

Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos - SP

Study of the efficiency of two street trees inventory systems in São Carlos - SP, Brazil

Carolina Rachid
Hilton Thadeu Zarate do Couto

RESUMO: Este trabalho teve o objetivo de comparar dois métodos de amostragem de árvores de rua a fim de identificar qual o mais eficiente para a cidade de São Carlos. Para isso foi feito o levantamento quantitativo das árvores do sistema viário da área urbana da cidade, empregando-se a amostragem casual simples e a amostragem estratificada por nível sócio-econômico da população. Para estimar o parâmetro populacional que representa a abundância de árvores foram usadas as variáveis "número de árvores por quilômetro de calçada" e "número de árvores por hectare". Dos 2.438 quarteirões que compunham a área de estudo, 10% foram sorteados para constituir a amostra, tanto do método casual simples quanto de cada um dos estratos. De cada unidade amostral selecionada eram anotados o total de quilômetros de calçada, a área por ela ocupada e o número de elementos existente. Verificou-se que os dois métodos foram eficientes para fazer o levantamento de árvores de ruas na cidade de São Carlos, mas deu-se preferência à amostragem casual simples. Entre as duas variáveis principais testadas deu-se preferência ao "número de árvores por quilômetro de calçada".

PALAVRAS-CHAVE: Árvores de rua, Amostragem casual simples, Amostragem estratificada

ABSTRACT: The purpose of this work is to compare two street trees inventory systems to identify which one will be more efficient to São Carlos. To accomplish that, a survey of the street trees quantity at the urban area of São Carlos was made, using the simple random sampling and the stratified sampling considering the social and economic level of São Carlos population. To estimate the populational parameters that represent the abundance of the trees, two variables were used: the "number of trees per kilometer of sidewalk" and the "number of trees per hectare". From the 2.438 blocks that compounded the study area, 10% were randomly selected to constitute the sampling of both: the simple random sampling and each one of the strata. From each sampling unit selected, the total of kilometers of sidewalk, the area occupied by the block and the number of existing elements were noted. It was verified that the two methods were efficient to accomplish the survey of the trees at the streets of São Carlos; however, there was a preference for the simple random sampling. Between the two main tested variables, the preference was given to the "number of trees per kilometer of sidewalk".

KEYWORDS: Street trees, Simple random sampling, Stratified sampling

INTRODUÇÃO

Vários trabalhos e estudos científicos têm sido feitos nas últimas duas décadas sobre o tema “arborização urbana”, seja descrevendo os benefícios advindos da presença de vegetação no meio urbano, seja mostrando técnicas de quantificação de áreas verdes ou mesmo indicando metodologias de amostragem de árvores de ruas.

Para uma cidade se tornar habitável e confortável é necessário que nela existam instalações e serviços, definidos por Ávila (1978) como equipamentos urbanos, que são: luz elétrica, água encanada, esgotos, escolas, moradias, ruas, bosques, praças e parques, hospitais, fábricas, bombeiros, clubes, museus, correios e demais fatores da vida urbana.

Lombardo (1990) relata que “na expansão acentuada dos ambientes construídos pela sociedade não se evidenciou qualquer preocupação com a qualidade de vida dos habitantes, o que significa dizer que a questão ambiental, como tantas outras, foi negligenciada”. A autora ressalta o importante papel que a vegetação desempenha nas áreas urbanas no que se refere à qualidade ambiental e afirma que através da vegetação pode-se avaliar a qualidade de vida urbana.

A ciência referente ao cultivo de árvores florestais denomina-se Silvicultura. Uma ramificação desta ciência é a Silvicultura Urbana, que tem como objetivo o cultivo e manejo de árvores para contribuir ao bem-estar fisiológico, sociológico e econômico da sociedade urbana (Kuchelmeister e Braatz, 1993).

Outro termo usado para designar o cultivo de árvores em cidades é arborização urbana. Para Kirchner et al. (1990), a arborização urbana abrange três setores: áreas verdes públicas, áreas verdes privadas e arborização de ruas, sendo a arborização de ruas por eles considerada como a rede de união entre as áreas verdes urbanas, estas constituídas por praças, parques e jardins.

Milano (1990), Kuchelmeister e Braatz (1993) e Nowak (1994) enfatizam que as árvores de ruas desempenham um papel importante em áreas mais densamente ocupadas da cidade, local em geral limitado para a implantação de parques e praças. Portanto, nesses locais a ênfase deve ser dada às árvores de rua.

