

**ESTUDO DE DOIS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM PARA
INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DOS BAIROS DA
ORLA MARÍTIMA DO MUNICÍPIO DE SANTOS, SP.**

GABRIELA IGNARRA PEDREIRA MENEGHETTI

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para obtenção
do Título de Mestre em Recursos Florestais,
Opção: Silvicultura e Manejo Florestal

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Agosto – 2003

**ESTUDO DE DOIS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM PARA
INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DOS BAIROS DA
ORLA MARÍTIMA DO MUNICÍPIO DE SANTOS, SP.**

GABRIELA IGNARRA PEDREIRA MENEGHETTI

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. **HILTON THADEU ZARATE DO COUTO**

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para obtenção
do Título de Mestre em Recursos Florestais,
Opção: Silvicultura e Manejo Florestal

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Agosto - 2003

*Para
meus filhos,
Fernanda e Felipe,*

*meu marido,
Edmir Celso Meneghetti,*

*meus pais,
Regina Maria Ignarra e Haroldo Pedreira,*

*meus queridos,
Orlando Maretti Sobrinho, Marilda Pedreira, Márcia Pedreira, Jane Gallego, José
Cássio Ignarra, Maria Adelina Coutinho Paschoal, Orlando de Camargo Ignarra e
Elisa Pedreira,*

fontes de energia e motivação,

dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto pelo incentivo, confiança e orientação.

À Professora Dra. Ana Maria Liner Pereira Lima, pelo incentivo, crítica e companheirismo desde o início da minha experiência profissional em arborização urbana.

Ao Professor Demóstenes Ferreira da Silva Filho, pela colaboração na fase final da dissertação.

À Capes pela bolsa concedida.

À Prefeitura Municipal de Santos, na pessoa do Secretario de Planejamento, Sr. João Paulo Tavares Papa, por ceder a planta cadastral do município, extremamente facilitadora para este estudo.

Aos meus pais, Regina Maria Ignarra e Haroldo Pedreira, pelas dicas e sugestões, e por sempre ter podido contar com eles.

À Márcia Pedreira, pelo apoio em língua inglesa.

Ao meu marido, Edmir Celso Meneghetti, pelo incentivo, pela formatação e pelo apoio financeiro e emocional.

Aos meus filhos, por agüentarem firme minhas ausências e a cada retorno me compensarem com o que há de melhor, seus carinhos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	xii
SUMMARY.....	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Histórico do uso de árvores em vias.....	4
2.2 Ecologia urbana, qualidade de vida e relação custo/benefício da arborização.....	7
2.3 Manejo da arborização.....	10
2.3.1 O efeito do ambiente urbano.....	10
2.3.2 Escolha das espécies e diversidade.....	16
2.3.3 Plano de manejo de arborização de ruas.....	17
2.3.4 Amostragem em inventários de arborização de ruas.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Caracterização do município.....	22
3.2 Características da arborização viária.....	24
3.3 Área de estudo.....	26
3.4 Processo de amostragem.....	27
3.5 Variável principal.....	28
3.6 Coleta de dados.....	29
3.6.1 Variável principal.....	29
3.6.2 Variáveis qualitativas.....	31
3.7 Plano amostral dos métodos estudados.....	37
3.7.1 Amostragem sistemática simples.....	37
3.7.2 Amostragem estratificada.....	39
3.8 Cálculo de índices de diversidade.....	41

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 Variável principal.....	43
4.1.1 Análise preliminar.....	43
4.1.2 Resultados da amostragem sistemática simples.....	43
4.1.3 Resultados da amostragem estratificada.....	44
4.1.1 Comparação entre as duas metodologias de amostragem.....	45
4.2 Índices de diversidade.....	48
4.3 Variáveis qualitativas para amostragem sistemática simples.....	49
4.3.1 Variáveis relacionadas às quadras.....	49
4.3.2 Variável espécie.....	51
4.3.3 Dimensões: variáveis DAP e altura.....	54
4.3.4 Condução: variáveis bifurcação e tipo de poda.....	56
4.3.5 Saúde: qualidade da copa e do tronco e fitossanidade.....	58
4.3.6 Conflitos: local de plantio, tamanho da área livre, qualidade das calçadas, rede aérea presente e obstáculos ao desenvolvimento da planta.....	62
4.4 Variáveis qualitativas para amostragem estratificada.....	66
4.4.1 Variáveis relacionadas às quadras.....	66
4.4.2 Variável espécie.....	68
4.4.3 Dimensões: variáveis DAP e altura.....	71
4.4.4 Condução: variáveis bifurcação e tipo de poda.....	72
4.4.5 Saúde: qualidade da copa e do tronco e fitossanidade.....	73
4.4.6 Conflitos: local de plantio, tamanho da área livre, qualidade das calçadas, rede aérea presente e obstáculos ao desenvolvimento da planta.....	75
4.5 Análise das espécies mais freqüentes.....	77
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
6 CONCLUSÕES.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Planos e projetos do Engenheiro Saturnino de Brito para a cidade de Santos.....	24
2 Imagem fotográfica da área de estudo.....	26
3 Visão parcial da base cartográfica utilizada com um quarteirão selecionado adaptado para o cálculo do perímetro.....	28
4 Ficha de campo.....	30
5 Gráfico da freqüência das espécies com mais de quatro indivíduos.....	53
6 Gráfico das freqüências dos tipos de poda.....	57
7 Gráfico das freqüências das categorias de qualidade da copa.....	59
8 Gráfico das freqüências das classes de qualidade do tronco.....	60
9 Gráfico das freqüências das tipos de agentes fitopatogênicos.....	61
10 Gráfico das freqüências dos tipos de compatibilidade ao local de plantio.....	63

LISTA DE TABELAS

	Página
1	Resultado da análise estatística da variável principal na amostragem estratificada..... 44
2	Resultado da análise estatística para a variável principal nas duas metodologias de amostragem..... 46
3	Índices de diversidade para os estratos..... 48
4	Freqüência das classes das variáveis relacionadas às quadras (número de árvores, tipo de uso)..... 49
5	Freqüência das classes das variáveis relacionadas às Quadras (largura de calçadas e de ruas e afastamento predial)... 49
6	Freqüência e Percentagens (Absoluta e Acumulada) do número de indivíduos por espécie com mais de 4 indivíduos..... 52
7	Freqüência das classes de diâmetro à altura do peito (DAP)..... 54
8	Freqüência das classes de altura total da planta..... 55
9	Freqüência das classes de altura do fuste..... 56
10	Freqüência dos tipos de poda..... 57
11	Freqüência das categorias de qualidade da copa..... 58
12	Freqüência das categorias de qualidade do tronco..... 59
13	Freqüência dos tipos de agentes fitopatogênicos..... 61
14	Freqüência dos tipos de compatibilidade ao local de plantio..... 62
15	Freqüência das classes de qualidade da calçada..... 63
16	Freqüência das classes de área livre de pavimentação..... 64

17	Freqüência dos obstáculos ao livre desenvolvimento das árvores.....	65
18	Freqüência dos tipos de redes aéreas presentes.....	65
19	Freqüência das classes da variável nº de árvores por quadra por estrato.....	66
20	Freqüência das classes de variáveis relacionadas às quadras: tipo de uso, largura de calçadas e de ruas e afastamento predial por estrato.....	67
21	Freqüência das espécies por estrato.....	69
22	Freqüência das classes de DAP e de altura total da planta por estrato.....	71
23	Freqüência das classes de altura do fuste e dos tipos de poda por estrato.....	73
24	Freqüência das classes de qualidade da copa e do tronco e de agentes fitopatogênicos.....	74
25	Freqüência das análises de conflitos potenciais: local de plantio, a área livre, qualidade das calçadas, obstáculos ao desenvolvimento e redes aéreas presentes.....	76
26	Freqüência das espécies predominantes nos estratos.....	77
27	Freqüência das classes de diâmetro por espécie dominante.....	78
28	Freqüência das classes de altura por espécie dominante.....	78
29	Freqüência das classes de altura do fuste por espécie dominante.....	79
30	Freqüência dos tipos de condução por espécie dominante.....	80
31	Freqüência dos tipos de qualidade da copa por espécie dominante.....	81
32	Freqüência dos tipos de qualidade do tronco por espécie dominante.....	83

33	Freqüência dos tipos de agentes fitopatogênicos presentes por espécie dominante.	83
34	Freqüência dos tipos de compatibilidade com o espaço disponível por espécie dominante.....	84
35	Freqüência dos níveis de qualidade da calçada por espécie dominante.....	84
36	Freqüência dos tamanhos de áreas livres de pavimentação por espécie dominante.....	85
37	Freqüência dos obstáculos ao livre desenvolvimento da árvore por espécie dominante.....	86
38	Freqüência dos tipos de rede aérea presente por espécie dominante.....	86

ESTUDO DE DOIS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM PARA
INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DOS BAIRROS DA ORLA
MARÍTIMA DO MUNICÍPIO DE SANTOS, SP.

Autora: GABRIELA IGNARRA PEDREIRA MENEGHETTI
Orientador: Prof. Dr. HILTON THADEU ZARATE DO COUTO

RESUMO

Este estudo teve como objetivo verificar a eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua para os bairros da orla marítima da cidade de Santos. Foram empregadas a amostragem sistemática simples e a amostragem estratificada por bairros. Cinco estratos corresponderam aos bairros Ponta da Praia, Aparecida, Embaré, Boqueirão, e, o último, denominado Composto, compreendeu três bairros vizinhos, o Gonzaga, o Pompéia e o José Menino. Dos 470 quarteirões não compostos integralmente por áreas verdes e localizados na área de estudo, foram selecionados 70 para compor a amostra (14,9%) tanto da amostragem sistemática simples quanto da amostragem estratificada. A fim de estimar o parâmetro populacional que representa a abundância de árvores, utilizou-se a variável “número de árvores por quilômetro de calçada”. Foi realizado um inventário qualitativo e quantitativo no qual foram anotados o perímetro dos quarteirões (incluindo as calçadas), o número de elementos existentes (árvores e arbustos vivos ou mortos) e suas características. Os dois métodos de amostragem foram eficientes para o

levantamento de árvores de ruas nos bairros da orla marítima da cidade de Santos, mas deu-se preferência para a amostragem sistemática simples, uma vez que o ganho em precisão obtido através da estratificação por bairros foi muito pequeno. Para avaliar a riqueza e a abundância das espécies e as diferenças na composição de espécies dos estratos foram calculados os índices de diversidade de Shannon e de Jaccard. As sete espécies mais freqüentes foram *Inga laurina* (ingá), *Sapindus saponaria* (saboneteira), *Terminalia catappa* (chapéu-de-sol), *Ficus benjamina* (figueira-benjamin), *Delonix regia* (flamboyant), *Lagerstroemia indica* (resedá ou extremosa) e *Callophyllum brasiliensis* (guanandí). De cada um dos 1282 elementos vivos avaliados foram levantadas características relacionadas ao tamanho das árvores, ao tipo de condução ou poda, à qualidade da copa e do tronco, à fitossanidade, à compatibilidade com o local de plantio, à área livre de pavimentação, aos danos aos passeios e à presença de redes aéreas e de obstáculos ao desenvolvimento das plantas.

STUDY OF TWO SAMPLING METHODS EMPLOYED FOR THE
STREET TREE INVENTORY IN THE COASTAL NEIGHBOURHOODS OF THE
CITY OF SANTOS, IN THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL.

Author: GABRIELA IGNARRA PEDREIRA MENEGHETTI
Adviser: Prof. PhD HILTON THADEU ZARATE DO COUTO

SUMMARY

The aim of the present study is to examine the efficiency of two sampling methods for street trees inventory in the coastal neighborhoods of the city of Santos. Two methods have been employed: the simple systematic sampling and the stratification according to neighborhood. The five strata which have been analyzed correspond to the following neighborhoods: Ponta da Praia, Aparecida, Embaré, Boqueirão and one strata hereby called Compound, which actually comprehends three adjacent neighborhoods, namely Gonzaga, Pompéia and José Menino. Of the 470 blocks not entirely made up of green areas which still situated in the study area, 70 have been selected to be the sample (14.9%), in the simple systematic method as well as in the stratified type. In order to estimate the population parameter representing the abundance of trees, the variable “number of trees per kilometer of sidewalk” has been utilized. A qualitative as well as a quantitative inventory has been drawn up in which we have annotated the perimeter of the blocks (sidewalks included), the number of existing elements (trees, bushes and shrubs, either dead or living)

and their characteristics. Although both methods of sampling have proven to be efficient for street trees inventories in the coastal neighborhoods of the city of Santos, we have given preference to the simple systematic sampling type, since very little gain in accuracy has been obtained from the sampling method of stratification by neighborhood. So as to estimate the wealth and abundance of the species and the differences in the species composition between the five strata, we have calculated both Shannon and Jaccard diversity indexes. The seven most frequent species are the following ones: *Inga laurina* (ingá), *Sapindus saponaria* (saboneteira), *Terminalia catappa* (chapéu-de-sol), *Ficus benjamina* (figueira-benjamin), *Delonix regia* (flamboyant), *Lagerstroemia indica* (resedá or extremosa) and *Callophyllum brasiliensis* (guanandí). Of each of the 1.282 evaluated living elements, we have registered characteristics related to the following aspects: tree size, type of conduction or pruning, quality of crown and trunk, insect or disease problems, degree of compatibility with the planted site, areas devoid of paving, damage caused to pavements and the presence of wiring and cables or any obstacles to plant development.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a arborização de ruas é uma atividade que passa a fazer parte do planejamento urbano de forma generalizada somente no final do século XIX, associada ao advento da República. No entanto, a partir da metade do século XX, o modelo de desenvolvimento gera um processo de urbanização acelerado, e há uma intensa ocupação dos espaços urbanos, com conseqüências na demanda de serviços de infraestrutura.

Um conflito pela conquista desses espaços se dá, então, entre as árvores e os veículos, obras de construção e equipamentos públicos necessários para suprir a oferta crescente de serviços de infraestrutura.

Os benefícios ambientais da arborização de ruas e da arborização urbana são tão mais necessários à saúde ambiental do ecossistema urbano quanto maior o nível de urbanização.

Estudos na área de ecologia urbana têm demonstrado os efeitos da arborização na melhoria da qualidade ambiental: fixam a poeira e os resíduos em suspensão, depuram bactérias e outros microorganismos, reciclam gases pelo processo da fotossíntese e fixam gases tóxicos; melhoram o microclima, por promoverem um equilíbrio solo-clima-vegetação, suavizando temperaturas extremas, conservando a umidade do solo, reduzindo a velocidade do vento, mantendo a permeabilidade e a fertilidade do solo, influenciando no balanço hídrico. Reduzem a poluição sonora, amortecendo os sons (GUZZO, 1999)

A arborização de ruas é um dos elementos vegetados dos ecossistemas urbanos capazes de integrar espaços livres, áreas verdes e

remanescentes florestais, conectando estes ambientes de forma a colaborar com a diversidade da flora e da fauna.

Por fazer parte do cotidiano da população urbana, é um dos elementos que atinge um grande público e que não somente gera conforto físico mas também psíquico, pois melhora a paisagem urbana e torna-se referência no espaço e no tempo. Sendo assim, a arborização de ruas é um elemento a ser considerado, na qualidade de vida.

Os serviços prestados pela arborização ao ecossistema urbano, a economia de recursos financeiros e de energia, ligados ao resfriamento ou aquecimento dos ambientes, e a valorização de propriedades advindos da existência de uma arborização bem planejada são objetos de proposição de modelos para atribuir valores às árvores e à arborização.

O ambiente da arborização de ruas é bastante restritivo para o crescimento das árvores. Compactação e contaminação do solo, podas drásticas, diversidade pequena de espécies, depredação, estresse hídrico, temperaturas extremas e iluminação noturna, entre outros, são fatores que colaboram para uma saúde comparativamente menor dessas árvores e que requerem a necessidade de identificação e uso de um maior número de espécies adaptadas.

A fragilidade e a complexidade desse sistema a ser administrado requer um planejamento cuidadoso que tenha como objetivos maximizar as funções da arborização e reduzir custos.

A abundância de árvores é o primeiro dado a ser considerado, quando se almeja maximizar as funções da arborização ou atribuir-lhe valor. A esse dado, adiciona-se a diversidade de espécies, a capacidade das árvores de prestar esses serviços (qualidade) e a distribuição espacial.

O planejamento de qualquer recurso se baseia no conhecimento da situação atual, e para tanto, são utilizados inventários.

O tamanho da cidade, os recursos disponíveis e a finalidade da avaliação determinarão a precisão e o detalhamento dos inventários, assim

como sua aplicação, seja ela em todos os indivíduos ou numa amostra, em área total ou em área parcial (NUNES, 1992).

O presente estudo tem como objetivo verificar a eficiência de duas metodologias – a da amostragem sistemática simples e a da amostragem estratificada por bairros - no inventário da arborização de ruas na porção sul do município de Santos. Para essa finalidade, foi utilizada a variável principal abundância de árvores, aplicada aos quarteirões, e a variável auxiliar, o perímetro dos mesmos.

Fornece um diagnóstico total e para os cinco estratos estudados, com informações sobre abundância, diversidade e qualidade das árvores de ruas, apresenta subsídios para o planejamento e o re-planejamento da arborização de ruas da cidade de Santos e colabora para o conhecimento do comportamento de algumas espécies no meio urbano, especificamente na arborização de ruas de cidades litorâneas subtropicais brasileiras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico do uso de árvores em vias

As árvores foram usadas, desde a Antiguidade, com finalidade estética, ambiental e espiritual. A história dos jardins relata seu uso pelos egípcios, fenícios, persas, gregos, chineses e romanos, em jardins e bosques sagrados (MILANO & DALCIN, 2000) e, no imaginário das civilizações, desde o mítico Éden (SEGAWA, 1996).

Na Antuérpia do século XVI, registrou-se uma ordem do conselho municipal que determinava o plantio de três linhas de árvores nos passeios do entorno das fortificações da cidade (SEGAWA, 1996). Essa talvez seja a primeira iniciativa europeia relatada do uso de árvores ao longo de vias, e que foi estendida, mais tarde, para muitas outras cidades e capitais, ao longo do século XVII.

Recife foi, provavelmente, 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 (MESQUITA, 1996). A presença de coqueiros em duas ruas foi confirmada por documentos pictóricos do final da década de 1630.

As cidades coloniais geralmente não apresentavam arborização viária. A beleza natural encontrada no entorno desses núcleos é apontada até mesmo como um motivo possível do retardo dos investimentos em jardins públicos, já que tal beleza era considerada um paraíso que emoldurava as cidades coloniais (TERRA, 2000).

No Rio de Janeiro, já em 1869, Glaziou estabelece normas para o plantio de árvores em ruas, e, em 1882, várias ruas são normatizadas para arborização pela Corte (MILANO & DALCIN, 2000). A Arborização de ruas é registrada novamente na segunda metade do século XIX, em São Paulo, por iniciativa particular, como a do Barão de Souza Queiroz ao arborizar a Avenida São Luiz com jacarandá mimoso (GOYA, 1992).

No século XIX, com o vetor da revolução industrial e o conseqüente colapso da saúde pública nas cidades, surge a corrente de pensamento salubrista, baseada 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 desse século; entretanto, “no final do século XIX, o conceito de rua e de parque arborizados como pulmões urbanos, estava amplamente assimilado” (SEGAWA, 1996). Grandes planos e projetos do período passaram a considerar essencial o plantio de árvores ao longo da malha viária das cidades.

Com o advento da República, há um remodelamento das cidades, e o serviço de arborização é intenso. No Rio de Janeiro, no ano de 1910, registrou-se o plantio de 1.772 mudas em vias públicas (MILANO & DALCIN, 2000).

No entanto, o crescimento das cidades nem sempre obedeceu aos planos e projetos existentes, nesse período e nos posteriores.

Como resultado de uma condição macroeconômica baseada em industrialização com baixos salários, e da necessidade de criar territórios exclusivos para as pessoas de alta renda, a construção das metrópoles brasileiras apresenta uma segregação espacial por nível de renda (Cytel, citado por CARRIÇO, 2002). Sob essa ótica, tanto a tolerância à ocupação desordenada de espaços ambientalmente frágeis quanto as sistemáticas alterações de regulação no campo urbanístico para favorecimento de grupos do setor imobiliário são faces da mesma moeda (CARRIÇO, 2002).

No Brasil, a partir de fins do século XIX, o surgimento da luz elétrica, a expansão da oferta de serviços de infraestrutura urbana, o crescimento

acelerado e a concentração da população nas cidades, a popularização do uso de veículos automotivos, a especulação imobiliária do período “desenvolvimentista” provocaram mudanças profundas no desenho das cidades, gerando, na maioria das vezes, prejuízos à arborização urbana (MILANO & DALCIN, 2000).

Na cidade do Rio de Janeiro, as mudanças do desenho urbano, a partir da segunda metade do século XX, resultaram na perda de jardins privados e de áreas livres. Isso restringiu sucessivamente o patrimônio de áreas verdes à arborização de ruas, praças, parques e remanescentes florestais (MILANO & DALCIN, 2000).

As cidades atualmente abrigam a metade da população do planeta, e, alguns países, 80% da população, como é o caso do Brasil (IBGE, 2002).

Mesmo na Califórnia, cidades com sólida reputação em florestas urbanas assistem ao abandono de alguns dos programas mais bem conhecidos, à redução de fundos e à diminuição do apoio político. O esforço dos técnicos tem sido identificar programas que sejam ecológica, econômica e politicamente sustentáveis e capazes de conectar a arborização urbana aos demais serviços urbanos básicos (THOMPSON et al., 1994).

Como marcos da produção técnica e científica, na área de arborização urbana no Brasil, muitos autores citam as publicações do Instituto de Botânica, em São Paulo, escritas por Frederico Carlos Hoene, do Instituto Agrônomo de Campinas, por Hermes Moreira de Souza, e do Museu Nacional, no Rio de Janeiro, por Luiz Emygdio de Mello Filho (SANCHOTENE, 1994).

MILANO (1996) comenta que em 1985, com a realização do I Encontro Nacional de Arborização Urbana, em Porto Alegre, houve um renascimento do setor da arborização urbana no Brasil, que tinha estado alguns anos no esquecimento, justamente aqueles em que o desenvolvimento urbano se deu de forma mais intensa.

O processo que levou à fundação da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana e ao I Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, ambos realizados em 1992, uniu profissionais e pesquisadores atuantes no seu planejamento, e foi trazendo à tona uma grande quantidade de trabalhos. Aquela entidade tem representado, desde então, os interesses daqueles que exercem atividades vinculadas à arborização urbana no Brasil (SANCHOTENE, 1994).

