

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO PATRIMÔNIO ARBÓREO**  
**DA MALHA VIÁRIA URBANA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE**  
**SÃO CARLOS-SP**

**NIVIA MARIA SUCOMINE**

São Carlos

2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO PATRIMÔNIO ARBÓREO**  
**DA MALHA VIÁRIA URBANA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE**  
**SÃO CARLOS-SP**

**NIVIA MARIA SUCOMINE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Almir Sales

São Carlos

2009

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

S942ca

Sucomine, Nivia Maria.

Caracterização e análise do patrimônio arbóreo da malha viária urbana central do município de São Carlos-SP / Nivia Maria Sucomine. -- São Carlos : UFSCar, 2009.

108 f.

Acompanha CD

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Planejamento urbano. 2. Arborização. 3. Malha viária.  
4. Inventários. 5. Banco de dados. I. Título.

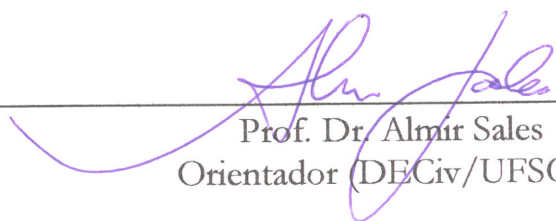
CDD: 711 (20<sup>a</sup>)

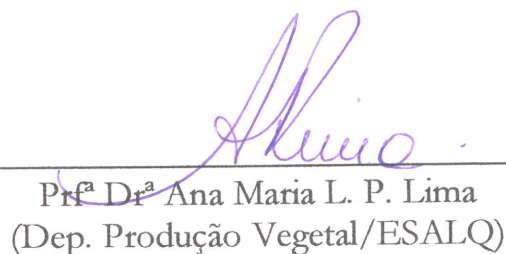


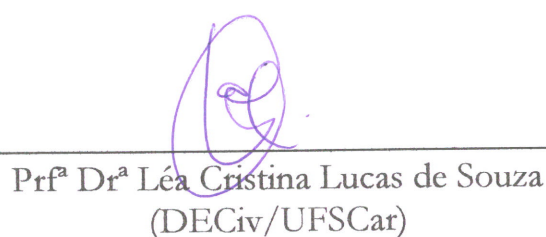
## FOLHA DE APROVAÇÃO

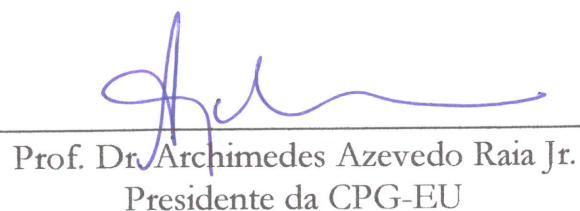
NIVIA MARIA SUCOMINE

Dissertação defendida e aprovada em 22/10/2009  
pela Comissão Julgadora

  
Prof. Dr. Almir Sales  
Orientador (DECiv/UFSCar)

  
Prof.ª Dr.ª Ana Maria L. P. Lima  
(Dep. Produção Vegetal/ESALQ)

  
Prof.ª Dr.ª Léa Cristina Lucas de Souza  
(DECiv/UFSCar)

  
Prof. Dr. Archimedes Azevedo Raia Jr.  
Presidente da CPG-EU

**Ao meu filho Nicolás Bianconi, dedico.**



Bob Thaves, adaptado pela autora.

## **Agradecimentos**

Ao Prof. Dr. Almir Sales pela oportunidade, apoio e orientação.

Aos meus pais, “Seu” Mário e “Dona” Nair pelo apoio incondicional.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

Ao Prof. Dr. Demóstenes Ferreira da Silva Filho da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pela forte e concisa estrutura teórica-prática oferecida.

Ao Prof. Benjamin Mattiazzi pelo grande auxílio na identificação em campo das espécies desconhecidas.

À Daniele Giacomeli, que por si só já fez valer o mestrado.

À Ricardo Reimão pela atenção e interesse despendidos na resolução de minhas numerosas dúvidas sobre SGBD.

À engenheira florestal Luciane Maria Chaves da Secretaria de Serviços Públicos da Prefeitura de São Carlos, pela disposição e informações técnicas.

Aos meus irmãos pelo incentivo e apoio para a realização deste trabalho.

Aos professores que fizeram parte de minha banca julgadora, Prof. Dr. Luiz Antônio Nigro Falcoski (presente na qualificação), Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Léa Cristina Lucas de Souza (presente na qualificação e defesa) e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Liner Pereira Lima (presente na defesa).

À Teresa Lopes do Departamento de Referência da biblioteca comunitária da UFSCar pelo eficiente serviço de normalização bibliográfica.

Ao Prof. Persio Nakamoto pela revisão do texto final da dissertação.

## CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO PATRIMÔNIO ARBÓREO DA MALHA VIÁRIA URBANA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS-SP

### RESUMO

A arborização viária da área central urbana do município de São Carlos-SP foi estudada com o objetivo de conhecê-la e diagnosticá-la a fim de oferecer subsídios para a sua manutenção e incremento. Para tal, foi realizado um levantamento quali-quantitativo da cobertura arbórea, sendo todas suas informações e análises inseridas e desenvolvidas em um banco de dados informatizado. Foram encontradas 103 espécies botânicas distintas num total de 2626 indivíduos, sendo 147 mortos, 502 mudas e 1977 adultos. *Schinus molle* e *Murraya paniculata* foram às espécies mais abundantes. Para os índices de diversidade e de indivíduos por quilometragem de rua, obteve-se os valores 3,18 e 26,73 respectivamente. O diâmetro a altura do peito (DAP) médio foi de 21,4cm; 55% dos vegetais apresentaram altura menor que 5,40m; 45% da população são nativas e apenas 26 espécies são frutíferas. Pequeno foi o número de plantas acometidas de injúria ou fitossanidade, porém o mais significativo foram os danos nas copas decorrentes de podas irregulares. Dentre todos os indivíduos, 899 estão em conflito com um ou mais equipamento em entorno, sendo a fiação aérea a principal, e 76% possuíam pouco ou nenhum espaço livre de pavimentação. Por meio dos resultados obtidos, concluiu-se que a composição florística dessa área é bem diversa. Em termos quantitativos, essa população é ainda muito deficiente, mas a situação geral das árvores é bem satisfatória. Recomenda-se um programa intensivo de incentivo de plantio de mudas (com espécies menos abundantes) nas ruas com menor índice de indivíduos e outro programa com vista à manutenção e conservação da arborização já implantada, podas e ampliação dos espaços livre de pavimentação nas calçadas.

Palavras-chave: arborização viária; inventário e banco de dados.



## CHARACTERIZATION AND ANALYSIS OF HERITAGE TREE LOOP ROAD OF CENTER URBAN CITY OF SÃO CARLOS-SP

### ABSTRACT

The road afforestation from the central urban area of São Carlos-SP was studied in order to know it and diagnose it in order to provide support for its maintenance and expansion. To this end, we performed a qualitative and quantitative assessment of tree cover, all its information and analysis developed and entered into a computerized database. We have found 103 different plant species in a total of 2626 individuals, 147 killed, 502 seedlings and 1977 adults. *Schinus molle* and *Murraya paniculata* were the most abundant species. For the diversity index and the average index of trees per kilometer of street obtained the values 3.18 and 26.73 respectively. The average diameter at breast height (DBH) was 21.4 cm; 55% of plants had height less than 5.40 m; 45% of the population is compound of native species and only 26 species are fructiferous. Small was the number of affected plants or plant injury, but more significant was the damage caused by the crown pruning irregular. 899 individuals were in conflict with one or more equipment around and 76% had little or no free space pavement. The results obtained it was concluded that this area has a high diversity floristic. In quantitative terms, this population was still very poor, but the overall situation of trees was satisfactory. It is recommended that an intensive program of planting of trees (with less abundant species) in the streets with the lowest level of individuals and another program for the maintenance and conservation of the stock already in place, pruning and expansion of free spaces on the sidewalks.

Keywords: road afforestation, inventory and database.

## Lista de Tabelas

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1. Classes de largura de passeios e seus respectivos portes de árvores para plantio .....                                                      | 36 |
| TABELA 2. Afastamento mínimo necessário entre as árvores e outros elementos urbanos ...                                                               | 37 |
| TABELA 3. Espaçamento sugerido entre árvores na calçada em função do porte .....                                                                      | 38 |
| TABELA 4. Nome, frequência e características gerais das espécies encontradas na arborização viária da região central da cidade de São Carlos-SP ..... | 66 |
| TABELA 5. Frequência relativa das espécies mais abundantes encontradas na arborização viária da zona central urbana de São Carlos-SP .....            | 70 |
| TABELA 6. Índice de indivíduos por quilômetro de cada via pública da área de estudo .....                                                             | 76 |
| TABELA 7. Total de espécies e as mais abundantes por classe de altura da área de estudo ..                                                            | 78 |
| TABELA 8. Frequência das classes de diâmetro a altura do peito (DAP) .....                                                                            | 79 |
| TABELA 9. Frequência relativa dos diferentes graus de severidade das injúrias identificadas no tronco, na raiz e na copa .....                        | 81 |
| TABELA 10. Tipos e frequência dos conflitos da arborização viária central de São Carlos ..                                                            | 84 |

## Lista de Figuras

|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1. Mapa do Município de São Carlos com destaque a área de estudo .....                                                                        | 53 |
| FIGURA 2. Formulário de campo para coleta de dados .....                                                                                             | 55 |
| FIGURA 3. Modo da estrutura da “tabela Mestre” .....                                                                                                 | 60 |
| FIGURA 4. Relacionamentos estabelecidos entre as tabelas criadas .....                                                                               | 61 |
| FIGURA 5. Expressão estruturada para a consulta de hierarquização dos indivíduos com prioridade de manejo .....                                      | 61 |
| FIGURA 6. Tela principal contendo os tópicos que dão acesso às informações coletadas e analisadas do banco de dados.....                             | 63 |
| FIGURA 7. Tela com as informações referente a uma das espécies encontradas .....                                                                     | 63 |
| FIGURA 8. Tela com as informações referente a uma das ruas inventariadas .....                                                                       | 64 |
| FIGURA 9. Tela de apresentação dos dados coletados em campo de um dos indivíduos .....                                                               | 64 |
| FIGURA 10. Tela principal dos resultados obtidos contendo os tópicos que dão acesso aos relatórios elaborados mediante as consultas realizadas ..... | 65 |
| FIGURA 11. Exemplo de estrutura de um relatório .....                                                                                                | 65 |
| FIGURA 12. Gêneros mais frequentes e percentagem com relação ao total de árvores inventariadas .....                                                 | 72 |
| FIGURA 13. Diversidade de famílias na arborização viária da área central de São Carlos ....                                                          | 73 |

## Sumário

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....                                                                  | 10 |
| <b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....                                                       | 12 |
| <b>2.1. Aspectos gerais sobre arborização urbana</b> .....                                  | 12 |
| 2.1.1. Histórico da arborização no mundo e no Brasil .....                                  | 12 |
| 2.1.2. Principais conceitos e definições .....                                              | 15 |
| 2.1.3. Benefícios e funções da arborização urbana .....                                     | 18 |
| 2.1.3.1. Benefícios ambientais .....                                                        | 18 |
| 2.1.3.2. Benefícios sociais e psicológicos .....                                            | 22 |
| 2.1.3.3. Benefícios econômicos .....                                                        | 24 |
| <b>2.2. Manejo da arborização viária</b> .....                                              | 25 |
| 2.2.1. Promoção da diversidade de espécies .....                                            | 25 |
| 2.2.2. Incentivo na implantação de nativas .....                                            | 27 |
| 2.2.3. Seleção de espécies adaptadas .....                                                  | 29 |
| 2.2.4. (In)compatibilização da vegetação com o entorno .....                                | 32 |
| 2.2.5. Normas técnicas para arborização de vias públicas .....                              | 35 |
| <b>2.3. Inventário da arborização viária</b> .....                                          | 38 |
| 2.3.1. Importância e utilização .....                                                       | 38 |
| 2.3.2. Tipos e finalidade dos inventários .....                                             | 43 |
| 2.3.3. Principais parâmetros quali-quantitativos.....                                       | 46 |
| 2.3.4. Informática nos inventários .....                                                    | 48 |
| 2.3.5. Pesquisas no Brasil .....                                                            | 50 |
| <b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....                                                         | 52 |
| <b>3.1. Caracterização da área de estudo</b> .....                                          | 52 |
| <b>3.2. Inventário da arborização viária</b> .....                                          | 54 |
| 3.2.1. Coleta de dados .....                                                                | 54 |
| 3.2.2. Elaboração do banco de dados .....                                                   | 59 |
| <b>4. RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....                                                       | 66 |
| <b>4.1. Caracterização da arborização viária da área urbana central de São Carlos</b> ..... | 66 |
| 4.1.1. Composição e distribuição das espécies .....                                         | 66 |
| 4.1.2. Índice de diversidade .....                                                          | 74 |
| 4.1.3. Índice de indivíduos por quilometragem de rua .....                                  | 74 |
| 4.1.4. Condição geral das mudas .....                                                       | 77 |
| 4.1.5. Dimensões: altura, DAP e bifurcação .....                                            | 78 |
| 4.1.6. Análise da variável: exótica <i>versus</i> nativa, frutíferas .....                  | 79 |
| 4.1.7. Integridade física e sanitária .....                                                 | 80 |
| 4.1.8. Compatibilidade com entorno e condição de plantio .....                              | 82 |
| 4.1.9. Hierarquização dos indivíduos conforme a necessidade de manejo .....                 | 86 |
| <b>5. CONCLUSÕES</b> .....                                                                  | 88 |
| <b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....                                                        | 90 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....                                                                    | 92 |

## 1. INTRODUÇÃO

---

O ser humano, por muito tempo, conseguiu manter um equilíbrio em suas relações com o ambiente. Contudo, devido ao aumento da população humana e o advento da industrialização houve um grande fluxo de pessoas do campo para as cidades que, por falta de um planejamento, cresceram desordenadamente, tornando-as ineficientes na promoção de qualidade de vida aos seus cidadãos.

Diversas pesquisas da área do urbanismo, clima, paisagismo e agronomia, visando restabelecer o bem-estar outrora perdido, consideraram por unanimidade a arborização urbana como um fator essencial para a melhoria dessa qualidade, dada sua capacidade de mitigar ou amenizar os efeitos antropogênicos (reduzem o calor e a poluição atmosférica e sonora; diminuem a velocidade dos ventos; produzem sombra; evitam enchentes; contribuem para a formação das nuvens; embelezam ruas; protegem o solo; atraem a avifauna, dentre outros).

A arborização, apesar de sua relevância, encontra-se hoje reduzida a meros fragmentos remanescentes sufocados em meio à malha urbana, uma vez que é vista como uma atividade esteticamente desejada, mas não necessariamente prioritária.

Nesse aspecto, abre-se espaço a iniciativas particulares pontuais em realizar o plantio de árvores que, desprovidos de um conhecimento técnico-científico sobre o assunto, dão aos locais destinados à arborização um aspecto irregular, descontínuo e inadequado, gerando muitas inconveniências e prejuízos tanto ao poder público quanto à população.

Como consequência dessa inadequação, a arborização empreendida mostra-se também ineficaz, pois os benefícios que esta poderia, potencialmente, proporcionar à comunidade, não são observados (BORTOLETO, 2004).

Entretanto, de acordo com Kuchelmeister e Braatz (1993), a arborização urbana pressupõe as atividades de planejamento, implantação e manutenção sob o poder público e que deveria fazer parte dos serviços essenciais de uma cidade, seu planejamento deveria atender aos objetivos predeterminados e ser continuamente avaliado e controlado, a fim de corrigir imediatamente eventuais falhas de manejo.

Contudo, segundo Piveta e Silva Filho (2002), quando não é possível planejar, é importante, no mínimo, analisar a arborização já existente, permitindo conhecer a condição da arborização

em termos de adaptabilidade e problemas relacionados à espécie e às condições de plantio para que alguma providência técnica seja tomada. A análise da arborização pode ser realizada por meio de um inventário.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivos:

- Descrever e avaliar a diversidade, distribuição e composição das espécies arbóreas contidas na malha viária central urbana do município de São Carlos-SP;
- Identificar a situação real desse patrimônio arbóreo;
- Fundamentar diretrizes para sua manutenção e incremento de acordo com suas necessidades.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

### 2.1. Aspectos gerais sobre arborização urbana

#### 2.1.1. Histórico da arborização no mundo e no Brasil

A utilização de árvores como elemento componente do meio urbano não é recente. A importância estética e até espiritual das árvores foi registrada na história da civilização por egípcios, fenícios, persas, gregos, chineses e romanos, compondo jardins e bosques sagrados, destacando e moldurando templos e determinando conhecimentos rudimentares sobre as árvores e sua manutenção (MILANO; DALCIN, 2000).

Na Europa, entre a segunda metade do século XV e XVIII, significativas intervenções transformaram as paisagens das suas principais cidades, caracterizando ruas, praças e jardins dessa época (BORTOLETO, 2004).

Em 1578, na Antuérpia, registrou-se uma ordem do conselho municipal determinando o plantio de três linhas de árvores nos passeios do entorno das fortificações da cidade (SEGAWA, 1996). Essa talvez, segundo o texto de Meneghetti (2003), teria sido a primeira iniciativa europeia relatada do uso de árvores ao longo de vias.

Conforme cita Segawa (1996), Mark Girouard registrou uma série de documentos relacionados ao nascimento dos espaços ajardinados públicos franceses: Raphael Salvety, em 1597, obteve uma concessão das autoridades de Paris para utilizar um terreno e implantar um campo de *pallamaglio* (variação moderna do críquete). Dado seu sucesso, foi construído um segundo campo. Neste, duas avenidas arborizadas organizavam o espaço, sendo uma destinada ao jogo, e outra, aos espectadores.

O *Cours la Reine* em Paris, lugar cercado e isolado por fossos e criado por ordem da rainha Marie de Médicis (1573-1642), apresentava, ao longo de 1,5 km entre o rio Sena e a área que seria os *Champs Élysées*, quatro fileiras de olmos que proporcionavam sombra e espaço para caminhadas e circulação de carruagens (SEGAWA, 1996). A partir de então, a colocação de árvores nos lados e/ou no centro das vias públicas da malha urbana tornou-se obrigatória segundo legislação. A essa iniciativa, deu-se o nascimento aos famosos *boulevards* parisienses e aos *squares* londrinos (TERRA, 2000).

Assim, no século XVII, todas as cidades importantes da Europa construíram seu passeio público arborizado: Berlim, Alemanha teve em 1647 a *Unter den Linden*, alameda arborizada ligando a cidade ao parque de caça; Dublin, Irlanda teve o *Beaux Walk* e o *Gardener's Mal*; Amsterdam, Holanda aproveitou um charco, transformando-o na *Nieuwe Plantage*, Bordeaux na França ganhou o *Jardin Royal e Nancy*. Outras alamedas arborizadas foram construídas também em Viena na Áustria; São Petersburgo na Rússia e em Madrid e Lisboa em Portugal (SEGAWA, 1996).

Em meados do século XIX, durante a gestão do Barão Haussmann, Paris passou por profundas transformações urbanísticas. Seus novos parques e jardins públicos, arquitetados sob a égide de Jean Charles Alphand, possuíam ambientes cenograficamente inspirados em uma visão pastoril e romântica, onde suas ruas apresentavam um traçado reto, largo e linearmente arborizados, visando gerar maior prazer aos olhos, defesa e melhor acesso (FARAH, 1999; MACEDO; SAKATA, 2002).

Fora do continente europeu, Leszek Zawisza, estudando os jardins venezuelanos, relatou que em Caracas foi iniciada, em 1784, a construção de uma alameda arborizada na periferia da zona norte da cidade que se tornou atraente para passeios. Em Bogotá, Colômbia no último quarto do século XVIII, foram alargadas, ordenadas e arborizadas duas vias destinadas ao passeio público. O projeto da cidade de Washington, D.C., nos Estados Unidos da América, elaborado por L'Enfant em 1791, apresentou ruas delineadas por árvores em suas margens, buscando explorar perspectivas e campos de visão (SEGAWA, 1996).

O início dessa atividade no Brasil é carente de documentação, e as opiniões são variadas e, às vezes, contraditórias. Provavelmente foi em Recife-PE o primeiro núcleo urbano a dispor de arborização de rua no continente americano. Isso ocorreu durante a colonização holandesa, no século XVII, por iniciativa do Conde João Maurício de Nassau, confirmada por documentos pictóricos do final da década de 1630, que mostravam a presença de coqueiros em duas ruas na cidade (MESQUITA, 1996).

De acordo com Terra (2000), as cidades coloniais geralmente não apresentavam arborização viária. A beleza natural no entorno desses núcleos foi apontada como um motivo possível do retardo dos investimentos em jardins públicos, já que tal beleza era considerada um paraíso que emoldurava as cidades coloniais.



Influenciado pela Europa, o real interesse brasileiro pela arborização nasceu somente no fim do século XVIII com objetivo de preservar e cultivar espécies exóticas. De acordo com Lima (1993), um exemplo disso foi o trabalho desenvolvido pelo arquiteto naturalista Antônio José Landi que plantou mangueiras pelas ruas da cidade de Belém, no estado do Pará, com a finalidade de estudar e promover a adaptação da espécie ao novo ambiente.

Em 1869, D. Pedro II contratou os serviços de Auguste Glaziou para reformar os passeios públicos do Rio de Janeiro. Este estabeleceu normas para o plantio de árvores em ruas como espaçamento de sete metros entre árvores; altura mínima de três metros para as mudas; obrigatoriedade do uso de protetores; e melhoria do substrato de plantio. Para isso, vias de circulação ganharam dimensões mais generosas e a arborização ficou mais sistemática (MILANO; DALCIN, 2000).

Já em São Paulo, de acordo com Goya (1992), a arborização de ruas também muito se desenvolveu nesse período devido a iniciativas particulares como a arborização da Avenida São Luiz com plantio da espécie *Jacaranda-mimosifolia* (jacarandá mimoso) pelo Barão de Souza Queiroz.

Conforme Segawa (1996), no século XIX, com o vetor da revolução industrial e o conseqüente colapso da saúde nas cidades, surgiu a corrente do pensamento salubrista, baseado no desenvolvimento da ciência médica, que se dedica ao planejamento e ao re- planejamento das cidades. No Brasil, o uso da vegetação ainda era polêmico até a metade daquele século. Entretanto, no final deste, o conceito de rua e de parque arborizados como pulmões urbanos estava amplamente assimilado. De modo que, grandes planos e projetos, segundo Meneghetti (2003), passaram a considerar essencial o plantio de árvores ao longo da malha viária das cidades.

No século XX, as ruas dos novos bairros eram largas e arborizadas. Na capital amazonense, observou-se a construção de diversas ruas e avenidas arborizadas como a Avenida Eduardo Ribeiro, entre tantas outras (MACEDO, 1999).

Nas décadas de 30 e 40 do século passado e no período posterior à Segunda Guerra Mundial, começaram a aparecer no Brasil os primeiros sinais de mudança na concepção de espaços livres. Burle Marx foi um dos exemplos dessa mudança: dentre as inovações, ressalta-se a

supervalorização da flora nativa e a postura fortemente nacionalista, visando cortar qualquer vínculo que tenha como referência o passado imediato (MACEDO, 1999).

No entanto, com o surgimento da luz elétrica, a expansão da oferta de serviços de infraestrutura urbana, o crescimento acelerado, a concentração da população nas cidades, o aumento no número de veículos automotores, a especulação imobiliária, ocorrida ao longo desse século, provocaram mudanças profundas no desenho das cidades, gerando, na maioria das vezes, prejuízos à arborização urbana (DALCIN; MILANO, 2000).

Santos e Teixeira (2001) comentam que o século XX foi um período marcado por perdas de patrimônio arquitetônico e vegetal dada pela brusca ruptura da relação homem-natureza. Essa ruptura impôs a presença da árvore na paisagem urbana, porém não proporcionava a ela condições adequadas ao seu pleno desenvolvimento.

Com isso, a década de 1980 foi segundo Dalcin e Milano (2000), a época que menos se produziu conhecimento e informação técnica em arborização no país. Contudo, em 1985, com a realização do I Encontro Nacional de Arborização Urbana, em Porto Alegre, ocorreu um renascimento deste setor. No processo, aconteceu em 1992 a fundação da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, sendo ela desde então o principal representante dos interesses daqueles que exercem atividades vinculadas à arborização no país.

### **2.1.2. Principais conceitos e definições**

Uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos profissionais engajados no ensino, na pesquisa, no planejamento e na gestão da arborização é a divergência na conceituação dos termos técnicos, uma vez que cada conceito elaborado se restringe a explorar apenas uma ou poucas variáveis que englobam a temática arborização (porte, localização, estrutura, origem e função). A essa problemática, adiciona-se o fato de existir muitos sinônimos para um mesmo conceito e muitos conceitos diferentes com a mesma nomenclatura.

A ausência de uma linguagem unívoca, além de complicar a identificação, classificação e quantificação do verde, pode, em última instância, gerar dados equivocados e impedir o desenvolvimento de políticas públicas com vistas a garantir qualidade de vida em nossas cidades. Na sequência, apresentam-se os termos técnicos mais comumente utilizados.

A ciência referente ao cultivo de árvores em áreas florestais denomina-se silvicultura. Segundo Couto (1992), as árvores presentes nas cidades fazem parte de um ramo da silvicultura denominada silvicultura urbana, cujo objetivo é o cultivo e o manejo de árvores para contribuir ao bem-estar fisiológico, social e econômico da sociedade.

No sentido mais amplo, a silvicultura urbana envolve desde o estudo de habitats para a fauna, a recreação, o paisagismo, a reciclagem dos resíduos orgânicos, os cuidados com as árvores em geral e até a produção de fibra, sendo, portanto, uma junção da arboricultura, horticultura ornamental e o manejo florestal.

Outro termo que pode ser usado para representar o cultivo de árvores no meio urbano é o verde urbano, considerado por Malinsky (1985) como um sistema que poderia contribuir de forma decisiva na melhoria das condições de vida de nossas cidades. Para ele, o sistema poderia ser desenvolvido a partir do elemento unitário, a árvore, e ir crescendo em complexidade para formar a arborização da rua, a arborização do bairro, o conjunto das áreas verdes da cidade etc.

A esse mesmo conceito dá-se também o nome de florestas urbanas que, apesar de não ser muito usada no Brasil, é adotada pela Sociedade Internacional de Arborização, que emprega o termo *urban forestry* já há algum tempo, e caracteriza-a como o envolvimento de todo o conjunto de vegetação arbórea presente nas cidades, independente de sua localização (COSTA, 1997).

Contudo, para definir a cobertura arbórea de uma cidade, o conceito mais empregado por pesquisadores, instituições e prefeituras é a denominação “arborização urbana”.

De acordo com Grey e Deneke (1986) arborização urbana diz respeito a todos os elementos vegetais de porte arbóreo presentes dentro da urbe. Milano (1984) complementa dizendo que a arborização de uma cidade é composta, essencialmente, de árvores localizadas em áreas particulares (quintais, clubes) e árvores localizadas em áreas públicas, dividindo-se essa última, ainda, entre aquelas que estão situadas em áreas verdes (parques, praças e jardins) e aquelas situadas em vias públicas. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas (arborização viária) fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema de áreas verdes. No entanto, mesmo pertencendo a espaços distintos, as áreas verdes e as ruas arborizadas se inter-relacionam.

Para Mello Filho (1985), a estrutura urbana comporta as seguintes modalidades de arborização: arborização viária, arborização de parques e jardins, arborização de áreas privadas (quintais, hotéis, hospitais, clubes, cemitérios etc.) e arborização nativa residual dentro da malha urbana.

Andrade (2004) cita que a arborização urbana pode ser vista como um processo sistemático da paisagem, por meio da introdução de espécies vegetais de porte arbóreo, que podem estar condicionadas a fatores de ordem funcional, estética, ambiental e socio-cultural, sendo diretamente ligada às características próprias de cada espécie (porte, forma, cor e fatores biológicos).

Na tentativa de padronizar os conceitos e traduzir os amplos benefícios advindos da arborização à qualidade de vida nas cidades, Senna<sup>1</sup> (*apud* FREIRE, 2005) sugere nomear toda a flora presente na urbe de “áreas verdes urbanas” que é composta por três segmentos: 1) Áreas verdes públicas, compostas pelo rol de logradouros públicos destinados ao lazer e à recreação ou que oportunizem ocasiões de encontro e convívio direto com espaços não construtivos e arborizados; 2) Áreas verdes privadas, compostas por remanescentes vegetais incorporados aos interstícios da malha urbana, podendo ter sua utilização normatizada por legislação específica que possa garantir sua conservação; e 3) Arborização de ruas e vias públicas.