É reconhecida a importância de quantificar a cobertura verde de uma cidade, pois aí está refletido um indicador da qualidade de vida daquele ambiente urbano. Mesmo não fazendo parte dessa quantificação, as árvores de rua começam a ser requisitadas para expressar esse índice.

Oliveira (1996) prega a necessidade de estabelecer valores mínimos de Índice de Área Verde (IAV) e Porcentagem de Área Verde (PAV) ou qualquer outro indicador associado à qualidade ambiental ou de vida, mesmo que seja por métodos indiretos ou aproximações.

Dembner (1993) adaptou um artigo sobre floresta urbana no qual mostra que 40% de todas as cidades da China tinham mais de 30% de cobertura vegetal e especificamente na cidade de Beijing quantificou-se, em 1982, 64.000 km de calçadas cobertas com árvores distantes umas das outras de 3 a 4 metros.

Escrevendo sobre Silvicultura Urbana, Kuchelmeister e Braatz (1993) citam que entre os elementos técnicos do processo de planejamento da arborização urbana estão o inventário, seleção das espécies e plantio, manutenção, poda ou remoção de árvores.

Os inventários para avaliação da arborização de ruas podem ser, segundo Nunes (1992), por amostragem ou totais, esses últimos só justificados para análise quantitativa da arborização ou em análise também qualitativa de cidades pequenas. A autora estabelece duas modalidades básicas de arborização urbana como objeto de avaliação, que são as áreas verdes públicas ou privadas e a arborização de ruas.

Milano (1994) escreve que os processos de amostragem são aplicáveis tanto para avaliações quantitativas como para avaliações qualitativas, mas que o nível de precisão das variáveis, quando forem várias as características a avaliar, estará vinculado às características da variável principal previamente definida.

A maioria dos trabalhos de inventário de árvores de rua realizados no Brasil utilizam como variável principal o número de árvores por quilômetro de calçada, sendo citados como exemplos os trabalhos de Milano (1987) em Curitiba (PR), de Lima et al. (1990) em Petrolina (PE) e de Nunes (1992) em Apucarana (PR).

Estes três trabalhos citados e vários outros, como é o caso do trabalho de Biondi (1985) em Recife (PR), utilizaram unidades amostrais de tamanho fixo e desprezaram aquelas unidades que possuíam baixa frequência de arborização.

A informação sobre frequência ou distribuição da arborização é geralmente fornecida por um órgão da administração municipal que tem a catalogação das árvores, mas são poucas as cidades que dispõem dessa informação no momento em que se está preparando a amostragem.

O trabalho aqui apresentado teve o objetivo de comparar dois métodos de amostragem de árvores de rua a fim de verificar qual o mais eficiente para a cidade de São Carlos. As duas metodologias estudadas – amostragem casual simples e amostragem estratificada – não exigem que as unidades amostrais sejam do mesmo tamanho, prescindem de informação sobre a quantidade de árvores existente nas unidades amostrais e são empregadas sem censurar aquelas unidades com baixo índice de arborização.

METODOLOGIA

Área de estudo e unidades amostrais

O trabalho abrangeu a cidade de São Carlos (interior do Estado de São Paulo) mais os distritos Vila Nery e Bela Vista Sãocarlense, constituindo a área onde foram aplicados os dois métodos de amostragem de árvores de rua, casual simples e estratificada.

O sistema de referência utilizado foi o mapa oficial da cidade na escala 1:10.000 do ano de 1995. Por meio dele foi possível a identificação das 2.438 unidades de amostragem que compuseram a população. A unidade de amostragem adotada neste trabalho foi o quarteirão, a seguir definido.

O tipo de quarteirão predominantemente encontrado na área de estudo foi aquele composto por quatro lados – cada lado denominado quadra – conforme pode ver visto na Figura 1.

Outros formatos de quarteirões também foram encontrados, conforme indicam os números 1 e 2 da Figura 2.

