

# **APLICAÇÃO DE MÉTODO DE AMOSTRAGEM PARA ARBORIZAÇÃO URBANA.**

Allan Yu Iwama de Mello, Mário Hissamitsu Tarumoto, Márcio Rogério Pontes, Denis Gerage Amorim, Marcela Maciel Araújo. – Ciências Exatas – Engenharia Ambiental - Departamento de Matemática, Estatística e Computação – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Campus de Presidente Prudente.

A arborização nas cidades, sem um planejamento, são práticas relativamente novas no Brasil (Loboda *et al*, 2005). Com o crescimento das cidades, um planejamento adequado do sistema arbóreo nas vias públicas é fundamental para garantir o bem estar da população.

Os benefícios da vegetação para o ambiente urbano, de acordo com Graziano (1994), envolvem três aspectos fundamentais. O aspecto fisiológico, através do sombreamento nos passeios públicos; atenuação da poluição sonora, por meio do filtro de ruídos; melhoria na qualidade do ar; conforto térmico. Do ponto de vista estético, contribui na integração da paisagem urbana com os elementos arbóreos, reduzindo os efeitos agressivos causados pelas grandes construções e, por último, embora difícil de quantificar, o aspecto psicológico que envolve a satisfação das pessoas em contato com o “verde” no ambiente urbano.

O uso inadequado da arborização urbana pode acarretar em vários prejuízos à população, sendo destacados: riscos de acidentes causados pelas quedas de galhos; as copas das árvores compartilhando com a rede elétrica, trazendo custos crescentes na manutenção de fios e cabos; raízes que causam sérios danos a calçada, impedindo a acessibilidade e o passeio de portadores com mobilidade reduzida.

Dessa maneira, surge a necessidade de compatibilizar a arborização urbana com os equipamentos públicos, em busca da preservação e manutenção das árvores no meio urbano.

Segundo Kuchelmeister e Braatz (1993), em escritos sobre Silvicultura Urbana, os elementos técnicos do processo de planejamento da arborização urbana são os inventários, a seleção das espécies e plantio, manutenção, poda ou remoção de árvores.

A medida definida neste trabalho para quantificar a qualidade de vida em relação a arborização no meio urbano, foi instituir um índice comparativo entre duas cidades distintas: Martinópolis e Pirapozinho, localizadas no Estado de São Paulo. De acordo com Cavalheiro *et al* (1999), o índice de 12 m<sup>2</sup> de área verde por habitante foi encontrado diversas vezes, no qual teria sido desenvolvido por organizações internacionais como OMS, ONU, FAO, PNUMA, porém, nunca aparecem as referências relativas aos autores e aos métodos para sua obtenção.

Assim, este trabalho tem como objetivo comparar os resultados do método de amostragem de árvores por unidade de área a fim de estabelecer um índice de arborização entre as cidades de Martinópolis e Pirapozinho. Este índice fornece subsídios para o planejamento da arborização urbana nas cidades estudadas.

A metodologia adotada foi o levantamento de elementos arbóreos das duas cidades, utilizando a amostragem casual simples. Para isso foi realizado um levantamento quantitativo das árvores do sistema viário na área sede de cada uma.

Os materiais utilizados para o levantamento foram: a carta oficial de Martinópolis de 2005 e Pirapozinho de 2000 (na escala 1:7500 e 1:12000, respectivamente); fotografia aérea da área sede de Pirapozinho de 2004; treena. O quarteirão foi a unidade amostral, definido como aquele composto por quatro lados, conforme a figura 1.

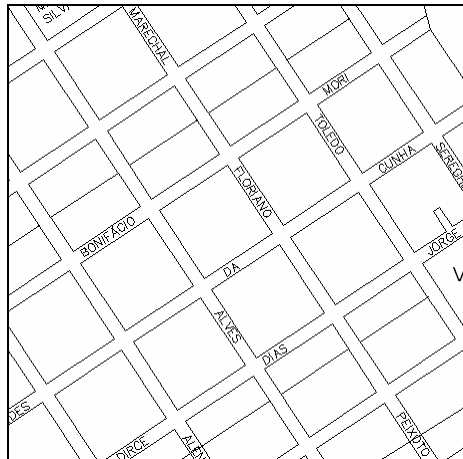


Figura 1 – Quadras da cidade de Pirapozinho/SP

Também foram identificados diferentes formatos de quarteirão nas cidades, como mostram as figuras 2(a) e 2(b).