Dentro desse último segmento, Cavalheiro e Caetano<sup>2</sup> (1984) citado por Lima (1993), em definição mais objetiva, determinam a arborização de vias públicas como todos os espaços verdes integrantes de canteiros centrais ou laterais de vias urbanas, espaços verdes pequenos e isolados, bem como árvores isoladas, agrupadas ou enfileiradas ao longo do sistema viário.

Parecendo bastante simplista, mas com uma palavra de fundamental importância, Pedrosa<sup>3</sup> (*apud* LIMA, 1993) relata que a arborização viária nada mais é que o plantio “racional” de árvores ao longo de ruas e avenidas.

---

<sup>1</sup> SENNA, D. C. Proyecto informacion y analisis para el manejo florestal sostenible: integrando esfuerzos nacionales e internacionales em 13 países tropicales em America Latina: arboles fuera del bosque. Brasília, 2001. Material obtido através de comunicação pessoal.

<sup>2</sup> CAVALHEIRO, F; CAETANO, F. H. Funções da arborização urbana. In: SEMINÁRIO SOBRE A COEXISTÊNCIA DE SISTEMA ELÉTRICO E ARBORIZAÇÃO URBANA, Campinas, 1984.

<sup>3</sup> PEDROSA, J. B. Arborização de cidades e rodovias. Ed. Revisada. Belo Horizonte, IEF/MG, 1983. 64p.

Miller (1988), de forma bem pragmática, define árvore de rua como: árvore pertencente ao poder público, crescendo em vias públicas, geralmente entre a calçada e o meio-fio.

### **2.1.3. Benefícios e funções da arborização urbana**

A vegetação em área urbana representa um importante papel na promoção da qualidade de vida desse meio, pois quando bem manejado, ela é capaz de mitigar ou amenizar os efeitos antropogênicos nele gerados.

A configuração espacial correta das áreas verdes urbanas, de acordo com Pellegrino (2000), deve atender a três princípios básicos: concentração, conexão e conservação, nos quais se pode constatar: grandes manchas, grandes benefícios; pequenas manchas, pequenos benefícios.

Nesse sentido é que se faz necessário conhecer e divulgar estudos que visam identificar os reais benefícios oriundos da vegetação para o ambiente urbano, de modo a garantir a sua ocorrência nas cidades e subsidiar uma boa justificativa para que a arborização não seja analisada apenas como amenidade ou mero instrumento embelezador, mas que passe a ser compreendida como parte essencial da infra-estrutura de qualquer cidade, tão necessária e útil quanto ruas, esgoto e eletricidade.

#### **2.1.3.1. Benefícios ambientais**

A vegetação exerce um papel fundamental em termos de melhoria das condições climáticas em um ambiente urbano ao atenuar os valores de temperatura do ar, tornando-os ideais para determinação de microclimas favoráveis ao conforto humano.

Em grupos ou até mesmo isoladas, a redução de temperatura gerada pelas árvores ocorre essencialmente pela atenuação (direta e indireta) da radiação solar incidente. De acordo com Mascaró e Mascaró (2005), o resfriamento direto do ambiente é proporcionado a partir do sombreamento decorrente de sua copa, que reduz a conversão de energia radiante em calor sensível e, conseqüentemente, diminui a temperatura do ar e as temperaturas superficiais dos pavimentos e outros objetos sombreados (como fachadas de edificações).

A forma indireta ocorre quando há o consumo de energia na evapotranspiração pelas superfícies das folhas, que resfriam o ar adjacente devido à troca de calor latente, ou seja, a vegetação retira calor do ambiente e o consome. Nesse processo, diferentemente do que ocorre com materiais de construção, não acontece o armazenamento de calor no interior das células, mantendo-se sempre baixa a temperatura superficial da folha (FURTADO, 1994; LARCHER, 2004; BARBUGLI, 2004).

Em pesquisa feita na cidade de San Juan (Porto Rico), Kurbán et. al<sup>4</sup> (*apud* BARBUGLI, 2004) demonstraram que os efeitos da arborização no verão resultaram em uma diminuição de 2,1°C na temperatura do ar e aumento de 5,2% na umidade relativa.

Além disso, alguns autores afirmam que os benefícios da vegetação na área urbana não se restringem ao local onde esta se encontra inserida. Ela também contribui para estabilizar os efeitos do clima sobre os arredores imediatos (PEZZUTO, 2007). Hoffman e Shashua-Bar (2000), por exemplo, constataram em seu trabalho que, em pequenas áreas verdes, inseridas no meio urbano na cidade de Tel-Aviv, o efeito amenizador climático foi sentido em até um raio de cem metros de distância destas.

O efeito atenuador que as plantas desempenham com relação à temperatura do ar também advém da absorção da energia solar necessária para desencadear o processo metabólico de síntese de compostos orgânicos da planta, conhecido como fotossíntese. Isso reduz a incidência da radiação solar durante o dia e, por seu metabolismo, libera o calor durante a noite, proporcionando uma redução da amplitude térmica (sem picos de temperatura) ao longo do dia (COSTA<sup>5</sup> *apud* BARBOSA, 2005; LARCHER 2004; WILMERS, 1990).

As plantas atuam no meio urbano como verdadeiros condicionadores de ar naturais. Por meio da evapotranspiração, utilizam a umidade para controlar sua temperatura: quando existe disponibilidade de água e calor, abrem seus estômatos, transformando a água em vapor, que é liberado para a atmosfera refrescando o meio e amenizando a temperatura do ar (principalmente no verão); e quando há situações adversas, elas os fecham (MASCARÓ; MASCARÓ, 2005; GREY; DENEKE, 1986).

---

<sup>4</sup> KURBÁN, A; PAPARELLI, A; CÚNSULO, M. Aporte de la forestación al control del clima urbano em zona árida. In: AVANCES EN ENERGÍAS RENOVABLES Y MEDIO AMBIENTE. ASADES, Buenos Aires, 2002.

<sup>5</sup> COSTA, E. C. Arquitetura Ecológica: condicionamento térmico natural. São Paulo: Edgar Blucher. 1982.

Para Kramer e Kozlowski (1972), uma árvore isolada pode transpirar aproximadamente 400 litros de água por dia (em condições de suficiente quantidade de água no solo), resultando em um resfriamento que pode ser comparado, segundo Federer (1976), ao de cinco aparelhos de ar condicionado médios (2500 kcal/hora) em funcionamento durante 20 horas por dia.

As árvores agem também como purificadoras da atmosfera urbana, no sentido de capturar partículas poluentes - tais como ozônio ( $O_3$ ), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ), monóxido de carbono (CO), reduzindo suas concentrações no ar e melhorando sua qualidade. Essa função, segundo Llardent (1982), ocorre por meio de sua estrutura foliar mediante três procedimentos: fixação de poeiras e materiais residuais em suspensão no ar; depuração bacteriana; e fixação de gases tóxicos.

A fixação de poeira e materiais residuais em suspensão no ar (cinza, pólen, fumaça, aerossóis e fuligem) se processa de duas formas. A primeira é a mecânica, na qual as partículas ficam depositadas na superfície foliar; a segunda forma de fixação ocorre por efeitos eletrostáticos que acontecem durante o processo de evapotranspiração. As pequenas gotas de água presentes nas superfícies foliares criam um polo de atração para as partículas suspensas no ar. Posteriormente estas são sedimentadas nas folhas e carregadas (quase em sua totalidade) pelas chuvas, regenerando a superfície e impedindo a saturação da folha (id. *ibid.*).

As plantas também apresentam ação purificadora por depuração bactericida. A captação de bactérias pela superfície foliar obedece ao mesmo princípio da captação de poeiras e materiais em suspensão. Entretanto, a emissão de ozônio pelas folhas (pelo processo de fotossíntese) favorece a destruição das bactérias sedimentadas pelo poder bactericida do gás (id. *ibid.*).

Pela superfície foliar, os gases tóxicos podem também ser absorvidos pelas plantas principalmente por meio dos estômatos. Por difusão gasosa, dissolvem-se no líquido interno, penetrando nas membranas celulares sendo metabolizado, decomposto ou liberado durante as trocas gasosas (YANG, 2005).

Em função de seu grau de sensibilidade, os vegetais têm sido largamente empregados como método complementar de monitoramento da qualidade do ar e da presença de contaminantes na atmosfera. Plantas sensíveis (que apresentam queimaduras em suas folhas ao absorver gases tóxicos, por exemplo) podem ser utilizadas como bioindicadores de reação; e plantas

resistentes podem servir tanto como bioindicadores de acumulação como no abate de poluentes do ar em ambientes urbanos e industriais (PIGNATA et al., 1999).

Shan et al. (2007) concluíram que, no caso de Shanghai na China, para se obter o efeito purificador pelas árvores seria necessário compor uma barreira de no mínimo cinco metros de largura ao redor da cidade, sendo o ideal dez metros. Grey e Deneke (1986) afirmam que árvores de grande porte reduzem mais O<sub>3</sub> do que árvores de pequeno porte. Pesquisas em Varanasi na Índia (PRAJAPATI; TRIPATHI, 2008) e Brighton, Inglaterra (BECKETT et al., 2000), por exemplo, visando melhorar os níveis de qualidade do ar, já possuem listagens de espécies de árvores regionais tolerantes aos gases tóxicos e com grande capacidade de absorção.

Em relação aos ventos, as árvores reduzem sua velocidade e podem interferir no processo de evaporação por meio da obstrução, direção e filtração dos ventos, de acordo com a variação da altura, forma, folhagem (densidade e retenção) e localização das plantas. A combinação de árvores e arbustos, em fileiras, é sugerida por ter uma adequada proteção contra os ventos frios no inverno ou por dirigir a entrada de correntes que resfriem o ambiente no verão (MAGALHÃES; CRISPIM, 2003; GREY; DENEKE, 1986).

Dentre as funções ecológicas, as árvores agem na proteção e melhoria dos recursos naturais (solo, água, flora e fauna); oferecem abrigo e alimento aos animais adaptados ao meio urbano, principalmente avifauna de pequeno porte; servem de morada para muitos grupos de insetos; e especificamente para árvores dispostas nos sistemas viários, atuam ainda como corredores que interligam as demais modalidades de áreas verdes (MILANO, 1984; KIRCHNER et al., 1990).

A arborização colabora com a conservação do solo basicamente pela interceptação e diminuição do impacto das gotas de chuva pela ação da folhagem (que impede a destruturação do horizonte superficial) e pela proteção física e estabilizadora das raízes, que amenizam os problemas ocasionados por processos erosivos (OLIVEIRA, 1996).

As árvores e os arbustos têm um importante papel no ciclo hidrológico, tendo em vista que retêm e interceptam a água da chuva; reduzem a velocidade de descida na superfície do solo; absorvem pelas raízes e folhas tais águas; aumentam a infiltração; amortecem o volume do escoamento superficial; diminuem a força das enxurradas; e evitam danos causados por



inundações que comprometem a qualidade da água (DWYER, 1992; GREY; DENEKE, 1986; BORGES, 2006).

De acordo com Helvey e Patric (1965), a interceptação da água da chuva é temporariamente retida pelas copas das árvores, sendo subsequentemente redistribuído em água que goteja no solo, escoando para o tronco e volta para atmosfera por evaporação direta.

Entretanto, alguns benefícios advindos da vegetação ainda são discutidos no meio acadêmico quanto a sua real eficiência. O uso da vegetação como isolante acústico é um exemplo da falta de consenso entre os pesquisadores da área (BARBOSA, 2005).

O que se tem notado é que, quando a vegetação é introduzida entre a fonte e o receptor, ocorre a redução do ruído por absorção, reflexão, deflexão e difração das ondas sonoras (PAIVA; GONÇALVES, 2002). A eficiência dessa redução depende de vários fatores como o nível do ruído; a topografia; as características das espécies; a forma e o arranjo das plantas; a superfície foliar; a frequência do som; a posição da vegetação; e a estação do ano (SANTOS; TEIXEIRA, 2001).

Grey e Deneke (1986) complementam dizendo que uma ou poucas árvores espalhadas não reduzem significativamente o barulho, mas sim o conjunto de várias. Nesse sentido, Forman e Godron (1986) sugerem que a mistura de várias espécies seja uma estratégia especialmente efetiva na redução do som, pois plantas perenifólias tendem a refletir mais som, enquanto que as decíduas são mais eficientes na absorção.

Ao mesmo tempo, essas barreiras de vegetação agiriam como isolantes visuais da fonte geradora, obstruindo sua visão ou desviando a atenção do observador para outro ponto. Com isso, ocasionaria, portanto, um efeito psicológico benéfico, podendo proporcionar ainda uma sensação de privacidade e ser um ponto de referência para dimensões e espaços (DETZEL, 1994).

#### 2.1.3.2. Benefícios sociais e psicológicos

A arborização urbana pode não só melhorar a qualidade ambiental de uma localidade, mas também promover nela um grande impacto social (na saúde, na educação, no trabalho e na segurança). No entanto, esse impacto muitas vezes não é imediatamente reconhecido, porque

as melhorias vão agir no subconsciente das pessoas por mecanismos psicológicos muito sutis (ainda não completamente entendidos) e que, portanto, dificultam a sua identificação.

Dentre as diversas funções que a vegetação desempenha nos centros urbanos, a função psicológica talvez seja uma das mais relevantes, visto que ela, além de proporcionar ao homem lazer e diversão, é um determinante fator de sua salubridade mental, uma vez que influencia diretamente sobre o seu bem-estar.

Segundo Ulrich (1981), os benefícios psicológicos oferecidos pelas árvores podem ser atribuídos ao indivíduo ou a uma comunidade e derivar de uma experiência ativa ou passiva.

Os benefícios por contato ativo podem ser usufruídos pelo plantio de uma muda de árvore; pela participação em programas de rearborização ou educação ambiental; ou pelo simples ato de subir nos galhos de uma árvore.

Os benefícios passivos identificados são inúmeros. Aos atribuídos à comunidade, podemos citar, por exemplo, as pesquisas de Kaplan (2001), que relacionou aumento da produtividade dos operários de uma empresa dada a presença da vegetação; as de Wolf (2003), que demonstrou maior número de consumidores em estabelecimentos comerciais com árvores na fachada do que com os sem vegetação; e as de Kuo e Sullivan (2001), que observaram que a arborização em espaços comunitários pode diminuir os níveis de violência doméstica, melhorar os laços sociais entre vizinhos e aumentar o senso de bem-estar e segurança do local onde moram.

Pela observação direta ou indireta das árvores de rua ou pelo simples caminhar em um parque arborizado, a vegetação pode, em nível do indivíduo, reduzir o nível de estresse associado à vida urbana (como aborrecimentos diários e frustrações provocadas pelo trânsito); reduzir a agressividade e irritabilidade (SCHROEDER, 1987); e diminuir o tempo de recuperação de doentes em hospitais (ULRICH, 1981).

Para as crianças, a presença de áreas verdes, além de proporcionar recreação, auxilia também no bom desempenho escolar, no desenvolvimento de habilidades cognitivas e na atenuação dos sintomas de hiperatividade e déficit de atenção (TAYLOR et al. 1998; WELLS, 2000).

Ao quebrar a monotonia da paisagem pelos diferentes aspectos e texturas decorrentes de suas mudanças estacionais, a vegetação, uma vez bem distribuída, assume uma função estético-

paisagística, podendo proporcionar cenários de notória beleza. No entanto, os benefícios advindos dessa função vão além do mero atrativo visual. Agregada a ela, obtém-se também um efeito positivo no estado emocional naqueles que as vêem, pois evocam sentimentos de serenidade, paz e tranquilidade. Fisiologicamente, esses indivíduos passam a ter batimentos cardíacos mais lentos, menor pressão arterial e um padrão de ondas cerebrais mais relaxado, proporcionando consequentemente um bem-estar psicológico (ULRICH, 1981; SCHROEDER; LEWIS, 1991).

#### 2.1.3.3. Benefícios econômicos

Face aos debates a respeito da crise energética e da necessidade de racionalização do uso de energia, alguns trabalhos buscaram mostrar qual poderia ser a contribuição da vegetação para a melhoria desses cenários.

Árvores estrategicamente colocadas no meio urbano afetam o consumo de energia elétrica em residências por meio da interceptação da radiação solar incidente. Elas contribuem significativamente para o resfriamento das cidades e para economia de energia, refletindo em redução com gastos com eletricidade. Em Sacramento, Califórnia, por exemplo, os resultados indicaram que as árvores lá plantadas são responsáveis por uma economia de energia elétrica de aproximadamente 157 GWH, que equivale a 18,5 milhões de dólares por ano (SIMPSON; McPHERSON, 1996).

Os benefícios econômicos oriundos da arborização urbana podem ser calculados pelo somatório do “lucro” gerado (dadas suas funções ambientais, sociais e estéticas) subtraído desse montante os “prejuízos” ou despesas necessárias para sua implantação e manejo.

Nos estudos de Maco e Mcpherson (2003), o cálculo dos benefícios da vegetação foi baseado na economia obtida com eletricidade (KWh); na quantidade de CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e material particulado retirados da atmosfera (Kg/árvore); no volume de água reduzido do escoamento superficial (m<sup>3</sup>/árvore); e em alguns parâmetros qualitativos do indivíduo. Os resultados comprovaram que, apenas com essas variáveis, os benefícios que a vegetação promove na cidade (US\$ 1,7 milhões) superam os custos do programa em si (US\$ 499 mil), pois a cada dólar aplicado na arborização, obtiveram um “lucro” de US\$ 3,78.

Outros benefícios da arborização associados aos aspectos econômicos são: a geração de empregos diretos e indiretos (DETZEL, 1992) e a valorização das propriedades. Os estudos de

Thompson et al. (1999) revelaram que a presença de áreas verdes próximas ao imóvel pode agregar uma taxa de 5 a 20% maior em seu valor se comparados a imóveis localizadas em áreas desprovidas de vegetação.

## **2.2. Manejo da arborização viária**

### **2.2.1. Promoção da diversidade de espécies**

Não somente para evitar uma paisagem esteticamente monótona, mas com a finalidade de evitar problemas biológicos, ecológicos e consequentemente econômicos, promover a diversidade entre as espécies utilizadas na arborização viária é, de acordo com Lima (1993), um fator de fundamental importância.

Menciona Odum (1988) que, quanto maior for o número de espécies presentes em uma comunidade, maior a sua estabilidade ecológica, ou seja, maiores são as possibilidades de adaptação dessa comunidade às alterações ambientais (sejam elas mudanças em curto ou longo período, climáticas ou outras quaisquer), uma vez que as interações ecológicas presentes (como: competição, predação e simbiose) dificultam, por exemplo, o aparecimento de pragas que coloquem em risco as populações.

Desse modo, é excessivamente arriscado planejar a arborização urbana com a implantação de apenas uma ou algumas poucas espécies vegetais, pois a probabilidade de ocorrer uma severa mortandade ocasionada por uma doença específica dessa espécie é grande.

Sanders (1981) cita em seu trabalho o clássico exemplo ocorrido com os olmos americanos (*Ulmus sp*), espécie amplamente utilizada na arborização de ruas e avenidas na cidade de Urbana, Illinois (USA) na década de 1950. Devido à sua superpopulação e com o aparecimento da doença conhecida como “Dutch elm disease”, causada pelo fungo *Ophiostoma novo-ulmi*, os olmos foram quase dizimados, deixando a arborização local totalmente desconfigurada.

Visando evitar a ocorrência de episódios semelhantes, Michael Raupp e colaboradores (2006) discutiram sobre as várias fórmulas e sugestões presentes na literatura americana sobre como trabalhar a diversidade de espécies na arborização urbana, preservando-a ao mesmo tempo de

catastróficas perdas por pragas. Segundo eles, a melhor fórmula encontrada foi a teoria dos “10-20-30”, desenvolvida por Santamour (1990). Onde:

Para que a arborização não sofra riscos relacionados à longevidade, por meio de declínio e ataque de pragas ou doenças a frequência relativa de uma espécie deve atingir um valor máximo de 10% do total da população de árvores existentes numa cidade. Para os gêneros, a frequência relativa de qualquer um deles não deve ser superior a 20% e para as famílias 30% (p. 58).

Nesse enfoque, Grey e Deneke (1986) recomendam um valor mínimo de 7 a 10 espécies a serem utilizadas para compor a arborização de uma cidade, sendo um número entre 10 e 20 espécies, segundo Milano e Dalcin (2000), o ideal.

Um exemplo de aplicação da fórmula “10-20-30” é apresentado no trabalho de Galvin (1999) que, após levantamento da diversidade de espécie da arborização da cidade de Mount River-Maryland (USA), teceu suas recomendações sobre quais espécies deveriam ter seu plantio incentivado baseado nas considerações de Santamour (1990).

Silva Filho (2002) colabora com o enriquecimento do tema ao mencionar que, no planejamento da comunidade arbórea de uma cidade ou região, além de se favorecer a heterogeneidade inter-específica, deve-se atentar também na variabilidade intra-específica, ou seja, na diversidade entre indivíduos de mesma espécie, a fim de se evitar os efeitos degenerativos causados pela endogamia dado o pequeno número de plantas matrizes.

Em termos gerenciais, de acordo com Santos (1994), a diversidade de espécies numa mesma quadra não é recomendada, principalmente porque dificulta seu manejo e descaracteriza a paisagem. Nesse sentido, alguns autores sugerem que cada rua deveria ser ocupada integralmente por uma dada espécie (cuja diversidade ocorreria entre ruas e não ao longo delas); outros acreditam que esse mesmo pensamento poderia ser aplicado às quadras; e outros ainda sugerem a inserção de espécies diferentes ao longo das vias, porém com predominância de apenas uma.

Na Ecologia, a diversidade biológica de uma comunidade pode ser analisada por diferentes índices e modelos estatísticos (PINTO-COELHO, 2000). No entanto, a aplicação desses índices, principalmente nos estudos de ecossistemas antrópicos (nos quais o ser humano exerce uma considerável influência na composição taxionômica no ambiente ao remover ou

introduzir espécies), deve ser feita de forma cautelosa, uma vez que um elevado conhecimento ecológico e cultural do sistema em foco é requerido.

Magurran (2004) lista dois métodos principais para determinar a diversidade de espécie: (1) a riqueza numérica de espécies, dada pelo número de espécies por um número especificado de indivíduos ou de biomassa; e (2) a densidade de espécies, na qual se determina o índice de diversidade, que é o número de espécies por área especificada ou unidade, sendo esta a preferida em estudos botânicos.

O índice mais conhecido e utilizado na Ecologia é o índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), que é calculado a partir das proporções de cada espécie na amostra total de indivíduos, dado que nem todas as espécies contribuem igualmente para a estimativa da sua riqueza, porque seus papéis funcionais numa comunidade variam em proporção à sua abundância (BEGON et al., 2008; RICKLEFS, 2003). Sua expressão é apresentada a seguir.

$$H' = -\sum p_i \times \ln p_i \quad p_i = n_i / N$$

Sendo:

$p_i$  = proporção de cada espécie em relação ao total de indivíduos;

$n_i$  = nº de indivíduos da espécie;

$N$  = nº total de indivíduos.

Em pesquisa realizada por Mazza et al. (2002) na região metropolitana de Santiago (Chile), foi estimada a diversidade da vegetação urbana, incluindo áreas públicas e particulares. Os índices escolhidos (dentre eles o de Shannon-Wiener) mostraram uma tendência de aumento de diversidade em função dos níveis socio-econômicos (avaliados por três estratos), na qual concluíram que o estudo da diversidade pode orientar a tomada de decisões no planejamento dos ambientes urbanos.

### **2.2.2. Incentivo na implantação de nativas**

Por fatores simbólicos ou por estabelecer algum elo entre seu país de origem, houve no Brasil, com a vinda dos primeiros colonizadores europeus, a introdução de espécies exóticas de animais e plantas ornamentais sem interesse agrícola ou econômico (PEGORARO, 1998).

Tais espécies, através do tempo, dada a sua beleza, rápido crescimento e facilidade de reprodução, proliferaram-se e se enraizaram na cultura popular, de modo que plantar espécies

exóticas transformou-se em um hábito comum em grande parte das cidades brasileiras, tornando-as dominantes no cenário da arborização pública e privada, sendo as principais, segundo Albrecht (1998): Chapéu de sol (*Terminalia catappa*), Flamboyant (*Delonix régia*), Figueira (*Ficus sp*), Magnólia (*Michaelia champaca*), originárias, conforme Lorenzi (2003), de Madagascar (as duas primeiras) e da Índia (as duas últimas).

O predomínio de espécies trazidas de outros países na arborização urbana brasileira tem sido alvo de constantes discussões entre pesquisadores, porque as plantas exóticas, por terem suas características e comportamento já bem conhecidos em ambientes urbanos, tornam-se as preferidas entre os gestores da área para serem implantadas na arborização local, uma vez que seu manejo é facilitado. Por outro lado, o processo de homogeneização da arborização urbana com número limitado de espécies exóticas é, para outras esferas (principalmente a ecológica), completamente desnecessário e de certo modo até nocivo.

O Brasil é líder mundial em diversidade biológica e detém de 15 a 20% do total de espécies do planeta. Só de angiospermas endêmicas, são estimadas mais de 60 mil espécies. Essa quantia é maior que toda diversidade florística do continente africano e três vezes maior que a existente no continente norte-americano (RIO DE JANEIRO, s.d.). Portanto, espécie nativa com beleza e qualidade paisagística é o que não falta no Brasil.

Consideremos o processo evolutivo dos seres vivos: as espécies da flora nativa há muito tempo sofreram mudanças decorrentes da evolução, de modo que hoje as aqui presentes são as mais aptas a sobreviver no ambiente no qual se encontram inseridas. Essa evolução confere às nativas (locais ou regionais) uma vantagem em relação às exóticas na possibilidade de obterem sucesso na adaptação ao ambiente urbano.

Outro fator que enaltece a implantação de nativas em detrimento a exóticas nas cidades é que a inserção destas pode contribuir para a extinção das primeiras como consequência da competição. Segundo Albrecht (1998), essa competição não acontece apenas entre espécies, mas é dependente do fator antrópico que, por sua vez, é orientado por concepções culturais. Quando o homem introduz animais ou plantas exóticas, as espécies nativas podem não desenvolver defesas apropriadas. Aos poucos, as espécies introduzidas podem, portanto, derrotar as nativas. Nesse sentido, há necessidade de uma conscientização por meio da educação cultural e ambiental.

Referente à educação ambiental, Monico (2001) salienta que a arborização utilizando espécies nacionais é fundamental, pois; além de mostrar aos cidadãos as espécies que ocuparam os locais onde estamos atualmente, fornecem, às futuras gerações, conhecimento sobre o meio natural e possibilita a integração harmônica do homem com a natureza.

A utilização de espécies endêmicas permite também preservar os referenciais ecológicos e paisagísticos de cada região, podendo torná-lo até um polo turístico (ALBRECHT, 1998; SOUZA, 1994; SANCHOTENE, 1992).

No entanto, apesar de nossa flora contar com valiosos atributos que justificariam sua intensa utilização na arborização de nossas ruas, avenidas, praças e quintais, isso não ocorre, pois o que evidencia a grande utilização de espécies exóticas em relação às nativas é, de acordo com Aguirre Jr. (2008), a desconsideração para com a riqueza nacional e a falta de pesquisas que trabalhem com introdução, teste e observação de espécies nativas em ambiente urbano a fim de contribuir para a formação de uma arborização viária e urbana de caráter nacional.

### **2.2.3. Seleção de espécies adaptadas**

A introdução de espécies vegetais em ambiente urbano é um processo complexo e demorado porque, além do conhecimento requerido sobre o comportamento da espécie, exige-se também um amplo conhecimento sobre o ambiente e suas inter-relações. No entanto, nota-se que as espécies inseridas e indicadas para arborização viária foram eleitas de forma completamente empírica, uma vez que apenas as informações de cunho estético foram utilizadas para tal (BIONDI, 1985).

Adicionado a essa problemática, temos o crescimento acelerado das cidades que dificulta ainda mais a seleção de espécies que atendam às características do meio e que tolerem tantas adversidades, sendo, segundo Andrade (2002), o melhoramento genético das árvores a tendência do futuro.

Mesquita (1992) menciona que a norma basilar da arborização consiste na escolha da espécie apropriada para o local a que se destina. Assim, cada situação determinará a solução a ser dada, fundamentando-se no conhecimento acumulado e evitando-se generalizações duvidosas. Em outras palavras, não existe a árvore ideal; existe a árvore certa para certo lugar.