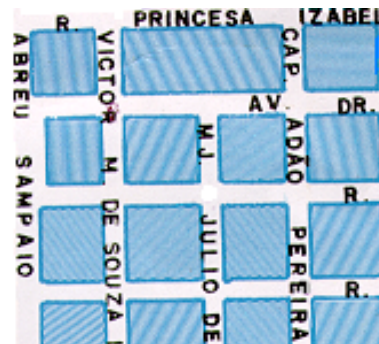


Figura 1. Trecho do mapa de São Carlos (SP) contendo os tipos de quarteirões comumente encontrados na área de estudo

(Part of São Carlos city map that shows examples of blocks usually found in the studied area)

Alguns quarteirões não eram cercados por rua em um dos seus lados, mas apresentavam um limite bem definido, como por exemplo linha de trem, um rio, um trecho de mata; tam-



Figura 2. Trechos do mapa de São Carlos mostrando diferentes formatos de quarteirões (números 1 e 2) encontrados em baixa intensidade na área de estudo

(Parts of São Carlos city map showing different shapes of blocks (numbers 1 and 2) found in small quantities in the studied area)

bém estes foram considerados como unidades de amostragem.

Foram numerados todos os quarteirões do perímetro urbano nos quais existiam residências, indústrias, comércio, clubes, igrejas, hospitais, repartições públicas etc. e também aqueles nos quais não havia ocupação ou infraestrutura (como por exemplo meio-fio e calçamento), desde que presentes no mapa, por ocasião do levantamento do sistema de referência.

Tendo-se determinado o total de unidades de amostragem na população, procedeu-se ao sorteio de uma amostra, que foi composta por um número de quarteirões dos quais se extraíram as informações necessárias para compor as variáveis analisadas neste trabalho.

Definição das variáveis

As variáveis estudadas neste trabalho foram aquelas que representam a abundância de árvores, expressas em “número de árvores por quilômetro de calçada” e “número de árvores por hectare”.

A variável “número de árvores por quilômetro de calçada” foi definida como a razão entre duas características populacionais: número total de árvores existentes nas calçadas e o total de quilômetros de calçadas na área de estudo.

De maneira análoga, definiu-se a variável “número de árvores por hectare” como a razão entre o total de árvores existentes nos quarteirões e a área total ocupada por estes quarteirões no local de estudo.

Para a determinação destas duas variáveis era imprescindível a medição do comprimento das quadras, da largura da calçada de cada uma das quadras, assim como da metade da largura da rua que delimitava cada uma das quadras. O comprimento das quadras foi obtido pela medição no mapa de escala 1:10.000 e a medição da largura das calçadas e das ruas foi feita no local, por meio de uma trena.

Na Figura 3 há o exemplo das dimensões de um quarteirão citadas acima. Vê-se que o quadrado menor figura como sendo um quarteirão, o quadrado maior representa o quarteirão contornado pelas calçadas e a linha tracejada corresponde ao meio da rua.

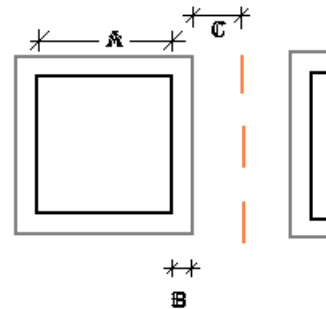


Figura 3. Representação de um quarteirão com as respectivas dimensões: A - comprimento da quadra, B - largura média da calçada, C - metade da largura da rua

(Example of a block and its dimensions: A - quarter extent, B - sidewalk average width, C - half street width)

Pelo critério adotado, o total de quilômetros de calçada de um quarteirão foi estimado, somando-se aos comprimentos de cada uma das suas quadras as larguras das calçadas, de maneira a obter-se o perímetro representado na Figura 3 pelo quadrado maior.

A área total pertencente a um quarteirão foi estimada como sendo aquela área ao redor do quarteirão que se estendia até o meio da rua

que circundava cada uma das quadras. Aproveitando o desenho da Figura 3, vê-se que esta área total ao redor do quarteirão corresponde à área hachurada na Figura 4.

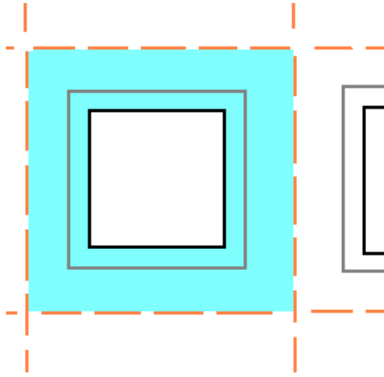


Figura 4. Representação da área total pertencente a um quarteirão

(Representation of the total area occupied by a block)

Nem todos os quarteirões sorteados neste trabalho possuíam um formato regular, que permitisse calcular facilmente o total de quilômetros de calçada e o total de área pertencente aos quarteirões.