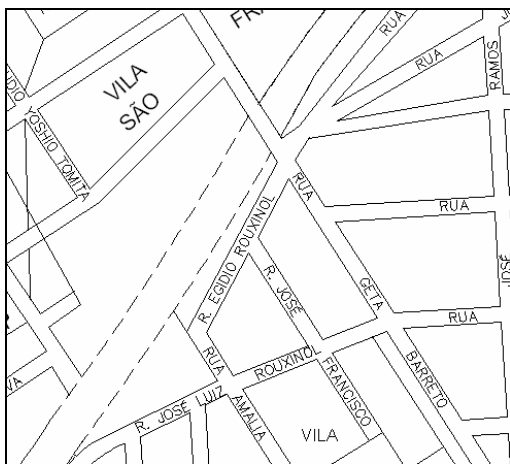


Figura 2(a) – Quadras irregulares em Pirapozinho/SP

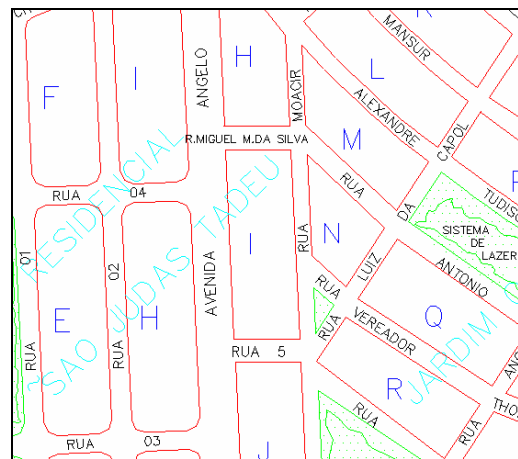


Figura 2(b) – Quadras irregulares em Martinópolis/SP

Alguns quarteirões que não apresentavam ruas em um de seus lados, mas possuíam um limite bem definido, foram considerados como unidades de amostragem. Todos os quarteirões do perímetro urbano foram numerados, contendo residências, igrejas, postos de saúde, clubes, etc.

Após determinar o total de quarteirões de cada cidade, procedeu-se ao sorteio de uma amostra piloto, para registrar o número de elementos arbóreos, o total de quilômetros de calçada e a área ocupada. Para estimar o número total de árvores, foram utilizadas as variáveis “número de árvores por quilômetro de calçada” e “número de árvores por hectare”, sendo definidas como a razão entre o número total de árvores existentes nas calçadas e o total de quilômetros (e de hectare) de calçadas de cada cidade.

Essas variáveis foram determinadas pela medição do comprimento das calçadas, largura da calçada de cada quadra e a metade da largura da rua. O comprimento das quadras obteve-se pela medição nas cartas oficiais de cada cidade e as larguras das calçadas e da metade da rua foram obtidas em campo, conforme mostra a figura 3.

Assim, o total de quilômetros de calçada de um quarteirão foi estimado somando-se as medidas de cada lado de suas quadras com as das calçadas. A área total pertencente ao quarteirão foi, então, aquela ao redor do quarteirão que se estende até a metade da rua (figura 4). As medições de área e perímetro foram realizadas utilizando o software ArcView 3.2.

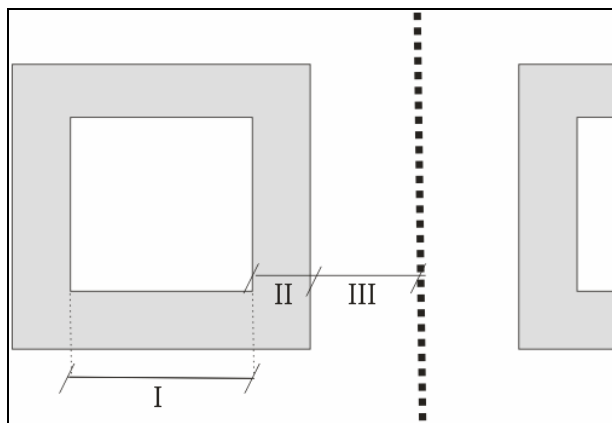


Figura 3 – Representação do quarteirão com medições efetuadas em campo:  
I – Comprimento da quadra; II – Largura média da calçada; III – Largura da metade da rua

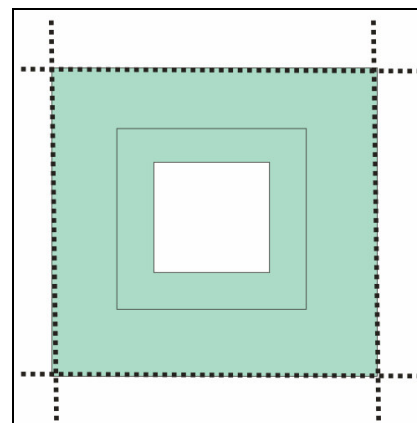


Figura 4 – Representação da área total de um quarteirão (área hachurada)

No total de árvores foram considerados todos os elementos arbóreos, arbustivos e herbáceos encontrados exclusivamente nas calçadas, ou seja, em área de domínio público. Os bairros recentes das cidades não foram avaliados neste trabalho, visto a ausência de árvores e a pavimentação em alguns locais.