Contudo, independente do local no qual a árvore está ou virá a ser inserida, existem algumas características intrínsecas comuns que a espécie vegetal deve apresentar para ser escolhida. Entre elas (CEMIG, 2001; SANTOS; TEIXEIRA, 2001; ANDRADE, 2002; BORTOLETO, 2004):

- Sistema radicular pivotante, sem raízes superficiais espessas;
- Tronco retilíneo, conduzido sem ramificações laterais até aproximadamente dois metros de altura;
- Tamanho e textura de folhas e flores que não provoquem entupimentos ou escorregamentos;
- Não tóxicas e não alergênicas;
- Troncos e ramos sem presença de espinhos;
- Não exalar fortes aromas;
- Grande resistência fitossanitária;
- Crescimento regular;
- Pouca quantidade de folhas decíduas;
- Galhos que não quebrem facilmente.

A adaptação climática das espécies é um fator primordial para o sucesso da arborização e, em certas espécies, a sua rusticidade também é um fator que deve ser considerado para sua escolha, pois lhes confere um suporte extra para que o vegetal supere as precárias condições do meio urbano, além da resistência contra ataques de pragas e doenças (MILANO; DALCIN, 2000).

Já outros atributos referentes ao que a árvore deve ou não conter são bastante polêmicos. A utilização de árvores frutíferas e arbustivas são exemplos.

Para Mello Filho (1985), as árvores frutíferas são contra-indicadas para arborização urbana, uma vez que sua conservação depende do grau de conscientização da população cidadina. Milano (1988) corrobora ao dizer que a frutificação é um processo produtivo que deixa restos e resíduos de sujeira nas vias públicas que, portanto, deve ser evitada, pois pode ser um vetor de doenças e de atração de insetos indesejáveis.

Souza<sup>6</sup> (1969) citado por Lima (1993) recomenda que deva ser feito, para o verde viário, o plantio de árvores que produzam frutos, porém que não sejam comestíveis ao homem, mas somente à fauna local, em especial à avifauna.

Com opinião contrária, Sanchotene (1985) incentiva a arborização feita com frutíferas e defende que é dever dos técnicos em lutar por projetos de arborização mais racionais, sem ter, como limitação, a eterna desculpa em relação à falta de educação ambiental do povo brasileiro.

Referente ao uso de arbustivas e árvores de pequeno porte, o conflito ocorre exclusivamente devido ao choque de interesses entre concessionárias de energia elétrica e telecomunicações com técnicos da área de arborização.

Concessionárias de energia elétrica e de telecomunicações frequentemente indicam arbustivas e árvores de pequeno porte como sendo as melhores alternativas para serem inseridas no meio urbano, uma vez que suas copas não atingem os cabos aéreos das companhias, reduzindo os custos de manutenção de seu sistema (no caso, realização de podas) e de riscos de interrupções no fornecimento de energia (ocasionados por quedas de galhos).

O uso desses vegetais deve ser usado com critério, pois um vegetal no meio urbano (seja ele arbóreo ou arbustivo) deve nos suprir de algum tipo de benefício (como ambiental, estético, climático e/ou funcional) e não somente as necessidades econômicas de poucos.

Arbustos nas calçadas são prejudiciais, inclusive no caso de calçadas estreitas. Sua pouca altura, copa rala e constante rebrotas, além de um péssimo aspecto estético, priva os pedestres de espaço e de conforto térmico para caminhar. Ademais, suas copas estabelecem-se na mesma faixa de altura das janelas residenciais, formando bloqueios visuais aos moradores e impedindo também a propagação da iluminação pública (AGUIRRE JR; LIMA, 2007).

No entanto, não é necessário exterminar os arbustos na arborização urbana. Existem casos em que o plantio de uma arbustiva ou planta de pequeno porte, desde que realizada com uma técnica adequada, é uma alternativa. Contudo, o que deve ser ressaltado é que se alguma coisa deve ser abolida é a ideia de que não existe compatibilidade entre árvores de médio e grande porte com a fiação aérea.

---

<sup>6</sup> SOUZA, H. M. Arborização de ruas. *O Agrônomo*, São Paulo, 21:109-134, 1969.

#### **2.2.4. (In)compatibilização da vegetação com o entorno**

O sistema viário ocupa em geral acima de 20% dos espaços urbanos e é fundamentalmente formado por ruas e avenidas (MILANO; DALCIN, 2000). No Código Brasileiro de Trânsito (BRASIL, 1997), o conceito de calçada é definido como a parte do sistema viário normalmente segregado e em nível diferente das ruas, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins.

O estudo da possibilidade de implantação desses equipamentos urbanos, mencionada no parágrafo anterior, normalmente é desconsiderada. Instalações hidráulicas, redes elétricas, telefônicas, sanitárias e vegetação são estruturas necessárias ao meio urbano e vão, obrigatoriamente, compor o desenho das calçadas, cabendo aos códigos e planos municipais definirem a melhor forma de inseri-los.

Principalmente em razão de sua pouca dimensão, harmonizar a presença dos “possíveis” equipamentos urbanos, com a implantação do verde nos passeios públicos, não é uma tarefa fácil, pois além do limite físico (bastante restritivo para o crescimento das árvores), outros fatores concorrem para que a arborização não se desenvolva de forma plena e satisfatória. Alguns deles são apresentados a seguir.

O agente ativo para a formação e estruturação do solo urbano é a atividade humana, sendo a deposição de resíduos e sua compactação as condições do meio que mais trazem danos às árvores plantadas em vias públicas.

Santamour (1969) conceitua como compactação do solo todos os fatores que contribuem para a perda da porosidade natural daquele tipo de solo, tais como: construções; abertura e pavimentação das ruas; uso de materiais impróprios ao redor das mudas recém-plantadas; água estagnada; tráfego excessivo de pessoas e/ou de veículos. Esses fatores acabam por tornar o solo deficiente na drenagem, em oxigênio e em nutrientes, resultando no apodrecimento das raízes e inibindo o crescimento de novas.

A compactação e conseqüente baixa aeração das raízes, de acordo com Meneghetti (2003), também favorecem o desenvolvimento de raízes superficiais em espécies sem essa característica, aumentando a possibilidade de estas provocarem danos aos pavimentos.

Por apresentar diferenças nas características físico-químicas (pH elevado, por exemplo) e nutricionais, os solos urbanos são responsáveis por promover alguns distúrbios nas funções fisiológicas das plantas. A falta de vários elementos, como, magnésio, ferro, manganês, boro e zinco, pode dar início a um processo conhecido como clorose. A deficiência em nitrogênio (nutriente que mais falta no crescimento das árvores) provoca diminuição do crescimento apical, amarelamento das folhas novas e a seca nas mais velhas (LIMA, 1993). O ideal seria realizar, no momento de preparo das covas para o plantio, a adubação (química ou orgânica) e a troca do solo local por terra de boa qualidade (SANTOS; TEIXEIRA, 2001).

Conforme Andresen<sup>7</sup> (*apud* Lima, 1993), a deficiência de água no solo aliado a períodos prolongados de seca também afetam o crescimento cambial das árvores, pois este pode tornar-se lento ou parar totalmente, dependendo da quantidade de água disponível no solo. O problema pode tornar-se maior e até letal se as plantas tiverem sua temperatura elevada (fato já verificado principalmente nas cascas das árvores, que é a superfície mais próxima das ruas asfaltadas, que muito se aquecem no verão).

A depredação por insetos e a suscetibilidade a doenças e outras manifestações são mais dois fatores. A ação desses organismos (endógenos ou exógenos) não só causam problemas diretos à planta como diminuem sua saúde, seu viço e sua taxa de sobrevivência. Segundo Albrecht (1998), as doenças das árvores podem ser controladas de quatro maneiras: exclusão nos viveiros, erradicação, proteção e métodos para promover a resistência.

Árvores viárias comumente são também acometidas por danos ou injúrias, resultantes de ações mecânicas e/ou químicas. A injúria mecânica é aquela causada por acidentes, vandalismo e técnicas de manejo inadequadas (mutilação das raízes devido a escavações do solo, lesões no tronco e na copa devido à passagem de veículos ou rede elétrica, folhas danificadas pelo vento e/ou geada etc.). Já a injúria química refere-se aos prejuízos causados às plantas provenientes de poluentes ou do mal uso de inseticidas e fungicidas.

A luminosidade artificial noturna é mais um fator que influencia negativamente o desenvolvimento da planta no meio urbano, pois altera suas reações fotoperiódicas. Um estudo citado por Lima (1993) e realizado com espécies de *Cassia multijuga*, observou que tais indivíduos, quando inseridos em ruas bem iluminadas à noite, tiveram sua fenologia

---

<sup>7</sup> ANDRESEN, J. W. Selection of trees for endurance of high temperature and artificial lights in urban areas. In: SANTAMOUR, F. S.; GERHOLD, H. D.; LITTLE, S., ed. Better trees for metropolitan landscapes. Northeastern Forest Experiment Station, USDA, 1976. p. 65-75.

modificada, uma vez que passaram a florescer continuamente, causando uma paisagem esteticamente bonita, mas que, no entanto, comprometia o vigor da planta.

Outro problema relacionado ao sistema de iluminação de vias públicas é que, às vezes, este se encontra sobre as copas das árvores nas quais acabam reduzindo ou anulando seu efeito de clarear o ambiente, gerando nesses locais uma sensação de insegurança. Esse impasse é comumente solucionado com a poda pesada do vegetal, contudo, para essas situações, existem alternativas como o rebaixamento das luminárias, projeto desenvolvido e adotado pela prefeitura de Maringá mencionado no texto de Milano e Dalcin (2000).

A poda, prática rotineira aplicada na arborização viária, é considerada por Seitz (1999) uma agressão ao organismo vivo e que, portanto, deve ser evitada nas árvores urbanas. Bortoleto (2004) lista alguns danos que ela pode provocar: prejuízos estéticos à árvore; apodrecimento da madeira; secamento da casca e do câmbio; crescimento de ramos epicórmicos; enfraquecimento do sistema radicial; e agir como porta de entrada para insetos e doenças.

Recomenda-se apenas a poda de formação, aplicado nas mudas e na fase jovem da planta para retirada dos galhos baixos que podem futuramente dificultar a circulação de veículos e pedestres, e a poda de manutenção necessária para remoção de galhos secos, doentes ou que, de alguma maneira, apresentem riscos de queda ou conflito com outras estruturas urbanas (CEMIG, 2001).

Um dos motivos mais frequentes de poda em árvores (muitas delas drásticas) é a sua interferência nas redes de energia elétrica. Para evitar esse tipo de conflito, Velasco (2003) sugere a substituição da rede convencional de distribuição de energia elétrica pela rede compacta que, devido à sua pequena conformação, diminui a área e o número de árvores com necessidade de poda, gerando, ainda com isso, uma redução significativa nos custos de manutenção (79,5%) quando comparado ao sistema tradicional.

Outro fator urbano que causa prejuízo às plantas lenhosas são os poluentes do ar, principalmente o dióxido de enxofre e ozônio, que alteram seus processos físicos e químicos e produzem efeitos secundários como a redução de troca gasosa devido a camada de pó sobre as folhas; os danos na membrana celular; a interferência no mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos; a corrosão das folhas e acículas; a diminuição da vitalidade; e a maior suscetibilidade a pragas e doenças (SANTOS; TEIXEIRA, 2001).

Como pôde ser visto, a falta de compatibilização das árvores com seu local de plantio e entorno fazem com que estas vivam sob constantes condições de estresse, conferindo-lhes um tempo de vida mais curto. Esses conflitos exigem do vegetal muita energia que (quando superados) se recuperam com dificuldades. O confronto ininterrupto enfraquece a árvore e prejudica os mecanismos de defesa, deixando a planta mais sensível ao ataque de organismos (insetos xilófagos, cancro, fungos, vírus e microplasma) e levando-a rapidamente ao seu declínio.

A perda média das mudas após o plantio nas ruas por morte natural é de aproximadamente 25% no primeiro ano de plantio e 15% no segundo ano. Já as mortes por depredação são de aproximadamente 20% no primeiro ano, 10% no segundo ano e 5% no terceiro ano. As mudas, em geral, conquistam autonomia depois do terceiro ano após o plantio (PORTO ALEGRE, 2002).

A melhor maneira para contornar esse problema, conforme Lima (1993), o desenvolvimento de programas educacionais, nos quais o cidadão ou até mesmo toda a comunidade sintam-se envolvidos com a arborização.

### **2.2.5. Normas técnicas para arborização de vias públicas**

Cientes da necessidade de estabelecer normas técnicas para promover a implantação da arborização viária, prevenindo, assim, as distorções causadas pela falta de planejamento, pesquisadores e técnicos de prefeituras, universidades e concessionárias de energia elétrica vêm procurando, cada vez mais, desenvolver (por meio de cartilhas, manuais e guias de arborização) instrumentos e critérios possíveis de serem implantados para minimizar os conflitos entre o componente arbóreo e o meio urbano.

Como exemplos, temos os seguintes textos: Manuais técnicos de arborização urbana da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG, 2001) e do município de São Paulo (SÃO PAULO, 2005); Cartilha da arborização urbana de Porto Alegre (PORTO ALEGRE, 2002); Guias de arborização do município de Charqueadas (MACHADO, 2008); ELETROPAULO (ELETROPAULO, 1995); Centrais elétricas de São Paulo (CESP, 1988) e Coelba (2002); Árvores Urbanas (YAMAMOTO et al. 2004) e Pivetta e Silva Filho (2002). Na sequência apresentam-se alguns preceitos básicos.

Conforme a NBR 9050 (2004), o espaço livre mínimo para o trânsito de pedestre em passeios públicos deverá ser de 1,20 m. Dessa forma, não é recomendável o plantio de árvores em passeios com largura inferior a 1,50 m. Para os demais comprimentos de calçada e suas respectivas recomendações, observar Tabela 1.

TABELA 1. Classes de largura de passeios e seus respectivos portes de árvores para plantio.

| <b>Largura do passeio (m)</b> | <b>Árvore recomendada para plantio</b>                     |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------|
| De 1,50 até 2,00              | Pequeno porte                                              |
| De 2,01 até 2,40              | Pequeno ou Médio porte                                     |
| De 2,41 até 3,00              | Pequeno, Médio ou Grande porte (com altura até 12 m)       |
| Superior a 3,00               | Pequeno, Médio ou Grande porte (com altura superior a 12m) |

Fonte: Manual técnico de arborização urbana do município de São Paulo (2005).

A rede de energia elétrica deve ser implantada preferencialmente nas calçadas oeste e norte. Nas calçadas leste e sul, devem ser plantadas árvores, observando-se as dimensões da via pública e o paisagismo local (COELBA, 2002).

Sob rede elétrica, muitos manuais recomendam apenas o plantio de árvores de pequeno porte. Contudo, também é possível o plantio de árvores de grande porte desde que a muda não seja plantada no alinhamento da rede e que a copa das árvores seja conduzida precocemente, por meio do trato cultural adequado acima dessa rede.

No caso de árvores sob redes aéreas que não receberam manejo adequado e cujas copas entram em contato com a fiação, uma opção é implantar redes de distribuição isoladas, compactas ou subterrâneas, pois em função de sua tecnologia e qualidade proporcionam uma relação mais harmônica com a arborização.

De acordo com COELBA (2002), em locais onde há fiação subterrânea e mesmo onde ocorre a presença de redes de água e esgoto, a arborização deve ser implantada a uma distância mínima de 1 a 2 m desses para evitar conflitos.

As árvores deverão ser plantadas de forma que suas copas não venham a interferir no cone de luz projetado pelas luminárias públicas. Nos locais onde já exista arborização, o projeto luminotécnico deve respeitar as árvores, adequando postes e luminárias às condições locais (SÃO PAULO, 2005).

A distância mínima em relação aos diversos elementos de referência existentes nas vias públicas deverá obedecer às correspondências especificadas na Tabela 2.

TABELA 2. Afastamento mínimo necessário entre as árvores e outros elementos urbanos.

| Elementos                                         | Distância (m) |
|---------------------------------------------------|---------------|
| Esquina                                           | 5,00          |
| Iluminação pública e transformador                | 5,00          |
| Poste                                             | 3,00          |
| Hidrante                                          | 1,00          |
| Encanamento de água e esgoto e fiação subterrânea | 1,00          |
| Mobiliário urbano                                 | 2,00          |
| Ponto de ônibus                                   | 1,0 – 1,5     |
| Entrada de veículo                                | 2,0           |
| Cruzamento sinalizado por semáforo                | 10,0          |
| Caixa-de-inspeção e boca-de-lobo                  | 2,0           |

Fonte: Manual técnico de arborização urbana do município de São Paulo (2005).

De acordo com o Manual técnico de arborização urbana do município de São Paulo (2005), as mudas a serem plantadas em vias públicas deverão obedecer às seguintes características: a) altura: 2,5 m; b) DAP (diâmetro a altura do peito): 0,03 m; c) altura da primeira bifurcação: 1,8 m; d) ter boa formação; e) ser isenta de pragas e doença; f) ter sistema radicular bem formado e consolidado nas embalagens; g) ter copa formada por três pernadas (ramos) alternadas. O seu plantio deve ser feito pela manhã, no final da tarde ou em qualquer época do ano, desde que se possa irrigar. O ideal é realizar o plantio no período de chuvas.

O espaçamento necessário entre uma árvore e outra varia em função do seu porte. Normalmente recomenda-se o diâmetro aproximado da copa da espécie mais 1 m ou, quando se deseja uma sombra contínua, o espaçamento recomendado é igual ao diâmetro da copa árvore. Algumas literaturas recomendam espaçamentos predeterminados em função apenas do porte, conforme a Tabela 3.

Segundo o boletim acadêmico sobre arborização urbana de Pivetta e Silva Filho (2002), as dimensões das covas variam com o tipo de solo e com o tamanho de muda e recipiente utilizado. Quanto pior a qualidade do solo, maior deve ser a cova. Normalmente variam de 0,50 x 0,50 x 0,50 m a 1,0 x 1,0 x 1,0 m. As covas normalmente são localizadas a uma distância de 0,50 cm da guia da sarjeta.



TABELA 3. Espaçamento sugerido entre árvores na calçada em função do porte.

| Porte   | Espaçamento sugerido (m) |
|---------|--------------------------|
| Pequeno | 5,0 – 6,0                |
| Médio   | 7,0 – 10,0               |
| Grande  | 10,0 – 15,0              |

Fonte: Pivetta e Silva Filho (2002).

O tutor de madeira ou bambu funcionará como sustentação da muda. Conforme CEMIG (2001), o tutor deve ser enterrado entre 0,50 até 1,0 m dentro da cova, a 15 cm de distância do tronco da muda e ter uma altura de 2,0 m, no qual será presa a muda pelos amarrilhos (com a forma de oito deitados).

A grade de proteção da muda (gradil), cuja utilização é preconizada em áreas urbanas para evitar danos mecânicos (principalmente ao tronco da árvore), deve permanecer, no mínimo, por dois anos, e as laterais devem permitir os tratamentos culturais como grama, flores ou folhagens de pequeno porte. O material é bem variável, podendo-se utilizar madeira, ferro, bambu ou tela de arame (PORTO ALEGRE, 2002).

Por fim, a área de infiltração ou o espaço livre de pavimentação deve ter superfície para permitir a entrada da água da chuva, proceder a adubações futuras e permitir a aeração do solo. Esse espaço livre não deverá ter área inferior a 1 m<sup>2</sup>. Uma opção para aumentar a área livre é a utilização de faixas não pavimentadas ao longo dos passeios. Estas podem ser protegidas com grades de ferro, concreto vazado, tijolos sem argamassa ou mesmo com grama. O importante é que o material utilizado permita a passagem de água de chuva (CEMIG, 2001).

## 2.3. Inventário da arborização viária

### 2.3.1. Importância e utilização

“Como uma coisa pode ser gerenciada se você não sabe o que está gerenciando?” (p. 184). Esta é a resposta de Randrup (2000) quando questionado sobre a importância dos inventários de arborização viária.

Uma boa arborização requer um bom gerenciamento. O gerenciamento, seja ele de qualquer recurso, prevê o seguimento de uma série de etapas para que seja implantado. A primeira delas é a realização de seu diagnóstico. No caso específico da arborização viária, é a realização de seu inventário, cuja função é conhecer o patrimônio arbóreo da cidade, identificar sua real situação e fundamentar opiniões sobre suas necessidades.

Foi a partir da década de 1970 que os inventários de arborização tornaram-se conhecidos nos países desenvolvidos, sendo difundidos no Brasil apenas uma década depois. Desde então, iniciou-se uma discussão mais ampla sobre sua real necessidade, os principais métodos, os parâmetros a serem mensurados, os custos, a equipe e os equipamentos necessários para a realização de um inventário (TAKAHASHI, 1994).

No entanto, é hoje que se tem tido maior interesse em promover esse tipo de levantamento, pois os inventários, uma vez realizados, tornam-se uma importante ferramenta de auxílio a tomadas de decisão relativa a práticas e diretrizes de seu manejo. Com isso, consegue-se maximizar os benefícios da arborização, aumentar a eficiência dos serviços e principalmente reduzir custos. No entanto, apesar do crescimento do interesse, os números ainda são baixos. Segundo os dados apresentados por Kielbaso em 1990, até essa data, apenas 10 a 15% de todas as cidades dos Estados Unidos da América possuíam algum tipo de avaliação de suas árvores.

Continuando a discussão sobre inventários, Milano et al. (1992) e Santos et al. (1991) complementam dizendo que é somente por meio deles que se chega ao conhecimento pleno da situação da arborização de uma cidade, fator básico não só para seu manejo, mas também para seu replanejamento.

Simplificando o assunto, Miller (1988) conclui que o “manejo” é o principal objetivo a que se propõe um inventário.

Já Kuchelmeister e Braatz (1993) citam os inventários como um dos elementos técnicos do processo de planejamento da arborização, seguido por seleção e plantio de mudas, manutenção, poda e remoção.

Para Miller (1988), existem três formas de se conhecer o patrimônio arbóreo de um local e se distinguem em relação ao nível de detalhamento que suas análises podem oferecer.

A primeira delas é quantificar sua cobertura vegetal por intermédio da análise de fotos aéreas. A comunidade arbórea é classificada em diferentes grupos, definidos conforme sua aparência e tipo de uso do solo em que está inserida. Tem-se como resultado final uma porcentagem de área verde (PAV) para cada grupo. Além de indicar o quão satisfatória está a arborização do município, esse tipo de pesquisa permite ainda localizar pontos onde o plantio pode ser realizado e inferir sobre a qualidade de vida daquele ambiente urbano. Ela, no entanto, não diz nada a respeito das condições particulares das árvores, mas é segundo Cy (2006), o primeiro passo para o desenvolvimento de um programa de manejo e para aumentar a consciência do público acerca do valor da arborização de modo a forçar os políticos a melhorar sua infraestrutura.

Nesse aspecto, São Carlos, no estado de São Paulo, mediante o trabalho realizado por Oliveira (1996), já deu seus primeiros passos. A proposta era desenvolver um modelo de classificação das áreas públicas e verdes da cidade baseado em diversos índices de qualidade, sendo um deles o PAV e o IAV (índice de áreas verdes). Os resultados demonstraram um PAV e IAV respectivamente igual a 2,07% e 2,59 m<sup>2</sup> de área verde/habitante (valor considerado baixo quando comparado aos de outras cidades brasileiras). Um diagnóstico da arborização permitiu definir estratégias que deverão incidir sobre as áreas públicas e privadas que resultaria em um incremento no IAV (6,98), representando uma melhoria da situação atual.

A segunda forma de se conhecer a arborização de uma localidade ocorre por meio de seu cadastramento. Normalmente, feito a pé ou de carro, busca-se anotar alguns parâmetros das árvores (espécie, classes de diâmetro do tronco, condição geral, espaços livres). Tais levantamentos nos oferecem uma rica fonte de informações sobre as condições gerais da população, sua quantidade, biodiversidade, maturidade (pela frequência das classes de diâmetro) e áreas potenciais para plantio. Entretanto, essas fotos aéreas nada dizem a respeito das condições particulares do indivíduo, mas são muito úteis para selecionar espécies a serem priorizadas para plantio e planejar cronogramas de demanda de serviços. A seguir, citam-se alguns trabalhos.

Visando levantar informações para subsidiar futuros estudos, Frank et al. (2006) realizaram na zona metropolitana de Melbourne, Austrália um inventário da arborização viária. Seu inventário consistiu em estabelecer a quantidade e a composição botânica das 31 municipalidades que compõem a região. Obtiveram como resultados um total de 922.353

árvores, com um variado repertório botânico, no qual as nativas compreendiam maior número (60%).

Com esses mesmos parâmetros, Jim (1999) pôde identificar em Hong Kong as ruas mais deficientes em cobertura arbórea nas quais, em uma segunda etapa, definiu as áreas potenciais para o plantio de árvores. Já Galvin (1999), de posse dos dados do inventário da arborização viária realizado em Mount Rainier (município da região metropolitana de Washington, capital federal dos EUA), tomou como base a diversidade de espécies arbóreas dessa cidade para fundamentar seu plano de manejo de pragas e doenças, a fim de evitar perdas catastróficas por ataques de pragas associadas a monoculturas.

Mccabe (2001; 2002), no município de Staten Island em Nova Iorque (EUA), desenvolveu, por meio da análise de todos os pedidos de poda e remoção realizados no período de 1996 a 2000, juntamente com os dados de seu inventário, um modelo de demanda computacional de manutenção da arborização viária para o ano de 2001. Como resultado, obteve que uma equipe composta por duas pessoas, trabalhando seis horas diárias e com US\$500 dólares em caixa, manteria em ordem a arborização dessa cidade, realizando, por dia, uma média de uma remoção de árvore e três podas.

Por fim, a terceira forma utilizada para se conhecer a arborização viária de uma cidade é a realização de inventários completos, cujas avaliações e análises recaem sobre o indivíduo, de modo que as informações traduzam, com fidelidade, a estrutura da população arbórea local. Esse tipo de levantamento demanda um dispêndio maior de tempo e de dinheiro, pois requer uma equipe bem treinada para coletar dados qualitativos específicos do indivíduo e de seu local de plantio (fitossanidade, estatura, idade, injúrias e conflitos com o entorno). Tais dados geram conseqüentemente informações sobre áreas com necessidades mais urgentes de manejo, riscos relacionados às árvores (quedas, reparos ou supressão) e identificação de espécies adaptadas e seus potenciais.

Um exemplo disso é o trabalho realizado por Beckett et al. (2000). Partindo da premissa de que as árvores são importantes filtros que tiram da atmosfera alguns poluentes nocivos à saúde humana, o estudo analisou as cinco espécies mais frequentes encontradas em seu inventário para testar quais delas seriam mais eficientes na captura de partículas poluidoras e que, portanto, seriam as indicadas para plantio a fim de prover uma melhoria da qualidade do

ar. Nesse estudo, as espécies indicadas foram *Pinus nigra var. marítima* e *Cupressocyparis leylandii* (duas espécies de coníferas).

Contudo, com objetivo de deixar os inventários mais fidedignos à realidade ou para aumentar o espectro de sua abrangência, são encontrados cada vez mais na literatura trabalhos que inserem ou combinam, aos elementos básicos de coleta, outros tipos de parâmetros em suas análises.

Green e Jones (1999), ao realizar o inventário da USMA (United States Military Academy - NY), objetivando avaliar árvores prioritárias para manejo, agregaram aos parâmetros de manejo (necessidade de poda, remoção, risco de queda, espécie, tamanho e condição) o valor histórico, cultural, ambiental e social de cada árvore em particular. Para chegar a um resultado, utilizou-se uma fórmula que associa um determinado peso (valor) para cada elemento analisado. Cada elemento contemplado na avaliação é somado a seu peso, de modo que as árvores que possuem uma pontuação maior são as que possuem prioridade de manejo.

Porascsky e Scott (1999), por sua vez, contribuíram para o enriquecimento do tema ao atribuir que um dos fatores que mais influenciam na variedade, densidade e composição da população das espécies de rua é o tipo de uso a qual o solo, em que se encontra o vegetal, é destinado, porque mudanças significativas (de espécies e de condições) foram encontradas não só em cidades distintas, mas também em áreas de ocupações diferentes dentro de uma mesma cidade.

Visando refletir as distintas maneiras de pensar e agir diante da natureza e procurando assim fornecer subsídios para ações futuras, alguns trabalhos como de Thaiutsa et al. (2008) e Aguirre Jr. (2008) utilizaram os dados coletados de seus inventários (das áreas verdes e de ruas de Bangcoc na Tailândia e de Campinas interior de São Paulo, respectivamente) para estipular os indivíduos arbóreos mais significativos que deveriam ser protegidos e preservados, tornando-os patrimônio cultural e social dessas cidades.

