim, a amostragem aleatória mostrou ser a estratégia mais eficiente de alocação amostral.

O trabalho realizado identificou que amostras aleatórias compostas por 20% dos km totais de calçadas de uma região seriam suficientes para garantir estimativas representativas da população. Por outro lado, ao utilizar planos amostrais por conveniência, os percentuais amostrais devem ser maiores. No contexto avaliado neste estudo seria necessário levantar indicadores de uma amostra compostas por 60% dos km totais de calçadas.

O estímulo ao desenvolvimento de viagens a pé, e o decorrente estudo da caminhabilidade são temas de crescente interesse. Estudos desta natureza estão associados à avaliação das condições da infra-estrutura e podem envolver grandes áreas. O levantamento extensivo das calçadas em grandes áreas pode se tornar muito caro, ou mesmo inviável. A adoção de critérios de amostragem que garantam a representatividade das informações pode ser fundamental para viabilizar uma ampla aplicação de métodos desta natureza.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao CNPQ pelo apoio financeiro.

## **REFERÊNCIAS**

- Corder, G.W., Foreman, D.I. (2009). Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach, Wiley.
- Dixon, L. B. (1996) Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measures and

- Standards for Congestion Management Systems. *Transportation Research Record* n. 1538, p. 1- 9.
- Ferreira, M. A. G.; Sanches, S. P. (1998) Avaliação do Conforto e Segurança dos Pedestres, *Anais do X Congresso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte*, Santander, España, p. 243-253.
- Ferreira, M.A.G; Sanches, S.P. (2001) Índice de Qualidade das Calçadas-IQC. *Revista dos Transportes Públicos*, v.91, n.23, São Paulo, p.47-60.
- Fruin, J. J. (1971) *Designing for Pedestrians: A Level-of-Service Concept*. New York Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners. *Highway Research Record*. n. 355.
- Gallin, N. (2001) Quantifying Pedestrian Friendliness: Guidelines for assessing Pedestrian Level of Service. In: *International Walking Conference*, Feb. 20 to 22. Austrália. Disponível em <http://www.transport.wa.gov.au> Acesso em 1.4.2011
- Khisty, C. J. (1995) Evaluation of Pedestrian Facilities: Beyond the Level-of-Service Concept. *Transportation Research Record*, n. 1438, p. 45 – 50.
- Lehmann, E. L.(2006) *Nonparametrics, Statistical Methods Based on Ranks*, Springer Science, New York, USA.
- Mori, M.; Tsukaguchi, H. A (1987) New Method for the Evaluation of Level of Service in Pedestrian Facilities. *Transportation Research A*, vol. 21A, n. 3, p. 223-234.
- Sarkar, S. (1993) Determination of Service Levels for Pedestrians, with European Exemples *Transportation Research Record*, n. 1405,p. 35-42.
- Tidwell e Doyle (1995) “Driver and Pedestrian Comprehension of Pedestrian Law and Traffic Control Devices”, *Transportation Research Record* 1502, pp 119 – 128.
- TRB – Transportation research board (2000). *Highway Capacity Manual – Special Report 209*, Washington D.C.
- Zampieri, F.L. (2006) *Modelo Estimativo de Pedestres Baseado em Sintaxe Espacial, Medidas de Desempenho e Redes Neurais Artificiais*. Porto Alegre. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre. Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano – PROPUR.