2.2 Ecologia urbana, qualidade de vida e relação custo/benefício da arborização

Um dos objetivos da Ciência Florestal Urbana é o estudo e a difusão dos conhecimentos da Ecologia Urbana (International Society of Arboriculture - ISA, 1991), que, via de regra, colocam a arborização como um elemento extremamente benéfico aos ambientes urbanizados.

As áreas livres, as áreas verdes e a arborização viária assumem um papel importante na melhoria da qualidade ambiental das cidades. Melhoram a composição atmosférica, pois fixam poeira, resíduos em suspensão, bactérias e outros microorganismos, reciclam gases pelo processo da fotossíntese e fixam gases tóxicos. Melhoram o microclima, por promoverem um equilíbrio solo-clima-vegetação, suavizando temperaturas extremas, conservando a umidade do solo, reduzindo a velocidade do vento, mantendo a permeabilidade e a fertilidade do solo, influenciando no balanço hídrico. Reduzem a poluição sonora, amortecendo os sons (GUZZO, 1999).

A Sociedade Internacional de Arboricultura (International Society of Arboriculture - ISA, 1991) desenvolveu, em parceria com o Serviço Florestal Norte-americano e com outras entidades, uma agenda de pesquisa para os anos 90, naquele país. Essa agenda considera o estudo dos benefícios ecológicos das florestas urbanas como prioridade máxima, que deve ser

aprofundado visando atender à necessidade de se estimar: a quantidade de árvores urbanas capazes de balancear a produção de dióxido de carbono pelos elementos da cidade; quais componentes (gases, particulados) de poluição são fixados por quais espécies, em que arranjo de biomassa e a que custo biológico, para as plantas; os efeitos da vegetação no microclima, como temperatura, vento, umidade; os efeitos da arborização urbana no ciclo da água, na diminuição do escoamento superficial e no aumento da infiltração.

PEPER et al. (2001) estudam a contribuição da vegetação para o ambiente, desenvolvendo modelos de avaliação do seqüestro de carbono, da retirada de poluentes do ar, da interceptação da chuva, e das mudanças microclimáticas em função de dados como diâmetro à altura do peito (DAP), altura, dimensões da copa e área foliar das árvores.

Os benefícios econômicos da arborização urbana podem ser classificados como diretos e indiretos. Os mais significativos são os indiretos (GREY & DENEKE, 1978). Como exemplo, o efeito da sombra das árvores na redução do consumo de energia por condicionadores de ar, ou a contribuição de espécies decíduais para a redução do consumo de energia por aquecedores de ambiente.

A expansão da fronteira agrícola, acompanhada da inexistência ou ineficiência de um planejamento ambiental prévio, submeteu os ecossistemas naturais a uma fragmentação (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000). Segundo esses autores, o papel de corredores florestados, interligando remanescentes de vegetação, é um aspecto da ecologia da paisagem que tem sido estudado quanto à função de conferir estabilidade à biodiversidade.

Cada vez mais é necessário estudar a contribuição da arborização urbana na manutenção da vida silvestre (ISA, 1991). Nesse sentido, procura-se identificar espécies da fauna local desejáveis ao ambiente urbano, assim como as árvores que possam atraí-las.

Para SASVARI (1984), o entendimento da vida de aves nos ecossistemas urbanos é fundamental para a preservação de vegetação

apropriada, que assegure que até mesmo espécies de aves menos adaptadas possam ter oportunidade de se estabelecer em cidades.

Estudando parques e praças urbanas, nas regiões industriais de Santo André e São Bernardo do Campo, MATARAZZO-NEUBERGER (1995) verificou que uma diversidade maior de espécies arbóreas de ocorrência regional pode atrair para os centros urbanos uma avifauna mais significativa, dependendo, também, do tamanho dos maciços encontrados.

Nesse sentido, uma das funções ecológicas da arborização viária é a interligação dos elementos naturais presentes no meio urbano (NUNES, 1992). Sua qualidade, quantidade e distribuição influenciam a fauna associada, contribuindo para a conservação da natureza (CAVALHEIRO, 1995).

No entanto, o objetivo de atração de fauna através da arborização viária nem sempre tem sentido, conforme MILANO (1996), se avaliadas as condições desfavoráveis do meio urbano, e pode ter conseqüências negativas, como a infestação por erva-de-passarinho, no caso do uso de frutíferas. Além disso, estas podem provocar aumentos da população de vetores de doenças, como moscas, baratas e ratos.

Ao valor ambiental e ecológico das árvores deve-se adicionar o valor estético e social. Tais benefícios podem ser relacionados como: 1) melhoria da paisagem, por fornecer o contraponto das paisagens construídas, por valorizar esteticamente o ambiente e por caracterizar e sinalizar os espaços, tornando-se referência para atividades humanas (DETZEL, 1992); 2) redução do estresse, transmitindo harmonia, paz, tranqüilidade, sensações estas que o homem relaciona com paisagens naturais (SEGAWA, 1996); 4) atribuição de valores históricos e sentimentais (SANTOS, 1996).

2.3 Manejo da arborização

2.3.1 O efeito do ambiente urbano

Muitos autores concordam em que as árvores se encontram sob condições de estresse, no meio urbano, e que por isso desenvolvem ciclos de vida mais curtos. A falta de adaptação ao meio enfraquece a árvore, pequenos períodos de estresse são recuperados com dificuldade, os mecanismos de defesa são prejudicados, deixando a planta mais sensível ao ataque de organismos como insetos xilófagos, cancro, fungos, vírus e micoplasmas, levando-a à morte. Esse processo é chamado de declínio (MILANO & DALCIN, 2000).

Para SANTAMOUR JUNIOR (1969), as alterações físico-químicas dos solos urbanos, resultantes de compactação e de deposição de resíduos, são responsáveis por distúrbios nas funções fisiológicas das plantas. A deficiência de oxigênio, no solo, pode ser o fator determinante do crescimento relativamente menor das árvores da cidade.

O agente ativo para a formação do solo urbano é a atividade humana. A compactação, a restrição do movimento de água e do ar, a presença de materiais antropogênicos, o espaço limitado para as raízes e a interrupção da ciclagem de nutrientes são características comuns, bastante desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal (CRAUL, 1995).

Geralmente, a atividade humana gera uma elevação do pH do solo, gerando até mesmo a deficiência de ferro (Fe) e/ou manganês (Mn), este último também decorrente de altas concentrações de cálcio (Ca). Tais conseqüências foram observadas em diversos casos estudados. O principal sintoma dessas deficiências é a clorose, sendo que, para o Mn, ela se caracteriza por ser internerval e por ocorrer em folhas jovens (SMILEY et al., 1996).

Além dos solos alterados, Harris, citado por BIONDI & REISSMANN (1997) registra os seguintes fatores causadores da perda de vigor e da

conseqüente aparência comprometida das árvores urbanas: infestação por pragas e doenças; reflexão e re-irradiação solar, que aumenta a temperatura do ar; intensidade de luz, que varia de sombra profunda a sol pleno; extensão da duração do dia, por meio da iluminação noturna; redução da umidade, pela expansão do pavimento; escassez ou excesso de suprimento de água; insuficiência de nutrientes; poluição do ar; acidentes, vandalismo e negligência.

BIONDI e REISSMANN (1997) estudaram os solos da arborização de ruas de Curitiba, concluindo que estes foram substancialmente alterados em suas propriedades químicas, principalmente no relativo enriquecimento em bases trocáveis e elevados teores de P. Para o estado nutricional de duas espécies freqüentes na arborização de ruas, obtiveram, para *Aster negundo*, teores de N, K, Mg, Fe e Al maiores em parques do que nas calçadas pavimentadas. Já para *Tabebuia crysotricha*, o resultado foi inverso, os teores de N, P, K, Fe, Cu e Zn foram menores nas árvores plantadas em parques. Os resultados indicam a necessidade de mais pesquisas sobre a adaptabilidade de espécies ao ambiente urbano, sugerindo que as árvores possuem uma variedade muito grande de recursos adaptativos.

No centro de Oslo, os principais fatores limitantes do desenvolvimento de árvores são: o sal usado para descongelamento das ruas (NaCl), injúrias no caule, falta de espaço para o desenvolvimento, alto pH do solo e ataque de insetos, e os principais sintomas de estresse em árvores de rua foram clorose, folhas pequenas cloróticas, necrose, injúria no caule, morte de ramos e galhos e ataque de insetos, segundo FOSTAD & PEDERSEN (1997). Avaliando a saúde de 1243 árvores distribuídas em ruas, áreas verdes e parques concluíram que as árvores de rua possuem uma saúde inferior, e mesmo as espécies mais adaptadas às condições edafoclimáticas, nas ruas, apresentam ataques mais intensos de insetos. Uma das causas levantadas para uma intensidade de ataque maior na arborização viária foi alta freqüência de poucas espécies.

Para melhorar a textura e a estrutura dos solos urbanos, visando melhor desenvolvimento de raízes finas e re-estabelecimento de uma relação balanceada entre raiz e copa, WATSON et al. (1996) avaliaram duas técnicas de substituição do solo, em trincheiras localizadas na projeção da copa, com remoção mecânica e hidráulica, indicando essa última como melhor alternativa, por melhor preservar as de raízes. Testaram também o substrato, com 50 e 100% de composto orgânico, obtendo melhores resultados com o segundo, num período de estudo de quatro anos. Houve incremento significativo, em todos os tratamentos, na estrutura do solo adjacente, no volume de raízes e no crescimento da parte aérea das árvores.

A compactação e conseqüente baixa aeração das raízes é comprovadamente determinante do desenvolvimento de raízes superficiais em espécies sem essa característica, favorecendo danos aos pavimentos. Alguns estudos, no Brasil, já apontam para uma correlação inversa entre o tamanho da área livre de pavimentação deixada na base do tronco das árvores e danos ao calçamento (MILANO, 1996).

A avaliação da saúde ou do vigor da árvore tem sido objeto de estudo na prevenção de riscos a pessoas e propriedades, com a finalidade de reduzir despesas com litígios e ressarcimentos de danos (PERCIVAL & DIXON, 1997).

Segundo MATHECK et al. (1995), têm sido desenvolvidos estudos de biomecânica, para avaliar riscos de queda ou níveis de comprometimento da saúde de árvores urbanas. A simples detecção de uma cavidade ou do apodrecimento no tronco não significa que a árvore esteja com sua saúde e segurança comprometidas. É sabido que árvores podem sobreviver e se mostrar seguras mesmo com mais de 50% de uma secção transversal do tronco comprometida. As árvores se desenvolvem de maneira a manter um equilíbrio de forças mecânicas, distribuídas em sua estrutura, determinando sua forma externa. O vento, a declividade do terreno, a poda drástica, o transplântio, a perda parcial de galhos, assim como cavidades e apodrecimentos internos, no tronco, provocam um engrossamento dos anéis de

crescimento, que tende a equilibrar as forças mecânicas. Uma avaliação simples da linguagem corporal da árvore, por um profissional capacitado, pode identificar sintomas de estresses mecânicos. Para refinar essa avaliação, quando as árvores apresentam sinais de perigo, devido a cavidades e a apodrecimentos do tronco, MATHECK et al. (1995) testaram o uso do fractômetro, aliado a modelos de mecânica da madeira, tendo esse método se mostrado bastante simples e capaz de auxiliar arboristas a prever o efeito do apodrecimento, de forma a monitorar ou a interferir com segurança.

A técnica da medição da fluorescência da clorofila, para verificar estresse produzido por sal descongelante e por encharcamento, mostrou-se rápida, não destrutiva e muito correlacionada com outras técnicas de detecção de estresses de origem abiótica, para a espécie *Alnus cordata*, no trabalho de PERCIVAL & DIXON (1997).

Os cupins xilófagos de hábito subterrâneo causam danos à estrutura de edificações e às árvores urbanas, e, estas, podem se constituir em abrigos para a praga. Segundo AMARAL (2002), a análise externa do tronco e interna ou externa à casca é limitada para os gêneros *Coptotermes* spp. e *Reticulitermes* spp., uma vez que esses podem atacar o cerne da árvore a partir do sistema radicular. Em amostragem do bairro Higienópolis, na cidade de São Paulo, a autora encontrou 28,6% das árvores com ataques de *Coptotermes havilandi* Holmgren através de técnicas não destrutivas de prospecção interna. O resistógrafo, que mede a resistência da madeira, mostrou ser um bom indicativo da presença de cupins.

UTKEDE et al. (1997) apontam o controle biológico como alternativa bastante viável de controle de doenças em árvores urbanas, tanto do ponto de vista ambiental quanto do prático. Muitas vezes, não há fungicidas registrados para as árvores utilizadas, e sua utilização no meio urbano é bastante limitada. Para fungos de solo, por exemplo, a substituição de árvores no mesmo local que a anterior é suficiente para a re-infecção. A seleção genética, a partir de indivíduos resistentes, ou a possibilidade de estaquia em material resistente,

são processos longos. Tais autores obtiveram diferenças significativas entre ciprestes tratados e não tratados com inoculação de *Enterobacter aerogenes* raça B8, que previamente apresentavam sintomas de infecção pelo fungo *Phytophthora lateralis*, causador de podridão de raízes.

A forma típica da copa pode ser modificada por estresses ambientais, especialmente o hídrico, causando o desenvolvimento de múltiplos eixos e alargando o diâmetro da copa, nos níveis mais altos, como consequência da perda da dominância apical. Na cidade de Columbus, OLEKSAK et al. (1997) desenvolveram um experimento com dois gêneros de espécies arbóreas de crescimento monopodial, comuns na arborização urbana. A influência do transplântio de mudas de 1 a 2 metros de altura, no sistema de raiz nua e no de sacos de polietileno, foi estudado. Sem qualquer tratamento, essa perda pode perdurar por mais de 10 anos, e o tratamento mais adequado a favorecer a recomposição da estrutura da copa foi a eliminação das gemas laterais do broto apical, antes do transplântio.

A poda é considerada “uma agressão a um organismo vivo” (SEITZ, 1999). Provoca um desequilíbrio entre a superfície assimilatória, localizada nas folhas, e a superfície de absorção de água e nutrientes, localizada nas raízes. Isso desencadeia processos metabólicos diferenciados, acionando sistemas de reação bastante especializados. Ramos epicórmicos, prejuízos à nova estrutura da copa e à estrutura das raízes, perda de ramos, e até mesmo morte, são consequências possíveis, dependendo do nível da poda, do estado da planta (nutrição, época do ano, idade) e da capacidade de se recuperar da espécie.

Um dos motivos mais freqüentes de poda de árvores é a interferência com redes de energia elétrica. MILANO (1996) considera um mito técnico, criado no país, a recomendação de que não se deve plantar nada sob redes elétricas, ou se deve plantar arbusto ou arvoreta. Também faz parte desse mito a idéia de que, havendo uma relação conflitiva entre as redes de energia e as árvores, devemos escolher entre o que é indispensável (energia elétrica) e o que não é indispensável (as árvores). Essa escolha implica, muitas

vezes, na prática de podas drásticas, especialmente em árvores de porte médio, cuja altura coincide com a altura das redes, e, conseqüentemente, em prejuízos estéticos e biológicos.

Uma alternativa apontada por MILANO (1984), é o uso de espécies de grande porte, conduzidas de forma que suas copas ultrapassem a altura das redes. Para tanto, seria necessário utilizar ou conduzir espécimes com fuste alto. Mas essa solução se aplica somente a locais em que as condições de largura de calçada, afastamento predial e largura de rua sejam suficientemente grandes.

As redes compactas, desenvolvidas pela Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG – e pioneiramente implantadas em Maringá/PR, pela Companhia Paranaense de Energia Elétrica – COPEL – são construídas com cabos protegidos e isolados, dispostos em forma concentrada quando comparados com as redes tradicionais de distribuição de energia, permitindo uma relação menos conflitiva e mais segura com as árvores. Posteriormente, essa tecnologia foi estendida para muitas cidades, como Curitiba e Rio de Janeiro, nas quais também está se experimentando sistemas de iluminação pública mais eficientes na presença de árvores e menos prejudiciais a essas (MILANO & DALCIN, 2000).

Segundo VELASCO (2003), pode-se afirmar que é totalmente viável a utilização de redes compactas de distribuição de energia elétrica, devido ao melhor aspecto geral das árvores, à menor porcentagem de árvores podadas, à menor área podada por árvore, à praticamente o mesmo valor de custo de implantação e à redução de 79,55 nos custos de manutenção, quando comparada com a rede tradicional.

2.3.2 Escolha das espécies e diversidade

Conforme GUZZO (1991), acredita-se que uma diversidade maior de espécies, num ecossistema urbano, promova maior estabilidade ecológica. Novos habitats propiciam o surgimento de outras espécies de flora e fauna, fazendo com que as interações ecológicas (competição, predação, simbiose) sejam maiores, dificultando o aparecimento de pragas que coloquem em risco as populações.

Segundo CAVALHEIRO (1995), a diversidade da vegetação pode se apresentar como indicador de qualidade ambiental em centros urbanos, representando inversamente o grau de alteração do ambiente.

Na região metropolitana de Santiago do Chile, MAZA et al. (2002) estimaram a diversidade da vegetação urbana, incluindo áreas públicas e particulares. Os índices de riqueza (Menhinick), de abundância proporcional das espécies, que combinam riqueza e uniformidade (Shannon e Simpson), assim como os de similaridade (Jaccard e Sorensen) mostraram uma tendência de aumento de diversidade em função dos níveis sócio-econômicos (avaliados por três estratos). Esse estudo indica que a diversidade pode orientar a tomada de decisões nos ambientes urbanos.

No planejamento da comunidade arbórea de uma cidade ou região, deve-se favorecer a heterogeneidade, promovendo a variabilidade intra e interespecífica e a boa distribuição dos exemplares (MILANO & DALCIN, 2000).

GREY & DENEKE (1978) recomendam, no planejamento da arborização urbana, freqüências, para cada espécie utilizada, de 10 a 15% do total da comunidade. A justificativa seria a prevenção de riscos à longevidade, por meio de declínio e ataque de pragas e doenças. Já MILANO & DALCIN (2000) admitem um mínimo de 7 a 10 e recomendam um número de 10 a 20 espécies para compor a arborização de uma cidade.

O uso de espécies nativas é recomendado (SOUZA, 1969), (SANCHOTENE, 1985). A possibilidade das espécies nativas locais ou

regionais terem maior sucesso na adaptação ao ambiente urbano é esperada; no entanto, ainda é pouco o que se conhece sobre elas, especialmente quanto ao seu comportamento na arborização de ruas.

Espécies consagradas pelo uso, em ambientes urbanos, são uma alternativa de menor risco. Para DAVIS & GERHOLD (1976), a identificação e seleção de espécies tolerantes e resistentes são a solução para as perdas por poluentes, por exemplo.

Alguns testes podem ser efetuados antes da incorporação de uma espécie pouco utilizada, simulando a condição de campo. PERCIVAL et al. (1997) avaliaram potencialmente a adaptabilidade da espécie *Alnus cordata* ao ambiente urbano em Ayr, na Escócia, através da submissão de mudas ao encharcamento, por 60 dias, e de aplicações de sal descongelante nas folhas, obtendo resultados satisfatórios.

2.3.3 Plano de manejo de arborização de ruas

Segundo MILLER (1997), um bom plano de manejo visa a maximizar os benefícios da arborização de ruas e a reduzir custos públicos. Qualquer manejo de um dado recurso começa por um inventário. Os inventários são essenciais para localizar pontos para plantio, identificar necessidades de manejo e localizar riscos relacionados a árvores que estejam necessitando de reparos ou remoção. Outras finalidades podem ser relacionadas ao uso de inventários, como gerar informações a respeito da quantidade e do valor de árvores, para fins de relações públicas (Gerhold et al., citado por MILLER, 1997), ou aumentar a eficiência dos serviços e ser utilizado para aumentar a consciência do público e dos políticos acerca do valor da arborização (SMILEY & BAKER, 1988). SANTINI & BUENO (1987) ressaltam a importância da identificação de espécies adaptadas e potenciais. Segundo a NATURAL PATH FORESTRY CONSULTANTS, INC. (1991), têm, ainda, as

finalidades de: obter a composição e os principais problemas de cada espécie, de cada rua e da cidade; fornecer informações para novos plantios e para adequação das práticas de manejo; quantificar custos; identificar problemas passíveis de redefinição de diretrizes de manejo, de programas de conscientização ou de educação ambiental; divulgar os resultados obtidos, mostrando produtividade e buscando apoio da população; monitorar a condição das árvores para gerenciar os recursos humanos e fiscais do município em função de prioridades; prevenir problemas ao público e às construções, servindo, inclusive, como mecanismo legal na defesa ou promoção de ações jurídicas; detectar problemas relativos a pragas e doenças, priorizando ações preventivas; possibilitar a valoração de árvores individualizadas ou no seu conjunto, para fins de cobrança; avaliar a qualidade das mudas fornecidas e sua sobrevivência no local.

A informatização dos inventários aumenta a aplicabilidade dos estudos, uma vez que facilita o acesso, a análise, a correção e o armazenamento de grande quantidade de dados, em pouco tempo e a baixos custos (DALCIN & OLIVEIRA, 1992 e TAKAHASHI, 1992). Um banco de dados relacional, rico em informações desde as condições da árvore ao seu valor monetário, foi criado por SILVA FILHO (2002) para a cidade de Jaboticabal.

2.3.4 Amostragem em inventários de arborização de ruas

O tamanho da cidade, os recursos disponíveis e a finalidade da avaliação determinarão a precisão e o detalhamento dos inventários, assim como de sua aplicação, seja em todos os indivíduos ou em uma amostra, em área total ou parcial (NUNES, 1992).

Segundo COUTO (1994), devem ser aplicados testes aos inventários por amostragem, para cálculo de erros e de vícios específicos para o tipo de distribuição observada. Uma variável de grande importância é o número de

árvores por quilômetro de rua ou calçada ou o número de árvores por hectare. Os inventários realizados no Brasil por LIMA, em Piracicaba, por BRASIL, em Recife, e por MILANO, em Curitiba, apresentaram distribuição normal, pelo teste de Shapiro-wilk, para variáveis desse tipo.

A variável densidade de árvores tem sido largamente utilizada com esse objetivo, o de verificar a eficiência e a confiabilidade do método. A unidade amostral pode ser uma parcela de tamanho pré-definido, um grupo de quarteirões, uma rua, uma quadra ou um quarteirão. Conforme (COUTO, 1994), alguns inventários realizados no Brasil utilizaram critérios de censura para as unidades amostrais, excluindo da amostragem aquelas com densidade de árvores muito baixa. Esse procedimento fere um dos princípios básicos da amostragem, tornando-a viesada, superestima o valor da média de população real e evita que informações úteis sobre áreas com escassez de árvores seja detectada. Além disso, impossibilita a comparação com outros levantamentos.