Foi também mediante a análise do levantamento da arborização de ruas e de áreas verdes de Boston, Massachusetts (EUA) que Welch (1994) pôde constatar que as estruturas desses dois componentes da floresta urbana são significativamente distintas e que, portanto, para exponenciar suas funções, necessitam de estratégias de manejo e política diferenciadas.

Tanto pelos aspectos positivos transmitidos, quanto pelo custo que venham a receber em termos de implantação e manutenção, as árvores urbanas possuem valores econômico-monetários. Levando em consideração variáveis inerentes à espécie, ao local e ao indivíduo, trabalhos de Dalcin (1992), Detzel (1994), Silva Filho (2002) e Watson (2002) discorreram sobre métodos de avaliação monetária de indivíduos arbóreos que auxiliem no planejamento da implantação e manutenção da arborização urbana e no estabelecimento criterioso de valores de multas e indenizações relativas a danos à arborização.

Dentro dessa gama de possibilidades que os inventários proporcionam aos seus realizadores, encontram-se também trabalhos extremamente notórios dado a sua complexidade, abrangência e sucesso, uma vez que contemplaram em seus inventários todos os aspectos inerentes à arborização para que ela seja efetiva. Estes não despenderam esforços (aporte técnico e político) para que os objetivos possíveis e esperados fossem atingidos, nos quais possibilitaram a realização de muitas outras atividades como: análise de custo benefício da vegetação; monitoramento da evolução das árvores (identificação das fenofases, idade, taxa de crescimento das mudas) de modo a permitir a realização de planos de ações preventivas de curto, médio e longo prazo (controle de pragas e doenças, poda programada, substituição de espécies, identificação de pontos falhos no manejo e no serviço etc.); e desenvolvimento de planos diretores de arborização urbana (PDAU).

Destes podemos citar: os estudos de Maco e Mcpherson (2003); Mcpherson e Simpson (2002) em Modesto e Santa Mônica ambos no Estado da Califórnia, Gill et al. (2008) em Manchester no Reino Unido, Nowak & O'Connor (2001) em Syracuse, Nova Iorque e Porto Alegre (2000) nesse município.

### **2.3.2. Tipos e finalidade dos inventários**

Como pôde ser observado, o nível e detalhamento dos inventários estão diretamente relacionados com a situação existente em termos de recursos disponíveis (financeiro e pessoal), porte da cidade e finalidades da avaliação, podendo realizar-se por meio de diferentes metodologias e apresentar abrangência total, amostral ou parcial (COSTA; HIGUCHI, 1999; MOTTA, 1998; NUNES, 1992; TAKAHASHI, 1994).

Nos inventários totais, são coletados os dados de todas as árvores da população. Esse método só se justifica para avaliações quantitativas referentes ao cadastramento da arborização em cidades de pequeno porte ou em locais onde a frequência da arborização é muito heterogênea entre vias públicas ou bairros. Também são justificados, na forma qualitativa, quando há tempo e recursos disponíveis em termos financeiros e operacionais (NUNES, 1992; MILANO, 1984).

Para Couto (1994), cidades que não dispõem de recurso, tempo ou estrutura suficiente devem realizar inventários parciais, cuja metodologia de amostragem poderá ser aleatória, sistemática ou por conglomerados. No primeiro caso, a amostragem é feita em área total. A amostragem sistemática, por sua vez, deve ser processada após prévia estratificação da área, quando esta for possível diferenciar, claramente, grande manchas com características específicas. Já a amostragem por conglomerados prevê a seleção de amostras aleatórias ou sistemáticas de modo que cada unidade da amostra (cluster) contenha uma coleção de elementos. Para esse tipo de amostragem, a unidade da amostra seria um cruzamento de diversas ruas, e as subunidades, alguns quarteirões (um a três, no máximo) em cada direção do comprimento.

Conforme Miller (1988), o inventário não precisa ser complexo ou com muitos parâmetros de medição, mas deve conter um mínimo de informação que permita ao administrador tomar decisões inteligentes. A finalidade da amostragem é fornecer estimativas de parâmetros num custo razoável e exato o suficiente para atender aos objetivos da administração. Assim, são as características da cidade e os objetivos da avaliação e, por consequência, dos dados a coletar que definirão o sistema a ser adotado.

Os inventários para avaliação da arborização urbana podem ter caráter quantitativo ou qualitativo. Contudo, de acordo com Milano (1984), os melhores inventários sobre arborização viária são os quali-quantitativos, uma vez que índices quantitativos, isolados, não expressam a realidade da arborização urbana, e características qualitativas amplas são muitas vezes duvidosas pela dificuldade de obtê-las. Nesse sentido, é preciso conhecer tanto a quantidade como a distribuição da vegetação no meio urbano, sua situação em termos de propriedade e, se possível, suas características de qualidade.

Uma vez obtidos, os dados vão expressar precisão absoluta apenas até o momento do término da coleta de dados em campo devido à dinâmica normal do processo de arborização

(MILANO, 1994), ou seja, a população arbórea nunca se comporta de maneira estática (árvores crescem e requerem constante manejo).

Foi por meio dessa característica que fez Randrup (2000) considerar a ação de inventariar árvores urbanas o mais complicado dos inventários.

A constatação do dinamismo do ambiente urbano, segundo Takahashi (1992), e a realidade de que um inventário estabelece um diagnóstico para determinada situação evidenciam a necessidade da criação de um sistema de vistorias regulares ou novos inventários para o monitoramento da arborização (monitoramento sistemático). Assim, um dos aspectos mais notórios de um bom inventário é quando este é idealizado de modo a fornecer uma contínua atualização das informações.

Usado em seu pleno potencial, o inventário deve tornar-se parte integral das operações urbanas, no dia a dia e, para isso, é fundamental que seja revisado a cada período de, no máximo, dez anos (NATURAL PATH FORESTRY CONSULTANTS<sup>8</sup> *apud* LIMA, 1993). O município de Syracuse-NY (EUA), por exemplo (que tem 100% de sua arborização viária inventariada), para atender a esse quesito, teve sua área dividida em 10 subunidades. Por ano, uma delas é reinventariada, assim a cada 10 anos, o inventário é completado (NOWAK; O'CONNOR, 2001).

De modo sintético, podemos concluir que os inventários quali-quantitativos, totais, amostrais ou parciais possuem as seguintes finalidades (MILANO, 1994; PIVETTA; SILVA FILHO, 2002; LIMA, 1993; LIMA NETO et al., 2007):

- a) obter a composição e os principais problemas de cada espécie, de cada rua e da cidade;
- b) fornecer informações para novos plantios e para adequação das práticas de manejo;
- c) quantificar custos de implantação e manejo;
- d) identificar e redefinir programas de arborização em nível de conscientização e de educação ambiental da população;
- e) divulgar, periodicamente, os resultados obtidos, mostrando produtividade e buscando apoio da população;

---

<sup>8</sup> NATURAL PATH FORESTRY CONSULTANTS, INC. Village of Flossmoor street tree inventory: final report. Missoula, 1991. 65 p.



- f) monitorar a condição das árvores e priorizar os recursos humanos e fiscais do município em função das árvores prioritárias;
- g) prevenir problemas ao público e às construções, servindo inclusive como mecanismo legal na defesa ou promoção de ações jurídicas;
- h) detectar problemas relativos a pragas e doenças, priorizando ações preventivas;
- i) possibilitar a valoração de árvores, individualizadas ou no seu conjunto, para fins de cobrança (pessoa física, Estado ou União);
- j) avaliar a qualidade das mudas, levantar a taxa de sobrevivência pós-plantio.

### **2.3.3. Principais parâmetros quali-quantitativos**

Pouco são os parâmetros necessários para bem caracterizar a arborização viária de uma cidade. Randrup (2000) comenta que quatro são os itens principais: 1) levantamento das informações referentes à localização do indivíduo arbóreo; 2) seu tamanho; 3) sua identificação; e 4) sua condição. A partir destes, conforme os objetivos da pesquisa, outras variáveis podem ser incluídas.

Em relação ao local (espaço físico) onde o vegetal encontra-se inserido, lista-se a seguir alguns aspectos já propostos e avaliados em pesquisas anteriores: nome e largura da via pública, comprimento da calçada, número da residência mais próxima, nome do bairro, função do bairro (comercial, residencial, industrial etc.), sua coordenada geográfica (por GPS), intensidade do tráfego e declividade. Tais dados ajudam a visualizar espacialmente a população arbórea, facilitando sua manutenção e sua adequação ao meio.

Os aspectos a seguir são os que podem ser levantados sobre a dimensão do vegetal: altura geral; altura da primeira bifurcação; diâmetro da copa e diâmetro do tronco à altura do peito (DAP). A coleta de tais dados é de extrema relevância, pois estudadas isoladamente ou em conjunto muito podem dizer a respeito do vegetal analisado.

A altura total e o DAP, de acordo com Forman e Godron (1986), podem dar indicações do estágio de maturidade da árvore (jovem, adulta, senescente ou em declínio) e de seu equilíbrio mecânico. A cobertura vegetal total de uma área pode ser adquirida por meio do conhecimento do diâmetro da copa de cada árvore amostrada. Pela altura da primeira bifurcação, pode-se inferir sobre a situação atual da arborização e prever medidas a serem

tomadas em relação aos presentes ou potenciais conflitos entre o vegetal e o trânsito de veículos e pedestres.

Os atributos normalmente levantados referentes ao item 3 (identificação) são: classificação da espécie pelo seu nome vulgar e científico; determinação do gênero e da família a qual pertence; seu tipo (herbácea, arbustiva ou arbórea); seu porte (pequeno, médio ou grande); sua origem (nativa ou exótica); arquitetura da copa (globosa, cônica, umbelada, colunar, caliciforme etc.); caracterização das flores, frutos e/ou sementes (quando presentes); sua fenologia; e sua participação na formação da paisagem (se isolada ou em grupo). Esses dados biológicos podem não só orientar a tomada de decisões no planejamento da arborização referente a onde, de onde, quais e quantas espécies utilizar em sua implantação, bem como gerar diretrizes de como manejá-la adequadamente.

Os parâmetros propostos para determinar as reais condições em que o vegetal se encontra são diversos. Dentre os principais, podemos citar: aspectos referentes à localização e intensidade das lesões mecânicas (vandalismo, quebras no tronco ou nos ramos provocadas por ação da chuva, vento, acidentes, poda mal conduzidas, pisoteio de raízes etc.) e da fitossanidade (praga, doença, patógeno); determinação do agente agressor (pulgão, broca, cupim, formiga, cochonilha, lagarta etc.); tipo de intervenção praticada na copa (poda leve, drástica, de condução, de segurança, em forma de L, em forma de V etc.); estado nutricional; tipos de desnutrição (clorose, nanismo, amarelecimento, manchas na folha, crescimento irregular etc.); e indicadores de qualidade ambiental (presença de epífitas, musgos, avifauna, líquens, ninhos, insetos).

Nessa vertente, insere-se aqui também as condições do entorno como identificação da presença ou ausência de: área de infiltração, recuo, equipamentos urbanos (fiação aérea, poste de iluminação pública, ponto de ônibus, placas de sinalização, hidrante, semáforo, lixeira, calçada, outro vegetal etc.), imobiliário urbano de proteção (gradil, tutor, maninha), espaço potencial para plantio e conflitos (atual, potencial ou ausente com os equipamentos urbanos, espaço, garagem, transeuntes, trânsito, muro, via etc.).

É basicamente mediante a análise dos atributos presentes neste item que se torna possível a definição de ações como podas, reparos, controle, ampliação, substituição e remoção de árvores. Uma vez atendidos estes, obtém-se o máximo de todas as funcionalidades que a arborização pode nos ofertar.

### 2.3.4. Informática nos inventários

Oferecer a informação correta no momento certo tem sido a razão de inúmeros sucessos na administração e nos processos de tomada de decisão. Na manutenção de arboretos urbanos, não poderia ser diferente. Disponibilizar os dados ordenados ou agrupados da forma mais conveniente, selecioná-los, analisá-los por meio de representações tabulares ou gráficas, e deles extraírem informações capazes de servir de subsídio às equipes de planejamento/manutenção e, até mesmo, ao público interessado, é sem dúvida um trunfo para qualquer administrador que lida com arborização urbana (DALCIN, 1992).

Gerhold et al. (1987) descrevem sobre a utilidade da informação organizada no manejo sistemático da arborização urbana e citam que somente a partir da década de 1970, nos EUA, esses sistemas começaram a ser utilizados.

No Brasil, Dalcin (1992) e Takahashi (1992) reconhecem as seguintes vantagens dos inventários informatizados:

- a) criar banco de dados capaz de gerenciar as informações que servirão de subsídios ao planejamento com base no cruzamento dos dados coletados, apontando prioridade de tratamento e tomadas de decisões;
- b) despertar e incentivar o interesse dos usuários do setor por meio da imediata disponibilidade de informações sobre a arborização;
- c) facilitar acesso, análise, correção e armazenamento de grande quantidade de dados;
- d) servir de instrumento legal tanto às prefeituras como aos usuários;
- e) monitorar a arborização, por intermédio da comparação dos serviços solicitados pela população, com aqueles estabelecidos pelo plano de arborização municipal (quando existente).

Algumas diretrizes básicas para programar um sistema computadorizado capaz de auxiliar o processo de inventário (coleta e armazenamento de dados), avaliação e monitoramento (análise de dados) da arborização urbana são encontradas no trabalho publicado por Dalcin (1994).

Este autor salienta que, dentre de todos os recursos disponíveis, o de manejar banco de dados se destaca. Diversos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBDs) - como o ACCESS e FOX PRO, da Microsoft; DBASE e PARADOX, da Borland; e APPROACH, da Lótus

possuem capacidade nunca vistas de gerar tabelas, telas de entrada de dados e relatórios personalizados. Além disso, eles possuem uma interface extremamente amigável, possibilitando que usuários com conhecimentos elementares do ambiente desenvolvam suas próprias aplicações, atendendo suas necessidades particulares.

O conhecimento da estrutura e característica dos dados que se deseja armazenar, analisar e, principalmente, como se relacionam é fundamental para a criação de sistemas de informações eficientes e duradouros. Nesse aspecto, iniciamos uma abordagem sobre o modelo relacional de bancos de dados.

O modelo relacional fundamenta-se no relacionamento entre diferentes entidades de dados para um conjunto de informações a ser trabalhado e é, por excelência, a melhor maneira de sistematizar dados de coleções botânicas. Esse modelo está baseado na observação de que arquivos podem ser considerados como relações matemáticas (CERÍCOLA, 1991).

Na prática, segundo esse mesmo autor, o modelo oferece os seguintes benefícios:

- a) simplicidade e uniformidade (o modelo é compacto);
- b) independência dos dados físicos;
- c) interfaces de alto nível para usuários finais;
- d) visões múltiplas de dados;
- e) melhoria na segurança dos dados;
- f) redução significativa no tempo gasto para a manutenção da base de dados;
- g) possibilidade de expansão devido à flexibilidade do sistema.

Para criação de um SGBD voltado para o manejo da arborização viária, têm-se como primeira tarefa distinguir as “entidades”, seus “atributos” e “relacionamentos”, que formarão a estrutura do banco de dados. Três são as entidades básicas: espécie, logradouro e o indivíduo. Esse último, na rede de relacionamento, faz o link entre as duas primeiras. Em geral, cada entidade possui em si atrelada aos seguintes atributos:

- 1) indivíduo (árvore inventariada): código do indivíduo, código do nome do logradouro, código da espécie, largura do passeio, conflitos com entorno etc.;
- 2) espécie: código da espécie, nome científico, nome vulgar, origem etc.;
- 3) logradouro: código do nome do logradouro, número da residência, tipo do logradouro etc.

Essas entidades são relacionadas dentro de seus atributos para formarem a base lógica de um banco de dados relacional que, quando elaborado por uma equipe especializada em conjunto com profissionais de arborização urbana, garante a eficiência do sistema, evitando surpresas desagradáveis na análise de dados e recuperação das informações (DALCIN, 1994).

### **2.3.5. Pesquisas no Brasil**

Nas últimas décadas, tem crescido a quantidade de trabalhos que tiveram como foco principal de suas pesquisas a avaliação da arborização dos passeios públicos pela realização de inventários. Como já mencionado, os inventários, em função de seus objetivos, variam de metodologia (principalmente em relação à escolha do método de amostragem), área de abrangência e graus precisão.

Segundo Takahashi (1994), o desenvolvimento de inventários de árvores de ruas começou, no Brasil, apenas na década de 1980, mais especificamente em 1984, com o trabalho desenvolvido para a cidade de Curitiba-PR, pelo Prof. Dr. Miguel Serediuk Milano da Universidade Federal do Paraná, utilizando como metodologia de avaliação a amostragem aleatória simples para área total da cidade. Ele considerou, como variável principal, o número de árvores por quilômetro de calçada arborizada (densidade da arborização nas vias públicas), sendo considerado como unidade amostral apenas as ruas que tivessem no mínimo 50% da quilometragem total plantada com árvores (MILANO, 1984).

Procedimento semelhante foi adotado por esse mesmo autor e por Biondi (1985) para diagnosticar a arborização das ruas de Maringá-PR (MILANO, 1988) e Recife-PE, respectivamente.

Outras cidades como Piracicaba-SP (LIMA, 1993) e Belém-PA (BRASIL; BARROS, 1994) utilizaram como metodologia de levantamento das árvores dos passeios públicos a amostragem sistemática. A primeira tomou a rua como unidade amostral, e a segunda utilizou um segmento de comprimento variável que inclui uma ou mais ruas ou segmentos de ruas (chamado de amostragem por transectos).

A partir desses trabalhos, outros foram sendo desenvolvidos como: Graziano et al.(1987) em Jaboticabal-SP; Martins et al. (1992) em Belo Horizonte-MG; Malavasi et al. (1994) em

Itaguaí-RJ; Bueno et al. (1994) em Botucatu-SP; Santos (1997) em Alfenas-MG; Costa e Higuchi (1999) em Manaus-AM; Rachid (1999) em São Carlos-SP; Andrade (2002) em Campos de Jordão-SP; e Rossatto et al. (2008) em Assis-SP.

Trabalhos como de Teixeira (1999) em Santa Maria-RS; Veiga et al. (1999) em Seropédica-RJ; Ruschel e Leite (2002) em Lajeado-RS; Rocha et al. (2004) em Nova Iguaçu-RJ; Alves et al. (2004) em Teixeira-PB; Silva (2005) em Americana-SP; Limnios (2006) em São Paulo-SP; Faria et al. (2007) em Jacareí-SP; Meneghetti (2007) em Santos-SP; Coltro e Miranda (2007) em Irati-PR; Mendes (2007) em Patos-PB; Volpe-Filik et al. (2007) em Piracicaba-SP; Aguirre Jr. (2008) em Campinas-SP; Rodolfo Jr. et al. (2008) em Pombal-PB; e Silva et al. (2008) em Franca-SP fixaram como área de estudo “o(s) bairro(s)”, efetuando o levantamento parcial ou total dos indivíduos arbóreos das ruas pertencentes a estes.

Pesquisas mais simples trabalharam apenas com algumas ruas e/ou avenidas principais. Silva(2008) em Mariópolis-PR; Reginato et al. (2007) em Passo Fundo-RS; Lima Neto (2007) em Aracaju-SE; e Silva et al. (2007) em Pato Branco-PR. Já Silva Filho (2002) em Jaboticabal-SP; Bortoleto (2004) na Estância de Águas de São Pedro-SP; e Coletto et al. (2008) em Sete de Setembro-RS adotaram como levantamento o método do tipo censo, ou seja, foram inventariados (quali-quantitativamente) todos os indivíduos arbóreos presentes nas vias públicas desses municípios.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

---

#### 3.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no município de São Carlos, localizado na região central do estado de São Paulo, situado a 47° 53' 38" Longitude Oeste e 22° 01' 22" Latitude Sul, distante 231 km da capital.

A área total do município é de 1.140,92 km<sup>2</sup>, sendo 67,25 km<sup>2</sup> de área urbana (6% da área total) e aproximadamente 33 km<sup>2</sup> de área urbanizada (SEADE, 2007). A população total é de 202.425 habitantes com taxa de crescimento anual de 2,4% e densidade demográfica de 186,7 hab/km<sup>2</sup>(IBGE, 2007).

Conforme o sistema de classificação climática de Köppen, São Carlos é tido como intermediário entre Aw e Cwa, isto é, clima tropical com verão úmido e inverno seco e clima quente com inverno seco. A pluviosidade limita-se entre 1500 e 1700 mm/ano e as temperaturas médias dos meses mais quentes e mais frios são, respectivamente, 23,1 °C e 18,1 °C, predominando nessa região o solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo e ventos no sentido nordeste (LORANDI, 1985).

O cerrado é a vegetação original, apresentando uma fisionomia que varia desde campo cerrado até cerradão, com árvores de até seis metros de altura, sendo as espécies mais frequentes desse tipo de formação: o barbatimão (*Stryphnodendrum barbatiman*), o pequi (*Paratecoma peroba*), o ipê amarelo (*Handroanthus ochraceus*), o cajueiro do campo (*Anacordium narum*), o faveiro (*Pterodon pubescens*), entre outros.

O pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), nativa e árvore-símbolo de São Carlos (estampada na bandeira oficial da cidade), é encontrada em baixa frequência na área urbanizada, sendo geralmente representada por indivíduos jovens que não apresentam ainda o formato típico de sua copa (OLIVEIRA, 1996).

O levantamento da arborização abordou todas as vias públicas inseridas na área central urbana do município de São Carlos, pertencentes ao primeiro período de expansão e evolução da cidade, cujos limites podem ser observados na Figura 1. Esse local foi eleito como área de coleta de dados por apresentar um estado bastante crítico quanto à arborização e por ser um espaço de intenso tráfego tanto de pessoas quanto de veículos da cidade.

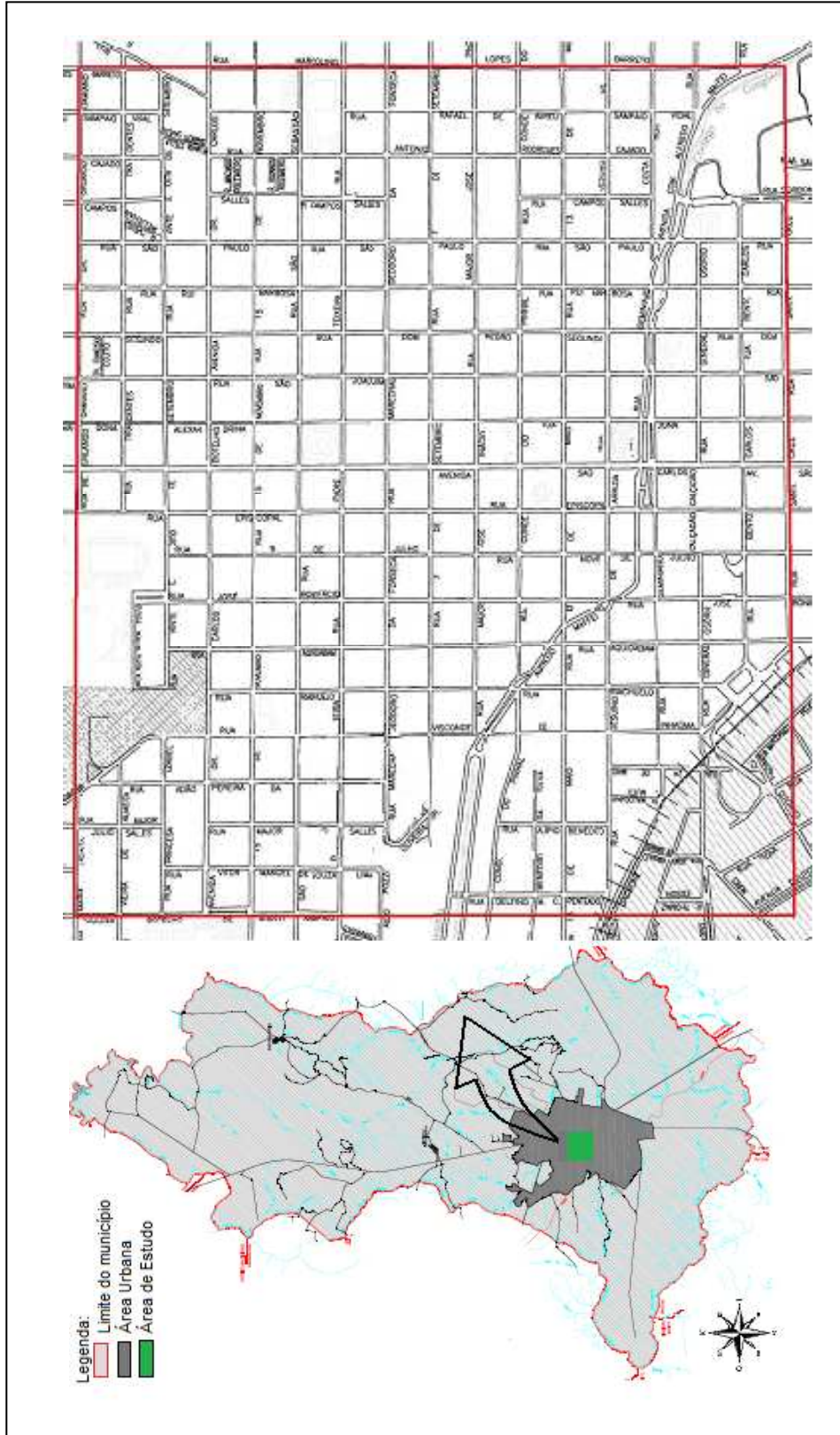


FIGURA 1. Mapa do Município de São Carlos com destaque a área de estudo.

Fonte: Secretaria de Habitação-PMSC, 2003. (escala 1:60.000)



## **3.2. Inventário da arborização viária**

### **3.2.1. Coleta de dados**

Foi realizado um inventário total (catalogação de toda população) dos indivíduos vegetais de porte arbóreo e arbustivo presentes nas calçadas das ruas abrangidas, excetuando-se as áreas verdes e canteiros centrais.

Aproveitando o delineamento em xadrez quase total da área de estudo, foi feito o levantamento de rua por rua, nas orientações norte/sul e leste/oeste, atravessando toda a área de estudo da maneira mais uniforme possível.

Os dados foram coletados pela pesquisadora a pé, no período de outubro a dezembro de 2008, e anotados em um formulário de registro de formato tabular, com utilização de códigos (Figura 2), cuja confecção foi baseada nos parâmetros quali-quantitativos sugeridos em trabalhos anteriores dentre os principais Andrade (2002), Grey e Deneke (1986), Lima (1993), Santos (2001), Silva Filho (2002), Silva et al. (2008), adaptados à realidade e necessidade da pesquisa.

O formulário foi dividido em quatro partes:

1. Localização e identificação;
2. Dimensões;
3. Biologia;
4. Entorno e interferências.

Os itens que os compõem são detalhados adiante.

1. Localização e identificação

Foram recolhidas informações sobre:

- Nome da rua;
- Sentido da faixa aérea-norte, sul, leste ou oeste;
- Data da realização da coleta - no formato dd/mm/aa;
- N° - localização de cada árvore pelo número da residência mais próxima;
- Nome vulgar da espécie inventariada.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia**

**FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS DO INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA DE SÃO CARLOS**

| Localização/Identificação |                 | Dimensão        |    |     | Biologia |             |              | Entorno/Interferências |   |    |   |   |   |          |
|---------------------------|-----------------|-----------------|----|-----|----------|-------------|--------------|------------------------|---|----|---|---|---|----------|
| n°                        | Nome<br>Espécie | Calçada<br>(cm) | HT | Bif | PAP      | Tronco<br>t | Raiz<br>exp. | Copa<br>inj.           | + | II | I | □ | ⊥ | Conflito |
|                           |                 |                 |    |     |          |             |              |                        |   |    |   |   |   |          |
|                           |                 |                 |    |     |          |             |              |                        |   |    |   |   |   |          |
|                           |                 |                 |    |     |          |             |              |                        |   |    |   |   |   |          |
|                           |                 |                 |    |     |          |             |              |                        |   |    |   |   |   |          |
|                           |                 |                 |    |     |          |             |              |                        |   |    |   |   |   |          |
|                           |                 |                 |    |     |          |             |              |                        |   |    |   |   |   |          |
|                           |                 |                 |    |     |          |             |              |                        |   |    |   |   |   |          |
|                           |                 |                 |    |     |          |             |              |                        |   |    |   |   |   |          |
|                           |                 |                 |    |     |          |             |              |                        |   |    |   |   |   |          |
|                           |                 |                 |    |     |          |             |              |                        |   |    |   |   |   |          |

Sendo:

n° : número da casa mais próxima à árvore; HT: altura total; Hb: altura da primeira bifurcação; PAP: perímetro do tronco à altura do peito; Tronco: t (tortuosidade), inj. (injúria – tipo: 1. Fitossanidade ou 2. Inj. Mecânica; Grau: 1. Grave, 2. Médio ou 3. Leve); Raiz: exp. (exposta ou não, caso positivo identificar tipo e grau de injúria, se houver); Copa: inj. (tipo e grau da injúria); †: árvore morta; II: Gradil; | : Tutor; □: Área de infiltração (Nulo: sem espaço, 1. Conforme; 2. Não conforme); ⊥: Recuo (Nulo, 1 ou 2) e Conflitos com o entorno: 1- fiação, 2-calçada, 3-pedestre, 4-esquina, 5-planta, 6-garagem, 7-imobiliário urbano (lixeira, cabine telefônica, caixa de correio, ponto de ônibus e hidrante), 8-poste e placa de identificação, 9-trânsito e 10-outros (bueiro, cerca, muro, gradil, tutor etc.).