Após determinar todos os dados representativos para o estudo, foram calculados a média ( $\bar{x}$ ), variância ( $S^2$ ) e o desvio padrão ( $S$ ). Considerou-se o conjunto de dados uma distribuição normal com intervalo de confiança (IC) de 95%, tendo  $N$  como o total de quarteirões,  $n$  como o número de quarteirões selecionados na amostra (amostra piloto). Para estimar a razão populacional, segundo Cochran (1997), faz-se o uso de estimadores definidos como:

$$R = \frac{X_T}{Y_T}$$

onde  $X_T$  é o valor populacional “número de árvores em cada quarteirão” e  $Y_T$  o valor populacional “total de quilômetros (e de hectares) de calçada pertencente a cada quarteirão”.

O tamanho da amostra foi de 10%, sendo tal escolha arbitrária, visto que não há bibliografia específica de estatística para a determinação do melhor tamanho de amostra, apesar de ser muito utilizado em trabalhos. O erro relativo foi obtido pela fórmula:

$$d^2 = \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot cv^2 \cdot (N - n)}{n \cdot N}$$

$d^2$ : erro relativo;  $z_{\alpha/2}$ : valor encontrado na tabela de distribuição normal, com IC de 95%;  $cv^2$ : coeficiente de variação. A seguir a tabela 1 apresenta os resultados comparativos das cidades de Martinópolis e Pirapozinho.

Tabela 1 – Resultados comparativos das cidades Martinópolis e Pirapozinho.

Dados (Quantidade de árvores)		
	Martinópolis	Pirapozinho
N	336	355
n	26	29
$\bar{x}$	19,038	12,115
$S^2$	24,918	19,466
S	4,992	4,412
nº total de árvores	6397	4301
d	0,097	0,127

A partir destes dados fez-se a estimativa do total de “árvores por quilômetro de calçada” e “árvores por hectare” de cada cidade, visto na tabela 2.

Tabela 2 – Comparação de estimativas de árvores por quilômetro de calçada e por hectare.

<b>Resultados comparativos</b>		
	<b>Martinópolis</b>	<b>Pirapozinho</b>
<b>Árvores/Km</b>	53,4575	34,1027
<b>Árvores/há</b>	91,1686	62,3642

Os resultados apontam que há mais árvores na cidade de Martinópolis em detrimento a cidade de Pirapozinho, tanto em quilômetros de calçada quanto por hectare.

Adotando a cidade de Martinópolis como parâmetro, denominado A, por apresentar maior quantidade de árvores e uma distribuição espacial uniforme, caso singular na região, este resultado auxilia no planejamento da arborização urbana de Pirapozinho e de outras cidades, sendo chamado de B. O resultado preliminar da obtenção de um índice de arborização (IA) é dado pela razão de:

$$IA = \frac{\text{Árvores/Km (B)}}{\text{Árvores/Km (A)}}$$

(a)

$$IA = \frac{\text{Árvores/há (B)}}{\text{Árvores/há (A)}}$$

(b)

Para os resultados obtidos, têm-se a fórmula (a) com o IA de 0,64 e a fórmula (b) com 0,68, aproximadamente. O índice de arborização apresentará maior grau de satisfação quando o resultado estiver mais próximo de 1. Deve ainda ser considerado a aplicação do índice de arborização para outras cidades, a fim de estabelecer um padrão consistente nos resultados.

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar somente a área sede das cidades, não levando em consideração os distritos, núcleos urbanizados e bairros recentes na área urbana. Com o índice alcançado verificou-se a viabilidade da aplicação da amostragem simples nas duas cidades, fornecendo subsídios ao planejamento da arborização urbana nas cidades analisadas.

### Referências Bibliográficas

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y.T. **Proposição de terminologia para o verde urbano**. Boletim Informativo, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana — SBAU, ano VII, n.3, p.7, jul/ago/set-1999.

COCHRAN, W.G. **Sampling techniques**. 3.ed. New York: John Wiley, 1977. 428p.

GRAZIANO, T. T. **Viveiros Municipais**. Departamento de Horticultura – FCAVJ – UNESP. Notas de Aula, 1994.

LOBODA, C.R.; ZINKOSKI, A.E. **Arborização: Uma percepção do espaço urbano na área central de Guarapuava, PR**. VII Colóquio Internacional de Geocrítica – Los agentes urbanos y las políticas sobre la ciudad. Santiago de Chile – Pontificia Universidad Católica de Chile, p.7, maio-2005.

KUCHELMEISTER, G.; BRAATZ, S. **Urban forestry revisited**. Unasylva, v.44, n.173, p.3-12, 1993.