MILANO & DALCIN (2000) alegam que o método com censura das unidades amostrais foi utilizado nas cidades de Cascavel e Curitiba, nas quais já se contava com levantamentos quantitativos totais, e que a finalidade seria conhecer a situação da arborização e não identificar a existência de árvores nas ruas. Além disso, o método pode ser considerado bastante preciso, tendo permitido estimativas quantitativas com 2% de erro real para amostragens com 95% de probabilidade e 10% de erro admitido, a partir de amostras de 5% das unidades amostrais.

Um critério de exclusão de unidades amostrais com menos de 3 árvores por unidade (definida como de 1 acre – 4047m²) também foi utilizado por Geiger, citado por MILLER (1997), para a cidade de Chicago. No entanto, o estudo se restringiu a 67% da área da cidade, considerada “florestada”, e a finalidade não era estimar a densidade de árvores, mas estimar o número de árvores potenciais para remoção com o objetivo de comercialização da madeira.

Valentine et al. e Mohai, citados por MILLER (1997) utilizaram como variável amostral ou principal o diâmetro das árvores, indicando o método como bastante eficiente para estimar a extensão de um problema na arborização ou para prever potenciais problemas fitossanitários. As unidades amostrais foram árvores das espécies mais freqüentes selecionadas sistematicamente a partir de uma amostragem de aglomerados de ruas.

Já Jaenson et al., citado por MILLER (1997), desenvolveram uma metodologia eficiente para estimar o número de árvores em comunidades de 5.571 a 113.000 árvores com uma amostra composta apenas por 2.000 a 2.300 árvores. Consiste em estratificar a cidade em três zonas, com base no desenho urbano e no tipo de uso (residencial, comercial industrial). Cada zona é subdividida em subáreas homogêneas para amostragem, podendo ser compostas por 20 a 500 quarteirões. Nessas subáreas, são selecionados, ao acaso, 20% dos quarteirões (no mínimo, 10 amostras por subárea) e contadas as árvores neles contidas. Baseado no número de quarteirões por subárea, estima-se o número de árvores por subárea. O número de amostras (2.000 a 2.300 árvores) é distribuído conforme a densidade de cada subárea, e novamente são selecionados quarteirões, para a avaliação qualitativa.

Alguns estudos, no Brasil, dedicam-se a definir a metodologia de amostragem mais eficiente no estudo de determinada cidade. RACHID & COUTO (1999) comparou a amostragem casual simples com a estratificada por nível socio-econômico, na cidade de São Carlos, concluindo que o ganho em precisão, pela estratificação, não justifica o maior esforço no tratamento de dados; MICHÍ & COUTO (1996) avaliaram a amostragem por conglomerados e a amostragem com probabilidade proporcional ao tamanho das ruas, em três bairros de diferentes níveis socioeconômicos, considerados estratos, para a cidade de Piracicaba, tendo concluído que a amostragem proporcional ao tamanho é mais eficiente. MILANO et al. (1992) estudaram o tamanho das parcelas para amostragem da arborização de ruas de Curitiba, concluindo que

parcelas proporcionalmente menores, repetidas mais vezes, são mais eficientes.

A amostragem sistemática possibilita melhor distribuição das unidades amostrais em relação à amostragem casual simples (Avery & Burkhart, citados por COUTO, 1994). Quando há tendência de variações locais e a característica a ser estudada não se distribui aleatoriamente, a amostragem sistemática será mais precisa. Já a estratificação, segundo COUTO (1994), consiste em dividir a população em subpopulações não sobrepostas, de modo que as medições feitas nas subpopulações sejam mais homogêneas (menos variáveis) do que na população original. Vários métodos de amostragem devem ser testados, no estudo da arborização de ruas, visando a maior eficiência e a economia de recursos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do Município

O Município de Santos situa-se no litoral do Estado de São Paulo e limita-se, ao norte, com Santo André, Biritiba-Mirim e Mogi das Cruzes, ao sul, com o Oceano Atlântico e a ilha de Santo Amaro (Guarujá), a leste, com Bertiooga, e a oeste, com Cubatão e São Vicente. Abrange uma área de 271 Km², sendo 39,4 Km² na ilha de São Vicente e 231,6 Km² no Continente.

A população é estimada em 410.724 habitantes (EMPLASA, 1999). Deste total, apenas 0,42% vive na Área Continental, de forma que existe um adensamento, na ilha, de 10.381 hab/Km².

As principais atividades econômicas são a turística e a portuária. Possui 7 Km de praias, com infraestrutura de turismo, e 12 Km de acostagem de navios (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 1995).

A vegetação da Ilha de São Vicente, na qual se localiza a área urbana do município, era originalmente coberta por Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas e Floresta Ombrófila Densa Submontana, existindo ainda alguns remanescentes alterados, localizados principalmente nos morros. As planícies costeiras se caracterizam por possuir espodossolos, solos distróficos e álicos, com baixa CTC, que podem conter horizontes endurecidos e níveis altos de íons Sódio (Na⁺) (PRADO, 2001). Algumas dessas características estão relacionadas com lençóis freáticos superficiais e com a influência de marés.

Os ventos fortes, que ocorrem na região, atingem freqüentemente 80 Km/h. O clima da Baixada Santista possui temperatura média anual de aproximadamente 22°C, sendo que, no período de verão, a média das máximas

mensais atinge valores superiores a 27°C, precipitação total anual média de 2541 milímetros, umidade relativa média de 81% e alta nebulosidade (SANTOS, 1995).

Até o início do século XIX, Santos manteve suas características de cidade colonial, restrita a uma pequena parte do atual Centro, voltada para o estuário. A porção sul, constituída de praias, e então chamada de Barra, era temporariamente ocupada para práticas de lazer. Os terrenos que levavam à Barra eram alagadiços e apenas alguns caminhos tortuosos permitiam o acesso. A partir de meados do século XIX, a Barra passou a ser ocupada por chácaras de famílias de posse da região, que ali residiam ou passavam temporadas de veraneio (BARBOSA, 2000).

No final do século XIX, a população aumentou sensivelmente, como reflexo da expansão do Porto, e o Centro passou a ser ocupado por “cortiços”. A qualidade de vida piorou, e epidemias de febre amarela, impaludismo, peste bubônica, varíola e tuberculose fizeram, na última década daquele século, 27.588 vítimas. O governo do Estado instalou as Comissões de Saneamento e Sanitária. A Comissão de Saneamento, que contou com a atuação destacada do Engenheiro Sanitarista Saturnino de Brito (BARBOSA, 2000), projetou e executou a rede de esgotos da cidade, a construção de canais de drenagem das áreas alagadiças, de avenidas, arruamento, parques e de jardins (Figura 1).

A partir de meados do século XX, a orla da Praia passou a ser sistematicamente ocupada por grandes edifícios, muitos dos quais para abrigar a população flutuante que passou a visitar regularmente a cidade. A construção da Via Anchieta, na década de 40, e da Rodovia dos Imigrantes, nos anos 70, possibilitou acesso mais rápido do Planalto, principalmente da Capital Estadual, às praias.

Segundo CARRIÇO (2002) a população de baixa renda sofreu um processo de segregação espacial nos municípios da Baixada Santista, desde fins do século XIX, e, ainda hoje, grande parte dela habita áreas ambientalmente frágeis como encostas sujeitas a escorregamentos, edificações

insalubres, várzeas inundáveis e mangues, comparáveis, na precariedade, apenas às da Região Metropolitana de São Paulo.

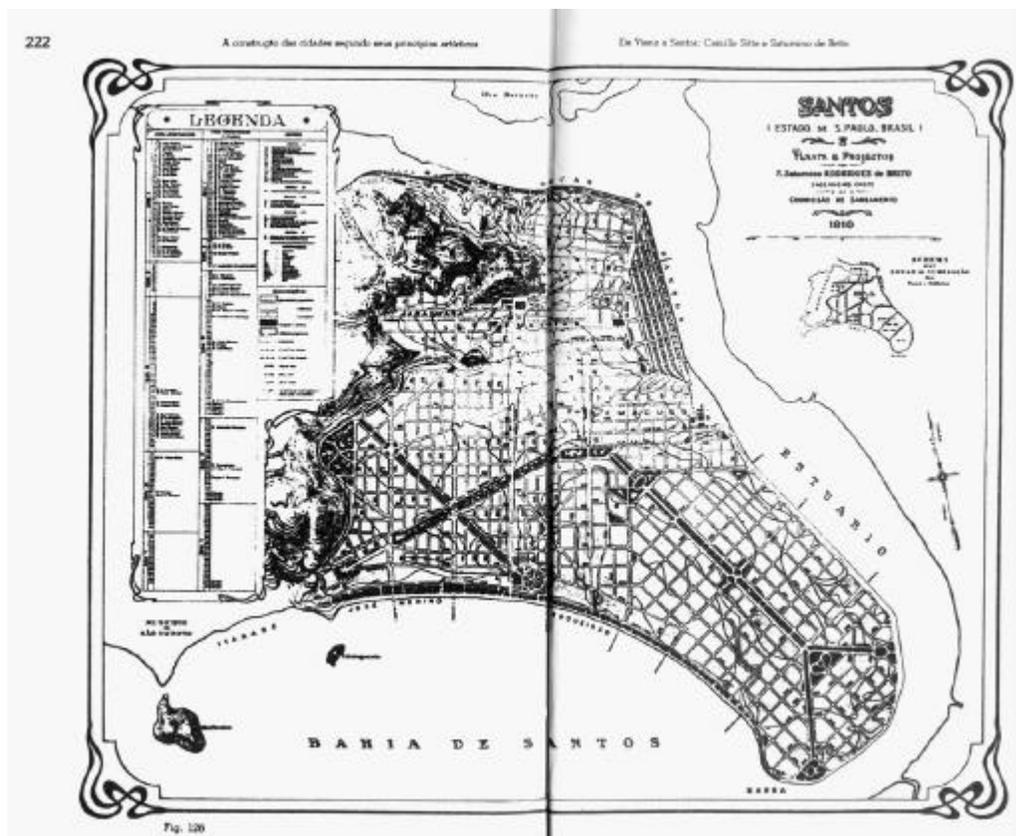


Figura 1 – Planos e Projetos do Engenheiro Saturnino de Brito para a cidade de Santos

3.2 Características da arborização viária

O substrato, formado por solos arenosos e aterros de áreas mangue e de restinga, e o lençol freático elevado são determinantes de um ambiente de restrição física e química ao desenvolvimento radicular. Isso determina, para a maioria das espécies, uma concentração de raízes na camada superficial do

substrato e, por conseguinte, maior suscetibilidade à queda. A situação se torna mais grave se considerarmos os fortes ventos que ocorrem na região. Segundo MENEGETTI et al. (1996), observou-se que a espécie predominante, *Inga laurina*, respondia por 80 a 90% das ocorrências de queda de árvores. Face ao risco que tais quedas representavam à segurança pública, a Prefeitura Municipal de Santos passou a realizar um programa de podas em larga escala, desde 1993, priorizando esses ingazeiros.

No ano de 1994, uma Ação Civil Pública, que tinha como objeto podas danosas efetuadas pela concessionária de energia elétrica, resultou em acordo jurídico firmado entre o Ministério Público, Prefeitura e Concessionária. A atuação da concessionária ficou restrita a casos emergenciais, e a poda de manutenção de redes elétricas passou a ser realizada pela Prefeitura, com apoio da concessionária (MENEGETTI et al., 1996).

Sob rede elétrica primária, os exemplares de *Inga laurina* e de *Terminalia catappa* foram submetidos a podas de segurança. Isso resultou no controle da copa à altura de aproximadamente 6 a 8 metros, atingindo os ramos terciários. Para o ingazeiro, esse tipo de poda determinou um retorno bianual.

Esse tipo de poda não é aceito no meio técnico, devido a ser muito drástico para a planta. Para o ingazeiro, a justificativa foi a dificuldade de condução da copa acima da fiação, em túnel, devido a seu porte médio e à elasticidade dos ramos terminais. Já para *Terminalia catapa*, foi a incompatibilidade do crescimento monopodial com a existência de rede de energia primária.

A problemática da arborização viária, no município, foi descrita por MENEGETTI et al. (1996) e contém, além da política de podas, outras informações relevantes para o manejo da arborização, como: a definição de parâmetros para a remoção de árvores, algumas espécies utilizadas nos programas de arborização e a descrição do comportamento de algumas espécies predominantes.

3.3 Área de estudo

A área de estudo foi definida como os bairros contíguos à orla marítima: Ponta da Praia, Aparecida, Embaré, Boqueirão, Gonzaga, Pompéia e José Menino, localizados na porção sul do município de Santos. São bairros freqüentados pelos turistas e pelos moradores, em percursos de automóvel, a pé e de bicicleta, e representam áreas economicamente valorizadas (Figura 2).



Figura 2 – Imagem fotográfica da área de estudo

A urbanização é recente, a partir do início do século XX, seguindo aproximadamente o projeto de Saturnino de Brito. São áreas planas, drenadas e aterradas, com forte influencia de ventos marítimos, nas quais são

observados os maiores índices de ocupação do Município. O interesse de se avaliar essa área de Santos, que poderia ser considerada uma única zona administrativa para o manejo da arborização urbana, é o de que ela possui características que colaboram para uma arborização abundante e valorizada, constituindo um modelo para o restante do município.

3.4 Processo de amostragem

Escolheu-se o método de amostragem sistemática, considerado mais exato por garantir uma distribuição mais uniforme das unidades pela área, reduzindo o componente espacial do erro. A unidade amostral foi o quarteirão, composto por 3 a 5 lados, cada qual denominado de quadra. Em mapa oficial do município, em escala 1:10.000, atualizado a partir do levantamento aerofotogramétrico de 1978, numerou-se 496 quarteirões, nos sete bairros, os quais compuseram a população (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS, 1977). Visando uma intensidade amostral de 15%, sorteou-se o primeiro quarteirão, de número 6, e, a partir dele, foram selecionados um a cada seis, para compor a amostra. Quando sorteado um quarteirão composto por área verde, tomou-se o seguinte, pois nem todos os quarteirões ocupados por áreas verdes foram inicialmente excluídos do universo amostral. Durante os levantamentos de campo, foi possível ter acesso a um mapa mais recente, cujas atualizações encontram-se em andamento, mas já bem mais próximo da realidade encontrada nos quarteirões (PRODESAN, 2003). Trata-se de um mapa digitalizado em programa Microsoft AutoCAD2000, baseado no mesmo levantamento aerofotogramétrico de 1978, com atualizações dos quarteirões que foram unidos e das ruas que foram ocupadas. Nesse mapa, foram identificados 470 quarteirões válidos, excluindo-se, durante o levantamento de campo, todos aqueles compostos por áreas verdes. Ainda assim, alguns quarteirões não estavam bem representados, e adaptações no próprio

programa AutoCAD foram executadas para as unidades selecionadas, conforme mostra a Figura 3. Foram selecionados 70 dos 470 quarteirões, correspondendo a uma intensidade de 14,8%.

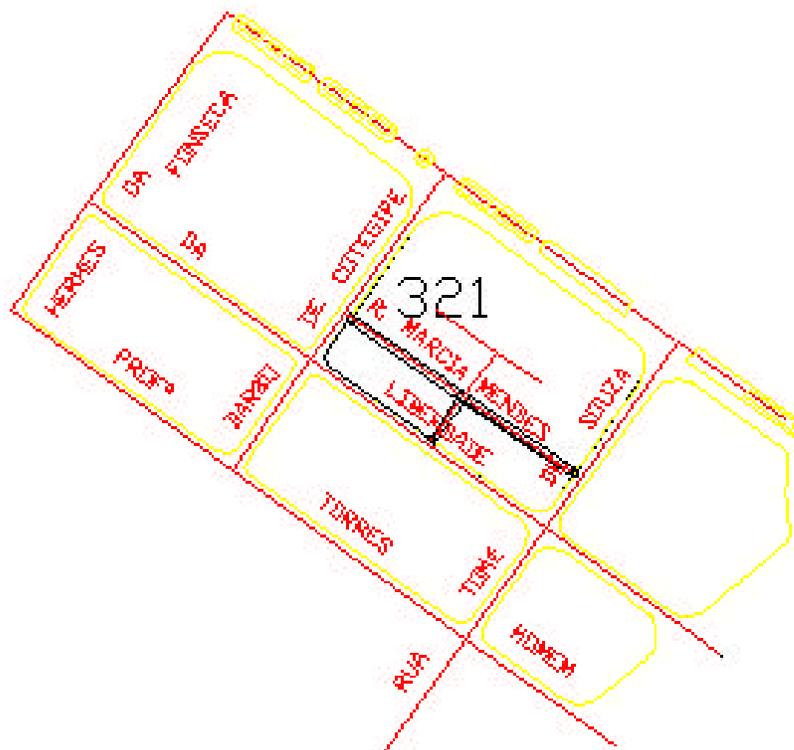


Figura 3 – Visão parcial da base cartográfica utilizada com um quarteirão selecionado adaptado para o cálculo do perímetro

3.5 Variável principal

A abundância de árvores pode ser expressa em “número de árvores por quilômetro de calçada” e “número de árvores por hectare” e são consideradas variáveis principais para fins de inventários em arborização de ruas. No entanto, a variável “número de árvores por hectare” considera a área interna dos quarteirões, sem considerar as árvores de dentro dos lotes. Nesse sentido, esse índice se sobrepõe à arborização particular, e o índice “número de

“árvores por km de calçada” pode ser usado independentemente de outros índices calculados para a arborização particular, para a arborização viária composta por canteiros centrais, e para a arborização de áreas verdes (praças e parques). Além disso, RACHID & COUTO (1999) observou que, para a cidade de São Carlos, as duas variáveis se mostraram bastante adequadas, sendo que “árvores por quilômetro” foi considerada de manuseio mais simples e rápido. Sendo assim, optou-se, neste trabalho, por essa variável, que pode ser definida como a razão entre o número de árvores amostradas em toda a área e a somatória de todos os comprimentos de calçada dos quarteirões componentes da amostra.

3.6 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada no período de fevereiro a setembro de 2002, e a ficha de coleta de dados (Figura 4) seguiu o modelo proposto por RACHID & COUTO (1999), com algumas modificações.

3.6.1 Variável principal

Foi anotado o total de elementos arbóreos existentes em cada um dos 70 quarteirões da amostra, considerando-se todos os exemplares arbóreos e arbustivos presentes nas calçadas, inclusive os mortos, e foram excluídas covas vazias.

O comprimento dos quarteirões foi obtido a partir da base em CAD (PRODESAN, 2003). Através do próprio sistema, foram calculados os perímetros dos quarteirões, sendo que os erros são ínfimos, admitidos como erros advindos da retificação das imagens aerofotogramétricas e erros da escala de digitalização.

3.6.2 Variáveis qualitativas

Foram coletados seis grupos de dados relativos às quadras de cada quarteirão selecionado e às árvores componentes da amostra, sendo:

- 1) Variáveis relacionadas às quadras:
 - 1.1) Estrato e número do quarteirão aos quais pertence;
 - 1.2) Nome da rua correspondente;
 - 1.3) Largura de cada rua, em metros, medida no local, com trena; quando presente canteiro central, considerou-se somente uma das vias;
 - 1.4) Tipo de ocupação de cada quadra (residencial, comercial, mista);
 - 1.5) Largura de cada calçada, em metros, medida no local, com trena;
 - 1.6) Afastamento predial, estimado visualmente.

- 2) Variáveis espécie e localização do indivíduo:
 - 2.1) número da quadra a que pertence;
 - 2.2) número da árvore, conforme numeração seqüencial de cada árvore amostrada, incluindo mortas e excluindo covas vazias;
 - 2.3) nome da espécie botânica ou anotação de árvore morta;

- 3) Variáveis relacionadas ao tamanho dos indivíduos:
 - 3.1) altura total, medida em quatro classes: "A", para alturas até os cabos telefônicos – 0 a 4,5 metros; "B", para alturas até o fio mais alto da rede secundária – de 4,5 a 6,7 metros; "C" desse último até a rede primária – de 6,7 a 8,20 metros; e "D", acima da rede primária – acima de 8,20 metros;

3.2) circunferência à altura do peito (CAP), em centímetros, medida com fita métrica e posteriormente transformada em diâmetro à altura do peito (DAP).

4) Variáveis relacionadas à condução da planta:

4.1) Altura da primeira bifurcação, em centímetros, medida com auxílio de uma haste rígida, com capacidade para medir até 340 centímetros de altura, a partir da qual foram utilizadas as classes de altura total da árvore “A”, “B” e “C”, e atribuídos a elas os seguintes centros de classe: 4,4, 5,6 e 7,5 metros, respectivamente.

4.2) Tipo de poda, baseado na observação e definição prévia dos padrões efetuados pela prefeitura:

A – “levantamento de copa”, entendida como o corte de ramos laterais, permitindo o livre crescimento em altura e conduzindo a árvore de forma, principalmente, a favorecer o trânsito de veículos e pedestres. É uma poda leve e tecnicamente aceita, desde que seja realizada durante a formação da árvore. Observa-se, no entanto, que em muitos casos essa poda foi realizada já na idade adulta, e atingiu ramos bastante maduros, expondo feridas a uma difícil cicatrização e favorecendo o ataque de pragas e doenças. Mesmo utilizando técnicas de corte adequadas, preservando crista e colar, e procedendo ao corte liso e com ferramenta apropriada (serras), em sendo realizada tardiamente, essa poda pode ser danosa.

B – “levantamento excessivo da copa”, quando além das características apontadas acima, há redução excessiva da copa, descaracterizando a forma da árvore, para favorecer a iluminação noturna ou sem motivo aparente.

C – “rebaixamento da copa”, entendida como sendo a eliminação da parte superior da copa, ao nível da rede secundária, atingindo ramos terciários. É uma poda sempre danosa, por causar um

desequilíbrio entre copa e sistema radicular, causando prejuízos à estrutura da árvore e demandando energia adicional para recompor a folhagem. Além disso, submete a massa foliar a uma redução da ordem de 80 a 100% durante, pelo menos, dois meses, e, portanto, reduz significativamente os serviços ambientais prestados pelas árvores ao ambiente urbano.

- D – “outros tipos padronizados”, podas de controle apical e lateral, bastante drásticas, efetuadas principalmente em *Terminalia catappa*
- E – “topiária”, que envolve o controle apical e lateral de forma menos danosa, pois envolve ramos novos e uma frequência maior. Esse tipo de poda é efetuado por munícipes, especialmente para *Ficus microcarpa*.
- E – “irregular”, poda caracterizada por falta de técnica ou de justificativa. Árvore com copa pensa e/ou descaracterizada.
- F – “falta de condução”, quando, para mudas, faltam podas, tutoramento ou protetores, ou quando, para árvores adultas, exista a necessidade de podas. A necessidade de poda foi verificada quando os ramos estiverem em contato com a fiação primária, exercendo pressão sobre outras fiações aéreas, impedindo a abertura de janelas, tocando telhados, ou dificultando o trânsito de pedestres ou de veículos.