FIGURA 2. Formulário de campo para coleta de dados.

## 2. Dimensões

Nessa parte, anotaram-se informações referentes à:

- Largura da calçada – medida em centímetros;
- HT - altura total da árvore: os valores foram obtidos relativamente à altura da fiação aérea (de telefonia - 5,40m; elétrica de baixa tensão - 7,30m; e elétrica de alta tensão - 9,10m), sendo assinalado o número:
  - 1 - para árvore adulta cuja copa permanecia totalmente abaixo da altura do cabo telefônico;
  - 2 - para árvore adulta cujo ponto mais alto da copa permanecia entre altura do cabo telefônico e a rede elétrica de baixa tensão;
  - 3 - para árvore adulta cujo ponto mais alto da copa permanecia entre altura da rede elétrica de baixa e alta tensão;
  - 4 - para árvore adulta cujo ponto mais alto da copa ultrapassava a altura da fiação elétrica de alta tensão.

Caso o indivíduo inventariado fosse uma muda, anotava-se o valor real de sua altura.

- Hb - altura da primeira bifurcação: a altura de 2,10m, segundo a literatura, é a altura mínima recomendada para que as pernas do vegetal não prejudiquem o trânsito de pedestres e/ou de veículos, portanto o indivíduo cuja altura das pernas atendia ao valor mínimo estipulado, marcava-se o símbolo ✓, caso contrário anotava-se a altura atingida.
- PAP - perímetro à altura do peito.

## 3. Biologia

Os itens aqui locados visaram recolher informações referentes à integridade física e sanitária das principais partes formadoras da árvore (tronco, raiz e copa).

- inj. - injúrias: caso fosse aparente, foi feita a identificação do tipo e o grau da injúria, sendo assinalado o número:

1- para injúrias causadas por vandalismo, fenômenos naturais (vento ou chuva), acidentes, podas mal gerenciadas (no caso das copas), raízes danificadas por pisoteio e/ou por falta de espaço,

2- para injúrias derivadas de ataques de patógenos, pragas e/ou parasitas.

O grau da intensidade da injúria do tipo 1 era identificado pela letra:

A - Lesão Grave: quando a lesão compromete a sobrevivência da árvore;

B - Lesão Média: quando a injúria é considerável, mas a árvore pode ser recuperada mediante ações de controle;

C - Lesão Leve: quando a injúria é de pequena proporção e a árvore pode promover a recuperação sem qualquer auxílio.

O grau da intensidade da injúria do tipo 2 era identificado pela letra:

A - Lesão Grave: quando o organismo ou agente está causando danos graves que podem levar a árvore a um declínio irreversível;

B - Lesão Média: quando o organismo ou agente está presente, causando danos reparáveis para a árvore;

C - Lesão Leve: quando o organismo ou agente está presente, porém sem causar danos para a árvore.

Exclusivamente para o tronco, avaliou-se também a presença ou ausência de tortuosidade.

- † - Árvore morta.

#### 4. Entorno e interferências

Visou-se caracterizar nesta parte algumas condições de plantio que pudesse favorecer e/ou atrapalhar o desenvolvimento do vegetal. Sendo:

∏ - Gradil: presença ou ausência (analisado apenas para as plantas novas, para as quais, de fato, se justifica sua utilização)

| - Tutor: presença ou ausência (analisado apenas para as plantas novas, para as quais, de fato, se justifica sua utilização),

□ - Área de infiltração (espaço livre de pavimentação): necessária para permitir o escoamento da água da chuva e para realização das trocas gasosas do sistema radicular. Foi classificada em:

- 1 - Sem área livre: tronco da planta estrangulado pelo material do calçamento;
- 2 - Área livre pequena, inferior a  $1,0\text{m}^2$  - valor mínimo sugerido por CEMIG (2001) e PAIVA (2005) - , ou que satisfaz em parte as necessidades básicas das plantas;
- 3 - Área de infiltração boa, em conformidade ao padrão estabelecido ou que permite a planta realizar todas as funções fisiológicas.

↳ - Distância do meio fio viário. Foi classificada em:

- 1 - Sem distância do meio fio;
- 2 - Distância pequena, ou seja, inferior a 0,60m (PORTO ALEGRE, 2000);
- 3 - Distância em conformidade ao valor mínimo estabelecido.

• Conflitos, caso houvesse, eram identificados da seguinte forma:

- 1 - Conflito com a fiação aérea (copa em contato com a fiação);
- 2 - Conflito com a calçada (sistema radicular danificando o passeio);
- 3 - Conflito com o pedestre (disposição do tronco o dos ramos impedindo a passagem do transeunte);
- 4 - Conflito com esquina, ou seja, o indivíduo arbóreo não atendia a distância mínima especificada (5,0 m segundo SÃO PAULO, 2005);
- 5 - Conflito com outra planta, ou seja, existência de outro indivíduo vegetal (de espécie igual ou distinta) na mesma cova, caracterizando uma competição por espaço;
- 6 - Conflito com garagem, ou seja, o indivíduo arbóreo não atendia a distância mínima especificada (1,0 m segundo SÃO PAULO, 2005);
- 7 - Conflito com mobiliário urbano (lixeira, cabine telefônica, caixa de correio, ponto de ônibus e hidrante), ou seja, o indivíduo arbóreo não atendia a distância mínima especificada (1,0 m segundo SÃO PAULO, 2005);
- 8 - Conflito com poste de iluminação pública e/ou placa de identificação, ou seja, o indivíduo arbóreo não atendia a distância mínima especificada (3,0 m segundo SÃO PAULO, 2005);

9 - Conflito com trânsito (a tortuosidade do tronco ou a disposição dos ramos prejudicava o trânsito ou estacionamento de veículos);

10 – Outros (bueiro, cerca, muro, gradil, tutor etc.).

A identificação das espécies vegetais ocorreu por meio de consultas a obras de autores da área (LONGHI, 1995; LORENZI, 2000; 2002; LORENZI et al., 2003; 2004), por informações disponíveis em ONGs (órgãos não governamentais) e por ajuda de profissionais e moradores.

Os materiais utilizados em campo e suas respectivas finalidades incluem: trena de três metros para medição dos aspectos do entorno e demais atributos da árvore; formulários impressos para as anotações; e câmera fotográfica digital para o registro de cada espécie inventariada e dos conflitos encontrados.

### **3.2.2. Elaboração do banco de dados**

Uma vez finalizadas as saídas de campo, iniciou-se a etapa de inserção dos dados manuais (provenientes dos formulários do levantamento quali-quantitativo) para um ambiente eletrônico.

O programa escolhido para tabulação, tratamento e análise dos dados foi o sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) Microsoft ACCESS para Windows 2007, cuja característica marcante é sua facilidade de uso. A estrutura do banco de dados aconteceu por meio dos seguintes procedimentos (adaptado de DALCIN, 1994; TAKAHASHI, 1994; SILVA FILHO, 2002).

1. Construção de tabelas separadas de acordo com o assunto principal. Ao todo, foram elaboradas três tabelas intituladas “tabela de Ruas”, “tabela de Espécies” e “tabela Mestra”. A Figura 3 apresenta, como exemplo, a forma no qual foi estruturada a “tabela Mestra” (que contém a maioria dos atributos da planilha de campo).

2. Estabelecimentos de elos (relacionamentos) entre as informações armazenadas nas tabelas (Figura 4). Uma vez relacionados, os dados podem ser reunidos de forma a gerar os mais variados cenários, pesquisas e consultas.

3. Elaboração de consultas (perguntas para as quais se deseja que os dados forneçam respostas) e criação de campos calculados, como quantidade de indivíduos por espécie, diâmetro do tronco a altura do peito (DAP), total de árvores levantadas, mudas e árvores

| Nome do campo                 | Tipo de dados        | Descrição                                                                                                                                  |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Número do indivíduo           | Numeração Automática | Confere um número (crescente) a cada indivíduo novo cadastrado                                                                             |
| Código da Rua                 | Número               | Maiores detalhes na tabela relacionada (Nome da Rua).                                                                                      |
| Largura da calçada            | Número               | Comprimento em centímetros.                                                                                                                |
| Número da residência          | Texto                | Segundo numeração da Sec. de Habitação, 2003.                                                                                              |
| Código da Espécie             | Número               | Maiores detalhes na tabela relacionada (Nome da Espécie).                                                                                  |
| Idade do indivíduo            | Texto                | Avaliação visual geral de cada indivíduo. Muda, Adulta ou Morta.                                                                           |
| Altura Total                  | Número               | 1: até 5,4m; 2: entre 5,4 e 7,3m; 3: entre 7,3 e 9,1m e 4: acima de 9,1m.                                                                  |
| Altura Total da Muda          | Número               | Altura em centímetros.                                                                                                                     |
| Altura da Primeira Bifurcação | Texto                | Vulgo Hb. Se maior que 210 cm não é medido.                                                                                                |
| PAP                           | Texto                | Perímetro altura do peito (norma 1.30m).                                                                                                   |
| Área de Infiltração           | Número               | Sendo: Bom (Peso= 0), Ruim (Peso= 3) e Sem (Peso= 6).                                                                                      |
| Tronco (tortuosidade)         | Sim/Não              | Inclinação do tronco em referência ao eixo principal.                                                                                      |
| Tronco (injúria mecânica)     | Número               | Vandalismo, batida de carro etc. Alternativas de intensidade: Grave (Peso= 8), Médio (Peso= 4) e Sem dano (Peso= 0).                       |
| Tronco (fitossanidade)        | Número               | Pragas, parasitas e/ou patógenos. Alternativas de intensidade: Grave (Peso= 15), Médio (Peso= 10), Leve (Peso= 5) e Sem dano (Peso= 0).    |
| Raiz (exposição)              | Sim/Não              | Visível ou não visível.                                                                                                                    |
| Raiz (injúria mecânica)       | Número               | Vandalismo, batida de carro etc. Alternativas de intensidade: Grave (Peso= 8), Médio (Peso= 4) e Não visível (Peso= 0).                    |
| Raiz (fitossanidade)          | Número               | Pragas, parasitas e/ou patógenos. Alternativas de intensidade: Grave (Peso= 15), Médio (Peso= 10), Leve (Peso= 5) e Não visível (Peso= 0). |
| Copa (injúria mecânica)       | Número               | Tipos de intervenção na copa. Sendo alternativas de intensidade: Grave (Peso= 12), Médio (Peso= 8), Leve (Peso= 4) e Sem dano (Peso= 0).   |
| Copa (fitossanidade)          | Número               | Idem: Tronco (fitossanidade)                                                                                                               |
| Gradil                        | Sim/Não              | De qualquer tipo de material.                                                                                                              |
| Tutor                         | Sim/Não              | Presença ou ausência                                                                                                                       |
| Meio fio                      | Texto                | Padrão= 60cm do meio fio. Sendo: Bom (0), Ruim (1) e Sem (2).                                                                              |
| Conflito Fiação               | Número               | Identifica se os galhos e ou a copa está em contato com a fiação aérea. Peso 3.                                                            |
| Conflito Calçada              | Sim/Não              | Identifica se as raízes promovem alguma interferência na calçada.                                                                          |
| Conflito Vegetação            | Número               | Identifica competição intra ou inter específica (arbóreo ou arbustivo). Peso 2.                                                            |
| Conflito Trânsito             | Número               | Identifica se ocorre obstrução da passagem e/ou estacionamento de veículos. Peso 2.                                                        |
| Conflito Pedestre             | Número               | Identifica se ocorre obstrução da passagem de pedestres na calçada. Peso 2.                                                                |
| Conflito Garagem              | Sim/Não              | Identifica se a árvore se encontra ou não dentro da distância mínima estipulada.                                                           |
| Conflito Lixeira              | Número               | Identifica que a lixeira não se encontra dentro do limite da distância estabelecido de uma árvore. Peso 2.                                 |
| Conflito Outros               | Texto                |                                                                                                                                            |

Propriedades do campo

| Exibir controle           | Caixa de combinação                      |
|---------------------------|------------------------------------------|
| Lista de valores          | Lista de valores                         |
| Origem da Linha           | '5;dano';0;"Leve";4;"Médio";8;"Grave";12 |
| Coluna aceita             | 2                                        |
| Número de colunas         | 2                                        |
| Cabeçalhos das colunas    | Não                                      |
| Larguras das colunas      | 2,542cm;2,542cm                          |
| Linhas da lista           | 8                                        |
| Largura da lista          | 5,079cm                                  |
| Limitar a uma lista       | Sim                                      |
| Permitir Edições da Lista | Não                                      |
| Formulário de Edição de   |                                          |
| Mostrar Somente Valores   | Não                                      |

O tipo de dados determina o tipo de valor que o usuário pode armazenar no campo. Pressione F1 para Ajuda sobre tipos de dados.

FIGURA 3. Modo da estrutura da “tabela Mestre”.

mortas, quilômetros de calçadas percorridos, índice de indivíduos por quilometragem de rua, índice de diversidade de espécie (fórmula de Shannon-Weiner) e hierarquização dos indivíduos que mais necessitam intervenção e manejo.

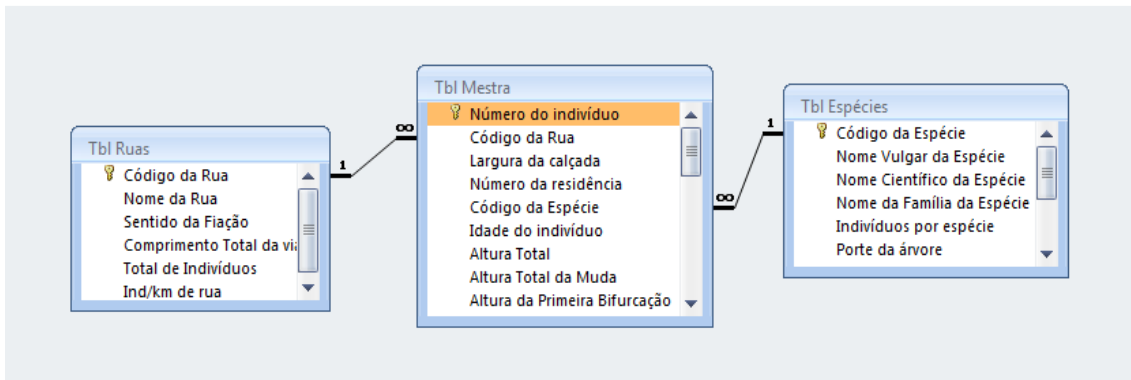


FIGURA 4. Relacionamentos estabelecidos entre as tabelas criadas.

Para realizar essa última consulta, foi empregado o seguinte procedimento: a cada parâmetro levantado a respeito da biologia do vegetal (injúrias no caule, copa etc.) e de seu entorno (conflito com fiação, área livre de pavimentação etc.), foi agregado um valor numérico que varia conforme o nível de gravidade identificado em campo. A Figura 3 apresenta os pesos estipulados para cada variável. A soma de cada um desses valores confere a cada indivíduo inventariado um número final, dentro de uma escala de 0 a 100, na qual os de maior escore são aqueles com urgência de atendimento. Na sequência, mostra-se como foi estruturada a expressão que nos daria o resultado desejado (Figura 5).

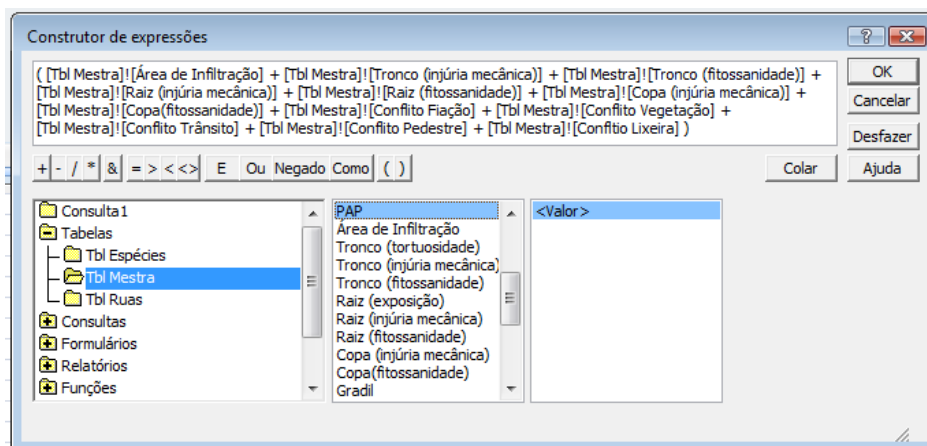


FIGURA 5. Expressão estruturada para a consulta de hierarquização dos indivíduos com prioridade de manejo.

4. Confeção de relatórios e formulários. Embora seja possível inserir ou ler dados diretamente de tabelas e de consultas, esse processo pode ser complicado, uma vez que a quantidade de informações e registros é muito grande. Ao transportar os dados contidos em



uma tabela ou de uma consulta para um formulário ou para um relatório, os dados se tornam mais fáceis de serem lidos, compreendidos e trabalhados. As Figuras 6 a 11 apresentam como os dados do inventário da arborização viária, inseridos em forma de tabelas e consultas, foram adaptados à estrutura de formulários e relatórios.

5. Por fim, foram elaboradas algumas macros (sequência de comandos e instruções que agrupados, com um único comando, executam tarefas automaticamente) que facilitam o manuseio do sistema, conferindo ao banco de dados um aspecto mais dinâmico.



FIGURA 6. Tela principal contendo os tópicos que dão acesso às informações coletadas e analisadas do banco de dados.

Área central São Carlos-SP

**CADASTRO DAS ESPÉCIES**

VOLTAR

**Dados Primários**

Número de Identificação: 57 Nome Vulgar: Lofantera da amazônia

**Dados Secundários**

Nome Científico: Lophantera lactescens Ducke

Família: Malpighiaceae

Origem: Nativa

Porte: Grande

Adequada para calçada com fiação:

Frutífera:

Número total de indivíduos: 2

Imagem:  Lofantera ID

Informações adicionais: Flores pendentes de fev. a mai. Taxa de germinação baixa.

Imagem meramente ilustrativa

FIGURA 7. Tela com as informações referente a uma das espécies encontradas.

Área Central da cidade de São Carlos - 2009



Imagem meramente ilustrativa

## CADASTRO DAS RUAS INVENTARIADAS

**Dados Primários**

Código da Rua:

Nome da Rua:

**Dados Secundários**

Fiação:


Comprimento:

Total de Indivíduos:


Ind/km de rua:

**VOLTAR**

FIGURA 8. Tela com as informações referente a uma das ruas inventariadas.



## DADOS DO LEVANTAMENTO DE CAMPO



**Localização e Identificação**

Número do indivíduo:

Nome da Rua:

Número da residência:

Nome Vulgar:

Idade:

**Dimensões**

Largura da calçada:

Altura Total:

Altura da Primeira Bifurcação:

Perímetro a Altura do Peito:

**Biologia**

**Tronco**

Tortuosidade:

Injúria Mecânica:

Fitossanidade:

**Raiz**

Exposição da Raiz:

Injúria Mecânica:

Fitossanidade:

**Copa**

Podar:

Fitossanidade:

**Entorno e Conflitos**

Fiação aérea:

Vegetação:

Trânsito:

Pedestre:

Lixeira:

Outros:

Garagem  Calçada

Área Livre:

**VOLTAR**

FIGURA 9. Tela de apresentação dos dados coletados em campo de um dos indivíduos.

**RESULTADOS PRINCIPAIS**

Área central de São Carlos - SP

PRIORIDADE DE MANEJO

DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES

ÁRVORES FRUTÍFERAS

GALERIA DE IMAGENS



Imagem meramente ilustrativa

FAMÍLIAS BOTÂNICAS

ÁRVORES MORTAS

DAP

ÍNDICE DE IND./KM DE RUA

CONDIÇÃO DAS MUDAS

**VOLTAR**

FIGURA 10. Tela principal dos resultados obtidos contendo os tópicos que dão acesso aos relatórios elaborados mediante as consultas realizadas.

**Árvores com Prioridade de Manejo**

**VOLTAR**

| Hierarquia | Número do cadastro | Nome Vulgar      | Nome da Rua                    | n. casa |
|------------|--------------------|------------------|--------------------------------|---------|
| 56         | 1254               | Quaresmeira      | Tiradentes, r                  | 429     |
| 54         | 716                | Sibipiruna       | Doutor Orlando Damiano, r      | 2850    |
| 53         | 1244               | Falsa -murta     | Tiradentes, r                  | 571     |
| 49         | 1967               | Pata de vaca     | Riachuelo, r                   | 546     |
| 48         | 1238               | Magnólia-amarela | Tiradentes, r                  | 683     |
| 47         | 1073               | Cana-fístula     | Alfredo Lopes, r               | 1592    |
| 47         | 1094               | Sibipiruna       | Alfredo Lopes, r               | 1310    |
| 46         | 2108               | Sibipiruna       | Major Júlio Sales, r           | 450     |
| 45         | 1060               | Espatódea        | Marechal Teodoro da Fonseca, r | 1339    |
| 45         | 1095               | Sibipiruna       | Alfredo Lopes, r               | 1310    |
| 45         | 1096               | Sibipiruna       | Alfredo Lopes, r               | 1310    |
| 44         | 1040               | Melaleuca        | Marechal Teodoro da Fonseca, r | 1579    |
| 44         | 2061               | Sibipiruna       | Vitor Manuel de Souza Lima, r  | 30C     |
| 44         | 1883               | Sibipiruna       | Visconde de Inhaúma, r         | 553     |

FIGURA 11. Exemplo de estrutura de um relatório.



## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização da arborização viária da área urbana central de São Carlos

#### 4.1.1. Composição e distribuição das espécies

No levantamento quali-quantitativo da arborização viária localizada na região central da cidade de São Carlos-SP, foi identificado; nos 107.806 m de ruas percorridas, um total de 103 espécies vegetais, pertencentes a 78 gêneros distintos e distribuídos em 44 famílias botânicas. A relação das espécies cadastradas no banco de dados está contida na Tabela 4.

TABELA 4. Composição e distribuição das espécies encontradas na arborização viária da região central da cidade de São Carlos-SP.

| Nome vulgar        | Nome científico                                             | Família                       | Total | Origem  | Fruto |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|---------|-------|
| Acácia mimosa      | <i>Acacia podalyraefolia</i><br>A. Cunn. ex G. Don          | Fabaceae-<br>mimosoideae      | 15    | Exótica | Não   |
| Acerola            | <i>Malpighia emarginata</i><br>Sessé & Moc. ex DC.          | Malpighiaceae                 | 4     | Exótica | Sim   |
| Alfeneiro          | <i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton                        | Oleaceae                      | 84    | Exótica | Não   |
| Algodão do brejo   | <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.                                | Malvaceae                     | 2     | Exótica | Não   |
| Algodoeiro         | <i>Heliocarpus americanus</i> L.                            | Tiliaceae                     | 1     | Nativa  | Não   |
| Amoreira preta     | <i>Morus nigra</i> L.                                       | Moraceae                      | 6     | Exótica | Sim   |
| Araticum           | <i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.                       | Annonaceae                    | 6     | Nativa  | Sim   |
| Areca bambú        | <i>Dypsis lutescens</i><br>(H. Wendl.) Beentje & J. Dransf. | Arecaceae                     | 12    | Exótica | Não   |
| Aroeira pimenteira | <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi                        | Anacardiaceae                 | 9     | Nativa  | Não   |
| Aroeira salsa      | <i>Schinus molle</i> L.                                     | Anacardiaceae                 | 458   | Nativa  | Não   |
| Árvore da china    | <i>Koelreuteria bipinnata</i> Franch.                       | Sapindaceae                   | 2     | Exótica | Não   |
| Astrapéia          | <i>Dombeya wallichii</i><br>(Lindl.) K. Schum.              | Sterculiaceae                 | 5     | Exótica | Não   |
| Bacupari           | <i>Rheedia gardneriana</i><br>Planch. & Triana              | Guttiferae                    | 1     | Nativa  | Sim   |
| Bracatinga         | <i>Mimosa scabrella</i> Benth                               | Fabaceae-<br>mimosoideae      | 1     | Nativa  | Não   |
| Calicarpa          | <i>Callicarpa reevesii</i> Wall. ex Walp.                   | Verbenaceae                   | 7     | Exótica | Não   |
| Camélia do japon   | <i>Camellia japonica</i> L.                                 | Theaceae                      | 3     | Exótica | Não   |
| Canafístula        | <i>Cassia fistula</i> L.                                    | Fabaceae-<br>caesalpinioideae | 20    | Exótica | Não   |
| Canelinha          | <i>Nectandra megapotamica</i><br>(Spreng.) Mez              | Lauraceae                     | 13    | Nativa  | Não   |
| Canudo de Pito     | <i>Senna bicapsularis</i> (L.) Roxb.                        | Fabaceae-<br>caesalpinioideae | 6     | Nativa  | Não   |
| Cássia grande      | <i>Cassia grandis</i> L. f.                                 | Fabaceae-<br>caesalpinioideae | 2     | Nativa  | Não   |
| Cássia nodosa      | <i>Cassia nodosa</i><br>Buch.-Ham. ex Roxb.                 | Fabaceae-<br>caesalpinioideae | 2     | Exótica | Não   |

Tabela 4. Continuação

| Nome vulgar                   | Nome científico                                                   | Família                       | Total | Origem  | Fruto |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|---------|-------|
| Cássia rósea                  | <i>Cassia bakeriana</i> Craib                                     | Fabaceae-<br>caesalpinioideae | 3     | Exótica | Não   |
| Castanha do<br>maranhão       | <i>Bombacopsis glabra</i><br>(Pasq.) A. Robyns                    | Bombacaceae                   | 1     | Nativa  | Sim   |
| Cedro                         | <i>Cedrela fissilis</i> Vell.                                     | Meliaceae                     | 2     | Nativa  | Não   |
| Chapéu de<br>Napoleão         | <i>Thevetia peruviana</i><br>(Pers.) K. Schum.                    | Apocynaceae                   | 4     | Exótica | Não   |
| Chapéu de sol                 | <i>Terminalia catappa</i> L.                                      | Combretaceae                  | 23    | Exótica | Não   |
| Cheflera                      | <i>Schefflera actinophylla</i><br>(Endl.) Harms                   | Araliaceae                    | 1     | Exótica | Não   |
| Cipreste                      | <i>Cupressus sempervirens</i> L.                                  | Cupressaceae                  | 11    | Exótica | Não   |
| Clerodendro                   | <i>Clerodendron ugandense</i> Prain                               | Verbenaceae                   | 1     | Exótica | Não   |
| Coqueiro                      | <i>Cocos nucifera</i> L.                                          | Arecaceae                     | 2     | Nativa  | Sim   |
| Cróton                        | <i>Codiaeum variegatum</i> (L.) A. Juss.                          | Euphorbiaceae                 | 6     | Exótica | Não   |
| Dama da noite                 | <i>Cestrum nocturnum</i> L.                                       | Solanaceae                    | 1     | Exótica | Não   |
| Dracena                       | <i>Dracena arborea</i> (Willd.) Link                              | Liliaceae                     | 2     | Exótica | Não   |
| Escova de garrafa             | <i>Callistemon "Imperialis"</i>                                   | Myrtaceae                     | 21    | Exótica | Não   |
| Escova de garrafa<br>pendente | <i>Callistemon viminalis</i><br>(Sol. ex Gaertn.) G. Don ex Loud. | Myrtaceae                     | 51    | Exótica | Não   |
| Espatódea                     | <i>Spathodea nilotica</i> Seem                                    | Bignoniaceae                  | 5     | Exótica | Não   |
| Espirradeira                  | <i>Nerium oleander</i> L.                                         | Apocynaceae                   | 32    | Exótica | Não   |
| Esponjinha sangue             | <i>Calliandra inaequilatera</i> Rusby                             | Fabaceae-<br>mimosoideae      | 10    | Nativa  | Não   |
| Esponjinha<br>vermelha        | <i>Calliandra tweedii</i> Benth.                                  | Fabaceae-<br>mimosoideae      | 2     | Nativa  | Não   |
| Falsa murta                   | <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jacq.                              | Rutaceae                      | 358   | Exótica | Não   |
| Falso barbatimão              | <i>Cassia leptophylla</i> Vogel                                   | Fabaceae-<br>caesalpinioideae | 2     | Nativa  | Não   |
| Figueira benjamina            | <i>Ficus benjamina</i> L.                                         | Moraceae                      | 21    | Exótica | Não   |
| Flamboyam de<br>jardim        | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.                           | Fabaceae-<br>caesalpinioideae | 34    | Exótica | Não   |
| Flamboyant                    | <i>Delonix regia</i><br>(Bojer ex Hook.) Raf.                     | Fabaceae-<br>caesalpinioideae | 1     | Exótica | Não   |
| Goiabeira                     | <i>Psidium guajava</i> L.                                         | Myrtaceae                     | 4     | Nativa  | Sim   |
| Grevílea anã                  | <i>Grevillea banksii</i> R. Br.                                   | Proteaceae                    | 5     | Exótica | Não   |
| Grumixama                     | <i>Eugenia brasilienses</i> Lam.                                  | Myrtaceae                     | 1     | Nativa  | Sim   |
| Hibisco                       | <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.                                  | Malvaceae                     | 3     | Exótica | Não   |
| Indeterminado 1               | -                                                                 | -                             | 1     | -       | -     |
| Ipê amarelo                   | <i>Handroanthus ochraceus</i><br>(Cham.) Mattos                   | Bignoniaceae                  | 69    | Nativa  | Não   |
| Ipê branco                    | <i>Handroanthus roseo-albus</i><br>(Ridl.) Mattos                 | Bignoniaceae                  | 44    | Nativa  | Não   |
| Ipê roxo                      | <i>Handroanthus avellanadae</i><br>Lorentz ex Griseb.             | Bignoniaceae                  | 10    | Nativa  | Não   |
| Ipê roxo de bola              | <i>Handroanthus impetiginosus</i><br>(Mart. Ex DC.) Mattos        | Bignoniaceae                  | 7     | Nativa  | Não   |
| Ipê roxo de sete<br>folhas    | <i>Handroanthus heptaphylla</i><br>(Vell.) Mart.                  | Bignoniaceae                  | 1     | Nativa  | Não   |