Alguns quarteirões possuíam uma de suas quadras com formato curvo e para que fosse possível o cálculo do total de quilômetros destas quadras e da área do quarteirão, foi feita uma aproximação da curva em segmentos de reta, conforme Figura 5.

Admitiu-se como aceitável o erro embutido na estimativa tanto do total de quilômetros de calçada quanto do total de área de um quarteirão em casos como o apresentado na Figura 5.

Coleta dos dados

De cada quarteirão selecionado para a amostra foram anotados o total de árvores existente, o comprimento de cada quadra, a largura de cada calçada e a largura de metade de cada uma das ruas que delimitavam o quarteirão. Os dados foram coletados durante o ano de 1997.

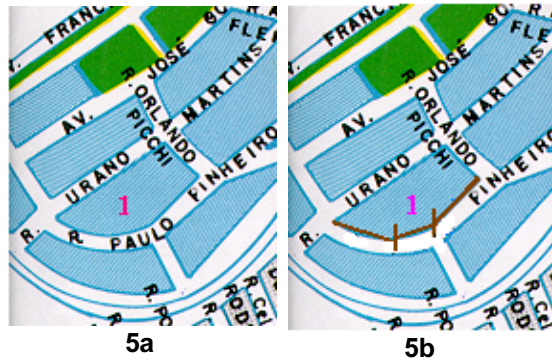


Figura 5. 5a - Trecho do mapa de São Carlos mostrando um quarteirão (número 1) com uma quadra em forma de curva; 5b - mesmo trecho do mapa mostrando a adaptação da quadra curva para segmentos de reta

5a - Part of São Carlos city map showing a block (number 1) with a quarter in curve shape; 5b - the same part of the map showing the adaptation of the curve line to segments of straight lines

No total de árvores foram incluídos todos os elementos arbóreos, arbustivos e herbáceos encontrados exclusivamente nas calçadas, em área de domínio público. Também foram inseridos no total de árvores os exemplares mortos e as covas abertas, mas sem árvore.

Plano amostral dos métodos estudados
Amostragem casual simples

Segundo Cochran (1977), para se estimar uma razão populacional deve-se usar estimadores do tipo razão, que são definidos

como $R = \frac{X_T}{Y_T}$, sendo X_T o valor populacional da característica “número de árvores existentes nos quarteirões” e Y_T o valor populacional da característica “total de quilômetros de calçada” e da característica “total de hectares pertencentes aos quarteirões de uma cidade”.

Tendo N como o total de quarteirões da área de estudo, n como o número de quarteirões selecionados para a amostra, x_i como o valor da variável “número de árvores” e y_i como o valor da variável “total de quilômetros” ou “total

de hectares” do i -ésimo quarteirão sorteado, o intervalo de 95% de confiança para cada uma das razões populacionais é dado por:

$$(r - 2s(r), r + 2s(r)), \text{ sendo}$$

- $r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n y_i}$ a razão amostral;

- $s^2(r) = \frac{1-f}{ny^2(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - 2r \sum_{i=1}^n x_i y_i + r^2 \sum_{i=1}^n y_i^2 \right)$ a variância amostral;

- $f = \frac{n}{N}$ a fração amostral;

- $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$ o valor médio da variável “total de quilômetros” ou “total de hectares”.

O tamanho da amostra sorteada foi de 10% do tamanho da população; essa escolha foi inteiramente arbitrária, uma vez que na literatura específica sobre estatística não existe referência para a determinação do tamanho ótimo de amostra para estimadores do tipo razão.

Do total de 243 quarteirões sorteados, fizeram parte efetivamente do levantamento dos dados 230 quarteirões (9,4%), pois desse total sorteado tiveram que ser desprezadas aquelas unidades amostrais que eram compostas exclusivamente por área verde (praças, por exemplo), aquelas que existiam no mapa mas ainda não estavam delimitadas no campo e aquelas que existiam no campo mas possuíam um traçado completamente diferente do representado no mapa, inviabilizando, assim, a medição do comprimento das quadras.