5) Saúde da planta:

5.1) qualidade da copa:

- A – vigorosa – aparentemente sadia.
- B – Epicórmica - com profusão de brotos ou ramos, como característica principal.
- C – Clorótica - apresentando clorose internerval generalizada.
- D – Estressada - copa apresentando sinais de amarelecimento, queda anormal de folhas e ramos, redução do tamanho da folha em

comparação com outras árvores da mesma espécie, seca de ponteiros, associados ou não à presença de doenças ou pragas.

E – Prejudicada pelo vento marítimo, com lados da planta com folhas e ramos secos, copa com desenvolvimento desigual em raio.

F – Prejudicada por vandalismo, quando cortada sem critério.

5.2) Qualidade do tronco:

A – íntegro – tronco sem ferimentos

B – Injuriado – com ferimentos

C – Oco – com cavidades visíveis

C – Fendido – com fendas longitudinais

D – Anelado – quando efetuado o anelamento completo e irreversível.

E – prejudicado por vandalismo – quando furado, cortado, pregado ou parcialmente anelado.

5.3) Inclinação do tronco:

A – adequada

B – inclinada

5.4) Fitossanidade – presença de pragas, doenças e parasitas que possam causar danos e prejuízos à planta, por observação direta dos agentes ou por sinais de atividade recente.

A – cupins

B – insetos sugadores (cochonilhas, pulgões)

C – manchas foliares

D – ferrugens

E – parasitas (erva de passarinho)

F – lagartas

6) Compatibilidade da árvore com relação ao local de plantio:

6.1) quanto à espécie escolhida: essa característica foi organizada considerando níveis, dos menos aos mais restritivos, e, nos casos de superposição, anotado somente o mais restritivo.

A – adequada;

B – pequena para o espaço disponível;

C – parcialmente compatível, devido à presença de fiação. nesta categoria foram anotadas as espécies de crescimento monopodial que entram em conflito com os diversos tipos de fiação, e aquelas que atualmente são submetidas a podas drásticas para beneficiar o fornecimento de energia. A intenção foi estimar o número de árvores beneficiadas por futuros investimentos na substituição das atuais redes por sistemas mais modernos e compatíveis com a arborização de ruas.

D – parcialmente compatível, por outro motivo. Nessa categoria incluiu-se, por exemplo, árvores com frutos grandes, com frutos com elementos nocivos às pinturas dos automóveis, arbustos pequenos, palmeiras que perfilham, entre outras;

E – inadequada, devido ao sistema radicular. Inclui espécies que nas condições da área de estudo emitem raízes extremamente danosas aos calçamentos e canalizações;

F – grande para o espaço disponível. Nessa categoria se considerou a largura das vias, das calçadas e do afastamento predial e sua relação com o DAP e a largura da copa das árvores. Espécies de porte grande, desde que atendidas essas exigências foram consideradas adequadas perante este critério, considerando-se a possibilidade de uma condução acima das construções existentes e das redes aéreas.

6.2) quanto à área livre de pavimentação, junto ao tronco:

- A – adequada – área livre de pavimentação de, no mínimo, 40 x 40 centímetros, para árvores com diâmetro inferior a 15 centímetros, na sua base, ou de, no mínimo, duas vezes a área basal do tronco.
- B – pequena - área menor do que a considerada adequada.
- C – ausente – totalmente pavimentada ou ocupada por raízes.

6.3) quanto à condição da calçada:

- A – danos severos ao calçamento, levantando sensivelmente o nível do piso, a canalização de drenagem, deslocando o meio fio ou provocando rachaduras em muros.
- B – danos leves, com rachaduras e alguns levantamentos do piso.
- C – calçada em bom estado ou apresentando rachaduras no piso.

6.4) quanto aos obstáculos existentes, em conflito potencial com a árvore, foram anotados: garagens, postes, canalizações, esquinas, placas de trânsito, placas comerciais, lixeiras, outra planta na mesma cova, marquises, bueiros, entulho, semáforo, bancas de jornal ou de alimentos, pontos de ônibus, canalização de gás de cozinha, varandas e toldos.

6.5) quanto aos cabos e às fiações aéreas presentes, foram anotadas as presenças de:

PST - redes primária tradicional, secundária e telefônica

ST - redes secundária e telefônica

PT – somente redes primária e telefônica

T – somente rede telefônica

S – somente rede secundária

P – somente rede primária

Em combinação com:

COND – condutor de tróleibus: inclui cabos de sustentação e linha condutora dos tróleibus, localizadas na projeção do centro da rua.

AL – alimentador de tróleibus, inclui a rede de energia, composta por 4 fases, localizada pouco acima da rede secundária de energia.

REU - rede primária pré-reunida (tipo de fiação primária, com cabos isolados, entrelaçados).

Observação: 1- As redes de tróleibus encontram-se desativadas;

2 – As redes telefônicas também incluem redes de televisão a cabo e fibras óticas.

3 – Esses dados foram reorganizados de forma a indicar a presença individualizada de cada tipo de rede aérea, separadamente.

3.7 Plano Amostral dos métodos estudados

Para a análise dos dados foram utilizados o sistema SAS (Statistical Analysis System) e o programa Microsoft Excel para Windows 95.

Inicialmente, aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificar se os valores da variável principal apresentavam distribuição normal. Esse teste foi aplicado aos valores da variável “número de árvores por quilômetro de calçada” por unidade amostral (quarteirão) selecionada.

3.7.1 Amostragem sistemática simples

A amostragem sistemática simples consiste na análise dos dados referentes à variável principal, somatória do número de árvores e perímetros de quarteirões, em quilômetros, dos 70 quarteirões selecionados.

O modelo proposto por COCHRAN (1977), chamado de Estimador Razão, foi utilizado para determinar a abundância de árvores (RACHID & COUTO, 1999). Tomando-se: N como o total de quarteirões da área de estudo, n como o número de quarteirões selecionados para a amostra, x_i como o valor da variável “número de árvores” e y_i como o valor da variável auxiliar “perímetro dos quarteirões” do i -ésimo quarteirão sorteado, e IC como o intervalo de confiança a 95% de probabilidade, temos:

$IC = r \pm 2s(r)$, onde:

- $r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n y_i}$ a razão amostral;
- $s^2(r) = \frac{1-f}{n\bar{y}^2(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - 2r \sum_{i=1}^n x_i y_i + r^2 \sum_{i=1}^n y_i^2 \right)$ a variância amostral;
- $f = \frac{n}{N}$ a fração amostral;
- $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$ o valor médio da variável “perímetro dos quarteirões”

Para a finalidade de testar a suficiência amostral, admitiu-se um erro amostral de até 15%, calculado a partir dos dados do Intervalo de Confiança, da seguinte forma:

$$EA = \frac{2s(r)}{r}$$

3.7.2 Amostragem estratificada

Os sete bairros da área de estudo contêm pequenas diferenças, entre si, no que diz respeito ao desenho urbano, história e tipo de ocupação, apesar de comporem uma única zona administrativa.

Espera-se que essas diferenças estejam refletidas na variável principal estudada, abundância de árvores. Para tanto, os bairros, ou grupos deles, foram considerados estratos.

Uma vez que a amostragem sistemática simples resulta numa distribuição da amostra regular por toda a área, não foi necessário proceder a uma segunda seleção para a amostragem estratificada.

Os estratos foram definidos respeitando as unidades de planejamento, os bairros, a distribuição espacial dos mesmos e um tamanho de amostra mínimo, por estrato, correspondente a 10 unidades selecionadas ($n = 10$), considerando a mesma intensidade da amostragem sistemática (15%). Sendo assim, três bairros vizinhos, o José Menino ($n = 2$), o Pompéia ($n = 3$) e o Gonzaga ($n = 8$) foram unidos e denominados de Estrato Composto. Os outros bairros, Ponta da Praia, Aparecida, Embaré e Boqueirão, constituíram, cada um, um estrato. O tamanho da amostra por estrato variou de 12 a 18, e a intensidade amostral variou de 13,8 a 16,7%.

Inicialmente, foi realizado um teste F, que consiste em uma análise de variância para a variável principal - ANOVA, na qual se atribui a causa do erro aos estratos, e verificou-se se há diferenças significativas entre eles.

Para a amostragem estratificada em bairros, utilizou-se a fórmula da Razão Separada, proposta por COCHRAN (1977).

$$IC = \hat{R}_{es} \pm 2s(\hat{R}_{es}), \text{ onde:}$$

$$\bullet \hat{R}_{es} = \frac{\left(\sum_{h=1}^H \frac{x_h}{y_h} Y_h \right)}{Y_t} \text{ é a razão separada, na qual:}$$

o $x_h = \sum_{i=1}^{n_h} x_{ih}$, onde x_{ih} é o valor da variável “número de árvores” do i -ésimo quarteirão sorteado do h -ésimo estrato;

o $y_h = \sum_{i=1}^{n_h} y_{ih}$, onde y_{ih} é o valor da variável “perímetro dos quarteirões” do i -ésimo quarteirão sorteado do h -ésimo estrato;

o $Y_h = \sum_{j=1}^{N_h} Y_{jh}$, é correspondente ao total populacional da variável “perímetro dos quarteirões” do h -ésimo estrato, sendo N_h o total de quarteirões do h -ésimo estrato e Y_{jh} o valor da variável “perímetro dos quarteirões” no j -ésimo quarteirão do h -ésimo estrato;

o $Y_T = \sum_{h=1}^H Y_h$, que corresponde ao total populacional da variável “perímetro dos quarteirões”.

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

o N_h é o número de quarteirões do h -ésimo estrato;

o n_h é o número de quarteirões selecionados do h -ésimo estrato;

o $f_h = \frac{n_h}{N_h}$ é a fração amostral;

o $s_{xh}^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (x_{ih} - \bar{x}_h)^2$ a variância da variável “número de árvores” do h -ésimo estrato;

o $r_h = \frac{x_h}{y_h}$ é a razão entre a variável “número de árvores” e a variável

“perímetro dos quarteirões” por estrato;

o $s_{yh}^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{j=1}^{n_h} (y_{jh} - \bar{y}_h)^2$ é a variância da variável “perímetro dos

quarteirões”;

o $s_{xyh} = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{j=1}^{n_h} (x_{jh} - \bar{x}_h)(y_{jh} - \bar{y}_h)$ a covariância.

O erro amostral admissível considerado foi o mesmo da amostragem sistemática simples, ou seja, 15%.

O presente estudo discute a aplicabilidade da amostragem estratificada ao estudo dessa porção do município, comparando-a com uma amostragem sistemática simples.

A amostragem estratificada decompõe a variância em dois níveis, dentro e entre os estratos. A amostragem sistemática simples considera a variância entre todas as unidades amostradas. Por isso, havendo diferenças entre os estratos, espera-se que a análise estratificada forneça estimativas mais precisas.

3.8 Cálculo de Índices de diversidade

Conforme MAZA et al. (2002), medições de biodiversidade poderiam auxiliar enormemente os processos de tomada de decisões, em ambientes urbanos. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta um índice de diversidade α , o índice de diversidade de Shannon, calculado para toda a comunidade e separadamente para cada estrato. A diversidade β é a variação da composição de espécies entre áreas de diversidade α , e pode ser estimada

através de coeficientes de similaridade entre pares de sítios. O presente trabalho adotou o Índice de Jaccard, para essa finalidade, aplicado a pares de estratos vizinhos.

$$ID_{\text{Shannon}} = - \sum p_i \times \ln(p_i),$$

onde p_i = é a proporção dos indivíduos da i -ésima espécie.

$$\text{Índice de Jaccard} = I_j = \frac{j}{(a + b - j)},$$

onde j = número de espécies encontradas nos dois estratos, a = número de espécies encontradas no primeiro estrato, e b = número de espécies encontradas no segundo estrato.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variável Principal

4.1.1 Análise preliminar

Os dados dos 70 quarteirões componentes da amostra mostraram distribuição normal para a variável principal “árvores por quilômetro de calçadas”, pelo teste de Shapiro-Wilk ($p = 0,16$).

4.1.2 Resultados da amostragem sistemática simples

Dos 470 quarteirões válidos, 70 quarteirões compuseram a amostra, correspondentes a 14,9% do tamanho da população. Neles, foram encontrados 1285 indivíduos arbustivos ou arbóreos, incluindo os mortos, em percurso de 33,011 quilômetros de calçada.

O Intervalo de Confiança a 95% de probabilidade, para os dados provenientes da amostragem sistemática simples, obtido pela fórmula do estimador razão, foi de 33,84 a 44,02 árvores por quilômetro de calçada, com média de 38,93, variância de 6,48 e erro amostral de 13,08% (Tabela 2). Foi possível, por esse método, estimar em 8.629 a quantidade de árvores, havendo 95% de probabilidade da população real estar dentro do intervalo de 7.501 e 9.757 árvores nos bairros da orla marítima.

4.1.3 Resultados da Amostragem Estratificada

Ao se aplicar uma análise de variância, através do teste F, à variável principal em função da variação atribuída aos cinco estratos, não se obteve significância ($p = 0,58$), indicando que as diferenças na abundância de árvores não estão relacionadas às diferenças entre os bairros.

Foram selecionados sistematicamente, 18 dos 123 quarteirões (14,6%), no Estrato Ponta da Praia; 12 dos 72 (16,6%), no Estrato Aparecida, 15 dos 102 (14,7%), no Estrato Embaré, 12 dos 79 (15,2%), no Estrato Boqueirão e 13 dos 94 (13,8%), no Estrato Composto por três bairros. A razão entre as duas variáveis auxiliares, por estrato, ou seja, a razão entre a somatória do número de árvores e a somatória do perímetro dos quarteirões, de cada estrato, variou de 30,88 árvores por quilômetro de calçada, calculada para o Estrato Ponta da Praia, até 47,21 árvores por quilômetro de calçada, calculada para o Estrato Boqueirão (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise estatística da variável principal da amostragem estratificada

<i>Estratos</i>	f_h	$\sum x_{ih}$	$\sum y_{ih}$	r_h	\bar{y}	\bar{x}
Ponta da Praia	18/123	248	8,03	30,88	54,88	1.694,67
Aparecida	12/72	265	5,81	45,60	34,87	1.590,00
Embaré	15/102	263	6,17	42,61	41,97	1.788,40
Boqueirão	12/79	262	5,55	47,21	36,54	1.724,83
Composto	13/94	247	7,45	33,16	53,85	1.786,00
Total	70/470	1.285	33,01			

Onde:

f_h é a razão amostral do estrato, ou seja, o número de quarteirões da amostra dividido pelo número de quarteirões da população, para um dado estrato "h";

$\sum x_{ih}$ é a somatória do número de árvores da amostra para um dado estrato "h" ;

$\sum y_{ih}$ é a somatória dos perímetros dos quarteirões da amostra, para um dado estrato "h", em quilômetros de calçada;

r_h é o estimador razão para um dado estrato, ou seja, a somatória do número de árvores de um dado estrato “h” dividida pela somatória do perímetro dos quarteirões de um dado estrato “h”.

\hat{Y}_h é a estimativa dos perímetros dos quarteirões da população, para um dado estrato “h”, em quilômetros de calçada;

\hat{x}_h é a estimativa do número de árvores da população, para um dado estrato “h”.

O Intervalo de Confiança a 95% de probabilidade, obtido pela fórmula da razão separada, foi de 33,93 a 43,53 árvores por quilômetro de calçada. A média foi de 38,73, a variância foi de 5,76 e o erro amostral foi de 12,39%, conforme a Tabela 2. O método permitiu estimar a população em 8.584 árvores, sendo que há 95% de probabilidade da quantidade real estar no intervalo de 7.520 a 9.648 árvores, nos bairros da orla marítima.

4.1.4 Comparação entre as duas metodologias de amostragem

As médias da variável “número de árvores por quilômetro de calçada” pelas duas metodologias de amostragem apresentadas foram muito próximas, refletindo uma diferença de 45 árvores nas estimativas da população, que foram de 8.629 para amostragem sistemática simples e 8.584 para a amostragem estratificada. A análise estratificada retornou valores menores de variância, de intervalo de confiança e de erro amostral. Além disso, seu intervalo de confiança está contido no intervalo da amostragem sistemática simples. A amostragem estratificada, portanto, se mostrou levemente mais precisa que a amostragem sistemática simples, para os estratos estudados (Tabela 2).

Essa maior precisão da amostragem estratificada pode estar relacionada com uma sensibilidade maior desse método à percepção e à análise de pequenas diferenças entre os bairros, diferenças essas que não foram consideradas significativas pela análise de variância.

Tabela 2. Resultado da análise estatística para a variável principal nas duas metodologias de amostragem

<i>Variável Principal</i> <i>“Árvores por quilômetro de calçada”</i>	<i>Amostragem</i> <i>Sistemática Simples</i>	<i>Amostragem</i> <i>Estratificada</i>
Estimador Razão	38,93	38,73
Variância	6,48	5,76
Intervalo de Confiança (95%)	33,84 – 44,02	33,93 – 43,53
Erro Amostral	13,08	12,39%

A semelhança entre os resultados da amostragem sistemática simples e da amostragem estratificada indica que ambas são eficientes para inventários da arborização de ruas, na cidade de Santos. O pequeno ganho obtido, em precisão, na amostragem estratificada, não justifica a estratificação por bairro, mas, por outro lado, essa metodologia permite um maior nível de detalhe por regiões específicas.

Ambas as médias encontradas, pela amostragem sistemática simples e pela estratificada, correspondem à quantidade aproximada de uma árvore a cada 26 metros, o que pode ser considerado pouco, segundo vários critérios de comparação: se admitirmos uma árvore por lote, e considerarmos a variação de largura de lotes de 7 a 12 metros; se considerarmos o espaçamento entre árvores de porte médio, considerado para formar uma cobertura fechada, de uma árvore a cada 12 metros; ou, se almejarmos uma arborização considerada abundante, como a de Maringá/PR, em que se verificou a média de uma árvore a cada 12 metros, em ruas consideradas arborizadas (MILANO,1990).

Na cidade de São Carlos, a média encontrada foi de 27,5 árvores por km de calçada (RACHID & COUTO, 1999), ou seja, uma a cada 37 metros. Já em Petrolina-PE, a média foi de 13 árvores por quilometro de calçada, o que corresponde à 1 a cada 77 metros (LIMA et al., 1990).

Os autores divergem, ao adotar um critério ideal de abundância de árvores. LIMA et al. (1990), utilizaram uma projeção de 1 a cada 15 metros, enquanto MALAVASI et al. (1995), de 1 a cada 5. Esse critério deveria ser

estabelecido para cada local de estudo, uma vez que cada cidade, ou parte dela, possui fatores que limitam essa abundância, como o desenho urbano, o porte das árvores existentes e a valorização pela população.

Com a finalidade de se planejar e monitorar a quantidade da arborização é indicado estabelecer uma meta a partir da própria variabilidade encontrada na área de estudo. O terceiro quartil pode ser considerado como uma meta a ser atingida. Ele representa o valor máximo de 75% das observações, previamente organizadas em ordem crescente. No presente caso, o primeiro quartil (25% dos quarteirões da amostra) correspondeu a valores de até 22,8 árvores por quilômetro de calçada; a mediana, 39,3; o terceiro quartil, 55,1 e o valor máximo foi de 90,1 árvores por quilômetro de calçada. O terceiro quartil corresponde, portanto, a uma densidade de aproximadamente 1 árvore a cada 18 metros.

Segundo esse critério, estima-se a quantidade ideal a ser alcançada como próxima meta em 12.213 árvores na área de estudo. Considerando a estimativa da população fornecida pela amostragem sistemática simples, a meta seria gerar um aumento da ordem de 3.584 árvores, correspondente a um acréscimo de 41,5% da população atual estimada.

A princípio, parece uma meta bastante ousada; no entanto, existe um déficit de arborização, que se confirma quando avaliamos a percentagem de quadras desprovidas de arborização: 73, das 282 amostradas (25,9%). Em São Carlos, obteve-se um dado bastante próximo, 36,3% de quadras sem plantas vivas, mortas ou covas abertas (RACHID & COUTO, 1999). Observou-se também, durante os levantamentos deste estudo, que há, de forma geral, uma descontinuidade espacial, na arborização, mesmo nas ruas mais planejadas, o que denota a prática de remoções de árvores sem substituição, quer seja por motivos de novos delineamentos urbanos (abertura de garagens e estacionamentos), quer seja por falta de prioridade, estrutura e/ou investimentos em plantio.

4.2 Índices de diversidade

O índice de diversidade de Shannon mostra que o Estrato Embaré possui uma diversidade sensivelmente menor que os demais, e que a maior diversidade encontrada foi no Estrato Ponta da Praia. Quanto ao índice de Jaccard, existe pouca similaridade na composição de espécies, principalmente entre os Estratos relacionados ao Embaré, e maior similaridade entre os Estratos Ponta da Praia e Aparecida, assim como entre o Boqueirão e o Estrato Composto (Tabela 3).

As quantidades amostradas têm pouca ou nenhuma influência nesses índices, uma vez que foram amostradas de 247 a 265 árvores em cada Estrato. O índice de diversidade de Shannon deve ser avaliado juntamente com a riqueza de espécies, pois combina riqueza e abundância. Considerando que o Estrato do Embaré possui um nº de espécies similar ao do Estrato composto, e uma diversidade sensivelmente menor, conclui-se que há uma contribuição significativa da distribuição dessas espécies, e uma possível maior dominância de poucas espécies no Estrato Embaré, quando comparada aos demais.

Tabela 3. Índices de diversidade para os estratos

<i>Estratos</i>	<i>riqueza</i>	<i>diversidade</i>	<i>similaridade</i>
	Nº espécies	Shannon	Jaccard
Ponta da Praia	33	2,61	
Ponta da Praia - Aparecida			0,42
Aparecida	31	2,38	
Aparecida – Embaré			0,36
Embaré	26	1,96	
Embaré – Boqueirão			0,33
Boqueirão	31	2,48	
Boqueirão – Estrato Composto			0,41
Estrato Composto	24	2,38	
Total	65	2,63	

A diversidade não guardou relação positiva, nem negativa, com a abundância de árvores (Tabela 1), indicando que esse dado pode ser bem útil para a caracterização da arborização de ruas, como um complemento da abundância de árvores.

O Índice de Diversidade de Shannon, para os bairros da orla marítima do município de Santos, foi 2,63, e, no total, foram identificadas 65 espécies, distribuídas em 1.282 indivíduos vivos amostrados.

MAZA et al. (2002), obtiveram IDShannon de 3,24 a 4,01, respectivamente, para arborização pública e particular, na região metropolitana de Santiago do Chile.

ROLIM e NASCIMENTO (1997) encontraram, para uma floresta estacional semidecidual de terras baixas, localizada na Reserva Florestal de Linhares/ES, um IDShannon de 4,71 a 5,06, dependendo da intensidade amostral, e os consideraram entre os mais altos obtidos em levantamentos florestais, em áreas brasileiras.

Qualquer comparação entre trabalhos de metodologias tão diferentes, não é indicada. No entanto, os dados refletem, de certa forma, o que se tem visto no campo da arborização de ruas, que é o uso de poucas espécies e freqüências elevadas.

4.3 Variáveis qualitativas para amostragem sistemática simples

4.3.1 Variáveis relacionadas às quadras

As variáveis relacionadas às quadras foram o número de árvores por quadra, o tipo de uso, a largura da calçada, a largura da rua e o afastamento predial. Foram avaliadas 282 quadras, nos 70 quarteirões componentes da amostra, nas quais obteve-se médias de 4,5 árvores por quadra, 8,7 metros de

largura da rua, 2,8 metros de largura da calçada e 3,7 metros de afastamento predial.

O número de árvores por quadra foi nulo, em 26,2% da amostra, e quadras com até 4 árvores perfizeram 55%. O tipo de uso predominante foi residencial, com 67,2%, seguido dos usos comercial e misto (Tabela 4).

Tabela 4. Frequência das classes das variáveis relacionadas às quadras (nº de árvores, tipo de uso)

<i>Quantidade de árvores</i>		<i>Frequência relativa (%)</i>
sem árvores		26,2
com até 4 árvores		55,0
com mais de 4 árvores		45,0
<i>Tipo de uso</i>		<i>Frequência relativa (%)</i>
residencial		67,2
comercial		13,7
misto		13,3
institucional		4,4
portuário		1,5

A largura das calçadas foi mais freqüente na classe de 2,1 a 3,0 metros; a largura das ruas, na classe de 5,5 a 7,5 metros; e o afastamento predial, na classe de 2,5 e 4 metros (Tabela 5).

Tabela 5. Frequência das classes das variáveis relacionadas às quadras (largura de calçadas e de ruas e afastamento predial)

<i>Largura de calçadas</i>	<i>Frequência relativa (%)</i>
até 1 metro	7,1
de 1,1 a 2 metros	15,3
de 2,1 a 3 metros	42,6
de 3,1 a 4 metros	29,4
maior que 4 metros	5,7
<i>Largura de ruas</i>	<i>Frequência relativa (%)</i>
de 5,5 a 7,5 metros	38,3
de 7,6 a 9,5 metros	35,8
de 9,6 a 11,5 metros	21,3
maior que 11,5 metros	4,6

Tabela 5. Freqüência das classes das variáveis relacionadas às quadras (largura de calçadas e de ruas e afastamento predial)

<i>Afastamento predial</i>	<i>Freqüência relativa (%)</i>
sem afastamento	4,2
de 1 a 2,5 metros	12,5
entre 2,5 e 4 metros	66,7
maior que 4 metros	16,7

4.3.2 Variável espécie

Dos 1285 arbustos e árvores amostrados, na arborização de ruas, apenas 3 se encontravam mortos (0,2%).

Foram levantadas 65 espécies diferentes. 43 delas se encontravam representadas por menos de 5 exemplares. As 22 espécies restantes, mais abundantes, foram responsáveis por 93% dos exemplares, e se encontram na Tabela 6.

Para efeito de comparação, as 20 espécies mais abundantes representam 91% da população, o que se assemelha bastante aos dados coletados por LIMA (1993), em bairros centrais de Piracicaba-SP, e aos de RACHID & COUTO (1999), para a cidade de São Carlos, nos quais 20 espécies representavam 90% e 88% da população, respectivamente.

A distribuição da freqüência de espécies, apresentada na Figura 5, ilustra a grande colaboração de três espécies: *Inga laurina*, com 26%; *Sapindus saponaria*, com 20%; e *Terminalia catappa*, com 13%; elas respondem, em conjunto, por 60% dos indivíduos. Nesse sentido, os bairros da orla marítima de Santos estão menos equilibrados do que o município de São Carlos, no qual se verificou 25%, 13% e 9% de colaboração, para as três espécies mais freqüentes, somando 47% (RACHID & COUTO, 1993), e mais equilibrados do que o centro de Piracicaba (LIMA, 1993) e do que a cidade de Botucatu

(SOUSA et al., 1990), nos quais uma única espécie correspondeu, respectivamente, a 52% e 70% das populações.

Tabela 6. Freqüência e Percentagens (Absoluta e Acumulada) do número de indivíduos por espécie com mais de 4 indivíduos

<i>Nome Científico</i>	<i>Nome Vulgar</i>	<i>Freq.</i>		<i>Per.</i>
		<i>Abs.</i>	<i>Abs.</i>	<i>Acum.</i>
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingazeiro	333	25,91	25.91
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Saboneteira	260	20,23	46.15
<i>Terminalia catappa</i> L.	chapéu-de-sol	172	13,39	59.53
<i>Ficus microcarpa</i> L.	Fícus	61	4,75	64.28
<i>Delonix regia</i> (Boj.) Raf.	flamboyant	51	3,97	68.25
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	resedá	51	3,97	72.22
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Camb.	Guanandi	50	3,89	76.11
<i>Cybistax antisiphilitica</i> Mart.	Ipê-verde	29	2,26	78.37
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard.	Sombreiro	26	2,02	82.41
<i>Muralla paniculata</i> Jack.	Murta	26	2,02	80.39
<i>Tabebuia pentaphylla</i>	Ipê-rosa	22	1,71	84.12
<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sand.	Ipê-amarelo	21	1,63	87.70
<i>Cassia fistula</i> L.	Canafístula	20	1,56	85.68
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	Quaresmeira	14	1,09	86.77
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Resedá gigante	11	0,86	88.56
<i>Hexachlamys edulis</i> (Berg) Kaus. Etcereja-do-rio- Legr.	grande	9	0,70	89.96
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Algodoeiro	9	0,70	89.26
<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	Areca-bambú	8	0,62	91.28
<i>Caesalpineia ferrea</i> Mart. Ex Tul.	Pau-ferro	7	0,54	92.37
<i>Espathodea campanulata</i>	Espatódea	7	0,54	91.83
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.	Oiti	6	0,47	92.84
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira	5	0,39	93.62
<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Tol.	Ipê-roxo	5	0,39	93.23

O recomendável, para Arborização Urbana, segundo MOLL (1987), seria uma freqüência, por espécie, não superior a 10%. Nesse sentido, o presente estudo apresenta três espécies com freqüências superiores ao recomendado. A medida para corrigir esse problema é diminuir o plantio das espécies de populações muito grandes e diversificar.



Figura 5 - Gráfico da frequência das espécies com mais de quatro indivíduos

Observa-se um grande número de espécies nativas do Brasil, sendo elas: *Inga laurina*, *Sapindus saponaria*, *Calophyllum brasiliensis*, *Cybistax antisiphilitica*, *Clitoria fairchildiana*, *Tabebuia umbellata*, *Tibouchina granulosa*, *Hexachlamys edulis*, *Caesalpineia ferrea*, *Licania tomentosa*, *Eugenia uniflora* e *Tabebuia heptaphylla*. Como nativas regionais, com ocorrência em áreas de restinga, podemos citar: *Inga laurina*, *Calophyllum brasiliensis*, *Tabebuia umbellata*, *Hexachlamys edulis* (LORENZI, 1992 E 1998).

4.3.3 Dimensões: Variáveis DAP e altura

Os diâmetros à altura do peito (DAP) obtiveram uma média de 25 centímetros e concentram-se nas classes de 20 a 30 e de 30 a 40 centímetros, somando 54% dos indivíduos. Conforme a Tabela 7, 67% dos indivíduos possuem DAPs superiores a 20, e 81%, superiores a 10 centímetros. Isso indica o predomínio de uma arborização na fase adulta, com 19% dos indivíduos abaixo de 10 centímetros de DAP, classe na qual incluem-se algumas espécies de arbustos ou arvoretas e as mudas de árvores.

Tabela 7. Freqüência das classes de diâmetro à altura do peito (DAP)

Classes de dap	Freq. Abs. (nº ind.)	Freq rel. (%)
0 – 10 cm	242	18,83
10 –20 cm	181	14,09
20 – 30 cm	381	29,65
30 – 40 cm	315	24,51
> 40 cm	166	12,92

Dentre os indivíduos encontrados na classe de 0 a 10 cm de DAP, destacam-se as espécies: *Ficus microcarpa*, com 17% dos indivíduos, *Lagerstroemia indica*, com 15%, *Murraya paniculata*, com 11% e *Cybistax antisiphilitica* com 9%. Destas, apenas *F. microcarpa* e *C. antisiphilitica*

apresentam exemplares em todas as outras classes de DAP, indicando tratem-se de mudas ou plantas jovens. As duas restantes são arbustivas e apresentam diâmetros apenas nas duas primeiras classes (até 20 cm de DAP).

Nas classes de 20 a 30 e de 30 a 40 cm predomina *Sapindus saponaria*; já nas classes de 30 a 40 e superiores a 40 cm, predomina *Inga laurina*. *Terminalia catappa* se encontra como a segunda espécie, em freqüência, nessas quatro últimas classes de DAP

A análise da variável altura (Tabela 8) verificou que a maioria das plantas vivas atingia a classe de 6,7 a 8,2 metros, entre a rede secundária e a primária. As classes de alturas inferiores, até 6,7 metros, tiveram uma participação de 35,8%. A menor percentagem se deu para a classe acima de 8,2 metros, correspondente a 10,2%. Na classe de altura mais baixa, até 4,5 metros e abaixo da rede telefônica, predominaram *Ficus microcarpa*, *Lagerstroemia indica* e *Murraya paniculata*. Nas duas classes seguintes, predominaram as três espécies mais freqüentes no município, *Sapindus saponaria*, *Inga laurina* e *Terminalia catappa*. Na última classe, ou seja, acima da fiação primária, predominaram *Inga laurina*, *Terminalia catappa* e *Calophyllum brasiliensis*.

Tabela 8. Freqüência das classes de altura total da planta

<i>Alturas (em metros)</i>	<i>Freq. Abs. (nº ind.)</i>	<i>Freq. rel. (%)</i>
A – até 4,5	237	18,4
B – de 4,5 a 6,7	224	17,4
C – de 6,7 a 8,2	693	53,9
D – acima de 8,2	131	10,2

Esse alto índice de indivíduos apresentando porte médio, dentro da classe C, acompanhado de um baixo índice na classe D, mais alta, está relacionado não somente às características das espécies utilizadas, mas também à idade dos mesmos e à prática de podas de controle da copa, como será visto no próximo item.

4.3.4 Condução: Variáveis bifurcação e tipo de poda

A altura das bifurcações obteve uma média de 242 centímetros, com mínima de zero e máxima de 750. Foram medidas 20,9% das bifurcações abaixo do indicado para o livre trânsito de pedestres e veículos, na classe de zero a 150 centímetros. Dentro do indicado, (de 150 a 250 centímetros) 40,5% e, acima do indicado (acima de 250 centímetros), 38,6%, conforme a Tabela 9. Com bifurcações abaixo do indicado, predominaram as espécies *Ficus microcarpa*, *Lagerstroemia indica* e *Murraya paniculata*, próximo do recomendado, *Inga laurina*, *Sapindus saponaria* e *Lagerstroemia indica*, e acima do recomendado, não se encontra mais a espécie *Lagerstroemia indica*, e, quanto mais alta a classe de altura do fuste, maior contribuição de *Terminalia catappa* e *Calophyllum brasiliensis* e menor contribuição de *Sapindus saponaria*.

Tabela 9. Frequência das classes de altura do fuste

<i>Altura do fuste (cm)</i>	<i>Freq. Abs. (nº ind.)</i>	<i>Freq rel. (%)</i>
[0-150]	269	20,93
[150-250]	520	40,47
[250-350]	311	24,2
[350-450]	106	8,25
>450	79	6,15

Quanto ao tipo de poda, conforme a Tabela 10, observou-se que 12,9% dos indivíduos se encontravam precisando de podas, seja de limpeza, de condução ou de segurança, principalmente *L. indica*, *C. antispyhilitica* e *D. regia*. A maior percentagem de indivíduos (33,9%) foi conduzida pela prática de levantamento de copa. O levantamento excessivo, com redução desnecessária da copa, foi verificado em 3,1% dos indivíduos, principalmente em *S. saponaria*.

O rebaixamento da copa, prática tecnicamente não recomendável, mas muito utilizada para compatibilizar árvores a redes primárias tradicionais de distribuição de energia elétrica, foi aplicada a 23,8% dos indivíduos, dos quais 76% eram *I. laurina*. Outros tipos padronizados, como podas de controle da copa efetuadas para *Terminalia catappa*, e do tipo topiária, efetuadas para *Ficus* e outras espécies, foram encontradas em 17,3% dos indivíduos. Observa-se que 6% dos indivíduos foram podados de forma irregular ou por prática de vandalismo, sem obedecer qualquer critério sistematicamente adotado pela Prefeitura Municipal de Santos.

Tabela 10. Freqüência dos tipos de poda

<i>Tipos de condução</i>	<i>Freq. Abs. (nº ind.)</i>	<i>Freq rel. (%)</i>
Levantamento	473	36,9%
outros tipos	189	14,7%
levantamento excessivo	40	3,1%
Rebaixamento	305	23,8%
Topiária	33	2,6%
falta de condução	165	12,9%
Irregular	73	5,7%
Vandalismo	4	0,3%



Figura 6 – Gráfico das freqüências dos tipos de poda

O total de podas drásticas de controle da copa, envolvendo uma drástica redução em massa foliar, foi calculado como a somatória das podas classificadas como outros tipos, e como rebaixamento, e somam 41,1% dos indivíduos. A figura 6 mostra a predominância da condução do tipo levantamento de copa, seguida do rebaixamento.

4.3.5 Saúde: Qualidade da copa e do tronco e fitossanidade

A porcentagem de árvores que apresentou copa vigorosa foi de 62% dos indivíduos amostrados (tabela 12). Das 1282 árvores vivas, 21,1% apresentou ramos epicórmicos como principal característica, principalmente *I. laurina*; 4,2% apresentou clorose internerval de forma generalizada, como *C. antispyhillitica*, *Lagerstroemia speciosa* e *S. saponaria*; e 10,1% foi classificada como estressada, principalmente *L. indica*, *S. saponaria* e *Clitoria fairshildiana*.

Tabela 11. Freqüência das categorias de qualidade da copa

<i>Qualidade da copa</i>	<i>Freq. abs</i>	<i>Freq. Rel.</i>
Vigorosa	788	62,0%
Epicórmica	268	21,1%
Clorótica	53	4,2%
Estressada	128	10,1%
prejudicada por ventos marítimos	25	2,0%
prejudicada por vandalismo	6	0,5%
Morta	3	0,2%

O número de indivíduos com troncos íntegros chegou a 75,7% da comunidade amostrada, sendo que 17,9% foram catalogados como injuriados, 3,6% como visivelmente ocos, 1,7% como objetos de vandalismo ou anelados e 1% apresentaram fendas longitudinais (Figura 4). Dentre as espécies com problemas no tronco, além das mais freqüentes, como *I. laurina* e *S. saponaria*, aparecem com freqüência *Delonix regia* e *Cassia fistula*. Vale salientar que uma

das espécies mais abundantes, no município, tem uma participação pequena em problemas no tronco, a *T. catappa*.

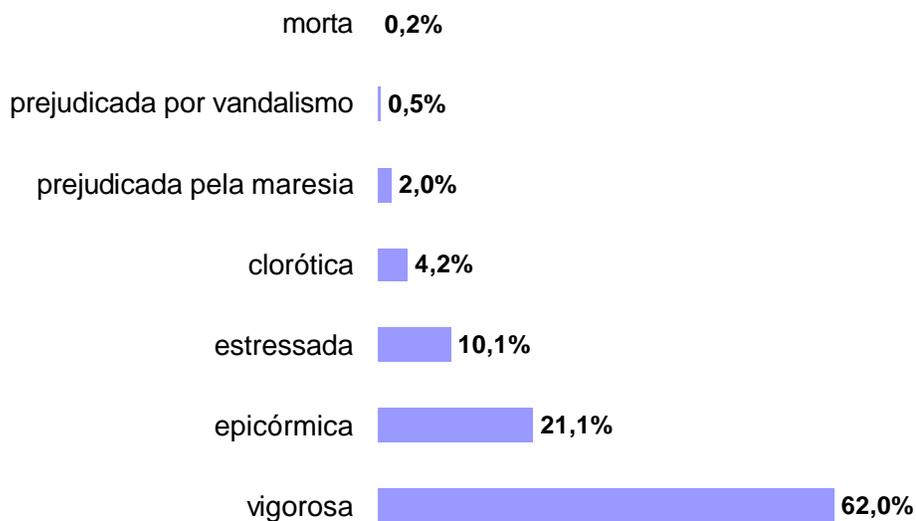


Figura 7 – Gráfico das frequências das categorias de qualidade da copa

Tabela 12. Frequência das categorias de qualidade do tronco

<i>Qualidade do tronco</i>	<i>Freq. abs</i>	<i>Freq. Rel.</i>
Integro	968	75,7%
Injuriado	230	18,0%
Oco	46	3,6%
Prejudicado por vandalismo	21	1,6%
Fendido	13	1,0%
Anelado	1	0,1%

Desses troncos, foram identificadas inclinações com possibilidade de acidentes, envolvendo pedestres ou veículos, em 6,2% da amostra, no total de 79 árvores.

Em 71,5% das árvores, não foram identificados quaisquer problemas fitossanitários; Ferrugens foram identificadas em 11,7% das árvores, das quais 83% eram *T. catappa*; Insetos sugadores ocorreram em 9,7% da comunidade, e

ocorrem principalmente em *L. indica*, *C. fairshildiana* e *M. exótica*; cupins aparecem em 5%, envolvendo espécies dominantes como *I. laurina* e *S. saponaria*; manchas foliares, em 5%, com predominância de *C. fistula*; em 1,9%, lagartas, em 0,6%, erva de passarinho (Tabela 13).

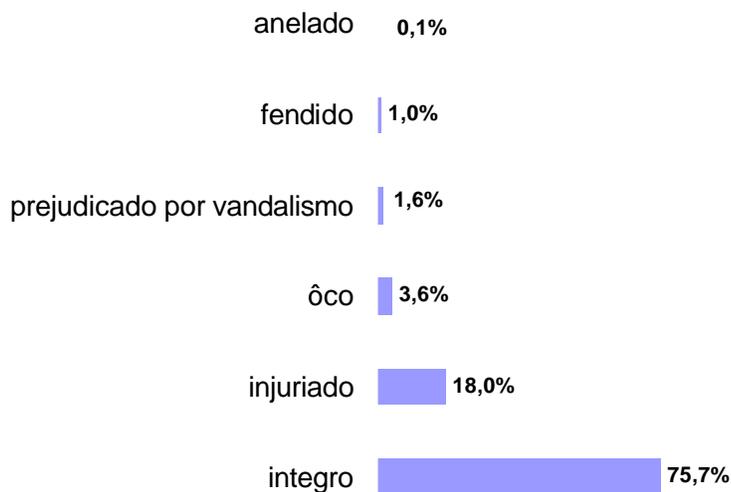


Figura 8 – Gráfico das freqüências das categorias de qualidade do tronco

Vale salientar que, a presença de insetos sugadores em *L. indica* e *C. fairshildiana* e de manchas foliares em *C. fistula* são causa ou decorrência de uma saúde bem prejudicada, uma vez que as duas primeiras apresentam copas estressadas e as duas últimas, troncos em mau estado. *C. fairshildiana*, inclusive, se encontra com a população em franco declínio, atacada por brocas da madeira, já identificadas pelo Instituto Biológico como sendo dos taxons *Scolytinae* e *Staphylinidae*. Grande parte de sua população já foi removida, restando apenas, provavelmente, os exemplares mais resistentes.

Já a ferrugem, presente em *T. Catappa*, não parece, até o momento, estar relacionada com prejuízos.

A Figura 9 mostra a distribuição dos problemas fitossanitários identificados na amostra.

Tabela 13. Freqüência dos tipos de agentes fitopatogênicos

<i>Fitossanidade</i>	<i>Freq. abs</i>	<i>Freq. Rel.</i>
nenhum patógeno	899	71,8%
Ferrugem	146	11,7%
insetos sugadores	122	9,7%
Cupins	63	5,0%
manchas foliares	31	2,5%
Lagartas	24	1,9%
erva de passarinho	8	0,6%

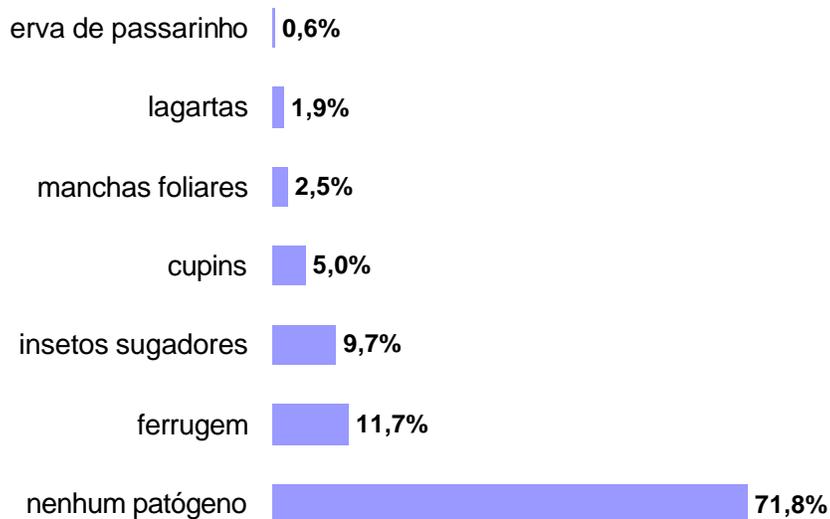


Figura 9 – Gráfico das freqüências dos tipos de agentes fitopatogênicos

4.3.6 Conflitos potenciais: local de plantio, tamanho da área livre, qualidade das calçadas, rede aérea presente e obstáculos ao desenvolvimento da planta

O sistema radicular inadequado para arborização de ruas foi o principal motivo relacionado à má escolha das espécies, detectado em 31,3% da amostra. As espécies que mais apresentaram esse motivo foram *S. saponaria*, *F. microcarpa* e *D. regia*. O emprego de árvores de dimensões grandes em ruas e calçadas estreitas contribuiu com 20,7% dos motivos de inadequação, e envolvem principalmente, *T. catappa*, *I. laurina* e *F. microcarpa*. Somando ambas as incompatibilidades obtêm-se a porcentagem de 52% das árvores (Tabela 14 e Figura 10).