Tabela 4. Continuação

| Nome vulgar            | Nome científico                                                        | Família                   | Total | Origem  | Fruto |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|---------|-------|
| Ipê amarelo de jardim  | <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth                                | Bignoniaceae              | 25    | Exótica | Não   |
| Ipê de el salvador     | <i>Handroanthus pentaphylla</i> Hemsl.                                 | Bignoniaceae              | 3     | Exótica | Não   |
| Jaboticabeira          | <i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O. Berg                            | Myrtaceae                 | 2     | Nativa  | Sim   |
| Jacarandá de minas     | <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.                                    | Bignoniaceae              | 2     | Nativa  | Não   |
| Jacarandá mimoso       | <i>Jacaranda-mimosifolia</i> D. Don                                    | Bignoniaceae              | 7     | Exótica | Não   |
| Jambolão               | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels                                     | Myrtaceae                 | 3     | Exótica | Não   |
| Jambo vermelho         | <i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L. M. Perry                    | Myrtaceae                 | 1     | Exótica | Sim   |
| Jasmim de porcelana    | <i>Ervatamia coronaria</i> (Jacq.) Stapf                               | Apocynaceae               | 1     | Exótica | Não   |
| Jasmim manga           | <i>Plumeria rubra</i> L.                                               | Apocynaceae               | 3     | Exótica | Não   |
| Jatobá                 | <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne                            | Fabaceae-caesalpinioideae | 1     | Nativa  | Sim   |
| Jerivá                 | <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman                          | Areaceae                  | 95    | Nativa  | Sim   |
| Limoeiro               | <i>Citrus limonia</i> Osbeck                                           | Rutaceae                  | 2     | Exótica | Sim   |
| Lofantera da amazônia  | <i>Lophantera lactescens</i> Ducke                                     | Malpighiaceae             | 2     | Nativa  | Não   |
| Macadânia              | <i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche                          | Proteaceae                | 1     | Exótica | Sim   |
| Magnólia amarela       | <i>Michelia champaca</i> L.                                            | Magnoliaceae              | 246   | Exótica | Não   |
| Mamoeiro               | <i>Carica papaya</i> L.                                                | Caricaceae                | 2     | Exótica | Sim   |
| Manacá da serra        | <i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.                                      | Melastomaceae             | 40    | Nativa  | Não   |
| Manacá de cheiro       | <i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don                               | Solanaceae                | 2     | Nativa  | Não   |
| Manduirana             | <i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H. S. Irwin & Barneby        | Fabaceae-caesalpinioideae | 7     | Nativa  | Não   |
| Mangueira              | <i>Mangifera indica</i> L.                                             | Anacardiaceae             | 3     | Exótica | Sim   |
| Melaleuca              | <i>Melaleuca linariifolia</i> Sm.                                      | Myrtaceae                 | 33    | Exótica | Não   |
| Mirindiba rosa         | <i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne                                    | Lythraceae                | 2     | Nativa  | Não   |
| Mulungu do litoral     | <i>Erythrina speciosa</i> Andrews                                      | Fabaceae-papilionoideae   | 4     | Nativa  | Não   |
| Munguba                | <i>Pachira aquatica</i> Aubl.                                          | Bombacaceae               | 5     | Nativa  | Sim   |
| Neve da montanha       | <i>Euphorbia leucocephala</i> Lotsy                                    | Euphorbiaceae             | 4     | Exótica | Não   |
| Oiti                   | <i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch                              | Chrysobalanaceae          | 78    | Nativa  | Sim   |
| Palmeira indaiá        | <i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret                                    | Areaceae                  | 1     | Nativa  | Sim   |
| Palmeira rabo de peixe | <i>Caryota urens</i> L.                                                | Areaceae                  | 2     | Exótica | Não   |
| Palmeira triângulo     | <i>Dypsis decaryi</i> (Jum.) Beentje & J. Dransf.                      | Areaceae                  | 2     | Exótica | Sim   |
| Pata de vaca           | <i>Bauhinia variegata</i> L.                                           | Fabaceae-caesalpinioideae | 81    | Exótica | Não   |
| Pau ferro              | <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul. var. <i>leiostachya</i> Benth. | Fabaceae-caesalpinioideae | 2     | Nativa  | Não   |

Tabela 4. Continuação

| <b>Nome vulgar</b>    | <b>Nome científico</b>                                | <b>Família</b>                | <b>Total</b> | <b>Origem</b> | <b>Fruto</b> |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------------|--------------|
| Pessegueiro           | <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch                     | Rosaceae                      | 1            | Exótica       | Sim          |
| Pinheiro do paraná    | <i>Araucaria angustifolia</i><br>(Bertol.) Kuntze     | Araucariaceae                 | 1            | Nativa        | Sim          |
| Pinheiro de buda      | <i>Podocarpus macrophyllus</i><br>(Thunn.) Sweet      | Podocarpaceae                 | 1            | Exótica       | Não          |
| Pitangueira           | <i>Eugenia uniflora</i> L.                            | Myrtaceae                     | 9            | Nativa        | Sim          |
| Pltano               | <i>Platanus acerifolia</i> (Aiton) Willd.             | Plantanaceae                  | 4            | Exótica       | Não          |
| Primavera             | <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.               | Nyctaginaceae                 | 4            | Nativa        | Não          |
| Quaresmeira           | <i>Tibouchina granulosa</i><br>(Desr.) Cogn.          | Melastomaceae                 | 66           | Nativa        | Não          |
| Resed                | <i>Lagerstroemia indica</i> L.                        | Lythraceae                    | 207          | Exótica       | Não          |
| Rom                  | <i>Punica granatum</i> L.                             | Punicaceae                    | 4            | Exótica       | Sim          |
| Rosa de jeric        | <i>Hibiscus mutabilis</i> L.                          | Malvaceae                     | 1            | Exótica       | Não          |
| Saboneteiro           | <i>Sapindus saponaria</i> L.                          | Sapindaceae                   | 26           | Nativa        | Não          |
| Santa Brbara         | <i>Melia azedarach</i> L.                             | Meliaceae                     | 1            | Exótica       | Não          |
| Seringueira de jardim | <i>Ficus elastica</i> Roxb.                           | Moraceae                      | 4            | Exótica       | Não          |
| Sibipiruna            | <i>Caesalpinia pluviosa</i> D. C.                     | Fabaceae-<br>caesalpinioideae | 123          | Nativa        | Não          |
| Siraricito            | <i>Cojoba sophorocarpa</i><br>(Benth.) Britton & Rose | Fabaceae-<br>mimosoideae      | 6            | Exótica       | Não          |
| Tamareira an         | <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien                     | Arecaceae                     | 2            | Exótica       | Não          |
| Tamarindeiro          | <i>Tamarindus indica</i> L.                           | Fabaceae-<br>caesalpinioideae | 5            | Exótica       | Sim          |
| Uva japonesa          | <i>Hovenia dulcis</i> Thunb.                          | Rhamnaceae                    | 1            | Exótica       | Sim          |

A título de comparao, os estudos de Veiga et al. (1999) identificaram ao todo 77 espécies vegetais diferentes presentes na arborizao viária da cidade de Seropédica-RJ; em Franca-SP foi catalogado um total de 72 espécies (SILVA et al., 2008), em Santos-SP 65 espécies (MENEGETTI, 2003); e em Piracicaba-SP 117 espécies (LIMA, 1993).

Na rea urbana de São Carlos, embora tenha sido encontrado um número total relativamente alto de diversidade de espécies, a grande maioria (57) possuiu no máximo quatro indivíduos por espécie, sendo 20 delas representadas somente por dois exemplares e 22 representadas apenas por um único exemplar, como foi o caso do algodoeiro, rosa de jericó, cheflera, flamboyant, ipê roxo de sete folhas, santa bárbara, bracatinga e pinheiro de buda.

A baixa frequência de indivíduos por espécie demonstrou que boa parte dos plantios foi feita por iniciativa da própria populao. Ao que, sem dvida, contribuiu para o incremento da diversidade local, mas que vem, no entanto, prejudicar todo um planejamento.



Do total das 2626 árvores catalogadas, 147 foram consideradas árvores mortas. Elas corresponderam a 5,6% da população total, somando mais que os 3,9% encontrados em Viçosa (MARTINS et al. 1992); mais que os 1,7% verificados em Bento Gonçalves (SANTOS et al. 1991); e 0,5% em Jaboticabal (SILVA FILHO, 2002), porém menor que o valor encontrado por Lima (1993) em Piracicaba: 6,7%, considerado um valor alto.

Das 47 ruas percorridas, apenas quatro não apresentaram árvores mortas. A causa da morte não foi estabelecida. O fato de estarem mortas, secas e tendo grande parte de suas copas excluídas dificultou também a identificação das espécies. No entanto, dos 46 indivíduos classificados, 45,6% pertenciam à espécie *Schinus molle*.

Com os dados dos 2479 indivíduos encontrados vivos, foi elaborada uma tabela (Tabela 5) que apresenta a distribuição quantitativa das espécies mais abundantes encontradas na arborização viária do local de estudo.

TABELA 5. Frequência relativa das espécies mais abundantes encontradas na arborização viária da zona central urbana de São Carlos-SP.

| Nome vulgar                | Nome científico                   | Total | Frequência (%) |
|----------------------------|-----------------------------------|-------|----------------|
| Aroeira salsa              | <i>Schinus molle</i>              | 437   | 17,2           |
| Falsa murta                | <i>Murraya paniculata</i>         | 355   | 14,3           |
| Magnólia amarela           | <i>Michelia champaca</i>          | 239   | 9,6            |
| Resedá                     | <i>Lagerstroemia indica</i>       | 206   | 8,3            |
| Sibipiruna                 | <i>Caesalpinia pluviosa</i>       | 119   | 4,8            |
| Jerivá                     | <i>Syagrus romanzoffiana</i>      | 95    | 3,8            |
| Alfeneiro                  | <i>Ligustrum lucidum</i>          | 83    | 3,3            |
| Pata de vaca               | <i>Bauhinia variegata</i>         | 81    | 3,3            |
| Oiti                       | <i>Licania tomentosa</i>          | 78    | 3,2            |
| Ipê amarelo                | <i>Handroanthus ochraceus</i>     | 69    | 2,8            |
| Quaresmeira                | <i>Tibouchina granulosa</i>       | 64    | 2,6            |
| Escova de garrafa pendente | <i>Callistemon viminalis</i>      | 51    | 2,1            |
| Ipê branco                 | <i>Handroanthus roseo-albus</i>   | 42    | 1,7            |
| Manacá da serra            | <i>Tibouchina mutabilis</i>       | 39    | 1,6            |
| Flamboyam de jardim        | <i>Caesalpinia pulcherrima</i>    | 34    | 1,4            |
| Melaleuca                  | <i>Melaleuca linariifolia Sm.</i> | 33    | 1,3            |
| Espirradeira               | <i>Nerium oleander</i>            | 31    | 1,3            |
| Saboneteiro                | <i>Sapindus saponaria</i>         | 26    | 1,1            |
| Ipê amarelo de jardim      | <i>Tecoma stans</i>               | 25    | 1,0            |
| Chapéu de sol              | <i>Terminalia catappa</i>         | 23    | 0,9            |
| Figueira benjamina         | <i>Ficus benjamina</i>            | 21    | 0,9            |
| Escova de garrafa          | <i>Callistemon imperialis</i>     | 20    | 0,8            |
| Cana fístula               | <i>Cassia fistula</i>             | 20    | 0,8            |

Conforme os estudos de Winters et al. (1992) citado por Lima (1993), existe em todo o Brasil uma similaridade nas espécies de maior frequência como: alfeneiro (*Ligustrum lucidum*), quaresmeira (*Tibouchina granulosa*), ipê (*Handroanthus sp*), pata de vaca (*Bauhinia variegata*), resedá (*Lagerstroemia indica*), oiti (*Licania tomentosa*), espirradeira (*Nerium oleander*), entre outras. Na presente pesquisa, a cidade de São Carlos ratificou os estudos de Winters et al. (1992).

Segundo Grey e Deneke (1986), o valor mínimo de espécies a serem utilizadas para compor de forma homogênea a arborização de uma cidade seria de 7 a 10. Nesse enfoque, por meio da análise da Tabela 5, constatou-se que a soma das 10 primeiras espécies listadas constituiu 70,6% da população vegetal, indicando uma equidade regular.

De acordo com o texto de Albrecht (1998), verifica-se que a arborização na maioria das cidades brasileiras é composta por árvores concentradas em um número reduzido de espécies. Segundo o plano diretor de Cuiabá-MT (1991), por exemplo, das 5283 árvores levantadas, 73,8% pertenciam a apenas cinco espécies, sendo a mais plantada na arborização viária a *Licania tomentosa* (oiti), representando 32,3% da população total. Na cidade de Botucatu-SP, a espécie mais abundante - *Caesalpinia pluviosa* (sibipiruna) - obteve a marca de 70,6% do total da população (BUENO et al., 1994); em Maringá-PR (MILANO, 1988), a espécie dominante atingiu um valor um pouco menor que 50%, no qual a distribuição da arborização viária dessa cidade foi qualificada como “crítica” segundo esse mesmo autor.

Os dados contidos na Tabela 5, de acordo com a teoria dos “10-20-30”, desenvolvida por Santamour (1990) sobre diversidade de espécies no meio urbano, mostraram que, com exceção das duas primeiras espécies - *Schinus molle* e *Murraya paniculata* -, cujas frequências relativas (17,4% e 14,3%; respectivamente) extrapolaram o valor máximo sugerido pela teoria, o restante das espécies encontraram-se adequadas a ela. Contudo, observou-se que outras duas espécies - *Michelia champaca* (magnólia-amarela) e *Lagerstroemia indica* (resedá) - apresentaram valores muito próximos ao estabelecido.

Em relação aos gêneros, dos 78 catalogados, 62 foram compostos por uma única espécie. Dos 15 gêneros restantes, os gêneros *Handroanthus* e *Cassia* formaram os maiores grupos, com respectivamente seis e cinco espécies diferentes. Na sequência apresenta-se o gráfico de frequência dos gêneros em relação à população total inventariada (Figura 12).

Na categoria denominada “Outros” foram inseridos todos os gêneros cuja frequência na população foi igual ou menor que 0,16% (quantidade que equivale a um total de quatro indivíduos cadastrados). Compuseram este grupo: Hymenaea, Schefflera, Delonix, Attalea, Hovenia, Bombacopsis, Caryca, Prunus, Araucaria, Podocarpus, Heliocarpus, Rheedia, Mimosa, Myrciaria, Caryota, Lafoensia, Brunfelsia, Lophantera, Citrus, Koelreuteria, Cedrela, Dracena, Cocos, Camellia, Hibiscus, Euphorbia, Bougainvillea, Plumeria, Thevetia e Mangifera.

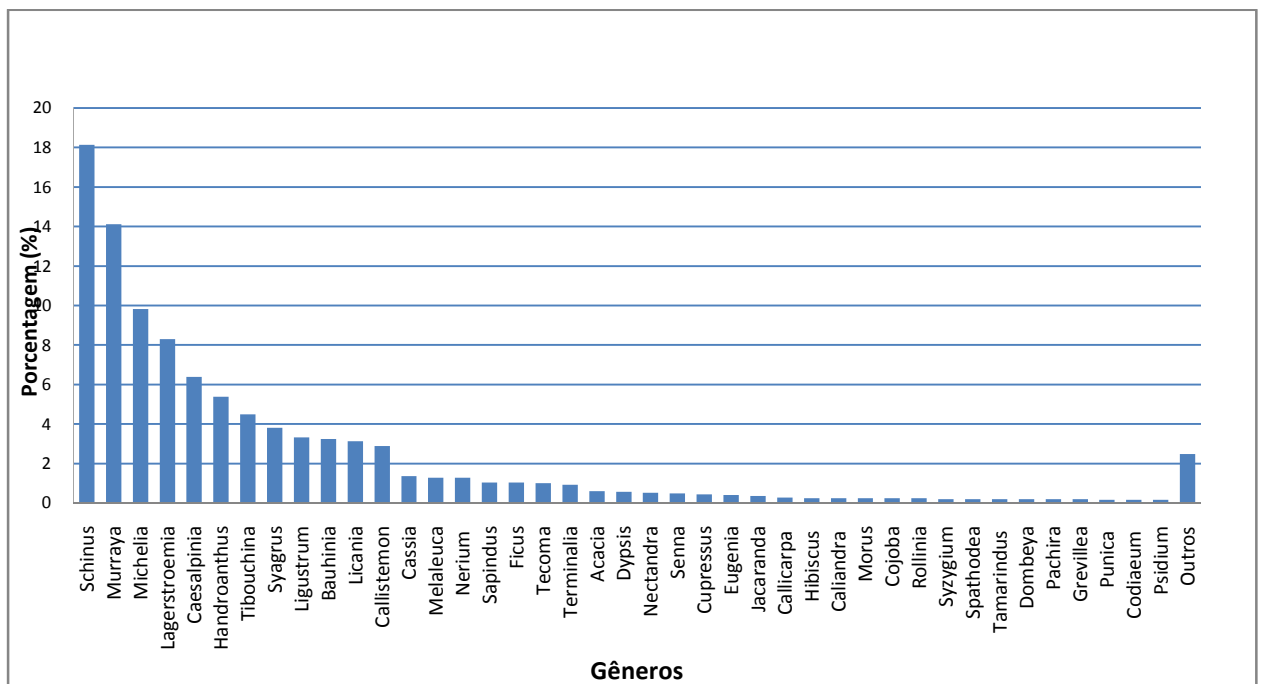


FIGURA 12. Gêneros mais frequentes e porcentagem com relação ao total de árvores inventariadas.

Todos os gêneros encontraram-se abaixo dos 20% estipulado pela teoria de Santamour (1990). Observou-se que a ordem dos cinco primeiros gêneros mais frequentes na arborização viária da área central de São Carlos foi a mesma que da distribuição de espécies. Nas demais colocações, a ordem e suas respectivas frequências, também pouco variaram.

Em relação às famílias, o valor máximo que uma poderia atingir em relação à quantidade da população amostrada, segundo a metodologia de Santamour (1990), seria de 30%. Das 44 famílias distintas definidas, pela análise da Figura 13, notou-se que todas elas estão a ela conforme. Muito mais que isso, o gráfico mostrou que nenhuma família apresentou uma frequência acima dos 20%, conferindo à composição apresentada uma equitabilidade nos valores.

No entanto, a família que mais se destacou foi a Anacardiaceae com os exatos 17,9% da comunidade total, representada pelas espécies aroeira salsa (*Schinus molle*), aroeira pimenteira (*Schinus terebinthifolia*) e a mangueira (*Mangifera indica*). A segunda família mais representativa foi a Rutaceae (14,20%), formada por duas espécies, *Murraya paniculata* (Falsa-murta) e o *Citrus limonia* (limoeiro). A família que mais surpreendeu, por inverter a ordem esperada quando se compara estes dados com a tabela de espécies, foi a família Fabaceae-caesalpinioideae que ocupou a terceira maior porcentagem com 11,5%, em detrimento da família Magnoliaceae, que atingiu o marco de 9,8% do total.

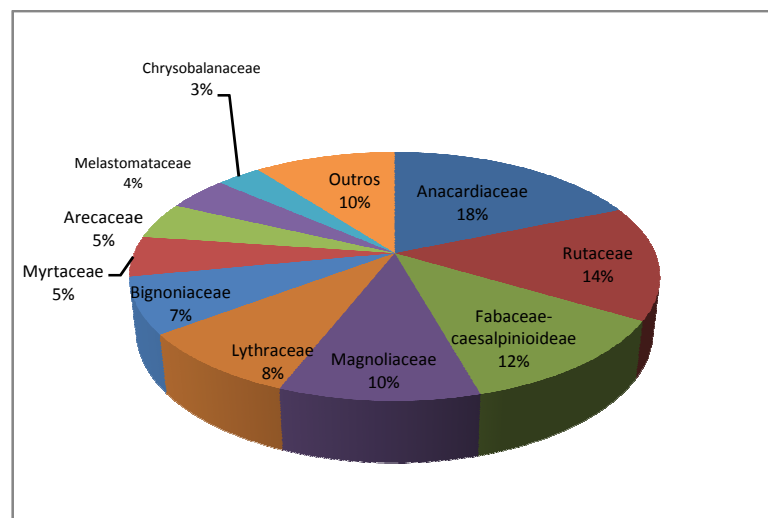


FIGURA 13. Diversidade de famílias na arborização viária da área central de São Carlos.

Esta reviravolta se deu porque a família Magnoliaceae, composta apenas pela espécie *Michelia champaca* (magnólia), apesar de apresentar grande quantidade de indivíduos (245 do total), não superou em números quando se somam todos os indivíduos da família Fabaceae-caesalpinioideae (288), composta por 14 espécies botânicas (jatobá, sibipiruma, pata de vaca, quatro espécies de cássias, duas espécies de flamboyans etc.).

A família Lythraceae, representada basicamente pelos resedás, somaram 8,4% da população total, seguida pela a família Bignoniaceae composta pelos gêneros *Handroanthus* (ipês), *Jacaranda* (jacarandás) e *Sphatodea* (espatódea) com 6,9%.

Assim, para que a arborização da área central da cidade não sofra com possíveis perdas decorrentes de ataque de pragas ou doenças seria importante diminuir a incidência da espécie dominante (*Schinus molle*), essa diminuição se daria não pela erradicação desta espécie e sim pela promoção do plantio de outras. Nesse caso, como a distribuição das famílias encontrou-

se com valores bem abaixo do máximo estipulado, aconselha-se que as espécies dentro destas mesmas famílias, com exceção da família Rutaceae (cuja espécie *Murraya paniculata* passa da concentração máxima permitida) sejam as incentivadas para plantio, por exemplo: magnólia, alfeneiro, oiti, quaresmeira, melaleuca, pata-de-vaca e todas as espécies do gênero dos ipês (amarelo, branco, rosa, roxo etc.).

#### **4.1.2. Índice de diversidade**

Foi verificado na área de estudo abrangida nesta pesquisa um índice de diversidade igual a 3,18, de acordo com a expressão proposta por Shannon-Weiner ( $H'$ ), que considera riqueza e abundância.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener para a arborização viária da Estância de Águas de São Pedro-SP foi de 3,90 (BORTOLETO, 2004); Meneghetti (2003), acompanhando a arborização dos bairros da orla marítima do município de Santos-SP, obteve o valor de 2,63; na região metropolitana de Santiago (Chile), trabalho desenvolvido por Mazza et al. (2002) para a arborização pública e particular obteve um índice 3,24 e 4,01 respectivamente; e Rolim e Nascimento (1997) determinaram para uma reserva florestal de Linhares-ES um  $H'$  de 5,06, considerado um dos mais altos obtidos em levantamentos florestais em áreas brasileiras.

Contudo, qualquer comparação entre resultados de trabalhos com metodologias e locais tão distintos não é aconselhável. Existe a necessidade de mais pesquisas relacionadas ao assunto a fim de se obter indicações de índices mínimos e máximos desejáveis para a área urbana. No entanto, uma afirmação possível de ser feita é que os dados têm refletido o que já se observa em campo, ou seja, ocorre na arborização das cidades uma grande abundância de uma quantidade restrita de espécies.

#### **4.1.3. Índice de indivíduos por quilometragem de rua**

A partir dos dados inventariados, foi calculado o índice de indivíduos por quilometragem de rua - de acordo com seu comprimento e número total de indivíduos encontrados - para cada uma das 47 vias públicas percorridas (Tabela 6).

Pela observação da Tabela 6, foi possível constatar que a Rua Alípio Benedito, a segunda menor em extensão (291 m), foi a que possuiu o maior índice de indivíduos por quilômetro de rua: 79,03; seguida pela Rua Major José Inácio: 48,20; e a travessa Waldemar Nutti: 45,26 (a menor rua em extensão). O fato de serem ruas curtas e sem saída justificaram o primeiro e terceiro maior índice. Já no caso da longa (2925 m) e movimentada Rua Major José Inácio, isso ocorreu pela grande quantidade de mudas ali presentes dada a ação de um projeto de educação ambiental chamado “Rua Viva”<sup>9</sup>, que tomou a referida rua como área de atuação.

Em contrapartida, encontrou-se entre as ruas menos arborizadas a Avenida São Carlos, Rua Episcopal e Rua Quinze de Novembro, cujos valores foram respectivamente 5,76, 9,09 e 9,22. Isso aconteceu porque tais ruas, além de pertencerem a uma área comercial relevante, apresentaram também intenso tráfego tanto de pedestres quanto de veículos. Esses fatores frequentemente geram conflitos com o vegetal, culminando quase sempre em sua exclusão. Contudo, se estes foram os motivos que determinou a pouca quantidade de árvores nas referidas ruas, estes também seriam os pretextos que deveriam fazer delas as ruas com os maiores índices de arborização, pois seriam nelas que a vegetação, se bem implantada, poderia trazer à população o seu mais notório benefício (o conforto térmico).

Foi obtido também um índice médio para a área estudada igual a 26,73 indivíduos por quilômetro de rua percorrida. Em termos de comparação, na capital do Amazonas, observou-se 20 árvores por quilômetro de rua (COSTA; HIGUCHI, 1999); em Campos de Jordão-SP constatou-se 17,22 árvores por quilômetro de rua (ANDRADE, 2002); já para a cidade de Piracicaba e Estância de Águas de São Pedro-SP esse índice foi, respectivamente, de 89,5 (LIMA, 1993) e 130 (BORTOLETO, 2004).

Segundo Silva Filho (2002), o valor recomendado desse índice é de 200 árvores por quilômetro de rua, referente à arborização em ambos os lados da via pública, mantendo as árvores com espaçamento de 10 m. De todas as ruas analisadas, nenhuma (e conseqüentemente sua média) enquadrou-se no parâmetro indicado. Esse dado permite estimar para a área central da cidade de São Carlos um déficit total de 18935 árvores.

---

<sup>9</sup> Projeto realizado pela Ong Ramudá em parceria com a Prefeitura Municipal de São Carlos em 2007, que consistiu em uma campanha de sensibilização e informação aos moradores sobre os principais cuidados com as árvores e sua importância, incluindo o serviço de plantio de mudas nas calçadas dos moradores que aderiram ao projeto.