O tamanho de amostra de 9,4% foi considerado suficiente perante o critério, comumente adotado em trabalhos dessa natureza, de que o erro amostral das duas variáveis não fosse maior do que 10%.

Amostragem estratificada

A variável auxiliar empregada para estratificar a área de estudo deste trabalho foi o nível sócio-econômico da população de São Carlos. A escolha desta variável partiu da hipótese de que bairros mais ricos teriam um nível de escolaridade maior e com isso também uma preocupação maior com a qualidade do ambiente urbano, refletindo, assim, num nível de arborização de ruas maior do que aquele encontrado em bairros mais pobres.

O método de amostragem estratificada foi aplicado na área de estudo com o objetivo de verificar se a estratificação por níveis sócio-econômicos resultaria numa estimativa mais precisa do índice de arborização das ruas que a obtida com o método de amostragem casual simples.

A divisão da área de estudo em estratos foi baseada em um mapa denominado “Mapa da Exclusão em São Carlos”, que faz parte da atividade de divulgação do projeto “Indicadores Sociais das Cidades Médias Paulistas”, cuja coordenadora foi a Prof^a. Dr^a. Elza de Andrade Oliveira do Departamento de Ciências Sociais da Universidade Federal de São Carlos. O mapa foi dividido em cinco cores e cada cor corresponde a uma faixa de porcentagem de chefes de família que ganham acima de 20 salários-mínimos: para a cor azul a faixa foi de 2,71 a 44,44%; para o verde foi de 1,38 a 2,68%; para o amarelo foi de 0,81% a 1,32%; para o laranja foi de 0,37 a 0,80% e para o vermelho foi de 0,00 a 0,35%.

Para o trabalho aqui desenvolvido, cada cor figurou como um estrato. No estrato azul são encontrados os bairros mais luxuosos. O segundo estrato onde há população com maior poder aquisitivo, o verde, também abriga bairros de alto padrão e abrange grande parte do Centro da cidade. No estrato amarelo são encontradas várias indústrias e alguns bairros que fazem o limite da cidade. Já se afastando do centro são encontrados os bairros do estrato

laranja e na periferia da cidade fica o estrato vermelho, onde estão localizados os bairros mais pobres.

O estimador usado na amostragem estratificada foi o mesmo da amostragem casual simples, ou seja, estimador do tipo razão. Para manter a mesma relação tamanho de amostra/tamanho da população da amostragem casual simples, foi usada a estratificação de tamanho proporcional ao tamanho do estrato.

A seleção das unidades amostrais dentro de cada estrato foi feita por amostragem casual simples, sendo o tamanho de cada amostra correspondente a 10% do total de quarteirões existentes no estrato.

De acordo com Cochran (1977), quando o tamanho da amostra não é muito pequeno, é mais indicado utilizar como estimador da razão populacional a chamada razão separada, que é expressa por:

$$\hat{R}_{es} = \frac{\left(\sum_{h=1}^H \frac{x_h Y_h}{y_h} \right)}{Y_T}$$

da qual se identificam os seguintes termos:

- $x_h = \sum_{i=1}^{n_h} x_{ih}$, sendo x_{ih} o valor da variável “número de árvores” do i -ésimo quarteirão sorteado no h -ésimo estrato;
- $y_h = \sum_{i=1}^{n_h} y_{ih}$, sendo y_{ih} o valor da variável “total de quilômetros de calçada” ou “total de hectare” do i -ésimo quarteirão sorteado no h -ésimo estrato;
- $Y_h = \sum_{j=1}^{N_h} Y_{jh}$, que corresponde ao total populacional da variável “total de quilômetros de calçada” / “total de hectare” no h -ésimo estrato, sendo N_h o total de quarteirões no h -ésimo estrato e Y_{jh} o valor da variável “total de

quilômetros de calçada” / “total de hectare” do j -ésimo quarteirão sorteado no h -ésimo estrato;

- $Y_T = \sum_{h=1}^H Y_h$, que corresponde ao total populacional da variável “total de quilômetros de calçada” / “total de hectare”.