Tabela 14. Frequência dos tipos de compatibilidade ao local de plantio

<i>Compatibilidade</i>	<i>Freq. abs</i>	<i>Freq. Rel.</i>
Adequada	345	27,0%
pequena para o espaço disponível	43	3,4%
parcialmente compatível devido à fiação	196	15,3%
parcialmente compatível por outro motivo	31	2,4%
incompatível devido às raízes	400	31,3%
incompatível devido ao espaço disponível	265	20,7%

Árvores com raízes adequadas e de porte adequado ao espaço disponível ainda foram consideradas parcialmente compatíveis quando, sob rede de energia tradicional, demandassem podas drásticas, somando 15,3% dos exemplares. Nesses casos, enquadram-se predominantemente *I. laurina*, *T. catappa*, *C. brasiliensis* e *Tabebuia pentaphylla*. Árvores parcialmente compatíveis, por outros motivos não discriminados, representaram 2,4%. O uso de espécies de porte pequeno, arbustos ou arvoretas, em calçadas e/ou ruas não consideradas estreitas representou 3,4% da amostragem, e foi detectado nas espécies *L. indica*, *M. exótica* e *H. edulis*. Escolhas adequadas às dimensões dos elementos construtivos circundantes foram identificadas em boa

parte da comunidade, 27% das 1282 árvores amostradas, para as quais contribuíram as espécies *I. laurina*, *L. indica* e *C. antisyphillitica*.

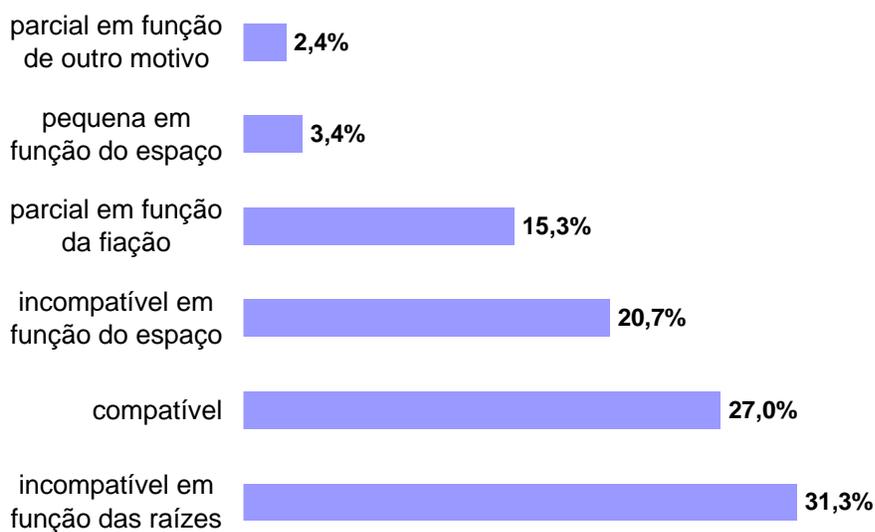


Figura 10 – Gráfico das frequências dos tipos de compatibilidade ao local de plantio

O prejuízo causado por árvores, aos passeios das calçadas, foi considerado severo em 19,8% dos casos, nos quais a espécie *S. saponaria* tem a maior participação. Danos leves ao calçamento perfizeram 29,4%, predominando as três espécies mais freqüentes na amostragem (Tabela 15). Foram encontradas calçadas em bom estado em 50,8% deles.

Tabela 15. Frequência das classes de qualidade da calçada

<i>Prejuízo às calçadas</i>	<i>Freq. abs</i>	<i>Freq. Rel.</i>
Bom estado	651	50,78
Danos leves	377	29,41
Danos severos	254	19,81

O espaço destinado às trocas gasosas e à captação das águas das chuvas para a árvore foi aqui chamado de área livre de pavimentação. Apenas 32,7% da amostra apresentou área livre suficiente pelos critérios adotados (Tabela 16); 51% foi considerada pequena e 16,4% estava totalmente cimentadas ou ocupadas por raízes. Parte das áreas livres consideradas pequenas eram formadas por áreas comparativamente grandes, no entanto se encontravam totalmente ocupadas por raízes, o que foi observado principalmente para *S. saponaria*.

Tabela 16. Frequência das classes de área livre de pavimentação

<i>Área livre de pavimentação</i>	<i>Freq. abs</i>	<i>Freq. Rel.</i>
adequada	419	32,7%
pequena	654	51,0%
ausente	210	16,4%

Os obstáculos para o livre desenvolvimento da planta incluíram elementos construídos que pudessem vir a impedir ou dificultar o desenvolvimento das raízes, do tronco ou da copa ou o aumento da área livre de pavimentação. Conforme a Tabela 17, grande parte (64,9%) da amostra não apresentou qualquer obstáculo para a árvore. Os postes foram obstáculos em 8,8%, as garagens, em 8,7% e as canalizações, em 7,9%, sendo os mais freqüentes encontrados. Esses dados indicam que uma campanha para aumento da área livre de pavimentação poderia ter bons resultados, uma vez que a maioria das árvores não apresenta impedimentos para isso.

Apenas 41,5% das árvores se encontravam livres de fiação, ou seja, apenas com o transpasse de ramais, conforme a Tabela 18. Pelo menos sob rede eletrônica, observou-se 54,8% das árvores; sob rede elétrica secundária, 50,3%, e sob rede elétrica primária tradicional, 40,4%. Outros tipos de rede, quais sejam, a elétrica primária pré-reunida e as redes condutoras e elétricas alimentadoras de tróleibus, representaram 4,6%. A presença de redes

eletrônicas, sendo essas de telefonia ou de televisão a cabo, em locais sem qualquer outra rede instalada, reflete um planejamento que não considera importante a arborização.

Tabela 17. Frequência dos obstáculos ao livre desenvolvimento das árvores

<i>Obstáculos ao desenvolvimento</i>	<i>Freq. abs</i>	<i>Freq. Rel.</i>
nenhum	833	64,9%
poste	113	8,8%
garagem	112	8,7%
canalização	102	7,9%
bueiro	30	2,3%
estacionamento comercial	26	2,0%
outro	25	1,9%
esquina	24	1,9%
placa de trânsito	19	1,5%
placa comercial	14	1,1%
marquise	12	0,9%
entulho	9	0,7%
obra	8	0,6%
lixreira	6	0,5%
banca de jornal ou de frutas	6	0,5%
toldo	3	0,2%
ponto de ônibus	2	0,2%
canalização de gás de cozinha	1	0,1%
semáforo	1	0,1%
varanda	1	0,1%

Tabela 18. Frequência dos tipos de redes aéreas presentes

<i>Tipos de fiação</i>	<i>Freq. abs</i>	<i>Freq. Rel.</i>
Nenhuma	533	41,5%
Telefônica	704	54,8%
Secundária	646	50,3%
Primária	519	40,4%
pré-reunida	24	1,9%
condutor de tróleibus	18	1,4%
alimentador de tróleibus	17	1,3%

4.4 Variáveis qualitativas para amostragem estratificada

4.4.1 Variáveis relacionadas às quadras

As médias do nº de árvores por quadra foram maiores nos Estratos Aparecida e Boqueirão, e a menor média se deu na Ponta da Praia, o que está de acordo com os cálculos obtidos para a abundância de árvores pela análise estratificada (Tabela 1).

Avaliando-se as porcentagens de quadras sem árvores (Tabela 19), verifica-se mais uma vez que os Estratos Ponta da Praia e Composto constituem os mais carentes de arborização. Já a análise de quadras com poucas árvores (até 4), aponta para Ponta da Praia e Aparecida. Isso pode ser explicado, talvez, pelo registro de observações excessivamente grandes para o Estrato Aparecida, no qual se registra o maior nº de árvores por quadra, 28. Essas observações colaboraram para que tivesse a segunda colocação em abundância de árvores, mas, na distribuição das árvores por quadra, apresenta muitas quadras com poucas árvores.

Tabela 19. Frequência das classes da variável número de árvores por quadra por estrato

<i>Quantidade de árvores por quadra</i>	<i>PTP</i>	<i>APA</i>	<i>EMBA</i>	<i>BOQ</i>	<i>COMP</i>
Sem árvores	30,6	12,5	25,0	27,1	33,3
Com até 4 árvores	66,7	54,2	50,0	47,9	51,9
Com mais de 4 árvores	33,3	45,8	50,0	52,1	48,1

Legenda: PTP – Ponta da Praia, APA – Aparecida, EMBA – Embaré, BOQ – Boqueirão, COMP - Composto

Os bairros Ponta da Praia, Aparecida e Embaré apresentaram, comparativamente, um tipo de uso mais residencial, enquanto que Boqueirão e o Estrato Composto, uso mais comercial, conforme a Tabela 20.

A análise da Tabela 20, no que diz respeito às variáveis largura da rua, largura da calçada e afastamento predial, indica que o Estrato Aparecida e o Embaré possuem melhores condições de emprego de árvores de maior porte, e o Boqueirão é o mais restritivo para tal uso.

Tabela 20. Frequência das classes de variáveis relacionadas às quadras: tipo de uso, largura de calçadas e de ruas e afastamento predial por estrato

<i>Tipo de uso (% quadras)</i>	<i>PTP</i>	<i>APA</i>	<i>EMBA</i>	<i>BOQ</i>	<i>COMP</i>
residencial	73,5	69,1	68,3	62,5	60,4
comercial	1,5	11,9	10,0	22,9	26,4
misto	10,3	19,1	13,3	14,6	11,3
institucional	8,8	0,0	8,3	0,0	1,9
portuário	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Largura de calçadas</i>	<i>PTP</i>	<i>APA</i>	<i>EMBA</i>	<i>BOQ</i>	<i>COMP</i>
até 1 metro	8,3	18,8		4,2	5,6
de 1,1 a 2 metros	26,4	16,7	8,3	12,5	9,3
de 2,1 a 3 metros	41,7	43,8	31,7	56,3	42,6
de 3,1 a 4 metros	22,2	20,8	46,7	27,1	29,6
maior que 4 metros	1,4	0,0	13,3	0,0	13,0
<i>Largura de ruas</i>	<i>PTP</i>	<i>APA</i>	<i>EMBA</i>	<i>BOQ</i>	<i>COMP</i>
de 5,5 a 7,5 metros	36,1	50,0	8,3	47,9	55,6
de 7,6 a 9,5 metros	29,2	14,6	60,0	50,0	24,1
de 9,6 a 11,5 metros	30,6	35,4	18,3	2,1	16,7
maior que 11,5 metros	4,2	0,0	13,3	0,0	3,7
<i>Afastamento predial</i>	<i>PTP</i>	<i>APA</i>	<i>EMBA</i>	<i>BOQ</i>	<i>COMP</i>
sem afastamento	1,5	0,0	10,0	0,0	8,0
de 1 a 2,5 metros	3,1	17,1	13,3	16,7	16,0
entre 2,5 e 4 metros	64,6	63,4	70,0	72,9	62,0
maior que 4 metros	30,8	22,0	6,7	10,4	14,0

Legenda: PTP – Ponta da Praia, APA – Aparecida, EMBA – Embaré, BOQ – Boqueirão, COMP - Composto

4.4.2 Variável espécie

No Estrato Ponta da Praia, foram encontradas 33 espécies, seis delas representando 70% dos indivíduos; na Aparecida, 31 espécies, e apenas 3 perfazem 70%. No Embaré, 26 espécies, e apenas 3 contribuem com 70%. No Boqueirão, 31 espécies, e cinco compõem 70%. Já no Estrato Composto, anotou-se 24, seis delas responsáveis por 70% dos indivíduos (Tabela 21). Isso explica os índices de diversidade mostrados no item 4.2, em que Ponta Praia e o Estrato Composto apresentam as maiores diversidades, e o Embaré, a menor.

No estrato Ponta da Praia, as espécies mais freqüentes foram *I. laurina*, com 31%, *T. catappa*, com 11%, *C. antispyhillitica*, com 7,8%, *F. microcarpa*, com 6,9%, *L. indica*, com 6,5%, e *M. paniculata*, com 6,1%; Na Aparecida, *T. catappa*, com 22,6% dos exemplares, *I. laurina*, com 44,2%, e *S. saponaria*, com 19,3%. No Embaré, foram *I. laurina*, com 38,4%, *S. saponaria*, com 26% e *T. catappa*, com 9,9%. No Estrato Boqueirão, foram *I. laurina*, com 28,6%, *S. saponaria*, com 48,9%, *T. catappa*, com 9,16%, *C. brasiliensis*, com 7,3%, e *L. indica*, com 5%. No Estrato Composto, composto pelos bairros Gonzaga, Pompéia e José Menino, foram *S. saponaria*, com 32%, *T. catappa*, com 14,2%, *I. laurina*, com 9,7%, *T. pentaphylla*, 6,9%, *L. indica*, com 6,1% e *Cassia fistula*, com 5,3%.

Tabela 21. Freqüência das espécies por estrato

<i>Nome científico</i>	<i>Nome vulgar</i>	<i>Estratos</i>				
		<i>PTPAPA</i>	<i>EMB</i>	<i>BOQ</i>	<i>COM</i>	
Inga laurina (Sw.) Willd.	ingazeiro	31,0	22,6	38,4	28,6	32,0
Sapindus saponaria L.	saboneteira	11,0	21,5	26,6	20,2	14,2
Terminalia catappa L.	chapéu-de-sol	7,8	19,3	9,9	9,2	9,7
Ficus microcarpa L.	figueira-benjamim	6,9	6,0	4,9	7,3	6,9
Delonix regia (Boj.) Raf.	flamboyant	6,5	4,9	4,2	5,0	6,1
Lagerstroemia indica L.	resedá	6,1	4,5	3,0	4,6	5,3
Calophyllum brasiliensis Camb.	Guanandi	4,5	4,5	1,9	2,7	4,9
Cybistax antisiphilitica (Mart.) Mart.	ipê-verde	3,3	1,5		2,7	3,6
Murraya paniculata Jack.	murta	2,9	1,5	1,5	1,9	2,8
Clitoria fairchildiana Howard.	sombreiro-mineiro	2,9	1,5	1,1		2,8
Tabebuia pentaphylla	Ipê-rosa		1,5		1,9	2,8
Tabebuia umbellata (Sond.) Sand.	ipê-amarelo	2,0	1,5	1,1	1,9	1,6
Cassia fistula L.	Chuva-de-ouro	1,6			1,5	1,6
Tibouchina granulosa Cogn.	Quaresmeira	1,2	1,1	0,8	1,5	0,8
Lagerstroemia speciosa	resedá gigante	1,2				0,8
Hibiscus tiliaceus	algodoeiro	0,8	1,1	0,8		
Hexachlamys edulis (Berg) Kaus. Et Legr.	cereja-do-rio-grande	0,8				0,8
Dyopsis lutescens (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	areca-bambú		0,8		1,2	
Espatodea campanulata	espatódea		0,4	0,8	1,2	
Caesalpineia ferrea Mart. Ex Tul.	pau-ferro	0,8	0,4		0,8	
Licania tomentosa (Benth.) Fritsch.	oiti		0,4		0,8	0,4
Tabebuia heptaphylla (Vell.) Tol.	ipê-roxo	0,8		0,4	0,8	
Tabebuia chrysotricha (Mart. Ex DC.) Sandl.	ipê-amarelo	0,8		0,4	0,8	0,4
Eugenia uniflora L.	pitangueira	0,8	0,4	0,4		
Schefflera acrinophylla Harms.	brassaia	0,8				0,4
Cassia leptophylla Vog.	Falso Barbatimão	0,8				
Tabebuia impetiginosa (Mart.) Standl.	ipê-roxo			0,4	0,8	
Tipuana tipu (Benth.) O K.	tipuana				0,8	0,4
Mimosa flocculosa Burkart	bracatinga-rósea				0,8	
Tabebuia roseo-alba (Ridl.) Sand.	ipê-branco	0,4			0,4	
Cassia javanica	cassia javanesa	0,4	0,4		0,4	
sp1	não identificada				0,4	
Bauhinia variegata	pata-de-vaca	0,4				

Tabela 21. Freqüência das espécies por estrato

<i>Nome científico</i>	<i>Nome vulgar</i>	<i>Estratos</i>					
		<i>PTP</i>	<i>PAPA</i>	<i>EMB</i>	<i>BOQ</i>	<i>COM</i>	
<i>Senna bicapsularis</i> Roxb.	aleluia	0,4	0,4	0,4			
<i>Caesalpinea peltophoroides</i> Benth.	sibiriruna	0,4	0,4				
<i>Eugenia sprengelii</i> DC.	murta-eugenia			0,4			
<i>Ficus lyrata</i>	figueira da índia	0,4					
<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira					0,4	
<i>Leucaena leucocephala</i>	leucena	0,4					
<i>Ligustrum japonicum</i> Thumb.	ligustro		0,4				0,4
<i>Mangifera indica</i>	mangueira	0,4	0,4				
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	primavera	0,4		0,4			
<i>Croton piptocalix</i> M. Arg.	caixeta-mole						0,4
<i>Persea americana</i>	abacateiro	0,4					
	abricó-da-praia		0,4				
<i>Schinus therebinthifolius</i> Raddi	aroeira vermelha			0,4			
<i>Cotoneaster buxifolia</i> Wall.	buxinho					0,4	
<i>Thuja orientalis</i> linn	árvore-chinesa		0,4				
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A Rob.	imbiruçu		0,4				
	flamboyant-de-jardim						
<i>Caesalpinea pulcherrima</i> Sw.	jardim						0,4
<i>Paullinia cupana</i>	guaraná					0,4	
<i>Eugenia jambolana</i>	jambleiro			0,4			
<i>Artocarpus integrifolia</i>	jaqueira	0,4					
<i>Plumeria rubra</i> Linn	jarmim-manga			0,4			
<i>Citrus</i> sp.	limoeiro-bravo						0,4
<i>Breynia nivosa</i> Small	mil-cores	0,4					
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	monguba			0,4			
sp2	não identificada		0,4				
sp3	não identificada			0,4			
sp4	não identificada					0,4	
sp5	não identificada					0,4	
<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	paineira			0,4			
<i>Roystonea oleraceae</i>	palmeira imperial					0,4	
<i>Bauhinia forficata</i> Link	unha de vaca		0,4				
<i>Tecoma stans</i> (L.) H.B. & K.	ipê-de-jardim		0,4				
<i>Nº de espécies</i>		66	33	31	26	31	24
<i>Nº de indivíduos</i>		1285	248	265	263	262	247

Legenda: PTP – Ponta da Praia, APA – Aparecida, EMBA – Embaré, BOQ – Boqueirão, COMP - Composto

4.4.3 Dimensões: Variáveis DAP e altura

A maioria dos estratos possui um porcentual mais significativo de suas plantas distribuído na classe de 20 a 30 centímetros de DAP. Entretanto, o Boqueirão apresenta maior freqüência na classe de 30 a 40, devido a uma participação maior de espécies de grande porte, como por exemplo, *T. catappa* e *C. brasiliensis*. Já Ponta da Praia teve a maior participação na classe de 0 a 10, indicando que nesse estrato há maior número de plantas de espécies de porte pequeno e/ou maior número de plantios recentes. O Estrato Embaré teve a menor participação, dentro e entre os estratos nesta última classe, indicando que, ao contrário, faltam espécies de pequeno porte e plantios recentes (Tabela 22).

Tabela 22. Freqüência das classes de DAP e de altura total da planta por estrato

<i>DIMENSÕES (% do estrato)</i>		<i>PTP</i>	<i>APA</i>	<i>EMBABOQ</i>	<i>COMP</i>	
Classes de diâmetro (cm)	[0-10]	32,3	12,8	9,9	24,1	15,8
	[10-20]	11,3	18,9	11,4	11,5	17,4
	[20-30]	14,5	33,2	36,5	21,4	42,5
	[30-40]	21,4	23,0	25,9	32,4	19,4
	>40	20,6	12,1	16,4	10,7	4,9
Classes de altura (m)	[0 a 4,5]	33,1	14,0	14,0	22,1	15,4
	[4,5 a B	11,7	19,3	19,3	16,8	25,1
	C	49,2	55,1	55,1	52,3	49,4
	D	6,1	11,7	11,7	8,8	10,1

Legenda: PTP – Ponta da Praia, APA – Aparecida, EMBA – Embaré, BOQ – Boqueirão, COMP - Composto

Em todos os estratos, a classe C, entre a rede primária tradicional de energia e o fio mais alto da secundária, responde por cerca de metade da comunidade arbórea. Todos, também, possuem a menor porcentagem na classe D, acima da rede primária. Ponta da Praia e Boqueirão têm a maior participação na classe A, abaixo da rede telefônica, indicando que são estratos com maior nº de espécies de pequeno porte e/ou plantios recentes. Vale

salientar que, esses últimos possuem *L. indica* contribuindo com pelo menos 5% de seus exemplares.

4.4.4 Condução: Variáveis bifurcação e tipo de poda

Os estratos possuem de 33,6 a 48,3% de suas comunidades com a primeira bifurcação, ou fuste, dentro da faixa recomendável para possibilitar o livre trânsito de pedestres e veículos (Tabela 23). O Embaré tem boa participação na classe imediatamente acima, de 250 a 350 centímetros, e o Estrato Composto, uma contribuição maior que os demais a partir de 350 centímetros. Isso indica que, na composição de espécies desses bairros, deve-se encontrar espécies potenciais para condução acima da fiação primária. No caso do Estrato Composto, *Tabebuia pentaphylla* parece se adaptar bem a esse tipo de condução, apesar de ser diferente do padrão de crescimento da espécie (forma colunar). Com bifurcações abaixo do indicado, Ponta da Praia comparece com 35,5% de suas árvores, e os outros estratos também possuem porcentagens significativas, que vão de 10,7 a 23,5%. Considerando que Ponta da Praia é também o estrato que apresenta um maior número de espécies de porte pequeno e/ou de plantios recentes, isso indica que há necessidade de se avaliar a condução dessas espécies dos plantios recentes, de modo a corrigir tal problema, antes que seja tarde.

A Falta de condução variou bastante entre os estratos, de 4,6% a 20,7% (Tabela 23). Os estratos de maior diversidade (Tabela 3) se apresentaram mais carentes de condução, enquanto que os de menor, menos. Isso indica que quanto maior o número de espécies, maiores as dificuldades de estabelecer padrões de condução e maiores dificuldades operacionais. O número de espécies de pequeno porte (e arbustivas), assim como de novos plantios, ambos também mais freqüentes nos bairros de maior diversidade, também têm seu manejo mais freqüente e trabalhoso, confirmando a

observação acima. Dessa forma, poderíamos afirmar que a diversidade está relacionada à complexidade do manejo.

Enquanto na Ponta da Praia predominam podas de rebaixamento da copa, danosas e drásticas, nos outros estratos predomina o levantamento, considerado mais adequado, com cerca de 40% do total.

Tabela 23. Frequência das classes de altura do fuste e dos tipos de poda por estrato

CONDUÇÃO (% do estrato)		PTP	APA	EMBA	BOQ	COMP
Classes de altura do fuste (cm)	[0-150]	35,5	17,0	10,7	19,1	23,5
	[150-250]	35,1	38,5	48,3	46,2	33,6
	[250-350]	18,2	24,9	29,3	22,1	26,3
	[350-450]	5,7	13,2	6,1	8,0	8,1
	>450	5,7	6,4	5,7	4,6	8,5
Tipos de condução	Levantamento	18,3	43,8	40,3	39,1	40,9
	outros tipos	11,0	21,9	16,3	10,7	13,4
	levantamento excessivo	1,6	3,8	4,6	3,1	2,4
	Rebaixamento	31,7	10,9	28,5	27,6	15,8
	Topiária	7,7	1,1	0,0	1,2	3,2
	falta de condução	20,7	10,6	4,6	12,6	16,6
	irregular	8,1	5,3	3,4	5,8	7,7

Legenda: PTP – Ponta da Praia, APA – Aparecida, EMBA – Embaré, BOQ – Boqueirão, COMP - Composto

4.4.5 Saúde: Qualidade da copa e do tronco e fitossanidade

O Estrato Ponta da Praia apresentou a maior frequência de indivíduos com copas cloróticas e epicórmicas, e a menor de indivíduos com copas vigorosas, em relação aos outros bairros. Obteve o maior índice por estrato de troncos íntegros, 94,3%, e presença bastante significativa de ferrugens, insetos sugadores e cupins, comparativamente com os outros estratos.

O Aparecida teve uma alta contribuição de árvores estressadas, ferrugens, insetos sugadores, e a maior de cupins; mesmo assim, apresentou o maior índice de árvores vigorosas e um dos maiores em troncos íntegros.

O Embaré foi o mais significativo em copas estressadas, o segundo em copas epicórmicas e o mais significativo em troncos injuriados, mas obteve baixos índices de ferrugem e de insetos sugadores, estando os cupins em faixa intermediária, comparativamente com os outros estratos.

O Boqueirão apresentou grandes percentuais de copas epicórmicas e de troncos injuriados, e o mais baixo, de cupins.

O Estrato Composto foi responsável pelo segundo maior índice de copas vigorosas; no entanto, há nele uma boa taxa de copas estressadas. Obteve o maior índice de troncos injuriados, 26,7%, e uma quantidade relativamente baixa de cupins.

Tabela 24. Freqüência das classes de qualidade da copa e do tronco e de agentes fitopatogênicos

SAÚDE DAS ÁRVORES (% do estrato)		PTPAPAEMBABOQCOMP				
qualidade da copa	Vigorosa	50,8	75,8	55,3	60,1	67,4
	Epicórmica	30,1	19,4	29,8	26,1	10,2
	Clorótica	11,4	2,3	1,1	2,0	4,5
	Estressada	6,9	11,7	13,7	6,3	11,4
qualidade do tronco	Integro	94,3	80,6	70,6	66,8	66,8
	Injuriado	0,8	13,7	23,3	24,4	26,7
	Oco	2,0	1,9	4,6	4,6	4,9
Fitossanidade	nenhum patógeno	64,3	63,4	80,6	76,2	83,3
	Ferrugem	15,6	18,5	8,4	10,0	10,9
	Insetos sugadores	11,6	10,9	5,3	8,8	9,6
	Cupins	7,1	7,9	4,2	2,3	2,5

Legenda: PTP – Ponta da Praia, APA – Aparecida, EMBA – Embaré, BOQ – Boqueirão, COMP - Composto

4.4.6 Conflitos potenciais: local de plantio, tamanho da área livre, qualidade das calçadas, rede aérea presente, obstáculos ao desenvolvimento da planta

Árvores foram consideradas adequadas em uma faixa de 25,3 a 33,7%, em todos os estratos. No Ponta da Praia e no Aparecida, o principal motivo de inadequação foi o porte excessivamente grande para as condições locais e o motivo principal, nos outros três estratos, foram as raízes (Tabela 25).

A maior porcentagem de áreas livres ausentes (totalmente cimentadas ou ocupadas por raízes) se deu no Boqueirão. Todos os estratos apresentaram áreas livres pequenas dentro de uma faixa de 41,5 a 61,5%. A menor taxa de árvores com áreas livres adequadas correspondeu ao Embaré. As melhores calçadas situam-se nos estratos Ponta da Praia e Composto, e as piores, no Embaré. Apresentaram menos obstáculos ao desenvolvimento da árvore Ponta da Praia, Aparecida e Composto e, em todos eles, os principais foram postes, garagens e canalizações. O Estrato que apresentou menor índice de árvores livres de fiação foi o Boqueirão, apenas 29%, enquanto que os restantes apresentam de 36,8 a 50,6%. A rede primária se encontra presente na faixa de 30% no Ponta da Praia e no Embaré, na faixa dos 45 a 50% na Aparecida e no Composto, e acima de 60% no Boqueirão.

Tabela 25. Freqüência das análises de conflitos potenciais: local de plantio, a área livre, qualidade das calçadas, obstáculos ao desenvolvimento e redes aéreas presentes

CONFLITOS POTENCIAIS (% do estrato)		PTPAPAEMBABOQCOMP				
Compatibilidade	Adequada	33,725,328,1	26,6	27,9		
	pequena para o espaço disponível	10,21,1	1,9	3,1	3,2	
	parcialmente compat. pela fiação	11,48,7	17,1	21,6	22,7	
	parcialmente compat. por outro motivo	4,1	2,3	1,1	3,9	4,0
	incompatível devido às raízes	17,529,136,1	29,7	31,2		
	incompatível por ser grande	23,233,615,6	15,1	15,8		
Área livre de pavimentação	Adequada	38,640,422,8	33,2	28,3		
	pequena	48,841,553,2	50,4	61,5		
	ausente	12,618,124,0	16,4	10,1		
Qualidade da calçada	bom estado	64,541,140,7	51,2	57,9		
	danos leves	27,835,533,5	30,2	19,4		
	danos severos	7,8	23,425,9	18,7	22,7	
Obstáculos ao desenvolvim.	nenhum	72,670,155,9	56,9	69,6		
	poste	9,7	8,3	7,6	13,0	4,5
	garagem	6,0	3,0	20,5	11,5	6,5
	canalização	4,0	6,1	10,3	7,3	12,1
Tipos de fiação	nenhuma	44,046,850,6	29,0	36,8		
	telefonica	56,043,049,0	64,1	61,9		
	secundária	54,445,344,9	56,5	53,0		
	primária	30,245,331,2	61,1	52,2		

Legenda: PTP – Ponta da Praia, APA – Aparecida, EMBA – Embaré, BOQ – Boqueirão, COMP – Composto

4.5 Análise das espécies mais freqüentes

Nesse tópico, serão analisadas as sete espécies mais freqüentes, cuja amostra representou pelo menos 50 indivíduos, sendo elas: O ingazeiro (*Inga laurina*), a saboneteira (*Sapindus saponaria*), o chapéu-de-sol (*Terminalia catappa*), o ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), o flamboyant (*Delonix regia*), o resedá (*Lagerstroemia indica*) e o guanandí (*Callophyllum brasiliensis*).

A população de *I. laurina* foi mais abundante no Embaré, de *S. saponaria* também no Embaré, de *T. catappa* no Aparecida, de *F. microcarpa* no Ponta da Praia, de *D. regia* no Aparecida e no Embaré, de *L. indica* no Ponta da Praia e no Estrato Composto e de *C. brasiliensis* no Boqueirão (Tabela 26).

F. microcarpa e *L. indica* predominaram nos menores diâmetros à altura do peito, indicando que a primeira apresenta uma população jovem, dado seu porte grande, e que a segunda está dentro do esperado por ser uma arvoreta. A classe de 20 a 30 centímetros de DAP apresentou as porcentagens maiores das populações de *C. brasiliensis*, *T. catappa* e *S. saponaria*. *I. laurina* e *D. regia* são mais abundantes na classe de 30 a 40 (Tabela 27). Observa-se que todas as espécies, exceto *L. indica* e *F. microcarpa*, têm cerca de 1,5 a 6%, apenas, de mudas na classe de 0 a 10 centímetros de DAP, indicando que seus plantios e replantios foram abandonados.

Tabela 26. Freqüência das espécies dominantes nos estratos

<i>Estratos</i> (% de indivíduos)	<i>ING</i>	<i>SAB</i>	<i>CHS</i>	<i>FIC</i>	<i>FLA</i>	<i>RES</i>	<i>GUA</i>
Ponta da Praia	22,8	2,7	15,7	27,9	21,6	32,0	2,0
Aparecida	17,1	19,6	34,9	19,7	25,5	8,0	24,0
Embaré	30,3	26,9	15,1	13,1	25,5	4,0	22,0
Boqueirão	22,5	20,4	14,0	19,7	13,7	26,0	38,0
Estrato Composto	7,2	30,4	20,4	19,7	13,7	30,0	14,0

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terminalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

Tabela 27. Frequência das classes de diâmetro por espécie dominante

Classes de diâmetro (% indivíduos)	ING	SAB	CHS	FIC	FLA	RES	GUA
[0-10]	1,5	0,4	2,3	68,9	2,0	74,0	6,0
[10-20]	2,4	23,1	17,4	11,5	-	26,0	18,0
[20-30]	21,3	61,5	42,4	4,9	7,8	-	48,0
[30-40]	48,7	13,1	25,0	3,3	49,0	-	22,0
>40	26,1	1,9	12,8	11,5	41,2	0	6,0

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terninalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

F. microcarpa e *L. indica* predominam na classe A de altura, abaixo da rede telefônica e as outras quatro espécies possuem mais da metade de seus indivíduos na classe C, entre a rede primária de energia e o fio mais alto da secundária. *C. brasiliensis* apresenta a maior porcentagem de indivíduos na classe D, acima da rede primária e também são significativos, nessa classe, *I. laurina*, e *T. catappa*, ambas com 16% (Tabela 28).

F. microcarpa possui 85% de sua população com bifurcações abaixo do recomendado, e *L. indica*, mais do que a metade. Na classe recomendada para favorecer o livre trânsito de pedestres e veículos, de 150 a 250 centímetros, *I. laurina* e *S. saponaria* possuem a maior parte de seus indivíduos. Acima do recomendado e entre 250 e 350 centímetros, *D. regia* e *C. brasiliensis* predominam. Já acima de 350 centímetros, *T. catappa* mantém 64% de sua população (Tabela 29).

Tabela 28. Frequência das classes de altura por espécie dominante

Classes de altura (% de indivíduos)	ING	SAB	CHS	FIC	FLA	RES	GUA
A – até 4,5 metros	-	0,4	2,9	65,6	2,0	72,0	8,0
B – de 4,5 a 6,7 m	8,4	31,9	19,2	13,1	5,9	28,0	8,0
C – de 6,7 a 8,2 m	75,4	65,0	61,6	18,0	86,3	-	58,0
D – acima de 8,2 m	16,2	2,7	16,3	3,3	5,9	-	26,0

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terninalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

Tabela 29. Frequência das classes de altura do fuste por espécie dominante

Classes de bifurcação (% de indivíduos)	ING	SAB	CHS	FIC	FLA	RES	GUA
[0-150] centímetros	5,4	8,9	2,9	85,3	5,9	56,0	2,0
[150-250] cm	65,2	47,3	8,7	9,8	7,8	44,0	38,0
[250-350] cm	26,7	36,9	23,8	4,9	41,2	-	42,0
[350-450] cm	1,8	6,2	32,6	-	27,5	-	12,0
>450 cm	0,9	0,8	32,0	-	17,7	-	6,0

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terminalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

É importante avaliar, nesse tópico, a capacidade de árvores de porte grande serem conduzidas com fuste mais alto, de forma que suas copas ultrapassem a rede primária, conforme propõe MILANO (1994). Verifica-se alto potencial para esse tipo de condução para *T. catappa*, *D. regia* e *C. brasiliensis*. LORENZI (1992) admite, para *C. brasiliensis*, alturas de 20 a 30 metros; para *I. laurina*, alturas de 10 a 20 metros, e para *S. saponaria*, de 7 a 9. Poder-se-ia considerar *I. laurina*, então, também, como uma árvore de porte grande. Sendo assim, no caso da arborização de ruas da região estudada de Santos, a condução do fuste adequada a uma concentração mais elevada da copa, é uma possibilidade a ser considerada. Existe algum potencial para isso, uma vez que 29,4% dos ingazeiros possuem bifurcações acima de 250 centímetros.

A condução do tipo levantamento é mais utilizada em *S. saponaria* e em *C. brasiliensis* (Tabela 30). Outros tipos, que envolvem o controle apical e lateral da copa, compreendendo podas drásticas, foram detectadas para *T. catappa* e *D. regia*, principalmente. O Rebaixamento da copa, também drástico, que envolve a remoção da parte superior da copa à altura aproximada de 6 metros, ocorre de forma bastante concentrada para a espécie *I. laurina*. A topiária, aqui definida pelo controle do volume da copa através de podas freqüentes, é predominante para *F. microcarpa*. A falta de condução está presente na maioria dos *L. indica*, e é significativa, também, para *D. regia*.

Tabela 30. Frequência dos tipos de condução por espécie dominante

<i>Tipos de condução (% de indivíduos)</i>	<i>ING</i>	<i>SAB</i>	<i>CHS</i>	<i>FIC</i>	<i>FLA</i>	<i>RES</i>	<i>GUA</i>
Levantamento	23,7	69,6	8,1	16,4	17,7	30,0	56,0
outros tipos	0,3	4,2	77,9	14,8	33,3	4,0	6,0
levantamento excessivo	0,9	11,5	-	-	2,0	-	2,0
Rebaixamento	67,0	6,5	2,3	13,1	3,9	-	28,0
Topiária	-	-	-	44,3	-	-	-
Falta de condução	0,9	0,4	6,4	9,8	31,4	64,0	2,0
Irregular	4,5	7,7	4,7	1,6	11,8	2,0	4,0

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terninalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

Vale salientar que o levantamento excessivo da copa, que envolve a redução excessiva do volume da copa, descaracterizando sua forma, e, em muitos casos também o corte de ramos excessivamente grossos, foi observado principalmente para *S. saponaria*, e que, apesar do rebaixamento envolver grande parte da população de *I. laurina*, também tem sido efetuado em *C. brasiliensis*, chegando a 28% de sua população. A prática dessas podas é prejudicial para as duas espécies, bem como para o ambiente urbano, uma vez que as árvores, durante o período de podas, têm sua área foliar extremamente reduzida, reduzindo muitos dos serviços ambientais que prestam. No entanto, é ainda mais preocupante para *C. brasiliensis*, pois esta espécie possui uma forma colunar, determinada por um tipo de crescimento baseado na dominância apical. A remoção de parte da copa altera totalmente a sua estrutura e sua forma típica, gerando prejuízos estéticos e biológicos maiores.

Copas vigorosas foram responsáveis por mais de 70% das populações de *S. saponaria*, *T. catappa*, *F. benjamina*, *D. regia* e *C. brasiliensis*. Copas com ramos epicórmicos como principal característica predominaram para *I. laurina*, e foram significativas para *C. brasiliensis*. Copas estressadas foram responsáveis por 82% da população de *L. indica* (Tabela 31).

Tabela 31. Freqüência dos tipos de qualidade da copa por espécie dominante

<i>Qualidade da copa (% de indivíduos)</i>	<i>ING</i>	<i>SAB</i>	<i>CHS</i>	<i>FIC</i>	<i>FLA</i>	<i>RES</i>	<i>GUA</i>
Vigorosa	28,4	78,5	89,5	95,1	88,2	14,0	72,0
Epicórmica	64,2	8,5	6,4		7,8		24,0
Clorótica	1,2	3,1					2,0
Estressada	6,2	10,0	0,6		3,9	82,0	
prej. Pelo vento marítimo			2,9	4,9			2,0
prejudicada por vandalismo						2,0	
Morta			0,6			2,0	

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terninalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

A resposta às podas de rebaixamento, para as duas espécies mais submetidas a essa técnica, até o momento, é a formação de ramos epicórmicos. Além destas podas causarem prejuízos à estrutura da copa e das raízes, os ramos epicórmicos, conforme SEITZ (1999), possuem uma ligação deficiente em sua base, o que é determinante no estabelecimento de riscos futuros. A decisão de manejo dos ingazeiros sob essa técnica foi justificada por MENEGHETTI et. al. (1996), através de um risco de queda sensivelmente maior observado para essa espécie (quedas provocadas por vendavais, envolvendo o arranque completo da árvore, inclusive com as raízes) e pela presença de ramos “elásticos” na altura da fiação primária.

Identifica-se, face ao exposto, um ciclo vicioso. A poda drástica gera prejuízo à estrutura das raízes e aumenta o risco de queda. A reação, formação de ramos epicórmicos, mais “elásticos”, dificulta sua condução acima da fiação primária, gerando mais podas, e assim por diante. Uma vez mantido o programa de podas bienais, não há tempo suficiente para o desenvolvimento de uma copa com área foliar e peso suficientes para o arranque pelo vento. Uma vez abandonado o sistema de podas, os riscos de queda tendem a aumentar, devido a prejuízos cumulativos à estrutura radicular.

Esse manejo, do ponto de vista biológico e ambiental, não é sustentável, e envolve custos elevados ao município. Somente em ingazeiros, estima-se a quantidade de 799 árvores submetidas à poda de rebaixamento, a cada dois anos, somente nos bairros da orla marítima do município de Santos.

A mudança do tipo de poda efetuado para essa espécie, por exemplo, visando sua condução acima da rede primária, deve considerar os riscos de queda e, também, a idade das árvores para recondução do fuste, uma vez que o corte de troncos maiores e maduros pode ser uma alternativa de risco ainda maior, tanto para a saúde da árvore quanto para o risco de queda. Indica-se que seja efetuada essa mudança no manejo em indivíduos jovens e em novos plantios.

Troncos íntegros em mais de 90% dos indivíduos foram encontrados em *T. catappa*, *F. benjamina* e *C. brasiliensis* (Tabela 32). Com boas quantidades de ferimentos ou injúrias, *I. laurina*, *S. saponaria* e *D. regia*. Ocos e com fendas longitudinais são significativos para *D. regia* (5,7%).

As espécies mais livres de agentes patogênicos foram *F. benjamina*, *I. laurina* e *S. saponaria* (Tabela 33). *T. catappa* apresentou ferrugem e lagartas. *D. regia*, ferrugens, cupins e insetos sugadores. *C. brasiliensis*, ferrugens e manchas foliares. *L. indica* possuiu 92% de suas árvores atacadas por insetos sugadores. Os cupins atacaram uma faixa de 4 a 6,5% das populações de *I. laurina*, *S. saponaria*, *C. brasiliensis* e *L. indica*. Foram sensivelmente mais significativos em *D. regia*, e menos, em *F. benjamina* e *T. catappa*.

A maioria dos indivíduos de *I. laurina* e dos de *L. indica* foram considerados adequados ao local de plantio, enquanto que a maioria dos *C. brasiliensis* foi considerada parcialmente adequada, devido à presença de fiação. Para o guanandí, mesmo a rede secundária torna-se um impedimento para o plantio, pois o crescimento monopodial entra em conflito com essa fiação, desde que esses fios estejam localizados na projeção do local de plantio.

Tabela 32. Frequência dos tipos de qualidade do tronco por espécie dominante

Qualidade do tronco (% de indivíduos)	ING	SAB	CHS	FIC	FLA	RES	GUA
Integro	72,4	60,8	91,2	98,4	62,7	75,5	90,0
Injuriado	23,7	28,9	6,5	-	21,6	14,3	8,0
Oco	2,7	7,7	0,6	-	11,8	4,1	-
Fendido	0,9	1,9	-	-	3,9	2,0	2,0
Prejudicado por vandalismo	0,3	0,8	1,8	1,6	-	4,1	-

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terninalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

Tabela 33. Frequência dos tipos de agentes fitopatogênicos presentes por espécie dominante

Fitossanidade (% de indivíduos)	ING	SAB	CHS	FIC	FLA	RES	GUA
nenhum patógeno	89,1	92,6	25,1	100,0	82,0	8,2	72,0
Ferrugem	1,6	-	72,5	-	12,0	-	20,0
insetos sugadores	1,3	1,2	0,6	-	4,0	91,8	-
Cupins	6,3	5,4	1,2	-	12,0	4,1	6,0
manchas foliares	0,3	0,4	0,6	-	-	2,0	4,0
Lagartas	0,3	-	12,9	-	-	-	-
Erva de passarinho	1,3	0,8	0,6	-	2,0	-	-
Brocas	0,3	-	-	-	4,0	-	-
Cigarras	0,3	-	-	-	-	-	-

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terninalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

F. benjamina, *D. regia*, e *S. saponaria* foram consideradas incompatíveis com o espaço disponível devido aos hábitos das raízes, e, *T. catappa*, devido ao porte grande demais para a maioria das larguras de calçadas e de ruas.

Danos severos às calçadas foram mais significativos para *S. saponaria* e *D. regia*; danos leves, para *I. laurina* e *C. brasiliensis*. Calçadas em bom estado predominaram para *L. indica* (90%) e *F. benjamina* (67%), conforme a Tabela 35.

Tabela 34. Frequência dos tipos de compatibilidade com o espaço disponível por espécie dominante

<i>Compatibilidade (% de indivíduos)</i>	<i>ING</i>	<i>SAB</i>	<i>CHS</i>	<i>FIC</i>	<i>FLA</i>	<i>RES</i>	<i>GUA</i>
Adequada	43,8	-	5,2	-	-	72,0	26,0
pequena para o esp. disponível	-	-	-	-	-	24,0	20,0
parcialm. comp. (outro motivo)	-	-	-	-	-	2,0	-
parcialm. comp. pela fiação	39,6	-	0,6	-	-	-	54,0
incompatível pelas raízes	3,6	99,2	0,6	77,1	90,2	2,0	-
incompatível por ser grande	12,9	0,8	94,2	23,0	9,8	-	-

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terninalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

Tabela 35. Frequência dos níveis de qualidade da calçada por espécie dominante

<i>Qualidade da calçada (% de indivíduos)</i>	<i>ING</i>	<i>SAB</i>	<i>CHS</i>	<i>FIC</i>	<i>FLA</i>	<i>RES</i>	<i>GUA</i>
Bom estado	41,1	31,2	47,4	67,2	29,4	90,0	42,0
danos leves	46,0	27,3	32,8	19,7	15,7	10,0	38,0
danos severos	12,9	41,5	19,9	13,1	54,9	-	20,0

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terninalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

Vale observar que essa última espécie foi considerada inadequada devido às raízes, pelas características bastante conhecidas da espécie, mas, por se tratarem de árvores recém implantadas na cidade, e mantidas por podas freqüentes, que limitam sua área foliar à correspondente à de um arbusto, talvez ainda não se verifique, na prática, seus efeitos sobre os passeios públicos e canalizações.