TABELA 6. Índice de indivíduos por quilômetro de cada via pública da área de estudo.

| Nome da via pública                | Comprimento (m) | Total de Indivíduos | Índice de ind./km de rua |
|------------------------------------|-----------------|---------------------|--------------------------|
| Alípio Benedito, rua               | 291             | 23                  | 79,03                    |
| Major José Inácio, rua             | 2925            | 141                 | 48,20                    |
| Waldemar Nutti, travessa           | 243             | 11                  | 45,26                    |
| Alfredo Lopes, rua                 | 1267            | 54                  | 42,62                    |
| Doutor Orlando Damiano, rua        | 1945            | 79                  | 40,61                    |
| Padre Teixeira, rua                | 3331            | 134                 | 40,22                    |
| Serafim Vieira de Almeida, rua     | 679             | 26                  | 38,29                    |
| Tiradentes, rua                    | 1505            | 56                  | 37,20                    |
| Sete de Setembro, rua              | 3068            | 109                 | 35,52                    |
| Princesa Izabel, rua               | 792             | 28                  | 35,35                    |
| Marechal Teodoro da Fonseca, rua   | 2981            | 105                 | 35,22                    |
| Vinte e Oito de Setembro, rua      | 2723            | 90                  | 33,05                    |
| Campos Sales, rua                  | 1940            | 61                  | 31,44                    |
| Treze de Maio, rua                 | 3600            | 111                 | 30,83                    |
| Vinte e Quatro de Maio, rua        | 392             | 12                  | 30,61                    |
| Conde do Pinhal, rua               | 4095            | 125                 | 30,52                    |
| Vitor Manuel de Souza Lima, rua    | 1358            | 41                  | 30,19                    |
| Rui Barbosa, rua                   | 3298            | 98                  | 29,71                    |
| São Sebastião, rua                 | 3705            | 109                 | 29,41                    |
| Delfino M. de C. Penteado, rua     | 585             | 17                  | 29,05                    |
| Dom Pedro Segundo, rua             | 3315            | 93                  | 28,05                    |
| Nove de Julho, rua                 | 2730            | 76                  | 27,83                    |
| Conselheiro João Alfredo, rua      | 341             | 9                   | 26,39                    |
| Major Júlio Sales, rua             | 1261            | 33                  | 26,16                    |
| Riachuelo, rua                     | 2145            | 56                  | 26,10                    |
| Aquidabam, rua                     | 2716            | 69                  | 25,40                    |
| Geminiano Costa, rua               | 3400            | 81                  | 23,82                    |
| Adão Pereira da Silva Cabral, rua  | 975             | 23                  | 23,58                    |
| São Joaquim, rua                   | 3298            | 77                  | 23,34                    |
| Santa Cruz, rua                    | 1929            | 44                  | 22,80                    |
| São Paulo, rua                     | 3120            | 70                  | 22,43                    |
| Dona Maria Jacinta, rua            | 536             | 12                  | 22,38                    |
| Antônio Rodrigues Cajado, rua      | 2724            | 58                  | 21,29                    |
| Visconde de Inhaúma, rua           | 2925            | 62                  | 21,19                    |
| Jesuíno de Arruda, rua             | 3626            | 68                  | 18,75                    |
| Benedito da Silva, rua             | 550             | 10                  | 18,18                    |
| Rafael de Abreu Sampaio Vidal, rua | 2723            | 45                  | 16,52                    |
| Dona Alexandrina, rua              | 3315            | 45                  | 13,57                    |
| Bento Carlos, rua                  | 1950            | 26                  | 13,33                    |
| Paulino Botelho de A. Sampaio, rua | 1657            | 22                  | 13,27                    |
| General Osório, rua                | 2730            | 35                  | 12,82                    |
| Doutor Carlos Botelho, avenida     | 3705            | 46                  | 12,41                    |
| José Bonifácio, rua                | 3510            | 37                  | 10,54                    |
| Marcolino Lopes Barreto, rua       | 1620            | 16                  | 9,87                     |
| Quinze de Novembro, rua            | 3686            | 34                  | 9,22                     |
| Episcopal, rua                     | 3298            | 30                  | 9,09                     |
| São Carlos, avenida                | 3298            | 19                  | 5,76                     |

#### 4.1.4. Condição geral das mudas

De todos os vegetais encontrados nas calçadas das vias públicas abrangidas pela área de estudo, foram cadastrados 502 mudas, representando 19,1% da população, quantidade considerada significativa evidenciando o recente interesse e investimento nesse setor. Destas, 29% eram mudas de resedá (146 indivíduos), 9% de quaresmeira (46 indivíduos) e 7% de manacá e oiti (37 indivíduos de cada espécie). Sendo apenas 9 espécies de plantas frutíferas.

Cinco ruas não possuíam novas plantas: Quinze de Novembro, Paulino Botelho de Abreu Sampaio, Dona Maria Jacinta, Serafim Vieira de Almeida e Princesa Izabel. Dentre as que continham mudas, a Rua Major José Inácio foi a que possuía maior quantidade (81 indivíduos), sendo 27 resedás, 18 quaresmeiras, 9 acácias e 7 escovas de garrafa. Em seguida, temos a Rua Conde do Pinhal, com 56 indivíduos, com predomínio de resedás (23) e oitis (4).

A grande quantidade de mudas presentes nessas duas vias bem como a dominância das espécies acima elencadas, principalmente os resedás, deu-se pela ação do programa “Rua Viva” (outrora mencionado), cujo enfoque de incremento da arborização e sensibilização foi dado nessas ruas, no qual ofereciam as referidas espécies entre as mudas disponíveis para plantio.

A média da altura total foi de 1,45 m, um valor bem abaixo do padrão recomendado (2,50 m). Apenas 10,4% das mudas apresentaram altura da primeira bifurcação maior que 1,80 m. A altura média dessa variável foi de 87 cm. Essa situação reflete a baixa qualidade das mudas produzidas e a falta de poda de condução.

Segundo normas técnicas de manejo, o DAP ideal para mudas prontas para plantio é de três centímetros. Contudo, somente 31,3% das mudas inventariadas possuíam um valor igual ou superior ao estipulado. Do restante (com porcentagens semelhantes), 24,7%; 21,5% e 22,5% atingiram valores entre 0,3 a 1 cm; 1,1 a 2 cm e 2,1 a 2,9 cm; respectivamente.

Além disso, a grande maioria das mudas não possuía gradil de proteção (86,5%), recuo do meio fio viário (69,9%) e pouco ou nenhuma área livre adequada à futura dimensão que o tronco atingirá (66,9%). No entanto, 67,7% dessa população apresentaram tutor de condução bem ajustados; 89,4% das mudas foram plantadas em conformidade com a distância mínima



estabelecida a qualquer tipo de equipamento urbano; e 98,4% mostraram ter um bom desenvolvimento da parte aérea, sem problemas de enraizamento ou de injúrias.

#### 4.1.5. Dimensões: altura, DAP e bifurcação

Em relação à altura total das árvores vivas adultas, 55% das plantas utilizadas para a arborização viária ao longo das calçadas, na área de estudo, pertenceram à classe 1 (abaixo da fiação telefônica); 30%, à classe 2 (altura entre 5,40 m e 7,30 m); 11%, à classe 3 (cujo ponto mais alto da copa permanecia entre altura da rede elétrica de baixa e alta tensão); e 4%, à classe 4 (acima da fiação elétrica de alta tensão: 9,10 m) de um conjunto de 1977 indivíduos.

A listagem das diferentes classes de altura com sua respectiva quantidade de espécies, seguido pela indicação dos dois primeiros mais abundantes, é apresentada na Tabela 7 abaixo.

TABELA 7. Total de espécies e as mais abundantes por classe de altura da área de estudo.

| Altura | N. de espécies | 1ª espécie mais abundante   | 2ª espécie mais abundante    |
|--------|----------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1      | 73             | <i>Murraya paniculata</i>   | <i>Schinus molle</i>         |
| 2      | 45             | <i>Schinus molle</i>        | <i>Michelia champaca</i>     |
| 3      | 32             | <i>Caesalpinia pluviosa</i> | <i>Michelia champaca</i>     |
| 4      | 15             | <i>Caesalpinia pluviosa</i> | <i>Syagrus romanzoffiana</i> |

Pela análise do texto e da Tabela 7, notou-se o predomínio de indivíduos da classe 1 (considerados vegetais de pequeno porte) das mais variadas idades e espécies, no qual a espécie *M. paniculata* se destacou. As classes 2 e 3 (vegetais de médio porte) apresentaram uma quantidade inferior de espécies, sendo as de maior frequência a *S. molle*, a *M. champaca* e a *C. pluviosa*. Apenas 81 indivíduos de 15 espécies diferentes atingiram altura maior que 9,10 m, caracterizando espécies de grande porte, sendo 55 desses indivíduos sibipirunas.

A média encontrada para os diâmetros à altura do peito (DAP) foi de 21,4 cm, indicando uma arborização formada, preponderantemente, por indivíduos jovens. Essa tendência pode ser observada na Tabela 8 sobre a distribuição dos vegetais inventariados de acordo com sua classe de diâmetro.

Dos plantios mais recentes, prevaleceram as espécies de falsa murta, aroeira salsa, ipê amarelo, resedá, oiti, flamboyam de jardim e o ipê amarelo de jardim. Dos plantios mais

antigos (maiores classes de DAP), foram encontradas, principalmente em grande parcela da população, espécies de sibipiruna, pata de vaca, magnólia amarela e chapéu de sol.

TABELA 8. Frequência das classes de diâmetro a altura do peito (DAP).

| Classe de DAP | Total | Frequência |
|---------------|-------|------------|
| 0 – 10cm      | 368   | 18,7%      |
| 10-20cm       | 641   | 32,5%      |
| 20-30cm       | 591   | 29,9%      |
| 30-40cm       | 215   | 10,9%      |
| >40cm         | 160   | 8,1%       |

Considerando que as alturas e os DAPs resultam da medição de indivíduos de diferentes faixas etárias em um determinado momento, o maior valor (classe) atingido por um exemplar deve ser, de modo a facilitar a escolha da melhor espécie a ser implantada nos futuros projetos de arborização, tomado como base para se ter uma ideia do porte alcançado pelas árvores quando adultas.

Em relação à altura da primeira bifurcação (Hb), a média encontrada foi de 1,5 m, um valor aquém do ideal estabelecido 2,10 m. Na área estudada, 881 indivíduos (44,5% da população) atingiram ou superaram esse valor, sendo as principais espécies a aroeira-salsa, a sibipiruna, a magnólia e grande quantidade de espécies do gênero dos *Handroanthus*.

Apesar da elevada porcentagem de indivíduos abaixo da altura recomendada (55,5%), apenas 104 deles (5,3%) interferiram no livre trânsito de pedestres e/ou de veículos. Essa comunidade, formada essencialmente por espécies de *M. paniculata* e *L. indica*, reflete uma constante necessidade de manutenção por parte da prefeitura local (podas de condução e correção de erros de má formação). Esse trabalho pode ser futuramente minimizado caso haja uma pré-seleção das mudas que irão para as calçadas.

#### 4.1.6. Análise da variável: exótica *versus* nativa, frutíferas

De toda comunidade cadastrada da arborização viária da região central de São Carlos, constatou-se que 55,5% dela foi composta por espécies exóticas contra 44,5% de espécies nativas do Brasil (Tabela 4). Apesar dos valores serem pouco discrepantes, a fato de a quantidade de nativas ser menor que a de exóticas sugere-se a necessidade de incentivo do plantio de espécimes da flora nacional, a fim de se evitar problemas como competição e

extinção de espécies bem como para reforçar nossa riqueza cultural e outros fatores outrora discutidos.

Como foi observado na Tabela 4, das 103 espécies cadastradas 26 foram plantas fornecedoras de frutos comestíveis ao homem, entre elas *Licania tomentosa* (oiti) e *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), onde juntas somaram 73% do total da população de frutíferas.

As 24 espécies restantes (acerola, amoreira preta, araticum, bacupari, castanha do maranhão, coqueiro, goiabeira, grumixama, jaboticabeira, jambo vermelho, jatobá, limoeiro, macadânia, mamoeiro, mangueira, munguba, palmeira indaiá, palmeira triângulo, pessegueiro, pinheiro do paraná, pitangueira, romã, tamarindeiro e uva japonesa) apareceram em pequenas proporções, representando apenas 2,6% da população total inventariada.

De acordo com Milano (1988), mesmo sendo baixa a quantidade de frutíferas seria importante ao órgão municipal encarregado pelo setor relacionar algumas espécies favoráveis ao plantio nas calçadas, visto que em decorrência, principalmente de seu porte avantajado e tamanho do fruto, algumas das espécies acima mencionadas não são adequadas ao passeio.

#### **4.1.7. Integridade física e sanitária**

A avaliação da integridade física e sanitária da população adulta inventariada foi realizada por meio da análise dos dados qualitativos coletados das principais partes formadoras da árvore: o tronco, a raiz e a copa.

Do total de árvores adultas inventariadas, foi encontrado, no tronco, baixa frequência de indivíduos acometidos por qualquer tipo de lesão mecânica (9,9%) e/ou sanitária (8,5%), sendo que, desse total, 71 indivíduos (3,6%) apresentaram alto grau de severidade no qual poderia levá-lo a um declínio irreversível. A Tabela 9 mostra a frequência dos tipos de injúria distribuídos conforme sua intensidade.

Observou-se que existe uma similaridade entre os valores de injúria mecânica com os de fitossanidade em todos os níveis de severidade. Assim, quando um organismo apresentou-se isento de qualquer tipo de lesão mecânica, ele também não apresentou problemas sanitários, ocorrendo também o inverso. Existe, portanto, uma relação causa-consequência, uma vez que

a identificação de qualquer tipo de dano físico (principalmente com nível de gravidade acima do leve) pode condicionar a presença de injúrias derivadas de ataques de patógenos, pragas e/ou parasitas.

TABELA 9. Frequência relativa dos diferentes graus de severidade das injúrias identificadas no tronco, na raiz e na copa.

| Grau de severidade | Tronco |       | Raiz  |       | Copa  |       |
|--------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | A      | B     | A     | B     | A     | B     |
| Sem dano           | 90,1%  | 91,5% | 93,7% | 95,9% | 74,5% | 90,5% |
| Dano Leve          | 4,8%   | 3,0%  | 3,9%  | 0,8%  | 11,4% | 3,5%  |
| Dano Médio         | 3,4%   | 3,6%  | 1,8%  | 0,8%  | 8,7%  | 3,6%  |
| Dano Grave         | 1,7%   | 1,9%  | 0,7%  | 2,4%  | 5,4%  | 2,4%  |

A: Injúria mecânica, B: Fitossanidade

Outro parâmetro levantado referente ao caule das árvores foi sua tortuosidade. Das 1977 árvores adultas, 237 delas (12%) apresentaram inclinação acentuada, representando problemas para o equilíbrio geral do vegetal e perigo para a passagem dos transeuntes nas calçadas e de veículos nas ruas. O predomínio foi de indivíduos da espécie *S. molle* (74,7%) que, apesar de apresentar boa qualidade estética, é uma espécie de baixa resistência a ações mecânicas de ventos fortes, exigindo uma manutenção constante de condução.

A respeito da condição das raízes, estas atingiram índices aceitáveis, como mostrou a Tabela 9. Grande porcentagem dos indivíduos (1857) possuiu raiz que não aflorou (sem danos); 120 indivíduos apresentaram danos físicos (danificadas por pisoteio, corte e/ou por falta de espaço); 75 elementos arbóreos estavam acometidos por algum patógeno, praga e/ou parasita; e 5 vegetais apresentaram as duas injúrias concomitantemente.

Desconsiderando as lesões de grau leve, onde a árvore pode sozinha se recuperar, pequena foi a quantidade de vegetais que necessitaram de intervenção. De todas as espécies, as que exibiram maior porcentagem de exemplares com a integridade física ou sanitária comprometida foram as sibipirunas e as magnólias.

O comportamento das raízes, em relação ao calçamento (danos causados e compatibilização), será abordado em outro momento.

Passando a analisar a condição geral das copas, dos 1977 indivíduos arbóreos adultos, 1345 deles não apresentaram problemas visíveis. Do restante, 507 plantas (25,6%) mostraram sinais

de injúrias causadas por danos físicos (galhos quebrados por vandalismo, por ação do vento, da chuva ou por poda mal gerenciada); e 188 indivíduos (9,5%) apresentaram a saúde comprometida por alguma praga ou doença.

De acordo com a mesma Tabela 9, foi grande a porcentagem de árvores com copas apresentando danos físicos, causados em quase sua maioria por poda. Foi difícil identificar para cada árvore o responsável pela poda e qual foi o motivo que desencadeou tal ação. Contudo, o que foi observado é que mesmo a poda sendo responsabilidade da prefeitura municipal, particulares e outras companhias a vêm também realizando.

Erroneamente, os leigos podam suas árvores com intuito de trazer-lhes algum benefício, outros (infelizmente a maioria) as fazem para minimizar os problemas decorrentes de falhas de planejamento, em especial o da incompatibilidade do vegetal com a fiação aérea (principal determinante das podas drásticas nas árvores viárias).

Em função das podas drásticas (nas quais ocorre a total supressão das folhas e ramos), as espécies com as piores condições de copa foram: a aroeira salsa (25,4%), a falsa murta (17,9%) e a magnólia amarela (14,2%). Em quantidade menor, encontraram-se também alguns indivíduos de ipês, quaresmeiras, cássias e jacarandás, nos quais devemos focar atenção, pois são espécies ditas “rebeldes”, ou seja, apresentam pequena capacidade de recuperação pós-poda que podem, se nenhuma medida curativa for tomada, entrar em um processo de decadência biológica irreversível.

Em nenhum caso, quando identificado uma poda drástica, foi observado qualquer tipo de pós-tratamento no local do corte para impedir a entrada de pragas ou adubação que as ajudassem a ser recuperar.

#### **4.1.8. Compatibilidade com entorno e condição de plantio**

A seguir, discutem-se todas as variáveis relacionadas à caracterização do espaço físico e dos equipamentos urbanos presentes no entorno do local onde o indivíduo arbóreo está inserido.

Foi encontrado um valor médio de 2,30 m para a largura dos passeios presentes na área central da cidade de São Carlos. Essa média, superior aos encontrados por Lima (1993) em

Piracicaba e por Biondi (1985) em Recife (ambos 2,0 m), demonstrou que o local apresenta uma boa estrutura para o suporte de arborização. O calçamento mais estreito (60 cm) foi localizado na Rua Rafael de Abreu Sampaio Vidal. Já o calçamento mais largo (3,0 m) foi observado em diversos pontos e ruas, principalmente na Avenida São Carlos nas ruas Jesuíno de Arruda e Campos Sales.

Considerando a NBR 9050 (ABNT, 2004), no qual não se recomenda o plantio de árvores em calçadas com largura inferior a 1,50 m, 60 indivíduos estavam em situação irregular. De acordo com São Paulo (2005), em passeios com larguras entre 1,50 e 2,00 m, o ideal é o plantio de árvores de pequeno porte. Nesse sentido, dos 390 indivíduos de árvores presentes nas calçadas com essas dimensões, apenas 96 estavam, sob análise exclusiva desse parâmetro, em situação regular. Nos passeios com larguras entre 2,00 e 2,40 m (onde se recomenda plantio de árvores de pequeno ou médio porte) foram encontrados 1251 indivíduos sendo 171 deles espécies de grande porte.

Quanto ao espaço livre de impermeabilização junto ao tronco, foi detectado que 30,3% das plantas tinham pouquíssima ou nenhuma área livre (classe 1), 46,4% tinham uma pequena área (classe 2) e 23,1% delas tinham uma boa área livre (classe 3).

Dentre as espécies que se destacaram pela grande frequência (proporcional) na classe 1, foram as sibipirunas e as magnólias que, devido ao seu grande porte e à falta de compatibilidade com espaço físico disponível para seu crescimento, em virtude de ruas estreitas, culminou no estrangulamento da região do colo e nas danificações no piso de seu entorno imediato.

Dos indivíduos em conformidade ao critério adotado (classe 3), foram, em sua maioria, espécies de médio e grande porte, fato notório, pois demonstrou que houve nesses casos a preocupação de se relacionar a variável tamanho da árvore com espaço livre de pavimentação. Em relação aos indivíduos presentes na classe 2, ocorreu o predomínio de espécies de médio e pequeno porte, que apesar de se encontrarem fora da medida estipulada, quando considerados suas dimensões, apresentaram espaços adequados para desenvolvimento.

Em relação à distância da árvore ao meio fio viário, sabe-se que quanto maior ela for, menor será a interferência do tráfego da rua sobre ela, diminuindo a probabilidade de danos à copa e ao tronco provocados pela passagem e/ou estacionamento de veículos. Nesse contexto, contudo, apenas 20% de todos os indivíduos analisados apresentaram algum distanciamento

ao meio fio, sendo 195 indivíduos em conformidade ao valor mínimo sugerido (60 cm) e 196 indivíduos com distanciamento menor a esse valor.

Baixa também foi a quantidade de indivíduos arbóreos adultos que apresentam gradil e tutor de condução, perfazendo um total inferior a 2% e 4% da população presente na área central da cidade de São Carlos, respectivamente. Entretanto, é premente a necessidade de remoção desses equipamentos, uma vez que, cumpridas suas funções de proteção e suporte ao vegetal enquanto muda, agora já adulta, sua presença dificulta e compromete sua sobrevivência.

Ademais não foram apenas os gradis e os tutores que constituíram um obstáculo para o pleno desenvolvimento da árvore. Outros equipamentos, ocasionados pela falta de obediência às normas técnicas de inserção e à ausência de manutenção do vegetal, também resultaram em conflitos. Das 1977 árvores adultas estudadas, 899 (mais de 45% da população total) apresentaram um ou mais conflito com o entorno. Os tipos e suas frequências podem ser observados na Tabela 10.

TABELA 10. Tipos e frequência dos conflitos da arborização viária central de São Carlos.

| <b>Tipo de conflito</b> | <b>Total de indivíduos</b> | <b>Frequência</b> |
|-------------------------|----------------------------|-------------------|
| <b>Fiação aérea</b>     | 370                        | 18,7%             |
| <b>Calçamento</b>       | 333                        | 16,8%             |
| <b>Outro vegetal</b>    | 186                        | 9,4%              |
| <b>Transeunte</b>       | 103                        | 5,2%              |
| <b>Garagem</b>          | 99                         | 5%                |
| <b>Trânsito</b>         | 57                         | 2,9%              |
| <b>Poste</b>            | 33                         | 1,7%              |
| <b>Outros</b>           | 45                         | 2,3%              |

O elemento que mais gerou conflito com a vegetação foi a fiação aérea de energia elétrica e telecomunicação, que tinham seus fios em contato constante com alguns ramos do vegetal ou englobados quase que em sua totalidade pela copa, caracterizando um risco iminente à população, exigindo-se, portanto, poda de segurança.

Quanto ao comportamento das raízes em relação ao calçamento, foram observadas apenas 333 plantas com ou sem exposição das raízes, causando algum tipo de dano (levantamento ou

rachadura). O restante, mais de 80% da população de árvores adultas, não afetou a estrutura dos passeios, indicando que ocorreu o crescimento profundo de suas raízes e não superficial.

Foram as seguintes espécies que apresentaram as maiores porcentagens quanto a raízes superficiais, evidenciando avaria ao passeio (em número de indivíduos observados): seringueira de jardim (75%), sibipiruna (53%), espatódia (40%) e pata de vaca (28%).

A primeira é tecnicamente reconhecida como possuidora de raízes superficiais típicas, de modo que, em muitos guias de arborização viária, essa espécie não é recomendada para tal. A segunda, conforme estudos de Milano (1988), se em solos compactados, apresenta tendência em mostrar seu sistema radicular. As demais, costumeiramente não danificam as calçadas com suas raízes. A agressão atual parece ter sido influenciada pelo solo, decorrente de algum tipo de limitação física e/ou química e pela alta taxa de impermeabilização das calçadas.

Ainda conforme a Tabela 10, observou-se que 186 indivíduos arbóreos competiam por espaço, água, nutrientes e oxigênio com outro organismo vegetal, seja ele da mesma espécie (competição intra-específica) ou de espécie distinta (competição interespecífica). A competição intra-específica ocorre pelo brotamento ou pela germinação das sementes produzidas pela própria árvore matriz. Já a competição interespecífica ocorre pelo plantio de espécies arbustivas, ervas ou trepadeiras ao redor das árvores. Cada caso deve ser analisado individualmente, porém, de modo geral, aconselha-se a ampliação da área livre de pavimentação ao redor das plantas ou efetuar a remoção de uma delas.

Em seguida, foi observado que 5,2% e 2,9% da população arbórea inventariada interferiu, respectivamente, na livre passagem de pedestres e do trânsito. Basicamente, três foram os motivos observados: (1) obstrução decorrente da tortuosidade excessiva do tronco (caso de muitos indivíduos da espécie *Schinus molle*, responsável por mais de 80% do total do número de ocorrências de conflito com o tráfego); (2) obstrução dada pela grande quantidade de ramificações do caule; e (3) obstrução da passagem ocasionada pela baixa estatura da copa.

Dos conflitos remanescentes, somente 5% e 1,7% das plantas vivas analisadas estavam plantadas a menos de um metro de entrada e saída de veículos ou não atendiam ao valor mínimo de distanciamento do vegetal com postes de iluminação pública e/ou placas de identificação (3,0 m) respectivamente. Na categoria “Outros”, dos 45 indivíduos assim identificados, 22 entraram em conflito com lixeiras, 20 estavam posicionados a menos de 5 m



da esquina; dos três restantes, um atrapalhava a visualização de um ponto de ônibus, outro, suas raízes entravam em choque com o bueiro e o último tinha seu crescimento limitado pela presença do gradil de proteção.

#### **4.1.9. Hierarquização dos indivíduos conforme a necessidade de manejo**

Sob esse aspecto, a arborização viária da região central da cidade de São Carlos apresentou-se em um nível satisfatório, pois dentro da escala numérica que podia variar de zero (bom) a 100 (ruim), a maior pontuação não ultrapassou a marca dos 60 e apenas três indivíduos obtiveram valor acima de 50, no qual se classificaram como “estado péssimo” por apresentar avançado e irreversível estágio de declínio, ataque muito severo por inseto, doença, injúria mecânica ou problemas fisiológicos cujos reparos não resultarão em benefício para o indivíduo.

Dentre as 100 primeiras árvores em piores condições, temos a *C. pluviosa* como a espécie de maior frequência (34 indivíduos), seguido pela *S. molle* (14) e *B. variegata* (10), árvores de grande e médio porte que, encontradas em locais pouco adequados às suas dimensões (raiz, copa e caule), manifestaram presença de pragas, doenças e podas pronunciadas.

Foi pequena também a quantidade de árvores classificadas como “estado geral regular” (125 indivíduos, perfazendo um total de 6,3% da população). Estes foram assim identificados por apresentarem indício de declínio; danos severos descaracterizando sua arquitetura, desequilibrando o vegetal; e problemas fisiológicos requerendo reparo.

A grande maioria, 84,7% da população amostrada, encontrou-se em boa condição de saúde e vigor, necessitando de pequenos reparos (principalmente ampliação da área permeável junto ao tronco) ou podas de manutenção.

Os demais, 174 indivíduos (8,8% da população), foram plantas vigorosas e saudáveis, com ótimo estado geral, sem sinais de doenças, conflitos ou danos aparentes, forma e arquiteturas íntegras, não necessitando, portanto, de nenhuma intervenção imediata.

E, para arrematar a seção de resultado e discussão, cabe-nos ressaltar que, se os resultados de integridade física e de compatibilidade dos vegetais com o entorno atingiram níveis aceitáveis e satisfatórios deu-se ao fato da arborização analisada ser formada basicamente por indivíduos

jovens e mudas que ainda não atingiram o pleno desenvolvimento de suas copas e raízes, não conferindo, portanto, conflitos com a fiação ou no calçamento e mascarando os problemas de implantação e a necessidade de correções essenciais para o planejamento.

## 5. CONCLUSÕES

---

Existe, na composição florística da arborização viária da região central urbana de São Carlos, um número muito grande de espécies representadas por apenas um único exemplar.

Sobre essa variável, a análise também mostrou que duas espécies (*S. molle* e *M. paniculata*) excedem ao valor máximo estipulado pela teoria desenvolvida por Santamour (1990), contudo a aludida informação não vem desqualificar em demasiado a arborização viária, já que ocorre a presença de várias outras espécies que se somam e criam um ambiente urbano vegetal diversificado que funciona como balanceador na preservação da estrutura paisagística.

No entanto, segundo os valores médios referente aos índices de árvores por quilômetro de rua, em termos quantitativos, essa população é ainda muito deficiente.

As mudas recém-plantadas apresentaram, em geral, características morfológicas que comprometem a sua sobrevivência e crescimento em seu local de plantio (altura total, DAP e altura da primeira bifurcação abaixo do padrão recomendado), porém momentaneamente, a falta de conformidade da muda com tais fatores não vem interferindo em seu desenvolvimento, uma vez que suas condições físicas e fitossanitárias apresentaram-se satisfatórios.

Em relação à altura e o DAP do restante da população, os resultados obtidos indicaram uma arborização com predomínio de árvores jovens e algumas espécies vegetais com início de declínio natural.

A respeito das espécies frutíferas, devido à sua pouca representatividade na comunidade botânica total, concluiu-se que, embora estas se constituam de plantios voluntários, existe baixa afinidade da população por tais espécies.

De modo geral, sobre avaliação dos demais aspectos qualitativos (danos físicos, injúrias, doenças, conflitos etc.), julgou-se a situação das árvores da área de estudo ser bem satisfatória, visto a grande quantidade de árvores que necessitam de pouco ou nenhum reparo.

Não obstante, a falta de planejamento da arborização de ruas (ocorrido ao longo de muitas administrações) e a não aplicação das técnicas e normas de implantação e manejo adequados

foram os principais fatores que contribuíram para que nem todos os indivíduos se apresentassem sãos.

Sobre a hierarquização dos indivíduos aqui proposta, concluiu-se ser eficiente, uma vez que por meio de seus resultados foi possível se ter uma ideia do estado geral (condição) em que cada vegetal analisado se encontra, podendo-se, a partir destes, identificar de antemão as árvores com prioridade de intervenção e definir uma ação de manejo específica, tais como: podas; reparos de danos; controle fitossanitário; substituição ou ampliação de canteiro, visando evitar o agravamento dos problemas.

Por fim, referente à metodologia empregada (coleta e elaboração do banco de dados), foi também considerada eficaz aos objetivos da pesquisa propostos. Os parâmetros elegidos para bem caracterizar a situação da arborização dos passeios foram suficientes; o banco de dados desenvolvido comprovou ser um ótimo instrumento para o registro (tabelas), a manipulação (consultas, formulários e cálculos) e a análise das informações adquiridas em campo, podendo ser aplicado sem maiores problemas em qualquer outro estudo desse tipo e localidade.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Visando à sustentabilidade e ao recebimento dos benefícios ambientais que a arborização viária pode proporcionar a população, são apresentadas a seguir algumas sugestões para o seu aperfeiçoamento.

Nesse sentido, a primeira recomendação a ser feita é com o intento de amainar o grande déficit de vegetação presente na arborização viária de zona central urbana da cidade de São Carlos. Para isso, sugere-se o desenvolvimento de um programa específico para o incremento dessa densidade com o plantio de mudas, iniciando-se pelas ruas que apresentaram os menores índices de indivíduos por quilometragem de rua (Avenida São Carlos, Rua Episcopal e Rua Quinze de Novembro).

Para torná-la mais satisfatória, também se recomenda diminuir a incidência das espécies dominantes (principalmente a *S. molle* e *M. paniculata*) mediante a promoção do plantio das espécies menos abundantes, pertencentes à flora nativa e mais adequadas à realidade das vias públicas. A divulgação dessas espécies bem como esclarecimentos sobre suas restrições de uso e técnicas de plantio voltado para a população deve ser também considerada.

Ademais, é mister exigir uma melhoria na qualidade das mudas que saem dos viveiros, no sentido de adequá-las às normas técnicas sobre as dimensões ideais (altura total, DAP e altura da primeira bifurcação).

Paralelamente, aconselha-se desenvolver outro programa com vista à manutenção e conservação da arborização já implantada.

Sendo a grande maioria da população inventariada recém-chegada ao estágio adulto, que ainda não atingiram, portanto, seu pleno desenvolvimento, algumas medidas corretivas e preventivas nestes indivíduos devem ser tomadas para se manter o cenário que hoje se encontra estável.

Uma das medidas corretivas sugeridas seria a ampliação dos espaços livre de pavimentação nas calçadas. O acréscimo de alguns centímetros ao redor da base do tronco da árvore poderia em muito amortizar os conflitos de incompatibilidade dos vegetais com a infra-estrutura urbana, pois alguns já entrariam em conformidade com o padrão estabelecido, outros teriam mais espaço para o desenvolvimento de suas raízes, não provocando danos à estrutura da

calçada, e outros reduziriam a intensidade da competição causada pela presença de outro vegetal no mesmo local.

## REFERÊNCIAS

- AGUIRRE JÚNIOR, J. H. **Arborização viária como patrimônio municipal de Campinas/SP: histórico, situação atual e potencialidades no bairro Cambuí**. 2008. 121p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- AGUIRRE JÚNIOR, J. H.; LIMA, A. M. L. P. Uso de árvores e arbustos nas cidades brasileiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 4, p. 50-66, 2007.
- ALBRECHT, J. M. F. **Análise funcional, composição arbórea e manejo da malha viária e das áreas verdes da cidade de São Carlos – SP**. 1998. 217 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1998.
- ALVES, J. B. et al. Diagnóstico ambiental de ruas e bairros da cidade de Teixeira, PB. **Revista Árvore**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 755-764, 2004.
- ANDRADE, R. A arborização da paisagem urbana no Brasil: processos e prática da arborização. In: TERRA, C. et al. **Arborização: ensaios historiográficos**. Rio de Janeiro: EBA, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004. p. 76-129.
- ANDRADE, T. O. **Inventário e análise da arborização viária da estância turística de Campos do Jordão, SP**. 2002. 112 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR-9050: acessibilidade a edifícios, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2004. 97p.
- BARBOSA, R. V. R. **Áreas verdes e qualidade térmica nos ambientes urbanos: estudo em microclima de Maceió (AL)**. 2005. 117 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- BARBUGLI, R. A. **Influência no ambiente construído na distribuição das temperaturas do ar em Araraquara/SP**. 2004. 170 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) -

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

BECKETT, P.; FREER SMITH, P.; TAYLOR, G. Effective tree species for local air-quality management. **Journal of Arboriculture**, n. 26, p. 12-19, 2000.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. A natureza da comunidade: padrões no espaço e no tempo. In: \_\_\_\_\_. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre: ARTMED, 2008. p. 469-498.

BIONDI, D. Diagnóstico da arborização de ruas da cidade do Recife/PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1985, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SMMA, 1985. p. 87-88.

BORGES, J. Q. **O impacto da ocupação de fundos de vale em áreas urbanas**. Caso: Córrego do Gregório – São Carlos (SP). 2006. 209 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

BORTOLETO, S. **Inventário quali-quantitativo da arborização viária da Estância de Águas de São Pedro-SP**. 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BRASIL, H. M. S.; BARROS, P. L. C. Processo de amostragem utilizado para a caracterização da arborização de Belém-PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 181-187.

BRASIL. **Lei nº 9.503**, de 23 de setembro de 1997. CTB. Disponível em: <[www.dprf.gov.br/codigo/transito.asp](http://www.dprf.gov.br/codigo/transito.asp)>. Acesso em: 07 jul. 2008.

BUENO, O. C.; SOUSA, M. A. L.; MARCONDES, A. L. Rearborização de área central do município de Botucatu-SP um projeto em parceria. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 579-580.



CENTRAIS ELÉTRICAS DE SÃO PAULO – CESP. **Guia de arborização**. 3. ed. São Paulo: CESP, 1988. 33 p. (Coleção Ecossistemas Terrestres, 006).

CERÍCOLA, O. V. Banco de dados relacional e distribuição. Livros técnicos e científicos. Ed. Rio de Janeiro.

COLETTI, E. P.; MULLER, N. G.; WOLSKI, S.S. Diagnóstico da arborização das vias públicas do município de Sete de Setembro – RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 2, p. 110-122, 2008.

COLTRO, E. M.; MIRANDA, G. M. Levantamento da arborização urbana pública de Irati – PR e sua influência na qualidade de vida de seus habitantes. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, v. 2, n. 1, p. 1-22, 2007.

COMPANHIA ELÉTRICA DA BAHIA – COELBA. **Guia de arborização urbana**. Salvador, Bahia. 2002. 56p.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG. **Manual de arborização**. Belo Horizonte, 2001. 40 p.

COSTA, L. A.; HIGUCHI, N. Arborização de ruas de Manaus: avaliação qualitativa e quantitativa. **Revista Árvore**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 223-232, 1999.

COSTA, L. M. S. A. Arborização urbana e parques públicos. In: SEMINÁRIO DE ARBORIZAÇÃO URBANA DO RIO DE JANEIRO, 1., 1996, Rio de Janeiro. **Coleção paisagismo**. Rio de Janeiro: EBA; Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997. p. 44-61.

COUTO, H. T. Z. Métodos de amostragem para avaliação de árvores de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 169-178.

CY, J. Formulaic expert method to integrate evaluation and valuation of heritage trees in compact city. **Environmental Monitoring and Assessment**, n. 116, p. 53-80, 2006.

DALCIN, E. C. Manejo informatizado da arborização urbana e coleções botânicas vivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1992, 1.,Vitória. **Anais...** Vitória: PMV/SMMA, 1992. p. 125-132.

\_\_\_\_\_. A informática no inventário e monitoramento da arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 201-206.

DETZEL, V. A. Arborização urbana: importância e avaliação econômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1992. p. 39-52.

\_\_\_\_\_. Avaliação monetária e de conscientização pública sobre arborização urbana: aplicação metodológica a situação de Maringá – PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 49-66.

DWYER, F. et al. Assessing the benefits and costs of the urban Forest. **Journal of Arboriculture**, n. 18, v. 5, p. 227-234, 1992.

ELETROPAULO. **Guia de planejamento e manejo da arborização urbana**. São Paulo: Eletropaulo; CESP; CPFL, 1995. 38p.

FARAH, I. M. C. Arborização urbana e sua inserção no desenho urbano. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 03, p. 06, 1999.

FARIA, J. L. G.; MONTEIRO, E. A.; FISH, S. T. V. Arborização de vias públicas do município de Jacareí-SP. **Revista da sociedade brasileira de arborização urbana**, v. 2, n. 4, p. 17 - 33, 2007.

FEDERER, C. A. Trees modify the urban microclimate. **Journal of Arboriculture**, n.7, v.2, p. 121-127, 1976.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York. John Wiley & Sons. 1986. 620 p.

FRANK, S. et al. An analysis of the street tree population of greater Melbourne at the beginning of the 21<sup>st</sup> century. **Arboriculture & Urban Forestry**, v. 32, p. 155-163, 2006.

FREIRE, H. B. **Sistemas de lazer e violência urbana**: estado da relação no município de Piracicaba-SP. 2005. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FURTADO, A. E. **Simulação e análise da utilização da vegetação como anteparo às radiações solares em uma edificação**. 80 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1994.

GALVIN, M. F. A methodology for assessing and managing biodiversity in street tree populations: a case study. **Journal of Arboriculture**, n. 25, v. 3, p. 124-128, 1999.

GERHOLD, H. D.; STEINER, K. C.; SACKSTEDER, C. J. Management information for urban trees. **Journal of Arboriculture**, n. 13, p. 243-249, 1987.

GILL, S. E. et al. Characterising the urban environment of UK cities and towns: a template for landscape planning. **Landscape and Urban Planning**, n. 87, p. 210-222, 2008.

GOYA, C. R. Relato histórico da arborização da cidade de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1996, 3., Salvador. **Anais...** Salvador, 1992. p. 60-70.

GRAZIANO, T. T.; CASTIGLIONI, F. M.; VASQUES, L. H. **Caracterização e análise da arborização das ruas do município de Jaboticabal, SP**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1987. 12 p.

GREEN, T. L.; JONES, R. C. The assessment of tree priority at the United States Military Academy. **Journal of Arboriculture**, n. 25, p. 292-301, 1999.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 279 p.

HELVEY, J. D.; PATRIC, J. H. Canopy and litter interception oh rainfall by hardwood of Eastern United States. **Water Resources Research**. Washington, DC., v. 2, n.1, p. 193-206, 1965.

HOFFMAN, M. E.; SHASHUA-BAR, L. Vegetation as climatic component in the design of an urban street An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. **Journal Energy and Buildings**. v. 31, p. 221-235, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativa da população de São Carlos**, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/população/default-2000.shtm>>. Acesso em: 24 jun. 2009.

JIM, C. Y. A planning strategy to augment the diversity and biomass of roadside trees in urban Hong Kong. **Landscape and Urban Planning**, n. 44, p. 13-32, 1999.

KAPLAN, R. The nature of the view from home. **Environment and Behavior**, v. 33, n.4, p. 507-542, 2001.

KIELBASO, J. J. Trends and issues in city forests. **Journal of Arboriculture**, n. 16, p. 69-76, 1990.

KIRCHNER, F. F.; DETZEL, V. A.; MITISHITA, E. A. Mapeamento da vegetação urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF; UFPR, 1990. p. 41-53.

KRAMER, P. J.; KOSLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa, 1972. Calouste Gulbenkian. 745.

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

KUO, F.E.; SULLIVAN, W. C. Environment and crime in the inner city: does vegetation reduce crime? **Environment and Behavior**, v. 33, n.3, p.343–365, 2001.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. 531p.

LIMA, A. M. L. P. **Piracicaba/SP**: análise da arborização viária na área central e em seu entorno. 1993. 238 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

LIMA NETO, E. M.; RESENDE, W. X.; SENA M. G. D. Análise das áreas verdes das Praças do Bairro Centro e principais avenidas da cidade de Aracaju-SE. **Revista da sociedade brasileira de arborização urbana**, v. 2, n. 1, p. 17 - 33, 2007.

LIMNIOS, G. **Repertório botânico de acompanhamento viário do bairro da City Butantã – São Paulo/SP**. 2006. 102 p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LLARDENT, L. R. **Zonas verdes y espacios libres em la ciudad**. Madrid: Instituto de estudios de administración local. 1982.

LONGHI, R. A. **Livro das árvores: árvores do sul do Brasil**. Porto Alegre: L&PM, 1995. 176 p.

LORANDI, R. **Caracterização dos solos das áreas urbana e suburbana de São Carlos (SP) e suas aplicações**. 1985. 181 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002. v. 1. 368 p.

\_\_\_\_\_. **Árvores brasileiras**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2000. v. 2. 368 p.

LORENZI, H. et al. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2003. 368 p.

\_\_\_\_\_. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2004. 416 p.

MACCABE, J. J. A summary and forecast of demand for municipal street tree service on staten island, New York. **Journal of Arboriculture**, n. 27, p. 277-280, 2001.

\_\_\_\_\_. A discrete event simulation of municipal street tree maintenance operation. **Journal of Arboriculture**, n. 28, p. 131-136, 2002.

MACEDO, S. S. **Quadro do paisagismo no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1999. 144 p.

MACEDO, S. S.; SAKATA, F. G. **Parques urbanos no Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2002. 207 p.

MACHADO, P. H. D. **Guia Municipal de arborização urbana de Charqueadas**. Charqueadas: Prefeitura Municipal de Charqueadas, RS, 2008. 40 p.

MACO, S. E.; McPHERSON, E. G. A practical approach to assessing structure, function, and value of street tree populations in small communities. **Journal of Arboriculture**, n. 29, p.84-97, 2003.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Malden: Blackwell Publishing, 2004. 256 p.

MALAVASI, U. C. et al. Inventário e recomendações para a arborização urbana na sede do município de Itaguaí-RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 533-537.

MALINSKY, R. Arborização: uma visão integrada. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, Porto Alegre, 1985. **Anais...** Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 1985. p. 37-38.

MARTINS, S.V. et al. Avaliação quali-quantitativa da arborização de ruas de Viçosa, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: PMV/SMMA, 1992. p.317-326.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Vegetação urbana**. 2. ed. Porto Alegre: +4 editora, 2005. 204 p.

MAZZA, C. L. de la. et al. Vegetation diversity in the Santiago de Chile urban ecosystem. **Arboricultural Journal**, v.26, p. 347-357, 2002.

McPHERSON, E. G.; SIMPSON J. R. A comparison of municipal forest benefits and costs in Modesto and Santa Monica, California, USA. **Urban Forestry & Urban Greening**, n. 1, p. 61-74, 2002.

MELLO FILHO, L. E. Arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, Porto Alegre, 1985. **Anais...** Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 1985. p. 117-127.

MELO, R. R.; LIRA FILHO, J. A.; RODOLFO JÚNIOR, F. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana no Bairro Bivar Olinto, Patos, Paraíba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n.1, p. 64 - 80, 2007.

MENEGHETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário de arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos, SP.** 2003. 100 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MESQUITA, L. B. Memórias dos verdes urbanos no Recife. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1992, 1., Vitória. **Anais...** Vitória: PMV/SMMA, 1992. p. 403-408.

MILANO, M. S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba.** 1984. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

\_\_\_\_\_. **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana:** exemplo de Maringá – PR. 1988. 120 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1988.

\_\_\_\_\_. Métodos de amostragem para avaliação de arborização de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luiz: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 163-168.

MILANO, M. S.; DALCIN, E. C. **Arborização de vias públicas.** Rio de Janeiro, RJ: Light, 2000. 226 p.

MILANO, M. S.; SARNOWSKI FILHO, O; ROBAYO, J. A. M. Estudo comparativo de unidades amostrais utilizadas para inventário quali-quantitativo de arborização de ruas em Curitiba. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., Vitória, 1992. **Anais...** Vitória: PMV/SMMA, 1992. p. 343-350.

MILLER, R. W. Street trees inventories. In: \_\_\_\_\_. **Urban forestry planning and managing urban greenspaces**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988. p. 87-112.

MONICO, I. M. **Árvores e arborização urbana na cidade de Piracicaba/SP: um olhar sobre a questão à luz da educação ambiental**. 2001. 165 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

MOTA, S. **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**. Editora UFC PROEDI, Fortaleza, CE, 1985. 9 p.

MOTTA, G. L. O. **Inventário da arborização de áreas, utilizando um sistema hierárquico para endereço impreciso**. 1998. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

NOWAK, D. J.; O’CONNOR, P. R. **Syracuse urban forest master plan: guiding the city’s forest resource into the 21st century**. U.S.A: Department of Agriculture; Forest Service; Northeastern Research Station, 2001. 50 p.

NUNES, M. L. Metodologias de avaliação da arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1992, 1., Vitória. **Anais...** Vitória: PMV/SMMA, 1992. p. 133-145.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, 1988. 434 p.

OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas**. 1996. 181 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

PAIVA, H. N. **Implantação de arborização urbana**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 20 p.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida**. Viçosa: Aprender fácil, 2002. 180 p. (Série Arborização Urbana, 2).

PEGORARO, J. L. **Educação ambiental: a temática da flora, da fauna e dos ambientes naturais (expressões da biodiversidade) a partir da educação formal**. 1998. 203 p. Dissertação



(Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PELLEGRINO, P. R. M. **Pode-se planejar a paisagem?** Paisagem e ambiente: Ensaio. São Paulo: FAUUSP, n. 13, p. 159-179, 2000.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos:** estudo de caso em Campinas, SP. 2007. 182 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2007.

PIGNATA, M. L. et al. Relationship between foliar chemical parameters measured in *Melia azedarach* L. and environmental conditions in urban areas. **The Science of the Total Environment**, v. 243/244, p. 85-96, 1999.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 247 p.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. **Arborização urbana.** Jaboticabal: Unesp/FCAV/FUNEP, 2002. (Boletim Acadêmico. Série Arborização Urbana).

PORACSKY, J.; SCOTT, M. Industrial-area street trees in Portland, Oregon. **Journal of Arboriculture**, n. 25, p. 09-17, 1999.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas.** Porto Alegre, 2000. 204 p.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Cartilha da arborização urbana:** Porto Alegre, cidade das árvores. Porto Alegre, 2002. 32 p.

PRAJAPATI, S. K.; TRIPATHI B.D. Anticipated Performance Index of some tree species considered for green belt development in and around an urban area: a case study of Varanasi city, India. **Journal of Environmental Management**, n. 88, p. 1343-1349, 2008.

RACHID, C. **Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos – SP.** 1999. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) -

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

RANDRUP, T. B. Are tree inventories essential tools for the management of city trees? **Journal of Arboriculture**, n 26, p. 183-186, 2000.

RAUPP, M. J.; CUMMING, A. B.; RAUPP, E. C. Street tree diversity in eastern North America and potential for tree loss to exotic borers. **Arboriculture and Urban Forestry**, n. 32, v. 6, p. 297-304, 2006.

REGINATO, E. F.; MELO, M.; ROMANINI, A. A gestão da arborização urbana na cidade de Passo Fundo/RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 1, p. 01-16, 2007.

RICKLEFS, R. E. Estrutura da comunidade. In: \_\_\_\_\_. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003, p. 368-387.

RIO DE JANEIRO. Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Secretaria da Educação. Árvores da cidade: projeto de disseminação das árvores nativas pelas escolas do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: SMAC, Programa Rio-Diversidade; Coordenadoria Municipal de Agricultura, Fundo de Conservação Ambiental, s. d., n. p.

ROCHA, R. T.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: o caso dos bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 599-607, 2004.

RODOLFO JÚNIOR, F. et al. Análise da arborização urbana em bairros da cidade de Pombal no Estado da Paraíba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 4, p. 3-19, 2008.

ROLIM, S. G.; NASCIMENTO, H. E. M. Análise da riqueza, diversidade e relação espécie-abundância de uma comunidade arbórea tropical em diferentes intensidades amostrais. **Scientia forestalis**, n.52, p. 7-16, 1997.

ROSSATTO, D. R.; TSUBOY, M. S. F.; FREI, F. Arborização urbana na cidade de Assis-SP: uma abordagem quantitativa. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 3, p. 1-16, 2008.

RUSCHEL, D.; LEITE, S. L. C. Arborização urbana em uma área da cidade de Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil. **Caderno de Pesquisa Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 1, p. 7-24, jan./jun. 2002.

SANCHOTENE, M. C. C. Arborização em áreas particulares. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1992, 1., Vitória. **Anais...** Vitória: PMV/SMMA, 1992, p. 93-101.

\_\_\_\_\_. Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana. Porto Alegre: FEPAM, 1995. 311p.

SANDERS, R. A. Diversity in the street trees of Syracuse, New York. **Urban Ecology**, n. 5, p. 33-43, 1981.

SANTAMOUR, F.S. Breeding trees for tolerance to stress factors of urban environment. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, Washington, D. C., **Proceedings...** Rome, FAO, 1969.

\_\_\_\_\_. Trees for urban planting: diversity, uniformity, and common sense. In: **Proceedings of the Seventh Conference of the Metropolitan Tree Improvement Alliance (METRIA)** 7, p. 57-65, 1990.

SANTOS, E. **Caracterização dendrológica e estética de 128 espécies arbóreas com potencial de uso em paisagismo e arborização urbana**. 1994. 146p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

\_\_\_\_\_. **Avaliação quali-quantitativa da arborização e comparação econômica entre a poda e a substituição da rede de distribuição de energia elétrica da Região Administrativa Centro-Sul de Belo Horizonte-MG**. 2001. 219 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SANTOS, M. Avaliação quali-quantitativa da arborização em implantação na cidade de Alfenas, MG. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 7., 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CEMIG, 1997. p. 49.

SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F. **Arborização de vias públicas: ambiente x vegetação**. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2001. 135p.

SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F.; VACCARO, S. Avaliação qualitativa da arborização da cidade de Bento Gonçalves, RS. **Ciência Florestal**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, v.1, n.1, p. 88-99, 1991.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal de São Paulo. Departamento de Parques e Áreas Verdes. **Manual técnico de arborização urbana**. São Paulo, SP, 2005.48 p.

SCHROEDER, H. W. Psychological value of urban trees: measurement, meaning and imagination. In: NACIONAL URBAN FORESTRY CONFERENCE, 3., Orlando, Flórida. **Proceedings...** Orlando: S. ed., p. 55-60, 1987.

SCHROEDER, H. W.; LEWIS, C. Psychological benefits and costs of urban forests. In: NACIONAL URBAN FORESTRY CONFERENCE, 5., Los Angeles, Califórnia. **Proceedings...** Los Angeles: S. ed., p. 66-68, 1991.

SEGAWA, H. **Ao amor do público: jardins no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 1996. 240p.

SEITZ, R. A. Poda Urbana: princípios básicos e execução. In: ENCONTRO GAÚCHO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., Pelotas, 1999, **Anais...** Pelotas: Prefeitura Municipal de Pelotas/SBAU, 1999.

SHAN, Y. Effects of vegetation status in urban green spaces on particle removal in a street canyon atmosphere. **Acta Ecologica Sinica**, v. 27, n. 11, p. 4590–4595, 2007.

SILVA, L. F. **Situação da arborização viária e proposta de espécies para os bairros Antônio Zanaga I e II, da cidade de Americana/SP**. 2005. 80 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SILVA, L. M. et al. Inventário e sugestões para arborização em via pública de Pato Branco/PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 1, p. 101 – 108, 2007.

\_\_\_\_\_. Arborização de vias públicas e a utilização de espécies exóticas: o caso do bairro centro de Pato Branco/PR. **Scientia Agraria**, v. 8, n.1, p. 47-53, 2007.

\_\_\_\_\_. Inventário da arborização em duas vias de Mariópolis/PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 1, p. 36-53, 2008.

SILVA, M. D. M.; SILVEIRA, R. P.; TEIXEIRA, M. I. J. G. Avaliação da arborização de vias públicas de uma área da região oeste da cidade de Franca/SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 1, p. 19-35, 2008.

SILVA FILHO, D. F. **Cadastramento informatizado, sistematização e análise da arborização das vias públicas do município de Jaboticabal, SP**. 2002. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

SIMPSON, J. R.; McPHERSON, E. G. Potencial of the shade for reducing residential use in California. **Journal of Arboriculture**, n.1, v. 22, p. 10-18, 1996.

SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Perfil Municipal de São Carlos**. 2007. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produto/perfil/perfil.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2009.

SOUZA, H. M. Algumas espécies nativas para arborização de vias públicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 67-74.

TAKAHASHI, L. Y. Sistema informatizado de manejo da arborização de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: PMV/SMMA, 1992. p. 281-290.

\_\_\_\_\_. Arborização urbana: inventário. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 193-199.

TAYLOR, A. F. et al. Growing up in the inner city: green spaces as places to grow. **Environment and Behavior**, v. 30, n. 1, p.3-27, 1998.

TEIXEIRA, I. F. Análise qualitativa da arborização de ruas do conjunto Habitacional Tancredo Neves, Santa Maria – RS. **Ciência Florestal**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 9-21, 1999.

TERRA, C. G. **O jardim no Brasil no século XIX**. 2. ed. Rio de Janeiro: EBA; UFRJ, 2000. 160 p.

THAIUTSA, B. et al. Urban green space, street tree and heritage large tree assessment in Bangkok, Thailand. **Urban Forestry & Urban Greening**, n. 7, p. 219-229, 2008.

THOMPSON, R. et al. Valuation of tree aesthetics on small urban-interface properties. **Journal of Arboriculture**, v. 25, n. 5, p.225-234, 1999.

ULRICH, R. S. Natural versus urban scenes: some psychophysiological effects. **Environment and Behavior**, v. 13, n. 1, p. 523-556, 1981.

VEIGA, B. G. A.; COUTINHO, C. L.; MALAVASI, U. C. Planejamento, manejo e aspectos sociais em arborização urbana: o caso do bairro Ecologia, Seropédica, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 6, n.1, p.144 - 146, 1999.

VOLPE-FILIK, A.; SILVA, L. F.; LIMA, A. M. L. Avaliação da arborização de ruas do Bairro São Dimas na cidade de Piracicaba/SP através de parâmetros qualitativos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 1, p. 34-43, 2007.

WATSON, G. Comparing formula methods of tree appraisal. **Journal of Arboriculture**, n. 28, p. 11-18, 2002.

WELCH, J. M. Street and park trees of Boston: a comparison of urban forest structure. **Landscape and Urban Planning**, n. 29, 131-141, 1994.

WELLS, N.M. At home with nature: effects of “greenness” on children’s cognitive functioning. **Environment and Behavior**, v. 32, n.6, p. 775–795, 2000.

WILMERS, F. Effects of vegetation on urban climate and building. **Energy and Building**, Lausanne, v. 15/16, p. 507-514, 1990.

WOLF, K. Public response to the urban forest inner-city business districts. **Journal of Arboriculture**, v. 29, n.3, p. 117-126, 2003.

YAMAMOTO, M. A. et al. **Árvores urbanas**. Piracicaba, SP: Prefeitura Municipal de Piracicaba. 2004. 18 p.

YANG, J. et al. The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. **Urban Forestry & Urban Greening**, n. 3, p. 65–78, 2005.