A variância estimada do estimador de razão separada é dada por:

$$s^2(\hat{R}_{es}) = \frac{\left(\sum_{h=1}^H \frac{N_h^2 (1 - f_h)}{n_h} (s_{xh}^2 + r_h^2 s_{yh}^2 - 2r_h s_{xyh}) \right)}{Y_T^2}$$

sendo

- N_h o número de quarteirões no h -ésimo estrato;
- n_h o número de quarteirões sorteados no h -ésimo estrato;
- $f_h = \frac{n_h}{N_h}$ a fração amostral do h -ésimo estrato;
- $s_{xh}^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (x_{ih} - \bar{x}_h)^2$ a variância da variável “número de árvores” do h -ésimo estrato;
- $r_h = \frac{x_h}{y_h}$ a razão amostral do h -ésimo estrato;
- $s_{yh}^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{j=1}^{n_h} (y_{jh} - \bar{y}_h)^2$ a variância da variável “total de quilômetros de calçada” / “total de hectare” do h -ésimo estrato;
- $s_{xyh} = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{jj=1}^{n_h} (x_{jh} - \bar{x}_h)(y_{jh} - \bar{y}_h)$ a covariância.

O intervalo de 95% de confiança para cada uma das razões populacionais foi obtido a partir da expressão:

$$\left(\hat{R}_{es} - 2s(\hat{R}_{es}), \hat{R}_{es} + 2s(\hat{R}_{es}) \right)$$

Assim como no método anterior, na amostragem estratificada foram sorteados ao todo 243 quarteirões. Mas do total sorteado, 219 quarteirões foram efetivamente medidos, pelos mesmos motivos apresentados anteriormente.

No estrato azul foram levantados 8,9% dos quarteirões, no verde 9,5%, no amarelo 8,8%, no laranja 8,9% e no vermelho 8,9%.

Os tamanhos de amostra foram considerados suficientes perante o critério de o erro amostral das duas variáveis não ser maior do que 10%.

Para a análise dos dados foi usado o programa Microsoft Excel para Windows 95.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variável “número de árvores por quilômetro de calçada”

Amostragem casual simples

Foram medidos 2.958 elementos (plantas vivas, plantas mortas e covas abertas) num total de 98,21 quilômetros de calçada. Com a amostra selecionada obteve-se uma estimativa dada pelo estimador razão de 30,12 árvores por quilômetro de calçada e uma variância de 2,09. O intervalo de 95% de confiança foi de (27,24; 33,00) e o erro amostral foi de 9,6%.

Amostragem estratificada

Na amostragem estratificada foram analisados, incluindo os cinco estratos, 2.689 elementos num total de 97,01 quilômetros de calçada. A estimativa dada pelo estimador razão para esta variável foi igual a 27,53 árvores por quilômetro de calçada, com uma variância de 1,86. O intervalo de 95% de confiança foi de (24,98; 30,58) e o erro amostral foi de 9,9%.

Variável “número de árvores por hectare”

Amostragem causal simples

Os 2.958 elementos foram medidos num total de 64,76 hectares. A estimativa dada pelo estimador razão para esta variável foi igual a 45,68 árvores por hectare, com uma variância

de 4,75. O intervalo de 95% de confiança foi de (41,32; 50,04) e o erro amostral foi de 9,5%.

Amostragem estratificada

A amostra composta por 219 quarteirões permitiu a medição dos 2.689 elementos num total de 63,36 hectares. A estimativa dada pelo estimador razão foi de 42,25 árvores por hectare, com uma variância de 4,19. O intervalo de 95% de confiança foi de (38,32; 46,60) e o erro amostral foi de 9,7%.

A semelhança entre os resultados da amostragem casual simples e da amostragem estratificada, medida principalmente em relação à variância, indica que as duas metodologias são eficientes e podem ser empregadas em inventários de arborização de ruas em São Carlos. Porém, o ganho em precisão obtido com a estratificação por nível sócio-econômico foi muito pequeno, o que leva a concluir que a variável de estratificação escolhida – nível sócio-econômico – não teve influência sobre o nível de arborização das ruas de São Carlos.

As duas variáveis usadas para estimar abundância de árvores forneceram resultados satisfatórios, podendo ambas serem emprega-

das em inventários quantitativos. Entretanto, o manuseio da variável “número de árvores por quilômetro de calçada” é mais simples, uma vez que dispensa a medição de metade da largura das ruas que circundam um quarteirão e isto implica também em maior rapidez para calcular o estimador razão. Outra vantagem no em-

prego desta variável é permitir a comparação com os resultados dos trabalhos realizados nessa área.