A área livre de pavimentação foi considerada adequada em mais da metade das populações de *F. benjamina* e *L. indica*, sendo que, para as outras cinco espécies, não chegou a 30% (Tabela 36). Áreas totalmente pavimentadas foram observadas principalmente em *I. laurina*, *S. saponaria*, *T. catappa*, *D. regia* e *C. brasiliensis*.

Para *S. saponaria*, muitas das áreas consideradas pequenas ou ausentes, na verdade, se encontravam totalmente ocupadas por raízes, indicando que, na prática, seus canteiros podem ter dimensões relativamente maiores do que os das demais espécies.

Tabela 36. Freqüência dos tamanhos de áreas livres de pavimentação por espécie dominante

Área livre de pavim. (% de indivíduos)	ING	SAB	CHS	FIC	FLA	RES	GUA
Adequada	11,1	22,7	29,8	65,6	5,9	74,0	14,0
Pequena	62,8	56,2	57,3	31,2	70,6	26,0	66,0
Ausente	26,1	21,2	12,9	3,3	23,5	-	20,0

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Ternialia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

A maioria das sete espécies mais freqüentes não possui obstáculos ao desenvolvimento, conforme a Tabela 37.

Considerando que, na análise de toda a amostra, observou-se um percentil de 41,5% de árvores livres de fiação, as espécies dominantes possuem uma porcentagem levemente maior (Tabela 38), com exceção de *L. indica*, com 54% de sua população livre de fiação e *D. regia*, com 39,2%. No caso de *L. indica*, observa-se que foi largamente utilizada em ruas e calçadas estreitas, nas quais a fiação pode estar mais concentrada, e, nos casos em que foi utilizada pontualmente, a presença de fiação pode ter sido determinante para a escolha dessa espécie, de porte pequeno.

Considerando que 67% dos ingazeiros foram submetidos a podas de rebaixamento, e apenas 45,3% deles se encontram sob rede primária de energia, verifica-se que essa prática tem sido aplicada de forma generalizada.

Tabela 37. Frequência dos obstáculos ao livre desenvolvimento da árvore por espécie dominante

<i>Obstáculos ao desenvolvimento (% de indivíduos)</i>	<i>ING</i>	<i>SAB</i>	<i>CHS</i>	<i>FIC</i>	<i>FLA</i>	<i>RES</i>	<i>GUA</i>
Nenhum	57,7	57,7	61,6	83,6	56,9	84,0	64,0
Poste	7,7	7,7	7,6	3,3	5,9	2,0	10,0
Garagem	14,6	14,6	9,3	3,3	11,8	2,0	8,0
Canalização	11,9	11,9	7,6	4,9	11,8	-	16,0

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terninalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

Tabela 38. Frequência dos tipos de rede aérea presente por espécie dominante

<i>tipos de fiação (% de indivíduos)</i>	<i>ING</i>	<i>SAB</i>	<i>CHS</i>	<i>FIC</i>	<i>FLA</i>	<i>RES</i>	<i>GUA</i>
Nenhuma	48,1	48,1	47,1	44,3	39,2	54,0	42,0
Telefônica	36,5	36,5	51,7	55,7	60,8	46,0	54,0
Secundária	34,6	34,6	47,1	50,8	52,9	42,0	34,0
Primária	41,2	41,2	40,7	49,2	31,4	40,0	56,0

ING – ingazeiro (*Inga laurinda*), SAB – saboneteira (*Sapindus saponaria*), CHS – chapéu-de-sol (*Terninalia catappa*), FIC – ficus-benjamin (*Ficus microcarpa*), FLA – flamboyant (*Delonix regia*), RES – resedá (*Lagerstroemia indica*) e GUA – guanandí (*Callophyllum brasiliensis*)

Por todas as análises descritas nesse item, conclui-se que a espécie mais indicada para o plantio em ruas, na porção estudada do município, é *I. laurina*. *C. brasiliensis* e *T. catappa* são espécies de porte grande, sendo indicadas apenas para calçadas largas, e de crescimento monopodial, o que determina dificuldades de condução quando sob redes de energia, especialmente sob a primária. *S. saponaria*, *F. benjamina* e *D. regia* são consideradas inadequadas devido aos hábitos das raízes, e *L. indica* apresenta baixa suscetibilidade a pragas e já mostra sinais de declínio.

Percebe-se que as espécies mais adaptadas às condições ambientais da área de estudo são nativas regionais (*I. laurina* e *C. brasiliensis*) ou consagradas pelo uso em áreas litorâneas (*T. catappa*), o que justifica plenamente o investimento em incorporação de novas espécies desses tipos na arborização de ruas do município.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um programa de plantio para a área de estudo, pode considerar como meta atingir uma densidade correspondente a uma árvore a cada 18 metros, pelo critério do terceiro quartil, estimando-se a quantidade de acréscimo na arborização em 3.629 árvores.

A revisão do sistema de podas drásticas adotado se faz urgente e deve ser realizada com responsabilidade e monitoramento, em função dos riscos gerados por décadas de podas danosas.

Novos acordos com a Concessionária de energia e o Ministério Público devem visar o estabelecimento de contrapartidas, sendo, a mais indicada, a substituição gradual da rede tradicional de energia por sistemas mais modernos, favoráveis à arborização, e devem priorizar ruas arborizadas com *I. laurina* e *C. brasiliensis*.

O replantio de *I. laurina*, nas falhas de arborização de ruas arborizadas com essa espécie e nos casos em que os espaços urbanos (ruas, calçadas, afastamento predial) sejam compatíveis, poderia ser retomado, para garantir a continuidade da arborização e a manutenção da população nesse nível estimado em 1.200 exemplares na porção estudada do município, aproximadamente.

Dada a grande adaptabilidade das espécies nativas de ocorrência regional, assim como de espécies consagradas pelo uso em áreas litorâneas, é indicada a experimentação de novas espécies com essas características.

6 CONCLUSÕES

As duas metodologias – amostragem sistemática simples e estratificada – foram apropriadas ao levantamento da arborização de ruas na porção sul do município de Santos, no entanto, indica-se o uso da amostragem sistemática simples, uma vez que o ganho em precisão obtido com a estratificação por bairros foi muito pequeno. No entanto, a amostragem estratificada permitiu uma avaliação mais acurada em unidades de manejo menores – os bairros.

As metodologias apresentadas neste trabalho tomam como unidade de amostragem o quarteirão, e seus perímetros tornam-se uma variável auxiliar na estimativa da abundância de árvores. Prescindem de informação prévia sobre a quantidade de árvores existentes nas unidades amostrais e são empregadas sem censurar aquelas com baixos índices de arborização.

O número de árvores por quilômetro de calçada obtido pela amostragem sistemática simples foi de 38,93, e foi estimado, para os bairros da orla marítima do Município de Santos, um total de elementos arbóreos entre 7.501 e 9.757 (incluindo plantas vivas e mortas).

Os índices de diversidade e similaridade calculados por estrato estiveram bem relacionados com algumas das análises das variáveis qualitativas e mostraram ser úteis e complementares à abundância em levantamentos que visem o manejo da arborização de ruas.

Existe um alto potencial para incremento da abundância de árvores na área de estudo. Foram amostrados 1285 indivíduos, dos quais 3 estavam mortos. Cadastrou-se 66 espécies, sendo as mais freqüentes: *Inga laurinda*,

Sapindus saponaria, *Terminalia catappa*, *Ficus microcarpa*, *Delonix regia*, *Lagerstroemia indica* e *Calophyllum brasiliensis*. Observa-se a dominância de três espécies com populações acima de 10% da comunidade, e que, juntas, representam 59% da comunidade arbórea. Predominam árvores adultas e há um uso intenso de podas drásticas. A falta de poda se deu em grande parte para novos plantios e espécies arbustivas.

Até o momento não foram identificados sinais de declínio nas espécies submetidas a podas drásticas, e sim nas espécies *Clitoria fairshildiana*, *Lagerstroemia indica*, *Delonix regia* e *Cassia fistula*.

O Estrato Ponta da Praia obteve o menor índice de abundância (30,9 árvores por quilômetro de calçada), a maior diversidade ($ID_S=2,61$) e a maior riqueza de espécies (33). É o estrato com o maior número de árvores pequenas (mudas e espécies arbustivas) e no qual há maior necessidade de podas de condução.

O Estrato Aparecida foi o segundo em abundância (45,6 árvores por quilômetro de calçada) e o penúltimo em diversidade ($ID_S = 2,38$, empatado com o Boqueirão). Apresentou 31 espécies.

O Estrato Embaré foi o terceiro em abundância (42,6 árvores por quilômetro de calçada) e o último em diversidade ($ID_S=1,96$), e apresentou as menores similaridades calculada entre pares de estratos vizinhos ($I_J = 0,33; I_J = 0,36$), demonstrando uma composição de espécies diferenciada. Possui, comparativamente, poucas árvores de porte pequeno e poucos plantios recentes, assim como baixa necessidade de condução.

O Estrato Boqueirão foi o primeiro em abundância (47,2 árvores por quilômetro de calçada) e o segundo em diversidade ($ID_S=2,48$). É o bairro com maiores restrições para o emprego de árvores de maior porte. Esse estrato possui, na sua composição, freqüências elevadas tanto de espécies de grande porte quanto de espécies de porte pequeno e de mudas. É o estrato com maior número de árvores sob redes de fiação aérea, e com um índice superior aos demais sob redes primárias tradicionais de energia.

O Estrato Composto foi o penúltimo em abundância (33,2 árvores por quilômetro de calçada) e o penúltimo em diversidade ($ID_S=2,38$, empatado com o Aparecida) e o que apresentou a menor riqueza (24 espécies).

Da análise das sete espécies mais freqüentes, realizadas para populações com mais de 50 indivíduos amostrados, verificou-se que *I. laurina* apresenta-se como a mais adequada à arborização de ruas. *T. catappa* e *C. brasiliensis* são extremamente adaptadas às condições ambientais, mas excessivamente grandes para muitas das situações, e possuem crescimento monopodial, o que dificulta sua condução sob redes de energia tradicionais. *S. saponaria*, *F. benjamina* e *D. regia* apresentam raízes inadequadas às calçadas, e *L. indica* é suscetível a pragas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R. D. de A. M. Técnicas para diagnosticar cupins em árvores urbanas. (Compact disc) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 6., Goiânia, 2002. **Anais.** Goiânia: Prefeitura Municipal de Goiânia, 2002.
- BARBOSA, M. V. **Santos na formação do Brasil:** 500 anos de história. Santos: Prefeitura Municipal de Santos e Fundação Arquivo e Memória de Santos, 2000. 59 p.
- BIONDI, D.; REISSMANN, C. B.. Avaliação do vigor das árvores urbanas através de parâmetros quantitativos. **Scientia Florestalis**, v.52, p.17-28, dez. 1997.
- CARRIÇO, J. M.; Legislação urbanística e segregação espacial nos municípios centrais da Região Metropolitana da Baixada Santista. São Paulo, 2002. 245 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.
- CAVALHEIRO, F. Urbanização e alterações ambientais. In: TAUKE, S. M. **Análise Ambiental:** uma visão multidisciplinar. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995. p.114-124.

- COUTO, H. T. Z. Métodos de amostragem para avaliação de árvores de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5., São Luís, 1994. **Anais**. São Luís: SBAU, 1994. p.431-436.
- COCHRAN, W. G. **Sampling techniques**. 3. ed. New York: John Wiley, 1977. 428p.
- CRAUL, P. J. A description of urban soils and their desired characteristics. **Journal of arboriculture**, v.11, n.11, p.330-339, 1995.
- DALCIN, E. C.; OLIVEIRA, T. W. Gerenciamento informatizado de arboretos – uma experiência no centro educacional residencial Gávea – IBM Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4., Vitória, 1992. **Anais**. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p.125-132.
- DAVIS, D. D.; GERHOLD, H. D. Selection of trees for tolerance of air pollutants. In: SANTAMOUR JUNIOR., F. S.; GERHOLD, H. D.; LITTLE, S. Better trees for metropolitan landscapes. Upper Darby: USDA/Forest Service/Northeastern Forest Experiment Station, 1976. p.61-66. (USDA Forest Service general Technical Report, NE-22).
- DETZEL, V. A. Arborização urbana: Importância e avaliação econômica. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4., Vitória, 1992. **Anais**. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. v.1, p.39-52.
- EMPLASA. **Sumário de Dados da Região Metropolitana da Baixada Santista**. São Paulo: Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo, 1999. 97p.

FOSTAD, O.; PEDERSEN, P. A. Vitality, variation, and causes of decline of trees in Oslo Center (Norway). **Journal of Arboriculture**, v.23, n.4, p.155-165, 1997.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. New York: John Wiley, 1978. 279p.

GOYA, C. R. Relato histórico da arborização na cidade de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., Vitória, 1992. **Anais**. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p.403-408.

GUZZO, P. Propostas para planejamento dos espaços livres de uso público do Conjunto Habitacional Joaquim Procópio de Araújo Ferraz em Ribeirão Preto-SP. Rio Claro, 1991. 140p. Monografia (graduação), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

GUZZO, P. Estudo dos Espaços Livres de Uso Público da Cidade de Ribeirão Preto;SP, com detalhamento da Cobertura Vegetal e Áreas Verdes Públicas de dois setores urbanos. Rio Claro, 1999. 130p. Dissertação (M.S.) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, (Internet: <http://www.ibge.hpg.gov.br>, (08 dez. 2002).

ISA – INTERNATIONAL SOCIETY OF ARBORICULTURE. **A national research agenda for urban forestry in the 1990's**. Urbana Illinois: ISA, 1991. 60p.

- LIMA, A. M. L. P.; Piracicaba/SP: análise da arborização viária na área central e em seu entorno. Piracicaba, 1993. 238p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, V. R. de; NASCIMENTO, C. E. de S.; TORRES, S. B. Diagnóstico da arborização de ruas de Petrolina – PE. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Curitiba, 1990. **Anais**. Curitiba, S. ed., p.41-53.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 384p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 384p.
- MALAVASI, U. C.; AGUIAR SOBRINHO, J.; GAMA, L. L. M. F. da; et al. A arborização urbana da cidade de Itaguaí-RJ. **Floresta e Ambiente**, n.2, p. 74-77, 1995.
- MATARAZZO-NEUBERGER, W. M. Comunidades de aves de cinco parques e praças da Grande São Paulo, Estado de São Paulo. **Ararajuba**, v.3, p13-19, 1995.
- MATTCHECK, C. G.; BRELOER, H.; BETHGE, K. A.; ALBRECHT, W. A.; ZIPSE, A. W. Use of the fractometer to determine the strength of wood with incipient decay. **Journal of Arboriculture**, v.21, n.3, p.105-112, 1995.
- MAZZA, C. L. de la; HERNANDEZ, J.; BOWN, H.; RODRÍGUEZ, M.; ESCOBEDO, F. Vegetation diversity in the Santiago de Chile urban ecosystem. **Arboricultural Journal**, v.26, p.347-357, 2002.

- MENEGHETTI, G. I. P., GONÇALVES, V. A., DASSIE, J. C. P., SILVA FILHO, N. L.. Manejo da arborização de ruas de Santos – 1993 a 1996. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Salvador, 1996; **Anais**. Salvador, 1996. p.105-116.
- MESQUITA, L. B. Memórias do verde urbano do Recife. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Salvador, 1996. **Anais**. Salvador, 1996. p.60-70.
- MICHI, S. M. P.; COUTO, H. T. Z. Estudo de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de Piracicaba – SP. In: CURSO DE TREINAMENTO SOBRE PODA EM ESPÉCIES ARBÓREAS FLORESTAIS E DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., Piracicaba, 1996. Piracicaba, IPEF/ESALQ-USP, 1996. p 11-17.
- MILANO, M. S. Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba. Curitiba, 1984. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná.
- MILANO, M. S. Planejamento da arborização urbana: relações entre áreas verdes e ruas arborizadas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Curitiba, 1990. **Anais**. p.60-71.
- MILANO, M. S. Arborização urbana no Brasil: mitos e realidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Salvador, 1996. **Anais**. Salvador, 1996, p.1-6.
- MILANO, M. S.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. 226p.

- MILANO, M. S.; SARNOWSKI FILHO, O; ROBAYO, J. A M. Estudo comparativo de unidades amostrais utilizadas para inventário qualitativo de arborização de ruas em Curitiba. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4., Vitória, 1992. **Anais**. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p. 343-350.
- MILLER, R. W. Street tree inventories, 6. In: MILLER, R. W. **Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces**. 2.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 502p.
- MOLL, G. Improving the health of the urban forest. **American Forests**, v.93, n.11/12, p.61-64, Nov./Dec. 1987.
- NATURAL PATH FORESTRY CONSULTANTS, INC. **Village of Flossmoor street tree inventory**: final report. Missoula, 1991. 65 p.
- NUNES, M. L. Metodologias de avaliação da arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 6., Vitória, 1992. **Anais**. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p. 133-145.
- OLEKSAK, B.; KMETZ-GONZALES, M.; STRUVE, D. K.. Terminal bud cluster pruning promotes apical control in transplanted shade tree whips. **Journal of Arboriculture**, v.23, n.4, p. 147-154, July 1997.
- PEPER, P. J; MCPHERSON, E. G.; MORI, S. M. Predictive equations for dimensions and leaf area of Coastal Southern California street trees. **Journal of Arboriculture**, v.27, n.4, p.169-180, 2001.

PERCIVAL, G. C.; DIXON, G. R. Detection of salt and waterlogging stresses in *Alnus cordata* by measurement of leaf chlorophyll fluorescence. **Journal of Arboriculture**, v.23, n.5, p.181-190, 1997.

PRADO, H. do. **Solos do Brasil**: Gênese, morfologia, classificação e levantamento. 2.ed. Piracicaba: ESALQ, 2001. 220p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. **Plano Diretor de Desenvolvimento integrado**: Abairramento, Lei 3529/68. Santos: Prodesan, 1978. Folha 53. Escala 1:10.000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. **Proposta do Novo Plano Diretor de Santos**: Manual do Proprietário. Santos: Prefeitura Municipal de Santos, 1995. 54p.

PRODESAN - PROGRESSO E DESENVOLVIMENTO DE SANTOS. **Planta do cadastro técnico municipal geoprocessada**. Santos: Prodesan, 2003.

RACHID, C.; COUTO, H. T. Z. do. Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos – SP. **Scientia Florestalis**, n.56, p.59-68, dez. 1999.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, Tendências e Ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas Ciliares**: Conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. cap.15, p235-248.

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 florestalis**, n.52, p.7-16, dez. 1997.

SANCHOTENE, M. do C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre: FEPAM, 1995. 311p.

SANCHOTENE, M. C. C. Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5., São Luís, 1994. **Anais**. São Luís: SBAU, 1994. p.15-26.

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

SANTOS, E. de O. Características Climáticas. In **A Baixada Santista: aspectos geográficos**, v. 1. São Paulo: Edusp, 1995. p.96-150.

SANTOS, E. dos. Avaliação monetária de árvores urbanas: uma revisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Salvador, 1996; **Anais**. Salvador, 1996. p. 140-150.

SANTINI, J. A; BUENO, O. C. Plano de arborização urbana de Botucatu-SP. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., Maringá, 1987. **Anais**. Maringá: Prefeitura do Município de Maringá, 1987. p.186-189.

SASVARI, L. Bird abundance and species diversity in the parks and squares of Budapest. **Folia Zoologica** v.33, n.3, p.249-262, 1984.

SEGAWA, H. **Ao amor do público: jardins no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP, 1996. 255p.

- SEITZ, R. A . Poda Urbana: Princípios básicos e execução. (Compact disc) In: ENCONTRO GAÚCHO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., Pelotas, 1999; **Anais**. Pelotas: Prefeitura Municipal de Pelotas/SBAU, 1999.
- SMILEY, E. T.; BAKER, F. A. Options in street tree inventories. **Journal of Arboriculture**, v.14, n.2, p.36-42, 1988.
- SILVA FILHO, D. F.; PIZETTA, P. U. C.; ALMEIDA, J. B. S. A. de.; PIVETTA, K. F. L.; FERRAUDO, A. S. Banco de Dados Relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.629-642, 2002.
- SMILEY, E. T.; KIELBASO, J. J. ;NGUYEN, P. N. Soil factors associated with manganes deficiency of urban Sugar and Red Maples. **Journal of Arboriculture**, v.19, n.3, p.169-173, 1996.
- SOUZA, H. M. Arborização de ruas. **O Agrônomo**, v.21, p.109-134, 1969.
- SOUZA, M. A. de L. B.; CONTE, A. M.; BARDELLI, G.; LATINI, M. Análise e caracterização da arborização viária da parte central da cidade de Botucatu – SP. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Curitiba, 1990. **Anais**. Curitiba, 1990, p.236-243.
- TAKAHASHI, L. Y. Sistema informatizado de manejo da arborização de ruas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4., Vitória, 1992. **Anais**. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. v. 2, p. 281-290.

TERRA, C. G. **O jardim no Brasil no século XIX**: Glaziou revisitado, 2.ed. Rio de Janeiro: EBA/UFRJ, 2000. 166p.

THOMPSON, R.; PILLSBURY, N.; HANNA, R. **The elements of sustainability in urban forestry**. Urban Forest Ecosystems Institute, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, 1994. 63p.

VELASCO, G. del N. Arborização viária x sistemas de distribuição de energia elétrica: avaliação dos custos, estudo das podas e levantamento de problemas fitotécnicos. Piracicaba, 2003. 94p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

UTHKHEDE, R.; STEPHEN, B; WONG, S. Control of *Phytophthora lateralis* root rot of Lawson Cypress with *Enterobacter aerogenes*. **Journal of Arboriculture**, v.23, n.4, p. 144-146, 1997.

WATSON, G. W.; KELSEY, P. WOODTLI, K. Replacing soil in the root zone of mature trees for better growth. **Journal of Arboriculture**, v.22, n.4, p.167-173, 1996.