O total de árvores (incluindo arbustos, plantas herbáceas, plantas mortas e covas abertas) estimado para a cidade de São Carlos varia entre 28.556 e 34.595.

CONCLUSÃO

As duas metodologias – amostragem casual simples e amostragem estratificada – foram apropriadas para o levantamento de árvores de ruas na cidade de São Carlos. Porém, recomenda-se o emprego da amostragem casual simples, visto que o ganho em precisão obtido com a amostragem estratificada por nível sócio-econômico foi muito pequeno, não compensando o trabalho para sua elaboração.

As metodologias apresentadas neste trabalho não exigem que as unidades amostrais sejam do mesmo tamanho, são aplicadas diretamente nos quarteirões, independentemente de suas dimensões. Também prescindem de informação sobre a quantidade de árvores existentes nas unidades amostrais e são emprega-

das sem censurar as unidades com baixo índice de arborização.

As duas variáveis usadas para quantificar a abundância de árvores de ruas foram eficientes, mas, para efeito de comparação e por ser de manuseio mais simples, recomenda-se o uso da variável “número de árvores por quilômetro de calçada”.

Devem ser excluídos do sistema de referência aqueles quarteirões destinados exclusivamente às áreas verdes.

O número de árvores por quilômetro de calçada obtido com a amostragem casual simples foi de 30,12, dado que permite estimar para a cidade de São Carlos um total de elementos (incluindo plantas vivas, plantas mortas e covas abertas) variando de 28.556 a 34.595.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

CAROLINA RACHID é Engenheira Florestal com Mestrado em Ciências Florestais pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo – Rua Paulino Botelho de Abreu Sampaio, 452 – São Carlos, SP – 13561-060 – E-mail: crachid@yahoo.com
HILTON THADEU ZARATE DO COUTO é Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP – Caixa Postal 9 – Piracicaba, SP - 13400-970 – E-mail: htzcouto@carpa.ciagri.usp.br

Os autores agradecem à Prof^ª. Dr^ª. Elza de Andrade Oliveira e ao Prof. Dr. Valter Roberto Silvério, ambos do Departamento de Ciências Sociais da Universidade Federal de São Carlos, por cederem o mapa sobre divisão sócio-econômica em São Carlos, fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA, F.B. **Pequena enciclopédia de moral e civismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: FENAME, 1978. 630p.
- BIONDI, D. Diagnóstico da arborização de ruas da cidade do Recife. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1, Porto Alegre, 1985. **Anais**. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 1985. p.87-88.
- COCHRAN, W.G. **Sampling techniques**. 3.ed. New York: John Wiley, 1977. 428p.
- DEMBNER, S. Urban forestry in Beijing. **Unasyuva**, v.44, n.173, p.13-18, 1993.
- KIRCHNER, F.F.; DETZEL, V.A.; MITISHITA, E.A. Mapeamento da vegetação urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3, Curitiba, 1990. **Anais**. Curitiba, 1990. p.72-85.
- KUCHELMEISTER, G.; BRAATZ, S. Urban forestry revisited. **Unasyuva**, v.44, n.173, p.3-12, 1993.
- LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, V.R.; NASCIMENTO, C.E.S.; TORRES, S.B. Diagnóstico da arborização de ruas de Petrolina - PE. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3, Curitiba, 1990. **Anais**. Curitiba, 1990. p.41-53.
- LOMBARDO, M.A. Vegetação e clima. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3, Curitiba, 1990. **Anais**. Curitiba, 1990. p.1-13.
- MILANO, M.S. Métodos de amostragem para avaliação de arborização de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2; ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5, São Luís, 1994. **Anais**. p.163-168
- MILANO, M.S. O planejamento da arborização, as necessidades de manejo e tratamentos culturais das árvores de ruas de Curitiba - PR. **Floresta**, n.17, p.15-21, 1987.
- MILANO, M.S. Planejamento da arborização urbana: relações entre áreas verdes e ruas arborizadas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3, Curitiba, 1990. **Anais**. Curitiba, 1990. p.60-71.
- NOWAK, D.J. Understanding the structure of urban forests. **Journal of forestry**, v.92, n.10, p.42-46, 1994.
- NUNES, M.L. Metodologias de avaliação da arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4, Vitória, 1992. **Anais**. Vitória, 1992. p.133-145.
- OLIVEIRA, C.H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas**. São Carlos, 1996. 181p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos.