

NEUCELI APARECIDA KLECHOWICZ

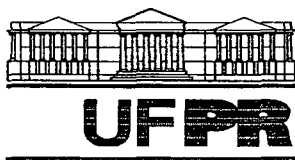
## **DIAGNÓSTICO DOS ACIDENTES COM ÁRVORES NA CIDADE DE CURITIBA - PR**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau e título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Ronaldo Viana Soares

CURITIBA

2001



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**  
Av. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico – CAMPUS III  
80210-170 - CURITIBA - Paraná  
Tel. (41) 360.4212 - Fax. (41) 360.4211 - <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>  
e-mail: pinheiro@floresta.ufpr.br

**PARECER**  
Defesa nº 433

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir a mestranda *NEUCELI APARECIDA KLECHOWICZ* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "DIAGNÓSTICO DOS ACIDENTES COM ÁRVORES NA CIDADE DE CURITIBA-PR", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** da acadêmica, habilitando-a ao título de *Mestre em Ciências Florestais*, na área de concentração em *Conservação da Natureza*.



*Dr. Ronaldo Vianna Soares*

Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFPR  
Orientador e presidente da banca examinadora



*Dr. Leide Yassuco Takashashi*

Professora e pesquisadora da Universidade Estadual de Maringá-PR  
Primeiro examinador



*Dr. Miguel Serediuk Milano*

Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFPR  
Segundo examinador

Curitiba, 27 de abril de 2001.



---

Nivaldo Eduardo Rizzi

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Franklin Galvão

Vice-coordenador

Ao meus pais ANTONIO e JULIA,  
pelo amor e exemplo de vida.  
Ao meu esposo BRENO, pelo  
amor e compreensão,

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Sinceros agradecimentos ao Prof. Ronaldo Viana Soares, pela sua orientação e amizade e principalmente pelo apoio desde o início do processo que permitiu a realização deste trabalho.

Ao Prof. e amigo Rudi Arno Seitz, pela sua orientação, ensinamentos, estímulo, críticas e sugestões tão valiosas para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Profª Daniela Biondi pela amizade, auxílio, sugestões e críticas que foram muito importantes para a elaboração do trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

À Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL) na pessoa do Eng. Antonio Pedro Sgobero, pela colaboração e permissão para consultas dos arquivos sobre as interrupções no sistema de distribuição de energia elétrica na cidade de Curitiba.

Ao Eng. Antonio Tadeu Pereima da COPEL – Curitiba pela atenção, auxílio e perseverança no fornecimento dos relatórios com a localização das ocorrências (Rede Elétrica X Arborização) atendidas periodicamente pela empresa, e ao Eng. Rogil Escuciatto, pela boa vontade e auxílio na busca das informações no banco de dados da empresa.

Ao Técnico Roberto Larini Salgueiro, do setor de Arborização da Prefeitura Municipal de Curitiba, pelo auxílio e permissão para consulta dos arquivos sobre arborização urbana da cidade.

Aos meus pais Antonio e Julia, pela compreensão, apoio e dedicação.

Ao meu esposo Breno, que em todos os momentos auxiliou e incentivou a realização deste trabalho.

Aos meus irmãos, Nelio, Newton e Nilson pelo carinho, compreensão e ajuda durante todo o curso.

Ao meu irmão Nelson, à minha cunhada Terezinha e aos meus sobrinhos Marcos e Daniele pela compreensão.

Ao meu sogro Victor e a minha sogra Lúcia pelo apoio e incentivo.

Ao meu cunhado Guilherme, e as minhas cunhadas Ludmila e Larissa e ao seu esposo Carlos, pelo auxílio, amizade e incentivo durante todas as fases da pesquisa.

À professora Graciela I. B. Muñiz pela amizade e incentivo.

Aos amigos e companheiros do Instituto Ambiental do Paraná da Diretoria de Desenvolvimento Florestal, engenheiros Mariano Felix Duran, Jackson Luiz Vosgerau e Takashi Nakatani. Aos técnicos Ivo Czelusniak Good, e Lindiomar de Lima Pereira, pela compreensão, ajuda e incentivo, e à estagiária Lady Mari dos Santos Oliveira pela valiosa colaboração na fase de coleta de dados.

Ao amigo Eng. João Antonio Cordoni da ITAIPU Binacional, que com sua amizade, incentivo e contribuição foi tão importante para a conclusão do trabalho.

Ao grande amigo Paulo Ernani Ramalho Carvalho da EMBRAPA Florestas pelo auxílio e ensinamentos.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação Leocádio Grodzki, Emílio Rotta, Ivan Crespo Silva, e Ana Maria Mello Peixoto pelas sugestões, incentivo e valiosas contribuições durante o desenvolvimento do trabalho.

Às funcionárias Lúcia S. Burda e Mariza do Carmo Drusina da Fundação de Pesquisas Florestais (FUPEF), pelo auxílio prestado.

Às bibliotecárias do Setor de Ciências Agrárias pelo auxílio na busca das informações.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade e incentivo na realização do programa de mestrado.

A Deus que permitiu a conclusão deste trabalho.

A todos aqueles que de alguma maneira apoiaram e contribuíram para a realização deste trabalho, minha profunda gratidão.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2.REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. MEIO URBANO E ARBORIZAÇÃO .....	3
2.1.1 Importância e Benefícios da Arborização Urbana.....	5
2.2 ASPECTOS DO PLANEJAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA .....	7
2.2.1. Características do Local .....	8
2.2.1.1. Condições do local.....	8
2.2.1.2. Condições do solo .....	9
2.2.2. Condições para a Arborização Urbana .....	10
2.3. ASPECTOS DA FALTA DE PLANEJAMENTO.....	11
2.3.1. Danos à Estrutura Urbana.....	11
2.3.2. Danos nas Árvores.....	13
2.3.3. Conseqüências da Falta de Planejamento.....	15
2.4. MEDIDAS PARA REDUZIR DANOS ÀS ÁRVORES E ÀS REDES DE ENERGIA ELÉTRICA .....	16
2.5. MANEJO DA ARBORIZAÇÃO .....	17
2.5.1 Práticas de Manejo para Árvores Urbanas .....	18
2.5.1.1. Poda e sua terminologia .....	20
2.5.1.2. Necessidade de poda .....	21
2.5.1.3. Benefícios e prejuízos causados pela poda.....	22
2.5.1.4. Poda de raiz.....	23
2.6. PLANEJAMENTO INTEGRADO .....	26
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	28
3.1. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO .....	28
3.2. METODOLOGIA DO ESTUDO .....	31
3.2.1. Definição da Metodologia .....	31

3.3.ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS.....	31
3.3.1 Coleta das Informações.....	31
3.3.2.Análise e Avaliação das Ocorrências.....	31
a) DADOS DA OCORRÊNCIA.....	32
b) ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DO MEIO.....	34
c) DADOS DENDROLÓGICOS E FISIOLÓGICOS.....	35
d) INFORMAÇÕES DO ACIDENTE.....	37
<b>4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
4.1 INTERRUPÇÕES NO SISTEMA DE DISTRIB. DE ENERGIA ELÉTRICA.....	40
4.1.1 Causas das Interrupções.....	40
4.1.2 Número de Interrupções.....	42
4.2 CARACTERÍSTICAS DAS ÁRVORES.....	45
4.2.1 Relação entre as Espécies Arbóreas e a Ocorrência de Acidentes.....	45
4.2.2 Ocorrência de Espécies Nativas e Exóticas.....	47
4.2.3 Porte, DAP e Altura da Bifurcação das Árvores.....	48
4.2.4 Aspectos e Condição da Copa.....	52
4.2.5 Condição do Sistema Radicial.....	53
4.2.6 Ocorrência de Pragas e Doenças.....	54
4.2.7 Tipos de Poda e Relação com a Rede de Energia Elétrica.....	57
4.3 CARACTERÍSTICA DOS PLANTIOS.....	59
4.3.1 Regularidade dos Plantios.....	59
4.3.2 Localização das Árvores e Fiação Aérea.....	60
4.3.3 Largura da Calçada e Distância do Meio Fio.....	62
4.3.4 Cobertura do Solo na Área de Crescimento.....	65
4.4.CARACTERIZAÇÃO DOS ACIDENTES.....	66
4.4.1 Acidentes com Árvores.....	66
4.4.2 Acidentes com Galhos.....	69
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>73</b>
<b>6. RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	PODA DE RAIZ SENDO EXECUTADA NA ARBORIZAÇÃO URBANA DA CIDADE DE CURITIBA.....	24
FIGURA 2-	MAPA DA CIDADE DE CURITIBA COM A DIVISÃO DE BAIRROS E ADMINISTRAÇÕES REGIONAIS.....	29
FIGURA 3 -	RELAÇÃO DAS ESPÉCIES MAIS PLANTADAS NAS RUAS DA CIDADE DE CURITIBA.....	30
FIGURA 4 -	FORMULÁRIO PARA A COLETA DOS DADOS DE CAMPO.....	33
FIGURA 5 -	OCORRÊNCIAS ATENDIDAS DURANTE O MÊS DE NOVEMBRO DE 1997 PELO DEPARTAMENTO DE ARBORIZAÇÃO DA PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA.....	43
FIGURA 6 -	OCORRÊNCIAS ATENDIDAS DURANTE O MÊS DE ABRIL DE 1998 PELO DEPARTAMENTO DE ARBORIZAÇÃO DA PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA.....	44
FIGURA 7 -	MÉDIA MENSAL DAS INTERRUPÇÕES NAS REDES DE ALTA E BAIXA TENSÃO NA CIDADE DE CURITIBA, SETEMBRO/1995 A AGOSTO/1999.....	45
FIGURA 8 -	ÁRVORES DE <i>Tipuana tipu</i> QUE RECEBERAM PODA PARA LIBERAR A FIAÇÃO AÉREA.....	58
FIGURA 9 -	ÁRVORE DE <i>Melia azedarach</i> QUE RECEBEU PODA EM “V”.....	58
FIGURA 10 -	ÁRVORE DE <i>Ligustrum lucidum</i> PLANTADA SOB A REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	62
FIGURA 11 -	ÁRVORE DE <i>Ligustrum lucidum</i> PLANTADA SOB A REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E DESENVOLVIMENTO DE COPA LIMITADO PELO TRÁFEGO DE VEÍCULOS.....	64
FIGURA 12-	ACIDENTE OCORRIDO NA CIDADE DE CURITIBA COM ÁRVORE DE <i>Acer negundo</i> .....	67



FIGURA 13-	ÁRVORES DE <i>Grevillea robusta</i> E <i>Ligustrum lucidum</i> SEM ÁREA DE CRESCIMENTO ADEQUADA.....	68
FIGURA 14 -	ACIDENTE OCORRIDO NA CIDADE DE CURITIBA COM GALHO DE GRANDES DIMENSÕES, ESPÉCIE <i>Melia azedarach</i>	69
FIGURA 15-	ACIDENTE COM GALHO DE <i>Tipuana tipu</i> COM ROMPIMENTO NA BIFURCAÇÃO.....	71
FIGURA 16	DETALHE DO ROMPIMENTO DO GALHO NA BIFURCAÇÃO DA ESPÉCIE <i>Tipuana tipu</i> .....	72

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	CÓDIGOS DE CAUSA, NÚMERO DE INTERRUPÇÕES, FREQUÊNCIA PERCENTUAL DE INTERRUPÇÕES POR CAUSA, TEMPO DE DURAÇÃO E FREQUÊNCIA PERCENTUAL DE TEMPO DE DESLIGAMENTO POR CAUSA.....	41
TABELA 2 -	INTERRUPÇÕES NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DA CIDADE DE CURITIBA, PROVOCADAS POR ÁRVORES NA ALTA TENSÃO E BAIXA TENSÃO NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 1995 A AGOSTO DE 1999.....	42
TABELA 3 -	RELAÇÃO DAS ESPÉCIES DIAGNOSTICADAS, NÚMERO DE OCORRÊNCIAS E FREQUÊNCIA POR ESPÉCIE .....	46
TABELA 4 -	ESPÉCIES MAIS PLANTADAS E SUA PARTICIPAÇÃO NA ARBORIZAÇÃO DE CURITIBA SEGUNDO A POPULAÇÃO AMOSTRADA POR MILANO (1984).....	47
TABELA 5 -	ESPÉCIES, ALTURA MÉDIA (m) E NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR CLASSE DE ALTURA.....	49
TABELA 6 -	ESPÉCIES, NÚMERO DE INTERRUPÇÕES (1995 – 1999) NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA E ALTURA MÉDIA POR ESPÉCIE.....	50
TABELA 7 -	ALTURA MÉDIA DA BIFURCAÇÃO (ABm) E CLASSE DE MATURIDADE DAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES.....	51
TABELA 8 -	DIÂMETRO MÉDIO (Dm) E CONDIÇÃO DA COPA DAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES.....	52
TABELA 9 -	CONDIÇÃO DO SISTEMA RADICIAL DAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES.....	54
TABELA 10 -	OCORRÊNCIA DE PRAGAS E DOENÇAS NAS ESPÉCIES ARBÓREAS OBSERVADAS.....	55

TABELA 11 - OCORRÊNCIA DE PRAGAS E DOENÇAS NAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA.....	56
TABELA 12 - TIPOS DE PODA APLICADOS NAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES.....	57
TABELA 13 - REGULARIDADES DOS PLANTIOS DAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES.....	60
TABELA 14 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁRVORES EM RELAÇÃO À REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES.....	61
TABELA 15 - LARGURA DAS CALÇADAS E DISTÂNCIA DO MEIO FIO NAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES.....	63
TABELA 16 - COBERTURA DO SOLO NA ÁREA DE CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES.....	65
TABELA 17 - QUANTIDADE DE ACIDENTES PROVOCADOS POR ÁRVORES E SUAS CAUSAS.....	66
TABELA 18 - QUANTIDADE DE ACIDENTES PROVOCADOS POR GALHOS E SUAS CAUSAS.....	70

## RESUMO

Com o objetivo de diagnosticar os acidentes que envolveram a arborização da cidade de Curitiba foram reunidas informações sobre as ocorrências registradas pela Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL) e solicitações de remoção e poda feitas à Gerência de Arborização da Prefeitura Municipal de Curitiba, além das ocorrências vistoriadas "in loco" com base em formulário próprio. O período total de coleta das informações foi de setembro de 1995 a agosto de 1999. Segundo os dados agrupados dos relatórios de janeiro a dezembro de 1996, o tempo de desligamento da rede provocado pelas árvores foi de 1.268,2 horas ou 18,2 % do total. No período de setembro de 1995 a agosto de 1999 a frequência média das ocorrências, somente na alta tensão, foi de 443 ou 58,0 % do total registrado. O período com maior frequência média de interrupções na alta tensão (13,8 kV) e baixa tensão (127 e 220 V) foi dezembro a fevereiro. Na população analisada "in loco" foram registradas 139 ocorrências, com a participação de 36 espécies. *Tipuana tipu* com 20,1 % das ocorrências foi a espécie com maior frequência, seguida por indivíduos da espécie *Melia azedarach* com 14,4 %. As ocorrências foram agrupadas em função da altura total dos indivíduos para a definição da relação com o porte. Cinquenta e oito por cento dos acidentes foram provocados por árvores de grande altura. Entre as espécies pequenas a *Lagerstroemia indica* foi responsável por 27,3 % das ocorrências, entre as médias *Melia azedarach* com 28,6 e entre as grandes *Tipuana tipu* com 27,5 %. Das 35 espécies registradas 15 provocaram danos na rede de energia elétrica; das 32 interrupções ocorridas, 30 ou 93,8 % foram provocadas por galhos que caíram ou encostaram na rede, sendo que 28 árvores ou 87,5 % estavam localizadas exatamente sob a rede. A altura média das árvores localizadas sob a rede foi de 11,2 m; a poda aplicada em 28 casos foi para liberar a fiação e apenas 3 receberam podas de condução. Acidentes envolvendo apenas galhos foram registrados em 118 casos e o vento foi o principal responsável por esses acidentes (72,0 %). O rompimento do galho, em 55,5% dos casos ocorreu na bifurcação, em 43,6% na parte superior do galho e apenas 1,7% no tronco. A espécie *Tipuana tipu* apresentou 100% dos casos com rompimento na bifurcação, seguida pela espécie *Melia azedarach* com 77,8%. Foi também observado que em todas as ocorrências de rompimento na bifurcação de *Tipuana tipu* havia uma mancha escura na parte interna do galho. Conflitos entre as árvores, as redes de distribuição de energia elétrica e as estruturas urbanas foram identificados. A escolha das espécies baseada no conhecimento das suas características silviculturais, o treinamento técnico dos executores e o comprometimento das gerências são necessários para a redução dos acidentes e o sucesso da arborização urbana.

Palavras-chave: Diagnóstico; Arborização Urbana; Rede de Energia Elétrica.

## ABSTRACT

The objective of this study was to diagnose the accidents that involved the urban trees of Curitiba. The information needed to develop the work was obtained from the Parana State Power Company (COPEL), from the Municipality of Curitiba Forest Management Department, and from "in loco" observations registered in proper forms, in the period of September 1995 to August 1999. According to the data registered in the reports, the power shut off period due to accidents with trees was 1,268.2 hours, or 18.2% of all observed accidents. Between September 1995 and August 1999, the mean frequency of occurrences, only in the high tension voltage, was 443 or 58.0% of the total registered. The highest rate of interruption in the high (13.8 KV) and low tension (127 and 220 V) was observed from December to February. In the "in loco" studied population, 139 occurrences were registered, involving 36 species. *Tipuana tipu*, with 20.1% of occurrence, was the species with the highest frequency, followed by *Melia azedarach* with 14.4%. The occurrences were grouped regarding the total height of the individuals to define the relation with their size. Fifty eight per cent of the accidents were provoked by big trees. Among the small trees the *Lagerstroemia indica* was responsible for 27.3% of the occurrences; among the medium trees *Melia azedarach* responded for 28.6%; and among the big trees *Tipuana tipu* totalized 27.5%. From the 35 species registered, 15 caused some damage to the energy cables. From the 32 interruptions of the energy supply, 30 or 93.8% were provoked by branches that fell on or touched the cables, and 28 trees, or 87.5% of them, were located exactly under the cables. The average height of the trees located under the cables was of 11.2 m; the pruning done in 28 trees was just to free the cables and only 3 were pruned in order to conduct them. Accidents involving only branches were registered in 118 cases and the main cause was the wind (72.0%). The breaking of the branch in the fork was observed in 55.5% of the cases; 43.6% occurred in the superior part of the branch, and only 1.7% on the trunk. The species *Tipuana tipu* presented 100% of the branches breaking in the fork region, followed by *Melia azedarach* with 77.8%. Also, It was observed that in all occurrences of fork breaking of *Tipuana tipu* there was a dark stain inside the branch. Conflicts among the trees, the energy distribution network and urban structures were identified. The selection of the species based on the knowledge of their silvicultural requirements, the technical training of the workers and the commitment of the managing sectors, are necessary to the reduction of the accidents and the success of the urban forestry.

Key words: Diagnosis, Urban forestry, Power lines

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente urbanização tem levado as pessoas ao isolamento, reduzindo o contato com a natureza. Além disso, o intenso processo de crescimento populacional nas cidades, principalmente nas últimas décadas, desencadeou sérios problemas relacionados à qualidade de vida da população.

A vegetação na área urbana é uma necessidade primária para o bem-estar das pessoas; entre as várias formas de vegetação, as árvores têm a capacidade de modificar o microclima, através da redução da variação de temperatura e umidade, diminuir a velocidade dos ventos e reduzir a poluição através da captação de partículas sólidas. As árvores também melhoram as condições do solo urbano, diminuem a poluição visual e embelezam a paisagem.

O ambiente artificial criado pela ação antrópica transformou a arborização das cidades numa técnica complexa, devido aos vários fatores envolvidos. No planejamento, a disposição das redes subterrâneas de água e esgoto, o tipo da iluminação pública, as características dos passeios, ruas e avenidas, o zoneamento e a própria topografia devem ser relevantes nos critérios a serem adotados.

A espécie utilizada deve necessariamente satisfazer pelo menos uma parte das exigências que lhes serão impostas. As árvores urbanas, quando plantadas em locais impróprios, podem causar sérios problemas às estruturas urbanas, tais como: interferência no sistema de distribuição de energia elétrica e rede telefônica, danos físicos às calçadas, à integridade de edificações e até mesmo à população.

Incidentes com árvores nas áreas urbanas são comuns. A queda de árvores e galhos nas cidades ocorre com certa freqüência, principalmente naquelas com alta densidade de indivíduos arbóreos e com deficiências de planejamento e manutenção das árvores. Alterações fisiológicas e morfológicas no vegetal, tais como redução extrema da copa verde, supressão de raízes, danos ao tronco, aliadas a condições climáticas como chuvas e ventos fortes podem ser responsáveis por acidentes com a arborização. Tudo isso pode provocar danos às árvores e conseqüentemente às estruturas urbanas e às pessoas.

O departamento de arborização da Prefeitura Municipal de Curitiba recebeu, no período de março de 1997 a abril de 1999, 727 solicitações de remoção de árvores caídas, sendo porém atendidas 1709 ocorrências (PMC, 1999). Interrupções

no sistema de abastecimento de energia elétrica são registrados quase que diariamente na cidade pela Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL), resultado de galhos ou árvores que caíram ou encostaram na rede. De janeiro a dezembro de 1996 foram registradas 786 ocorrências na cidade de Curitiba (COPEL, 1996). Tais problemas são motivo de preocupação para as concessionárias, que têm a responsabilidade da distribuição de energia elétrica e comunicação telefônica para toda a população, sem interrupções, principalmente nos serviços essenciais.

Há necessidade de pesquisas que reúnam informações de ocorrências de acidentes que possam ter envolvido galhos ou árvores inteiras na cidade de Curitiba. Deve ser feita a análise das condições em que ocorreram estes acidentes, através dos dados referentes ao ambiente, indivíduo arbóreo e o tipo de acidente.

Tendo como objetivo principal esclarecer as condições que levaram à ocorrência de acidentes envolvendo a arborização urbana da cidade de Curitiba, com relação à queda de galhos e árvores foram reunidas informações sobre ocorrências registradas pela Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL), solicitações registradas pela Prefeitura Municipal de Curitiba e dados coletados *in loco* para avaliação e análise dos eventos.

Os objetivos específicos do presente trabalho foram:

- a) reunir, analisar e avaliar as informações das interrupções no sistema de distribuição de energia elétrica da cidade de Curitiba, provocados por árvores;
- b) diagnosticar as causas de queda de galhos e árvores da área urbana de Curitiba; e
- c) indicar técnicas de manejo, buscando a prevenção de tais ocorrências.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Trabalhos de análise e avaliação da arborização urbana com a descrição de métodos e processos vêm sendo desenvolvidos ao longo do tempo em vários países. Trabalhos de KOZLOWSKI (1985), HOUSTON (1985), WONG et al. (1988), HAUER et al. (1994), analisaram os danos provocados às árvores urbanas devido às pressões do ambiente urbano e à infra-estrutura urbana. McPHERSON & PEPPER (1996) analisaram os custos dos danos provocados pelas árvores à estrutura urbana. FORKASIEWICZ (1998) implementou um código com a regulamentação para a prática de poda próximo de linhas de baixa tensão. TALARCHEK (1987) através de um inventário em New Orleans reuniu dados sobre indicadores ambientais da condição das árvores. CHACALO et al. (1994) executaram um inventário das árvores urbanas na cidade do México. FOSTAD & PEDERSEN (1997) realizaram monitoramento durante 5 anos, das árvores mais importantes do Centro de Oslo, Noruega. Além destes, inúmeros outros trabalhos foram desenvolvidos em várias partes do mundo.

Mais recentemente trabalho de ARAUJO et al. (1998), que trata do diagnóstico dos indivíduos arbóreos do Passeio Público de Curitiba, determinou os parâmetros e características de condição das árvores nessa área específica da cidade. Entretanto, trabalhos específicos no diagnóstico de acidentes envolvendo a arborização urbana e infra-estrutura (construções, rede de abastecimento de energia elétrica e telefônica, veículos e pista de rolamento, calçadas, pedestres e outros) não foram encontrados.

### 2.1 MEIO URBANO E ARBORIZAÇÃO

O crescimento populacional aliado à intensa migração para as áreas urbanas deu início e mantém um violento processo de expansão das cidades (CESTARO, 1985). No Brasil, quarenta milhões de pessoas residem em lugares onde não nasceram, sendo que a maioria migrou do campo para as cidades. Em 1980, 43 pessoas em cada 100 moravam em apenas nove regiões metropolitanas



(EMBRAPA, 1996). Em 1996, 78% da população brasileira morava em áreas urbanas (IBGE, 1997).

O ser humano cada vez mais transforma o meio urbano em um ambiente artificial, criado e desenvolvido com o objetivo de satisfazer as necessidades de conforto, proteção e bem-estar. Porém, alguns desses objetivos não vem sendo alcançados em virtude de vários fatores econômicos, políticos, culturais e sociais, aliados ao intenso crescimento urbano (COSTA & TELLO, 1995).

Inúmeros problemas têm surgido devido à rapidez com que se processa a expansão urbana, que gera enormes aglomerados humanos sem o planejamento adequado para a ocupação do solo (CESTARO, 1985). Essa situação gera o desenvolvimento de infra-estrutura de concreto, asfalto, materiais sintéticos de todas as formas e cores, presença de vários materiais artificiais, ausência da vegetação e poluições generalizadas, acarretando a diminuição da qualidade de vida no meio urbano (COSTA & TELLO, 1995).

A poluição do ar, da água, o lixo urbano e outros tipos de poluição, e a devastação das florestas são os problemas mais visíveis nos grandes centros urbanos. Atualmente cerca de 1,25 bilhão de pessoas vivem em cidades com níveis inaceitáveis de poluição ambiental (EMBRAPA, 1996).

Os problemas relacionados às questões ambientais têm sido preocupação constante no planejamento e administração das cidades (MILANO, 1996). Para SANCHOTENE (1994), atualmente, no Brasil, as questões ambientais de administração e preservação da floresta urbana atingiram uma posição de destaque

Cientistas e pesquisadores têm dado especial atenção à qualidade ambiental e à qualidade de vida. Aspectos ligados à compreensão do papel desempenhado pelas ações antrópicas na estruturação das paisagens e os efeitos gerados por suas atividades têm sido relevantes (LOMBARDO, 1990). Segundo MILANO (1996) a arborização urbana assume importância particular nesse contexto.

Entretanto, BIONDI & MEUNIER (1987) lamentam quando dizem em seu trabalho que toda a atenção e interesse pela arborização urbana, tanto da população como dos órgãos públicos, seja produto da insalubridade do meio pela falta de verde.

Segundo MILANO (1984), inúmeros esforços foram dispendidos com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da população da cidade de Curitiba. Segundo dados obtidos pelo autor junto ao Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) a cidade contava em 1971, 1974 e 1977 com respectivamente 0,45 m<sup>2</sup>, 12,48 m<sup>2</sup> e 18,51 m<sup>2</sup> de área verde por habitante.

Atualmente a cidade conta com 52 m<sup>2</sup> de área verde por habitante (IPPUC, 1999), de tal maneira os esforços investidos na melhoria da qualidade de vida da população na cidade de Curitiba vêm dando bons resultados.

### 2.1.1 Importância e Benefícios da Arborização Urbana

Segundo LOMBARDO (1990), as árvores e outros vegetais podem melhorar as condições climáticas do meio urbano. As árvores podem em alguns casos contribuir com a melhoria das condições ambientais das cidades devido à sua diversidade biológica (MILANO, 1984). Possuem uma ação permanente através da função ecológica, porque protegem contra a insolação prolongada através da formação de abrigos naturais, agindo na redução do desconforto térmico causado pela urbanização; reduzem as temperaturas mais elevadas através da evapotranspiração, interceptam, absorvem e refletem a radiação solar, captam e transpiram água (MILANO, 1984; CESTARO, 1985; COSTA & TELLO, 1995). "Uma árvore isolada pode transpirar, em média, 380 litros de água por dia, produzindo um efeito refrescante equivalente a 5 condicionadores de ar com capacidade de 2.500 kcal cada, funcionando 20 horas por dia" (SCHUBERT, 1979, p.01).

As árvores têm a característica de interferir na velocidade dos ventos, diminuem a amplitude térmica e alteram a umidade do ar, melhoram e equilibram o microclima urbano, exercem uma ação purificadora minimizando a poluição atmosférica através da fixação de poeiras e materiais residuais, reciclam gases presentes em grandes concentrações nos centros urbanos através da fotossíntese; harmonizam a paisagem urbana; auxiliam na captação de águas pluviais e abrigam a fauna (SANCHOTENE, 1994; COSTA & TELLO, 1995).

“Um exemplar de 12 metros de altura, extrai a cada dia do solo, durante seu período vegetativo, até 225 litros de uma solução nutritiva composta por água e elementos minerais que chega até suas folhas onde é transformado em 5 quilos de hidratos de carbono (açúcares), com uma liberação para o ar de cerca de 1,7 m<sup>3</sup> de oxigênio puro” (CROCKET<sup>1</sup>, citado por MICHAU 1987, p.36).

Árvores em ruas bem arborizadas podem reter até 70 % da poeira do ar segundo citação de SANCHOTENE (1994). Plantadas ao longo das ruas, elas formam barreiras que reduzem a poluição sonora e visual, especialmente do tráfego, tornam o ambiente mais agradável e amenizam o clima da cidade (ANDERSEN<sup>2</sup>, citado por BIONDI, 1985). MILANO (1984), CESTARO (1985), MELLO FILHO (1985) e COSTA & TELLO (1995), entre outros, consideram que as árvores na cidade, além de inúmeros benefícios proporcionados às pessoas, ainda apresentam benefícios de ordem psicológica, porque atuam melhorando a saúde física e mental das pessoas. Elas oferecem através da própria presença, uma sensação de calma às pessoas tão estressadas pelo tumulto urbano, estimulam a sensibilidade, aumentando com isso a satisfação pessoal.

A arborização possui uma ampla gama de benefícios tanto ambientais quanto sócio-econômicos, porque contribui para o aumento do valor das propriedades e constitui atrativo econômico para o comércio e o turismo. Além disso possui função social, porque distribui para a sociedade os benefícios da sua presença, através dos usos recreacionais, ecológicos, psicológicos e econômicos (DETZEL, 1990; DETZEL, et al., 1994; COSTA & TELLO, 1995).

Para MICHAU (1987) a árvore plantada ao longo das estradas, calçadas e cursos d'água pode representar um patrimônio paisagístico por seu valor estético. Pode também representar um patrimônio histórico como elemento que acompanha a arquitetura, obras de arte (avenidas de castelos, jardins históricos).

As árvores no planejamento urbano, como elementos organizadores dos espaços, permitem substituir com vantagens outros materiais, haja visto as maiores

---

<sup>1</sup> CROCKET U.J. Arbres et arbustes. Encyclopédie Time-Life du jardinage, 160 p. Ed. Time-Life, 1979.

<sup>2</sup> ANDERSEN, J. W. – Urban forestry today. Community and urban forestry. A selected and annotated bibliography. Atlanta, USDA. Forest Service, Southeastern Area State and Private Forestry, 1974. p.1-4.

qualidades estéticas de uma árvore quando comparadas a elementos de construção civil à base de concreto, metal ou outro material qualquer (DETZEL, 1990).

A implantação de árvores nas cidades é uma alternativa a ser considerada, que pode apresentar resultados positivos e trazer inúmeros benefícios principalmente no que diz respeito à qualidade de vida da população. Árvores podem formar áreas mais agradáveis, promover a diversidade e embelezar paisagens monótonas com edifícios e calçadas, e aquelas com flores coloridas e com folhagem adicionam atrativos extras (SCHUBERT, 1979).

A arborização nas cidades é parte fundamental do ambiente urbano. Os inúmeros benefícios por ela proporcionados vem merecendo um pouco mais de atenção nos últimos anos, em função dos problemas decorrentes da falta de critérios e planejamento quando de sua instalação (TAKAHASHI, 1990).

BIONDI & MEUNIER (1987) dizem em seu trabalho que a solução para o problema da arborização urbana não é apenas plantar árvores na rua, sem nenhum critério. É necessário levar em consideração as características da espécie a ser utilizada e do local onde será plantada, principalmente no que se refere à arborização de ruas onde o espaço é bastante restrito.

## 2.2 ASPECTOS DO PLANEJAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA

O planejamento da arborização urbana é fundamental dentro do contexto de gerenciamento dos espaços urbanos. Estudar cuidadosamente as condições locais, e utilizar espécies adequadas às situações encontradas, permite evitar futuros problemas e atingir os objetivos da arborização (MIRANDA, 1970).

É importante dedicar atenção especial para a escolha da espécie, suas condições de plantio e suas características fisiológicas e morfológicas, buscando a redução das interferências nos bens e serviços públicos, além daquelas nas estruturas urbanas em geral.

## 2.2.1 Características do Local

### 2.2.1.1 Condições do local

Numa arborização planejada, uma árvore situada num local que lhe convém vai se adaptando pouco a pouco às condições que lhe são impostas. A expansão aérea e subterrânea não é suprimida e não apresenta sinais de debilidade ou de ataques parasitários, não necessita de poda, além de algumas operações de manutenção (MICHAU, 1987).

Em New Orleans, E.U.A, indicadores ambientais da condição das árvores foram identificados. A condição da árvore estava relacionada a tipos de cobertura do solo na área de crescimento da raiz, abaixo do dossel da árvore, à presença de fios no dossel da árvore e usos associados do solo. Com essas informações foi possível planejar estratégias administrativas para as florestas urbanas (TALARCHEK, 1987).

FOSTAD & PEDERSEN (1997) concluíram que a escolha de espécies de árvores para áreas urbanas deveria ser baseada na necessidade de espaço, tanto aérea como de solo, assim como a tolerância a poluentes urbanos. Proporcionar boas condições de vida à árvore, através da determinação correta do local de plantio, do preparo adequado do solo, da condição climática adequada aos processos fisiológicos da planta, das técnicas de condução e manutenção, garantem condições favoráveis para o sucesso na arborização dos centros urbanos.

Em trabalho realizado na Cidade do México por CHACALO, ALDAMA & GRABINSKY (1994) foi constatado entre as variáveis consideradas nas interferências das árvores, que linhas elétricas e de telefone e pavimentos foram as mais freqüentes. As linhas estavam em 48 % das árvores e eram 24,4 % de todas as interferências.

As interferências na rede de distribuição de energia elétrica e telefônica, estão diretamente relacionadas com o porte das árvores. O porte varia entre e dentro das espécies, sendo que o local e as condições oferecidas para o desenvolvimento da árvore podem ser responsáveis por algumas variações. Na área urbana essa é uma questão que gera discussões principalmente no momento do

planejamento, quando se faz necessário definir que espécies serão utilizadas nas calçadas, praças e jardins.

Na literatura a definição do porte varia de um autor para outro, podendo ser considerado relativo em função dos parâmetros utilizados para comparação. BIONDI (1985) utilizou a circunferência a altura do peito, a altura e o diâmetro da copa para caracterizar o porte das árvores e por extensão a idade. FORGHIERI et al, (1994) em seu trabalho reuniram as espécies baseados na altura máxima alcançada quando adultas; espécies de pequeno porte até 6 m, médio porte de 6 a 10 m e grande porte acima de 10. Em outro trabalho conduzido em Hong Kong por JIM (1990) a altura das árvores foi definida nos intervalos: < 8 m (pequeno), de 8 a 16 m (médio), de 16 a 24 m (grande) e > de 24 m muito grande.

#### 2.2.1.2 Condições do solo

As características físicas e químicas do solo provocam alterações nos processos fisiológicos dos indivíduos da arborização, que podem ser visíveis através de alterações morfológicas no vegetal. Os solos nas áreas urbanas são freqüentemente muito diferentes dos solos rurais. Distúrbios causados por atividades humanas podem resultar numa elevada variabilidade de condição (PIRONE et al., 1988). A compactação do solo pode ser resultado de construções, pavimentação de zonas de enraizamento, tráfego ou sedimentação, o que é um grave problema em New Orleans (TALARCHEK, 1987). Uma modificação mecânica do solo é quase sempre mais desastrosa para uma árvore do que uma modificação química. Como também é prejudicial para a árvore aumentar o nível de terra ao seu redor assim como rebaixá-lo (MICHAU, 1987).

No México, entre as interferências provocadas pelas árvores às estruturas urbanas, a pavimentação representou 19% dos casos, sendo que 37% deles afetavam as árvores (CHACALO, ALDAMA & GRABINSKY, 1994).

### 2.2.2 Condições para a Arborização Urbana

A vegetação no ambiente urbano está sujeita às condições adversas do meio, que provocam o estresse e prejudicam o seu desenvolvimento. Vários fatores podem ser considerados como críticos, tais como: poluição do solo e ar, compactação do solo, espaço limitado para raízes e parte aérea, danos mecânicos, insetos e doenças (FOSTAD & PEDERSEN, 1997).

As árvores da área urbana já existentes ou introduzidas precisam ajustar-se às condições a elas impostas após o estabelecimento humano, isto é, viver em um ambiente totalmente dominado pelas pessoas e não interferir nas estruturas urbanas, tais como ruas, calçadas, estacionamentos, fiação elétrica e telefônica, rede de água e esgoto, suportar os solos compactados, a poluição atmosférica e ainda serem compatíveis com as pessoas, pragas e doenças e os veículos (GREY & DENEKE, 1986).

Segundo pesquisa realizada por FOSTAD & PEDERSEN (1997), árvores do Centro de Oslo, Noruega, apresentaram redução de crescimento e vitalidade ao longo das ruas quando comparadas às árvores de parque. CHACALO, ALDAMA & GRABINSKY (1994), relatam que a falta de condições adequadas de localização e cuidados, levam grande número de árvores a viverem por muito menos tempo na Cidade do México. LAWSON (1996) em seu trabalho cita que em um relatório da Secretaria de Agricultura dos Estados Unidos, foi informado que as árvores nas áreas urbanas estão desaparecendo e que para cada quatro árvores mortas apenas uma é plantada.

Determinados requisitos e exigências devem ser levados em consideração para se alcançar plena viabilidade funcional e eficiência já que a arborização de ruas é um caso particular e específico da arborização urbana.

A mudas devem ser tolerantes ao transplante, do viveiro para o local definitivo, suportar a poda, apresentar uma formação correta do fuste e da copa, uma frutificação que não seja perigosa para a saúde ou prejudicial ao asseio das vias públicas. A exigência de um sistema radicial pouco agressivo para a pavimentação e à estabilidade das construções próximas, além de propiciar uma sombra agradável e repousante, e por fim, embora de caráter menos essencial, a

produção de uma floração tão abundante quanto possível são, por assim dizer, os requisitos básicos das espécies apropriadas para a arborização urbana (CHAIMOVICH, 1967).

## 2.3 ASPECTOS DA FALTA DE PLANEJAMENTO

### 2.3.1 Danos à Estrutura Urbana

As interações complexas entre os vários fatores envolvidos em cada local torna difícil o entendimento da relação causa-efeito entre árvores e danos na infraestrutura urbana (McPHERSON & PEPER, 1996). As árvores de rua são um componente importante da "infra-estrutura verde" nas cidades, mas os danos causados pelas raízes nas calçadas, meios-fios, canaletas e esgotos são um problema que envolve milhões de dólares (McPHERSON & PEPER, 1996).

Árvores de rua, calçadas e meios-fios são componentes da infra-estrutura urbana e freqüentemente entram em conflito um com o outro. Quando plantadas em locais errados e sem o distanciamento adequado as raízes das árvores podem levantar calçadas e meios-fios e gerarem um risco em potencial (HAUER, MILLER & OUIMET, 1994). Na cidade de Manchester, em 1986, foi observado que 30 % das árvores de rua avaliadas estavam causando danos aos pavimentos e 13 % aos meios-fios (WONG, GOOD & DENNE, 1988).

No Brasil, levantamento realizado na cidade de Porto Alegre (RS), mostrou que uva-do-japão (*Houvenia dulcis*), jacarandá-mimoso (*Jacaranda* sp.), alfeneiro (*Ligustrum* sp.) e extremosa (*Lagerstroemia indica*) apresentaram interferência das raízes com as calçadas e meios-fios localizadas nas áreas de passeio das ruas da cidade na ordem de 50,3%, 45,7 %, 45,3 % e 9,9% respectivamente (ROSO, 1994).

O deslocamento da superfície nos pavimentos pode ser perigoso para a segurança pública e os reparos tornam-se caros, além de darem uma má imagem às árvores de rua (WONG, GOOD & DENNE, 1988).



Para GREY & DENEKE<sup>3</sup> citado por BIONDI (1985), a grande maioria das cidades implantou sua arborização sem um planejamento adequado ou sem qualquer tipo de planejamento. Muitos inconvenientes e prejuízos podem ser constatados com frequência, tais como:

- a) danos à rede de distribuição de energia elétrica e telefônica, levando a atitudes radicais de mutilação das árvores que levam a sérias conseqüências biológicas e estéticas, muitas vezes irreparáveis;
- b) danos e prejuízos às tubulações subterrâneas de água e esgotos que para manutenção levam com frequência à remoção da árvore ou a danos irreparáveis em suas raízes, com conseqüências nos seus processos fisiológicos ou na própria estabilidade;
- c) cidades com plantios homogêneos de uma ou poucas espécies na arborização, além de tornarem a paisagem monótona, podem levar à ocorrência de sérios riscos fitossanitários, tendo sido muitas vezes destruída toda uma arborização em um único surto de praga ou doença.

FISCHER (1985), em um inventário florestal urbano realizado em 1983 na Cidade de Joinville, SC, recomendou que 86 % das árvores inventariadas fossem substituídas por outras espécies por apresentarem algum tipo de problema envolvendo as estruturas urbanas. Desalinhamento do meio-fio, passeios destruídos, destruição da tubulação de drenagem, galhos sobre espaço do trânsito, dificuldade no acesso de veículos, problemas com a fiação e problemas com calhas d'água, foram listados em seu trabalho.

Segundo levantamento realizado pela Autarquia Municipal do Ambiente (AMA), das seis mil árvores existentes na área central da cidade de Londrina, PR, 32%, ou 1.920 árvores, precisavam ser removidas por apresentarem 8% de problemas fitossanitários e 24% de raízes superficiais que provocam danos às calçadas, além de interferências com a rede elétrica (BARÃO, 1998).

Em Santos, SP, foi constatado que as mudas disponíveis no Horto Municipal eram de espécies que já vinham sendo plantadas em anos anteriores nas calçadas e que atualmente vinham causando problemas. Diante da situação, optou-se por

---

<sup>3</sup> GREY, G. W. & DENEKE, F. J. – **Urban forestry**. New York, John Wiley, 1978. 279 p.

suspender os plantios em calçadas e investir em formação e intercâmbio de mudas de outras espécies (MENEGETTI *et al.*, 1996).

### 2.3.2 Danos às Árvores

Em situações urbanas as condições de crescimento para as árvores são menos favoráveis e em função das pressões ambientais freqüentes e intensas as árvores atingem seus limites fisiológicos mais rapidamente que as das florestas (HOUSTON, 1985). As árvores plantadas ao longo das ruas estão em locais totalmente modificados em relação ao seu habitat natural. As condições são bastante adversas e elas precisam ter muita resistência para suportar os possíveis danos que os agentes do meio podem provocar (BIONDI, 1987). Quando as árvores sofrem pressões de fatores bióticos ou abióticos podem ser atacadas por organismos de ação secundária (fungos e insetos) que provocam doenças de declínio e morte dos ponteiros. Pressões adversas alteram a condição da árvore, provocam alterações fisiológicas ou anatômicas que permitem que organismos ataquem e matem os tecidos (HOUSTON, 1985).

Muitos danos em árvores urbanas são resultado das atividades de construções de casas e prédios. A grande maioria é provocada pela falta de conhecimento em relação à proteção e cuidados com as árvores já estabelecidas (SCHOENEWEISS, 1982). As práticas descuidadas de construção podem causar quebra de galhos e raízes ou lesões nas raízes, caule e galhos, que podem ser facilmente observadas na época em que ocorreram. Entretanto, danos podem não ser evidentes e aparecerem mais tarde, através do murchamento da folhagem, folhas cloróticas, galhos soltos e mortos, brotos de raízes que surgem na base da árvore, além da suscetibilidade para doenças e ataque de insetos (SCHOENEWEISS, 1982).

Plantadas em locais inadequados as árvores são danificadas principalmente pelo fluxo de veículos de grande porte. Há casos das árvores serem plantadas em ruas onde o trânsito de veículos pequenos é mais freqüente; quando o porte de

veículos é alterado as árvores sofrem sérios danos (YAU<sup>4</sup> , citado por BIONDI, 1985).

Árvores urbanas são cultivadas normalmente onde os espaços para suas raízes são insuficientes ou onde estão sujeitas às mudanças no lençol freático e padrões de drenagem e a danos a raízes e caules. Podem também ser danificadas por fotoperíodos diários ou sazonais aumentados pela iluminação pública (HOUSTON, 1985).

Segundo TATTAR<sup>5</sup> citado por BIONDI (1985), os prováveis danos físicos às árvores no ambiente urbano podem ser:

- a) injúrias às raízes provocadas pela alteração do nível do solo; quando o nível é rebaixado, as raízes ficam expostas e sujeitas às injurias; quando o nível é aumentado, as raízes sofrem um sufocamento;
- b) injúrias mecânicas às raízes e ao tronco: qualquer equipamento pesado e até mesmo os veículos podem causar injúrias aos troncos, além dos prejuízos de escavações relacionadas com as redes de esgoto e de água;
- c) injúrias causadas por linhas de transmissão abaixo ou próximo às árvores, através de descargas elétricas que podem causar até a morte;
- d) injúrias causadas por construções com prédios, muro, fundações ou mesmo as calçadas que são construídas invadindo a área de crescimento das árvores.

Em Oslo, Noruega, 49 % árvores de rua analisadas apresentaram danos visíveis no tronco, sendo que 2,2 % apresentaram graves danos ao tronco com pequena chance de recuperação. A maioria dos danos foram provocados por veículos mas árvores jovens recentemente plantadas tiveram danos de caules causados por suporte de proteção ao redor do tronco (FOSTAD & PEDERSEN, 1997).

Na cidade de Goiânia, GO, foi observado que 43 % dos danos às árvores eram provocados por vandalismo, principalmente na tentativa de arrancar a grade de

---

<sup>4</sup> YAU, D. P. – Street trees of Melbourne. J. Arboriculture. 1982, 6:2, p. 95 – 105.

<sup>5</sup> TATTAR, T. A - Diseases of shade trees. New York, Academic Press , 1978. 117 p.

proteção, e 22% por quebra da muda. Danos provocados por veículos foram ocasionais, porém importantes em condições pontuais (SOUZA & ANTUNES, 1999).

Cerca de 50% das árvores que provocam interferência na rede aérea de distribuição de energia elétrica nas cidades paulistas são Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), espécie de grande porte e crescimento rápido. Com isso podas drásticas foram adotadas de forma aleatória ao longo do tempo e têm contribuído para o desequilíbrio do desenvolvimento natural dos indivíduos, provocando excessivas brotações principalmente sob as linhas de distribuição de energia (CARVALHO & OLIVEIRA JUNIOR, 1996).

### 2.3.3 Conseqüências da Falta de Planejamento.

Pesquisa realizada em quatorze cidades nos Estados Unidos e uma no Canadá mostrou que o total anual gasto em concreto e reparo de esgotos atribuídos a danos pelas árvores é de U\$ 4,28 por árvore de rua. Em média, custos de reparos são equivalentes a 25 % dos gastos anuais de manutenção das árvores (McPHERSON & PEPER, 1996).

Em um diagnóstico realizado junto às empresas brasileiras de energia elétrica em 1989, entre os principais problemas detectados, as interrupções de energia provocadas por árvore foram as que mais se destacaram chegando a 50 % das causas (MAGALHÃES *et al*, 1990)

A Companhia Energética do Estado de Minas Gerais (CEMIG), informou que de um total de 840.000 árvores, 570.000 interferem com a rede de distribuição de energia elétrica, sendo que 270.000 recebem poda periodicamente (CARVALHO NETO, 1997). Em 1998, a CEMIG realizou 200.000 podas de árvores e registrou 15.000 desligamentos em decorrência do conflito com as árvores (FONSECA, CASTRO & REZENDE, 1999).

Segundo a Companhia Paranaense de Energia Elétrica, durante um período de quatro anos, o número médio de interrupções no sistema de abastecimento de energia elétrica na cidade de Curitiba, provocadas pelas árvores urbanas, foi de 775

ocorrências/ano, o que representa custos para a empresa e conseqüentemente para a população (COPEL, 1999).

A Companhia Energética de São Paulo (CESP), no ano de 1993 registrou 3.465 interrupções no fornecimento de energia devido ao contato da vegetação com a rede elétrica, o que corresponde a 5,2% do total de desligamentos acidentais na área de concessão da Companhia (CARVALHO & OLIVEIRA JUNIOR, 1996).

A necessidade de reduzir custos é bastante grande em tempos de redução dos orçamentos municipais para cuidados com as árvores, pois o montante economizado nos reparos da infra-estrutura pode ser aplicado em outras atividades relacionadas às árvores. A necessidade de reunir esforços entre administradores com conhecimento prático e pesquisadores com habilidade científica é o caminho que levará a resultados legítimos que guiarão administradores a reduzir custos de reparos na infra-estrutura urbana (McPHERSON & PEPER, 1996).

## 2.4 MEDIDAS PARA REDUZIR DANOS ÀS ÁRVORES E ÀS REDES DE ENERGIA ELÉTRICA

Para TALARCHEK (1987), fios no dossel da árvore não são necessariamente uma causa do declínio da árvore, mas talvez um indicador de podas de árvores potencialmente danificantes e possivelmente de vigor reduzido e doença. Assim, o autor afirma que poda de árvores para acomodar os fios são prejudiciais à saúde da árvore.

Algumas medidas porém podem ser tomadas para reduzir os danos causados às árvores, bem como auxiliar na manutenção das redes de energia elétrica melhorando a convivência entre eles. Com o objetivo de amenizar o conflito entre a rede elétrica e a arborização, MAGALHÃES et al. (1990) propõem alternativas conhecidas e já em desenvolvimento por algumas empresas:

- a) substituição das árvores de grande porte de locais com fiação;
- b) condutores cobertos (PVC para baixa tensão, cobertura protetora, cabo protegido);

- c) condutores isolados (cabos multiplexados auto-sustentados para baixa e alta tensões);
- d) espaçador de condutores secundários;
- e) rede subterrânea;
- f) desvio de trajeto;
- g) rebaixamento e avanço do ponto de luz.

Algumas medidas adotadas pela CEMIG têm se mostrado eficientes, tais como: tecnologia de redes (cobertura para redes secundárias, redes isoladas ou protegidas, desvio da rede ou rede subterrânea); poda de árvores; iluminação pública (iluminação de 2<sup>o</sup> nível, braço longo de iluminação pública ou luminária suspensa); além de convênios com a prefeitura (CEMIG, 1997).

Recentemente a CEMIG, colocou 484 km de redes de distribuição protegidas, 7.908 km de redes secundárias isoladas e 100 km de redes isoladas, procurando assim amenizar o conflito entre rede de energia elétrica e as árvores (FONSECA, CASTRO & REZENDE, 1999).

Nos últimos 10 a 15 anos a COPEL tem investido em tecnologia na cidade de Maringá – PR. Maringá é a primeira cidade no Brasil a ter 100% da rede elétrica substituída pela rede compacta e com rebaixamento da iluminação pública. A cidade possui um Plano de Arborização desde 1989, uma legislação municipal de 1973 para danos efetuados à arborização urbana a qual foi incluída uma tabela de multas em 1988<sup>6</sup>.

## 2.5 MANEJO DA ARBORIZAÇÃO

Tratos culturais são essenciais para o correto desenvolvimento da arborização urbana. Árvores urbanas são um recurso ambiental muito valioso nas cidades. Projetar a manutenção e estratégias de administração de uma árvore depende do entendimento dos ambientes urbanos, e das condições ideais para a manutenção da saúde e desenvolvimento do vegetal (TALARCHEK, 1987).

---

<sup>6</sup> Informações obtidas com a Eng<sup>a</sup> Lady Y. Takahashi, professora da Universidade Estadual de Maringá-PR (2001).

No manejo, a manutenção das árvores urbanas pode ser definido como o objetivo de práticas necessárias para uma boa saúde, vigor e compatibilidade com o meio ambiente urbano (GREY & DENEKE, 1986).

### 2.5.1 Práticas de Manejo para Árvores Urbanas

As questões relacionadas com a seleção e reprodução de árvores para situações urbanas, devem se adequar com as limitações associadas aos microambientes urbanos adversos e locais de plantação. A seleção de uma árvore apropriada para área urbana, começa com a definição da espécie. Atributos taxonômicos, fisiológicos e ecológicos são geralmente descritos em fontes de referência (WARE, 1994). Essas informações auxiliam na definição das espécies com características mais adequadas aos locais de plantio.

A produção de mudas é responsável por uma parte das características apresentadas pelo vegetal e irá refletir a qualidade e o sucesso da arborização durante o desenvolvimento. Mudas saudáveis e bem formadas necessitam de tratamentos culturais reduzidos.

As mudas no viveiro devem receber tratamentos fitossanitários e silviculturais (podas de formação), com o objetivo de se obter mudas rústicas, principalmente com características de resistência à falta de água, exposição direta ao sol e poluentes atmosféricos (BIONDI, 1996).

A época do plantio é uma questão relevante e baseada nas características da região, como época de chuvas mais frequentes e temperaturas adequadas para o estabelecimento e desenvolvimento do vegetal. No Brasil normalmente, é realizado de maio a agosto nas regiões sul, sudeste e centro-oeste, e de dezembro a abril na região norte e nordeste, quando ocorrem períodos de chuvas intensas (SANCHOTENE, 1994).

A disponibilidade de água para o vegetal é necessária durante todo o período de permanência da muda no viveiro (BIONDI, 1987). Irrigação periódica é indicada para árvores remanescentes de áreas desbastadas, de locais onde o nível do solo foi alterado devido a trincheiras e escavações e que apresentem sintomas

de seca, tais como amarelamento, murcha da folhagem e perda das folhas mais velhas. Entretanto, deve-se evitar a irrigação mais de uma vez por semana evitando-se danos às raízes por inundação e asfixia (SCHOENEWEISS, 1982).

A irrigação das árvores urbanas é necessária quando as chuvas forem escassas; recomenda-se em média 20 litros de água por árvore, por semana (MIRANDA, 1970).

A fertilização é uma prática de manejo necessária e que deve ser realizada desde o período do viveiro e durante a permanência da árvore na rua. É recomendada quando o equilíbrio no solo, do ar, água e nutrientes são alterados, ou quando as raízes de uma árvore são danificadas pela atividades de construções. MIRANDA (1970) sugere, no plantio, uma mistura da terra retirada da cova com 30 a 40 litros de esterco curtido, 500 a 700 g de adubo NPK (6–10-6) e aproximadamente 200 a 300 g de calcário.

MILLER (1988), diz que a fertilização na base de árvore adulta pode promover uma aceleração na taxa de crescimento da copa e tornar o vegetal menos resistente em um período de tempo menor. Além disso, as respostas do crescimento podem ser mascaradas devido a presença de gramado ao redor da planta. A cobertura da superfície com palha e a aeração profunda tem dado bons resultados (SCHOENEWEISS, 1982).

Considerando todos os aspectos, sabe-se que o controle fitossanitário, muitas vezes faz-se necessário para preservar e proteger a arborização das cidades, juntamente com outros tratamentos culturais. Ele tem início no campo com a seleção das espécies adaptadas ao local de plantio e aplicação de técnicas adequadas de manejo em viveiros (SANTIAGO, 1990). A utilização de programas de manejo integrado de pragas é considerado por MILLER (1988) como o melhor sistema para o controle de insetos e problemas de doenças em árvores de rua. É através de um Plano Diretor de Desenvolvimento que se deverá buscar populações de diversas espécies em diversas classes de idade e resistentes aos insetos e doenças, objetivando-se a prevenção de catástrofes que possam destruir toda uma população de árvores.

O controle fitossanitário é essencial também nas técnicas de manejo de arborização urbana, principalmente das podas, que mal conduzidas podem trazer



conseqüências lastimáveis às plantas (SANTIAGO, 1990). SCHOENEWEISS (1982) comenta em seu trabalho sobre a utilização de *sprays* fungicidas ou inseticidas e alerta sobre a busca de informações e recomendações em agências estaduais ou federais que trabalham com pragas de plantas em cada estado. BIONDI (1987), entretanto, não recomenda o uso de produtos químicos para controlar pragas e doenças em locais públicos; ela sugere a seleção de espécies resistentes através de pesquisas em melhoramento genético.

Em casos extremos, a remoção de uma árvore urbana é uma prática de manejo a ser adotada, mas que deve ser determinada em função de questões de segurança, danos crescentes e irreversíveis ao patrimônio, estado sanitário irrecuperável ou morte do vegetal. Em São José dos Campos, SP, a substituição gradativa das árvores inadequadas para as vias públicas foi baseada nas condições e características apresentadas pelas espécies plantadas sem nenhum planejamento na década de 60 e 70 (CRUZ, 1999). O Departamento de Arborização de Sacramento, E.U.A, adotou a política de remoção de árvores onde o concreto do calçamento requer a recolocação/manutenção mais de uma vez a cada oito anos, devido a danos provocados pelo sistema radicial (McPHERSON & PEPER, 1996).

Dentre todas as práticas de manejo da arborização, a poda é provavelmente a mais notável, polêmica e importante de todas as práticas de manutenção de árvores (PIRONE *et al.*, 1988). SEITZ (1990, 1996) diz que a poda das árvores urbanas é uma prática permanente para garantir a vitalidade das árvores e a segurança dos pedestres. Ela deve ser executada por pessoas habilitadas, pois a sua má execução afeta principalmente a estética e a saúde da árvore.

#### 2.5.1.1 Poda e sua terminologia

Existem vários termos para definir os tipos de poda, o que gera confusão e desentendimento (HARRIS, 1994). Para SEITZ (1990) dependendo da condição da árvore e dos objetivos que se deseja alcançar, são utilizadas podas de formação, manutenção ou segurança. No Brasil, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Porto Alegre utiliza critérios (em fase experimental) que

disciplinam e organizam as atividades com a arborização urbana. Para promover um ajuste da terminologia referente a tipos de poda ela definiu poda de condução, poda de correção, poda de equilíbrio, poda de compatibilização e poda de regeneração (SANCHOTENE, 1994; PEREIRA et al., 1990).

A terminologia de poda deve transmitir o propósito da prática e indicar uma resposta específica da planta ou um provável formato da árvore. A tentativa de padronização dos termos para as diferentes categorias de poda é assunto de discussão entre os profissionais, entretanto ainda não se chegou a um consenso. A definição antecipada dos objetivos para a execução das práticas de poda traduz-se pelos resultados, independentemente do termo adotado.

#### 2.5.1.2 Necessidade de poda

Para GREY & DENEKE (1986) a poda é uma das mais importantes práticas de manejo nas árvores urbanas. Pode ser realizada pelas seguintes razões:

- a) redução de danos às árvores e à propriedade;
- b) abertura de espaço para linhas de transmissão (elétrica/telefônica) e outros objetos;
- c) desenvolvimento da força estrutural, contorno e forma do vegetal;
- d) aparência;
- e) produção de frutos;
- f) exposição ou realce de vistas.

A poda é basicamente usada para: (1) direcionar o crescimento do galho ou da árvore pelo tipo de corte de poda; (2) conduzir uma árvore jovem para o formato desejado (estrutura); e (3) manter o formato, tamanho, saúde e aparência da árvore adulta (HARRIS, 1994).

De acordo com KIELBASO e KOELLING<sup>7</sup> citado por BIONDI (1985), a poda é necessária pelos seguintes aspectos:

---

<sup>7</sup> KIELBASO, J. J. & KOELLING, M. R. – Pruning shade and ornamental trees. Michigan, Michigan State University. Cooperative Ext. Service, 1975. 8 p. (Extension Bulletin E – 804).

- a) melhoria da aparência e principalmente da forma;
- b) prevenção de futuros problemas como ataques de pragas e doenças;
- c) segurança, pela remoção dos galhos prestes a cair, a fim de não danificar propriedades ou injuriar pessoas.

A poda pode se justificar por considerações sanitárias ou curativas quando uma árvore apresenta sintomas de debilidade (inúmeros galhos mortos na copa) ou quando o sistema radicial tenha sofrido danos por causa de movimentações de terra, compactação, etc. A poda é um meio sensível de reequilibrar a demanda do sistema aéreo para as possibilidades do sistema subterrâneo, evita o murchamento da árvore e mantém um certo vigor que permite resistir às possíveis enfermidades (MICHAU, 1987). Ainda segundo MICHAU (1987) a manutenção do equilíbrio entre o sistema aéreo e o sistema subterrâneo é uma das chaves para a condução das árvores: qualquer intervenção importante sobre uma parte tem repercussões sobre as outras; a deterioração do sistema radicial pode ocasionar a debilidade da copa, e vice versa.

Podas de formação produzem árvores estruturalmente fortes as quais podem resistir melhor às condições adversas do meio. Além disso, as árvores podadas exigem reduzido manejo de pragas para manter a boa saúde. Poda apropriada acrescentará estética e uso prolongado das árvores (PIRONE et al., 1988).

No Brasil a maior demanda de trabalhos em relação à manutenção das árvores urbanas, corresponde a solicitações para a poda de galhos que interferem nas redes de distribuição de energia elétrica (SANCHOTENE, 1994).

### 2.5.1.3 Benefícios e prejuízos causados pela poda

As podas devem ser efetuadas em locais corretos na planta para que mecanismos de defesa da planta possam atuar com a formação de periderme necrofilática e de compartimentalização do lenho (SANTIAGO, 1990).

Uma poda incorreta pode ser considerada como um dos maiores danos para uma árvore. O conhecimento da sua anatomia, uma melhor compreensão dos

mecanismos biológicos, a experiência e a observação têm permitido aprimorar as técnicas de corte de maneira a aumentar as garantias de uma cicatrização perfeita (MICHAU, 1987).

Podas periódicas foram adotadas pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte como método padrão para minimizar os conflitos e adequar as árvores aos equipamentos urbanos e às demandas da cidade. Porém, essa medida tem gerado problemas em função de padrões genéticos, morfológicos e fisiológicos e padrões estéticos, culturais, históricos e paisagísticos, mostrando que a utilização da poda como técnica isolada não é a solução para todos os problemas (CEREZO & MARTINS, 1994).

Quando a poda é aplicada apenas para livrar a fiação elétrica da árvore os benefícios são dirigidos à rede elétrica e a árvore pode sofrer conseqüências danosas. Tais conseqüências trazem prejuízo à árvore e resultam principalmente de podas mal executadas, tais como: área de difícil cicatrização de grandes galhos; deformação da copa; tocos compridos e diminuição do crescimento devido a remoção excessiva da copa verde (BIONDI, 1987). Danos causados por podas inadequadas acabam sendo pontos de entrada para pragas e doenças e podem provocar, através de um agente do meio, a queda de galhos ou até mesmo da árvore inteira .

Podas bem executadas devem ser feitas para retirar galhos baixos que possam impedir o trânsito de pessoas ou veículos; remover galhos mortos ou com plantas parasitas; controlar brocas ou modificar a estética da copa em casos especiais (SANTIAGO, 1990).

#### 2.5.1.4 Poda de raiz

Algumas espécies florestais apresentam sistema radicial superficial, que é uma característica morfológica da espécie. Por outro lado, algumas espécies que possuem sistema radicial subterrâneo passam a apresentar raízes superficiais devido às condições impostas para o desenvolvimento do vegetal. Algumas árvores toleram situações adversas do solo mas normalmente apresentam raízes superficiais

na área de projeção da copa, entre elas *Platanus occidentalis*, *Ginkgo biloba*, *Populus deltoides*, *Ailanthus altissima*, *Acer negundo* e *Morus alba* (WARE, 1994).

Com a interferência provocada pelas raízes com as estruturas urbanas, a poda de raízes é freqüentemente sugerida. Essa situação ocorre devido ao plantio de espécies inadequadas em locais com área pavimentada ou solo compactado (fig. 1).

FIGURA 1 – PODA DE RAIZ SENDO EXECUTADA NA ARBORIZAÇÃO URBANA DA CIDADE DE CURITIBA



FONTE: Prefeitura Municipal de Curitiba

A redução do sistema radicial por meio de poda pode trazer problemas, como provocar o desequilíbrio do vegetal levando-o à queda (ROSO, 1994). Em árvores adultas exige-se um estudo criterioso para não correr o risco de provocar danos às árvores, sobrevivência e estabilidade, evitando-se assim riscos à população e estruturas urbanas (SANCHOTENE, 1994).

Em San Jose e Sacramento, E.U.A, em locais onde o sistema radicial interfere no calçamento, podas de raízes são realizadas rotineiramente a uma profundidade de aproximadamente 45 cm durante a remoção e recolocação da calçada (McPHERSON & PEPER, 1996). Durante a fase de crescimento da muda já no local definitivo SOARES (1998) acha admissível que se cortem algumas raízes superficiais para corrigir plantações mal executadas, e que estejam levantando o calçamento; entretanto, na medida do possível, deve-se evitar essa operação.

Medidas mitigadoras são utilizadas em algumas cidades dos Estados Unidos para se evitar a poda de raízes. Em Modesto, uma proteção com 20 cm de profundidade é colocada ao lado da árvore para agir como uma barreira à raiz. Barreiras químicas também estão sendo utilizadas. Em San Jose, a proposta é utilizar trincheiras e telas de cobre. Sacramento tem experimentado uma espuma aditiva ao concreto desenvolvida para produzir uma calçada mais elástica, e Vancouver, Canadá, está experimentando calçadas desenvolvidas com uma lacuna de ar deixada entre o fundo da calçada e a superfície do solo juntamente com o uso de trincheiras de solo descompactado (McPHERSON & PEPER, 1996).

A poda de raízes é uma técnica complexa e exige critérios específicos para ser aplicada. Raízes grossas levam mais tempo para se recuperar, além de serem importantes para a estabilidade da árvore. Portanto, deve-se evitar a poda de raízes grossas e fortes, principalmente próximo do tronco (SEITZ, 1996). Escavar um túnel abaixo das raízes grandes para a instalação de dutos de água, condutores de gás, linhas de esgoto ou tubos de drenagens, em vez de danificá-las é a sugestão de SCHOENEWEISS (1982). Entretanto, para casos extremos de injúrias provocadas às raízes, a redução da copa poderia ser considerada para compensar a pressão sofrida pelo sistema radicial reduzido.

## 2.6 PLANEJAMENTO INTEGRADO

A arborização sem planejamento nas cidades tem provocado interferências no sistema de distribuição de energia elétrica aéreo e telefônico, redes de esgoto e outros equipamentos urbanos. Entretanto, há possibilidade de compatibilização entre esses componentes. Para que isso ocorra é necessário que exista um planejamento integrado com a implantação de árvores e demais equipamentos e utilização de técnicas florestais adequadas à manutenção da arborização existente (CEMIG, 1996).

MAGALHÃES et al. (1990) dizem que o envolvimento de órgãos responsáveis pela execução dos serviços públicos e a participação da população são exigências para o sucesso das metodologias propostas em seu trabalho. É através do bom relacionamento entre as concessionárias, prefeituras municipais, imprensa, consumidores e outros órgãos, discussões, divulgação, pesquisas e outras medidas que se pode reduzir ou eliminar as conseqüências de futuros conflitos entre rede de distribuição de energia elétrica e telefônica e a arborização.

As Prefeituras Municipais têm responsabilidade de planejar, executar e manter a arborização urbana, podendo no entanto autorizar as concessionárias a executar podas quando as árvores próximas às redes de energia elétrica venham a constituir riscos iminentes de acidentes para as pessoas, instalações da empresa e/ou interrupção de energia elétrica (ELETROPAULO, 1995). A Prefeitura Municipal de Belo Horizonte utiliza-se periodicamente da contratação de empreiteiras para a realização de um maior número de podas de forma concentrada em determinados períodos do ano (CEREZO & MARTINS, 1994).

A CEMIG desenvolveu um Programa de Compatibilização da Arborização com as Redes de Distribuição de Energia Elétrica. Esse programa propõe uma ação integrada com as prefeituras, órgãos florestais e floriculturas com o propósito de implementar ações que harmonizem a convivência desses dois componentes urbanos, imprescindíveis à população (CEMIG, 1996).

Em Goiânia, GO, um convênio entre Município, CELG, Telegoiás, Saneago, Universidades e o Núcleo do Meio Ambiente do Ministério Público foi firmado com o objetivo de gerenciar o planejamento integrado entre todos os usuários da mesma

calçada, evitando-se decisões e ações multipolarizadas que depreciam a organização do espaço e conseqüentemente a arborização urbana (PINHEIRO, 1996).

SILVA (1997), destaca a importância de parcerias como suporte para a arborização urbana e benefícios obtidos de parcerias através de ações encabeçadas pela Fundação Parques e Áreas Verdes de Belém (PA) - FUNVERDE e pela Universidade Federal do Paraná/Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

A CEMIG mantém seiscentos e cinqüenta convênios de cooperação com prefeituras, produziu em 1998 mais de 70.000 mudas de arborização urbana, distribuiu 5.000 manuais de arborização urbana e realizou 9 cursos de arborização urbana em parceria com a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, com a Associação Mineira de Floriculturas e com o Instituto Estadual de Floresta, além de manter estudos em parceria com universidades (FONSECA, CASTRO & REZENDE, 1999).

A COPEL, através da Superintendência Regional de Distribuição Noroeste juntamente com a prefeitura da cidade de Maringá (PR), criou uma parceria para a implantação de uma nova tecnologia de distribuição de energia elétrica que pudesse compatibilizar a preservação do meio ambiente com a qualidade do fornecimento de energia elétrica (PASSOS & SARDETO, 1997). O trabalho conjunto com equipes multidisciplinares dos órgãos que utilizam o espaço destinado à implantação da arborização urbana tem encontrado soluções práticas e viáveis para a convivência harmoniosa entre todos os componentes da estrutura urbana.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

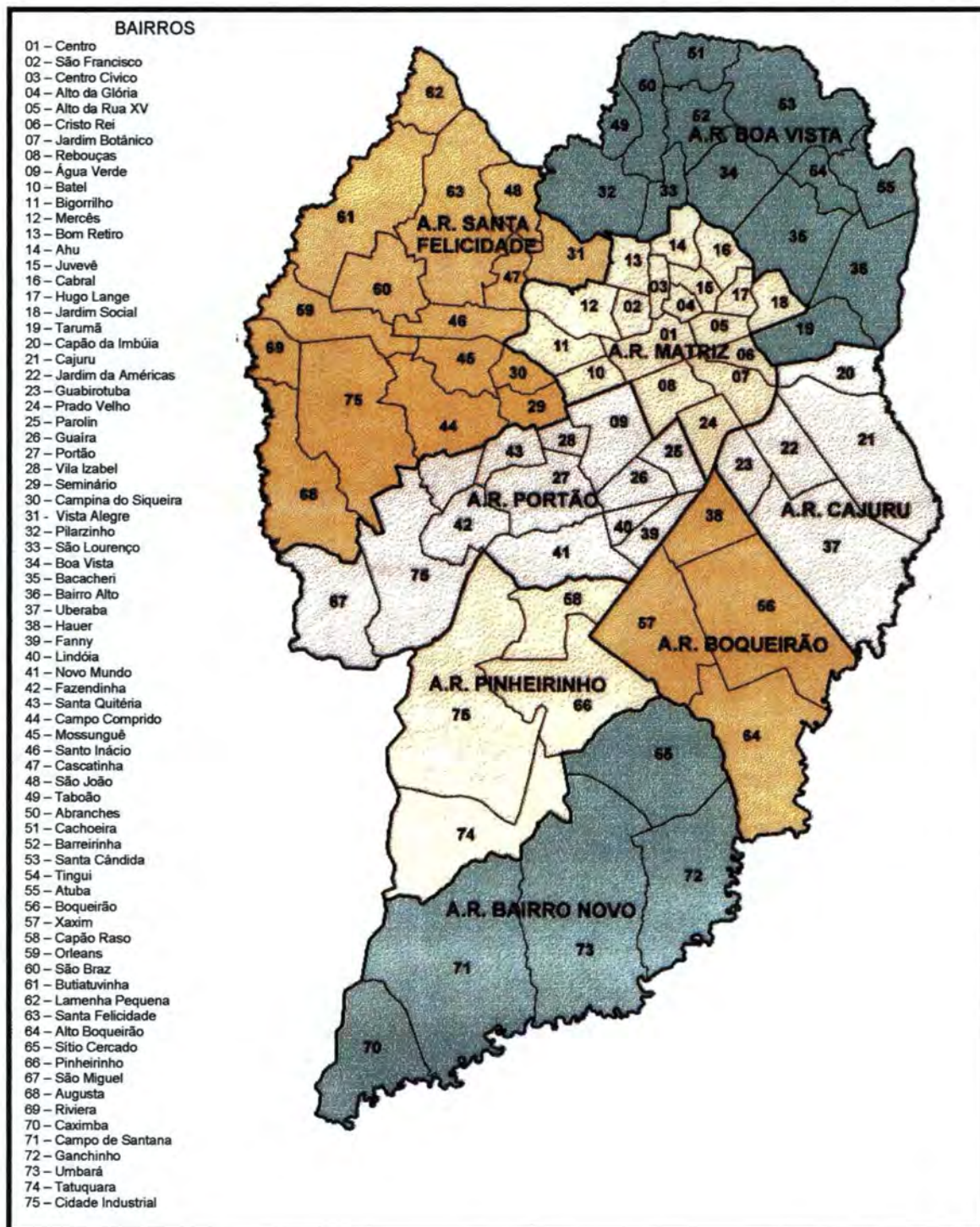
Para a execução do trabalho foi definida como população amostral todas as árvores existentes na área urbana da cidade de Curitiba, PR, localizada a 25° 25' 48" de latitude sul e 49° 16'15" de longitude oeste de Greenwich, a oeste da Serra do Mar, no primeiro planalto paranaense, com altitude média de 934 m acima do nível do mar.

O clima de Curitiba é classificado como Cfb, subtropical úmido, com temperaturas médias de 20,4° C no verão e 12, 7° no inverno (MAACK, 1968). A precipitação apresenta média anual de 1.451,8 mm, o mês menos chuvoso é agosto, com amplitude de 75 a 100 mm e o mais chuvoso é janeiro, com amplitude de 175 a 200 mm. O período de estiagem não é fixo, variando entre o outono e o inverno e a umidade relativa diária oscila entre 80 e 85% (IAPAR, 1994).

A cidade ocupa uma superfície de 432,17 km<sup>2</sup> distribuídos em 75 bairros (fig. 2), limita-se com os municípios de Araucária, Campo Largo, Campo Magro, Almirante Tamandaré, Colombo, Pinhais, São José dos Pinhais e Fazenda Rio Grande e conta com uma população de 1.550.513 habitantes (IPPUC, 1999).

Curitiba caracteriza-se pelo relevo suave ondulado, com colinas de topos arredondados, e várzeas as margens do rio Iguaçu (IPPUC, 1991). Os solos encontrados na região são associações de Podzólico Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, Cambissolo Álico, Rubrozem e Solos Hidromórficos (EMBRAPA, 1974).

FIGURA 2 – MAPA DA CIDADE DE CURITIBA COM A DIVISÃO DE BAIRROS E ADMINISTRAÇÕES REGIONAIS



FONTE: Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - IPPUC. Setor de Geoprocessamento, 2000

Em 1992 a cobertura arbórea total em ruas de Curitiba foi estimada em 395,08 ha ou 6,65% do total (MILANO *et al*,1992). Segundo HARDT (1994), Curitiba possuía 32,80% das suas ruas arborizadas em 1994, compreendendo 1.175,5 km de extensão.

Segundo levantamento realizado na cidade, Curitiba possuía em 1990 140.000 árvores plantadas nas ruas, além dos plantios em bosques, arborização das praças, parques e outros logradouros públicos (IPPUC, 1991). Atualmente a cidade conta com aproximadamente 300.000 árvores<sup>8</sup>.

Segundo MILANO (1984) em 1984 aproximadamente 92% das árvores de ruas eram representadas por 18 espécies das 93 identificadas no trabalho. Atualmente o Departamento de Arborização da Prefeitura Municipal de Curitiba definiu as 11 espécies mais importantes para a arborização das ruas<sup>9</sup>, entre as espécies mais comuns e normalmente plantadas na cidade, (fig. 3).

FIGURA 3 - RELAÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS MAIS PLANTADAS NAS RUAS DA CIDADE DE CURITIBA

	Nome Científico	Nome Popular
1	<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
2	<i>Acer negundo</i>	Acer
3	<i>Cassia leptophylla</i>	Falso barbatimão
4	<i>Senna macranthera</i>	Cássia manduirana
5	<i>Tabebuia alba</i>	Ipê amarelo
6	<i>Tabebuia crysotricha</i>	Ipê amarelo
7	<i>Koelreuteria paniculata</i>	Quereutéria
8	<i>Melia azedarach</i>	Cinamomo
9	<i>Lagerstroemia indica</i>	Extremosa
10	<i>Caesalpinia ferrea</i>	Pau-ferro
11	<i>Parapiptadenia sp.</i>	Angico

FONTE: Prefeitura Municipal de Curitiba (PMC), 1999.

<sup>8</sup> Informação pessoal do Sr. Roberto Larini Salgueiro técnico responsável pela gerência de Arborização do Departamento de Produção Vegetal da Prefeitura Municipal de Curitiba.

<sup>9</sup> Informação obtida do técnico responsável pela gerência de Arborização do Depto de Produção Vegetal da PMC.

## 3.2 METODOLOGIA DO ESTUDO

Os métodos adotados para a coleta e análise das informações neste trabalho foram totalmente elaborados e adaptados em função dos objetivos propostos.

## 3.3 ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS

### 3.3.1 Coleta de informações

Foi realizado um levantamento, junto à Companhia Paranaense de Energia (COPEL), das ocorrências de interrupções de energia elétrica na cidade de Curitiba motivadas por quedas de galhos e árvores no período de 1995 a 1999. Também foram consultados os arquivos da Gerência de Arborização do Departamento de Produção Vegetal da Prefeitura Municipal de Curitiba, com as solicitações de remoção de galhos ou árvores.

Foram analisados parâmetros que compõem os relatórios de ocorrências da Copel e da Gerência de Arborização do Departamento de Produção Vegetal da Prefeitura Municipal de Curitiba, tais como: causas das interrupções no sistema de distribuição de energia elétrica, frequência de interrupções, duração, interrupção na alta ou na baixa tensão, com galho ou árvore, se o galho encostou ou caiu sobre a rede, data da ocorrência, frequência mensal e bairro.

### 3.3.2 Análise e avaliação das ocorrências

A análise mais detalhada dos acidentes envolvendo a arborização foi realizada nas ruas, praças e terrenos particulares (árvores localizadas a uma distância máxima de seis metros do meio fio), durante um período de dois anos e três meses (abril/1997 a julho/1999). As informações foram registradas em função

das ocorrências, cujas freqüências foram aleatórias devido à imprevisibilidade dos vários agentes causadores (chuva, vento, veículos, etc).

A informação das ocorrências foi fornecida imediatamente após o evento, pela COPEL, quando o acidente envolvia a rede de energia elétrica, pela Gerência de Arborização da Prefeitura Municipal de Curitiba, quando havia solicitações de remoção feitas pela população, e próprias quando localizadas pessoalmente.

O formulário para a coleta dos dados (fig. 4) foi elaborado com base em MILANO (1984), BIONDI (1985), ARAUJO et al. (1997) e ARAUJO et al. (1998). Os dados e informações presentes no formulário de campo foram adaptados e agrupados em categorias conforme TAKAHASHI (1990, 1994). No preenchimento do formulário de campo foram registradas as seguintes informações:

#### A. DADOS DA OCORRÊNCIA

1. data da ocorrência;
2. número da árvore: para controle do número de ocorrências;
3. procedência da informação: que podia ter três fontes distintas:
  - Copel: ocorrências registradas pela Companhia Paranaense de Energia Elétrica;
  - Prefeitura: ocorrências registradas pelo Departamento de Produção Vegetal, Gerência de Arborização da prefeitura Municipal de Curitiba;
  - outros: ocorrências localizadas pela própria autora.
4. condição do tempo no momento da ocorrência:
  - normal: dia calmo, somente com brisa, sem vento e nem chuva, podendo estar ensolarado ou não;
  - vento: ocorrência provocada somente sob a condição de vento;
  - chuva: ocorrência provocada em situação de chuva, sem vento;

FIGURA 4 - FORMULÁRIO PARA A COLETA DOS DADOS DE CAMPO

<b>FORMULÁRIO DE DIAGNÓSTICO DE ACIDENTES NA ARBORIZAÇÃO DE CURITIBA</b>	
<b>A - DADOS DA OCORRÊNCIA</b>	
1) Data: .....	2) Número da árvore: .....
3) Procedência da Informação: ( ) Copel	( ) Prefeitura ( ) Outros
4) Condição do tempo: ( ) Normal	( ) Vento ( ) Chuva ( ) Chuva com vento
5) Nome da rua: .....	
6) Número: .....	7) Bairro: .....
<b>B- ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DO MEIO</b>	
1) Regularidade do plantio: ( ) regular	( ) irregular ( ) terreno
2) Localização quanto à fiação :	
( ) Sob a rede principal	( ) fora do alinhamento da rede ( ) entrada da residência
3) Largura da calçada (m): .....	4) Distância do meio fio (m): .....
5) Tipo de forração na área de crescimento:	
( ) calçada ( ) gramado	( ) calçada/gramado ( ) solo descoberto
<b>C - DADOS DENDROLÓGICOS :</b>	
1) Nome popular: .....	2) Nome científico: .....
3) Altura total da árvore (AT) (m): .....	4) Altura 1ª bifurcação (AB) (m): .....
5) Diâmetro tronco (DAP) (cm): .....	
6) Aspecto do tronco: ( ) reto ( ) inclinado ( ) tortuoso ( ) danificado ( ) bifurcado	
7) Diâmetro da copa (DC): .....	
8) Copa: ( ) balanceada ( ) desbalanceada ( ) danificada ( ) inexistente	
9) Classe de maturidade: ( ) jovem ( ) madura ( ) senil	
10) Condições do sistema radicial:	
( ) subterrâneo	( ) superficial somente na área de crescimento ( ) superficial
11) Presença de pragas e doenças: ( ) brocas ( ) cochonilhas ( ) cupim ( ) erva-de-passarinho	
( ) formigas	( ) fungos ( ) lagartas ( ) nenhum
<b>D - INFORMAÇÕES DO ACIDENTE:</b>	
1) Tipo de acidente: ( ) árvore inteira ( ) galhos	2) Estado: ( ) verde ( ) seco
3) Causa do acidente: ( ) veículo	( ) vento ( ) chuva ( ) chuva com vento
4) Características da lesão: ( ) nova ( ) velha	
5) Localização da lesão: ( ) na bifurcação	( ) na extensão do galho ( ) na raiz
6) Presença de podas anteriores e tipo de poda: ( ) sim ( ) não	
( ) limpeza	( ) condução ( ) "V" ( ) liberar fiação ( ) drásticas ( ) outras

- chuva com vento: caracterizado com vendaval, situação gerada pela combinação de chuva com vento.

5) nome da rua: conforme o índice de ruas e loteamentos de Curitiba;

6) número: corresponde ao número da edificação mais próxima;

7) bairro: nome do bairro segundo o mapa oficial da cidade.

## B – ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DO MEIO

1) regularidade do plantio:

- regular – plantio realizado pela prefeitura municipal de Curitiba;
- irregular – plantio realizado pelos munícipes, com espécies diferentes daquelas já existentes na rua, e/ou fora do alinhamento definido pela prefeitura;
- terreno – árvore localizada dentro do terreno a uma distância máxima de 6,00 m do meio-fio;
- praça – árvore localizada em praça pública.

2) localização quanto à fiação: definição visual da localização da árvore com relação a rede de distribuição de energia elétrica.

- sob a rede principal – árvore localizada sob a rede de energia elétrica;
- fora do alinhamento da rede – árvore localizada fora do alinhamento da rede de energia elétrica e telefônica;
- entrada de residência – árvore localizada sob a fiação elétrica de entrada da residência (postinho padrão COPEL).

3) largura da calçada: distância do meio fio até o muro/edificação, em metros.

4) distância do meio fio: distância entre o meio fio e o tronco da árvore, em metros. No caso de árvore localizada em praça, a distância do meio fio para esta situação foi definida como a distância da árvore até o meio fio mais próximo.

5) tipo de revestimento na área de crescimento:

- calçada: área ao redor do tronco e sob a copa com superfície impermeabilizada;
- gramado: área com superfície gramada ou com vegetação ao redor do tronco;
- calçada/gramado: área de crescimento ao redor do tronco com 50% de calçada e 50% de gramado. Normalmente correspondendo à faixa longitudinal ao meio fio, onde há o encontro da calçada com o gramado;
- solo descoberto: área ao redor do tronco sem nenhum tipo de cobertura.

## C – DADOS DENDROLÓGICOS

1) nome popular: nome popular conhecido para a espécie na cidade;

2) nome científico: gênero e/ou espécie;

3) altura total da árvore (AT): foi estimada utilizando-se a fiação e o poste como referências. A altura padrão para o poste é de 10 m, a rede alta tensão está a 9 m e a de baixa a 7,5 m<sup>10</sup>, portanto, indivíduos com até 6 metros foram considerados pequenos, de 6 a 9 metros médios e acima de 9 metros grandes;

4) altura da primeira bifurcação (AB): altura obtida por comparação com uma haste de dois metros de comprimento;

---

<sup>10</sup> Informações obtidas junto aos técnicos da Copel.



5) diâmetro do tronco (DAP): obtido através da transformação da CAP (circunferência à altura do peito a 1,3 m), em cm. Para medir a CAP foi utilizada uma fita métrica comum;

6) aspecto do tronco: foi utilizada a seguinte classificação:

- reto; eixo do tronco principal perpendicular a linha do solo;
- inclinado; eixo do tronco principal formando ângulo diferente de 90° com a linha do solo;
- tortuoso; posicionamento do eixo do tronco principal variando em função da altura;
- danificado: tronco principal quebrado, lascado ou com sinais de apodrecimento (decomposição);
- bifurcado: em árvores bifurcadas abaixo de 1,3 m, o CAP foi obtido do tronco mais grosso;

7) diâmetro da copa: medido longitudinalmente ao meio fio somente das árvores em pé; foi utilizada uma trena de 30 m para se determinar tal parâmetro;

8) copa: condição ou aspecto da copa, de acordo com a seguinte classificação:

- balanceada: copa simetricamente distribuída em relação ao eixo do tronco principal;
- desbalanceada: copa assimétrica em relação ao eixo do tronco;
- danificada: copa com danos visíveis provocados por podas inadequadas, podas drásticas total (retirada de toda a copa) ou poda drástica parcial (retirada de parte da copa assimetricamente);
- inexistente; árvores "desnucadas". Casos em que a árvore perdeu a copa devido aos agentes climáticos, vento e/ou chuva com vento ou veículos;

9) classe de maturidade: foram definidas três classes de idade:

- jovem: indivíduos arbóreos de pequena altura independente da espécie, copa em formação, sem forma totalmente definida;
- madura: com aspecto de crescimento estabilizado, casca com aspecto grosseiro, copa definida;
- senil: árvores com aspecto de decadência vegetativa.

10) condições do sistema radicial: foi utilizada a seguinte classificação:

subterrâneo: raízes totalmente subterrâneas sem causar danos ao calçamento ou gramado;

superficial somente na área de crescimento da árvore: raízes superficiais visíveis somente numa área de um metro por um metro quadrado ao redor do tronco;

superficial: raízes visíveis ou causando danos ao calçamento além de um metro quadrado ao redor do tronco.

11) Presença de pragas e/ou doenças: ocorrência de algum tipo de praga ou doença, definida somente em função da presença ou não nos indivíduos arbóreos avaliados, tais como: brocas, cochonilhas, cupins, erva-de-passarinho, formigas, fungos e lagartas.

## D - INFORMAÇÕES DO ACIDENTE

1) tipo do acidente: queda de árvore inteira ou somente galhos;

2) estado da árvore ou do galho caído ou quebrado: seco ou verde;

3) causa do acidente: agente causador do acidente, de acordo com a seguinte classificação:

- veículo: quando provocado pelo impacto de veículo automotor;
- vento: quando verificado dano à árvore somente em função do vento;

- chuva: quando verificado dano à árvore somente em função da chuva;
- chuva com vento: quando verificado dano à árvore em função da combinação da chuva com vento (vendaval);

#### 4) característica da lesão:

- nova: quando a lesão não apresentava sinais de decomposição ou danos mecânicos provocados por podas ou outros objetos;
- velha: com danos anteriores, cicatrizes de podas mal executadas e sinais de decomposição.

#### 5) localização da lesão:

- na bifurcação: quando o ferimento foi verificado na inserção do galho no tronco ou na junção de dois ou mais galhos;
- na extensão do galho: quando o ferimento ou rompimento foi verificado na extensão do galho;
- na raiz: quando a ocorrência estava relacionada à queda da árvore inteira; indivíduo arbóreo com raiz pouco desenvolvida, podada, ausente ou com sinais de decomposição.

#### 6) presença de podas anteriores e tipo de poda:

- poda de limpeza: árvore pouco podada, somente para a retirada de galhos velhos (senis) ou atacados por fungos ou plantas parasitas (SEITZ, 1996);
- poda de condução: em árvores jovens com o direcionamento e levantamento da copa;
- poda em "V": executada exclusivamente para liberar a fiação (Baixa Tensão e Alta Tensão). Normalmente utilizada para árvores localizadas exatamente em baixo da rede de energia elétrica e realizada por técnicos da concessionária;
- podas para liberar a fiação: podas irregulares da copa com o objetivo de liberar as redes primária (AT) e, secundária (BT) e de entrada da residência. Normalmente observada em árvores próximas à rede mas

não exatamente em baixo desta, realizada por técnicos da concessionária, funcionários da prefeitura ou pelo munícipe.

- podas drásticas: árvores que apresentavam a copa totalmente danificada, desbalanceada ou inexistente, com uma intensidade de mais de 50% da biomassa verde;
- outras: podas totalmente irregulares e inadequadas, sem objetivo aparente e com intensidade de até 50% da biomassa verde.

Com base nas informações contidas nos boletins de ocorrências e naquelas obtidas dos eventos vistoriados, reuniram-se as informações para posterior análise e discussão dos resultados.

Não foram realizadas análises estatísticas devido à irregularidade dos eventos, que não seguem uma distribuição estatística definida. Foi feita apenas a comparação percentual e de frequência das características qualitativas e quantitativas das árvores analisadas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 INTERRUPÇÕES NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Na Tabela 1, encontram-se agrupadas as informações dos relatórios da COPEL, do período de janeiro a dezembro de 1996, correspondentes às causas de interrupção no sistema de distribuição de energia elétrica de Curitiba.

#### 4.1.1 Causas das Interrupções

A fiação aérea é um dos maiores obstáculos que as árvores de rua precisam enfrentar. Entretanto, do ponto de vista da empresa concessionária, quando se avalia o agente causador, as árvores é que normalmente são tidas como responsáveis pela geração dos problemas na distribuição de energia elétrica.

Das 27 causas de interrupções registradas pela empresa, que juntas totalizaram 6.782 interrupções, 786 (11,6%) foram provocadas por galhos ou árvores que encostaram e/ou caíram na rede, sendo que 429 foram provocadas nas linhas de alta tensão ou rede primária e 357 na baixa tensão ou rede secundária (tab. 1).

A interrupção no fornecimento de energia elétrica em determinados locais ou regiões da cidade provocada por árvores e/ou galhos que caíram e encostaram na rede representou 1.268,20 horas ou 18,20 % do tempo total sem energia (tab. 1). Essa informação é relevante do ponto de vista de geração de custos. Curitiba conta atualmente com 566.197 consumidores de energia elétrica (492.366 são residências, 10.165 indústrias, 59.463 estabelecimentos comerciais, 535 rural)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Dados obtidos da Companhia Paranaense de Energia Elétrica, dezembro 2000.

TABELA 1 – CÓDIGOS DE CAUSA, NÚMERO DE INTERRUPÇÕES, FREQUÊNCIA PERCENTUAL DE INTERRUPÇÕES POR CAUSA, TEMPO DE DURAÇÃO E FREQUÊNCIA PERCENTUAL DE TEMPO DE DESLIGAMENTO POR CAUSA

CÓDIGOS DE CAUSA	INTERRUPÇÕES		TOTAL	F(%)	DURAÇÃO		TOTAL (horas)	F (%)
	BT	AT			BT	AT		
Não Identificada	761	541	1302	19,2	91:33	552:38	643:71	9,3
Componente Avariado/Desregulado	824	458	1282	18,9	95:27	559:33	654:60	9,4
Objetos Estranhos na RD	646	446	1092	16,1	706:55	466:5	1173:05	16,9
Descarga Atmosférica	263	376	639	9,4	561:4	618:58	1179:98	17,0
<b>Árvores ou Galhos de Árv. Que Encost. na RD.</b>	<b>256</b>	<b>259</b>	<b>515</b>	<b>7,6</b>	<b>468:42</b>	<b>352:07</b>	<b>820:49</b>	<b>11,8</b>
Abalroamento (Veículos, Caminhões)	269	191	460	6,8	367:12	213:08	580:20	8,4
Animais/Insetos/Pássaros	246	162	408	6,0	1940:2	155:02	349:22	5,0
<b>Árvores/Galhos que Caíram na RD.</b>	<b>101</b>	<b>170</b>	<b>271</b>	<b>4,0</b>	<b>183:41</b>	<b>264:3</b>	<b>447:71</b>	<b>6,4</b>
Vandalismo/Furtos	99	75	174	2,6	137:32	69:11	206:43	2,9
Corrossão/Oxidação/Poluição	136	27	163	2,4	137:54	37:34	174:88	2,5
Vento/Vendaval	56	89	145	2,1	123:01	167:57	290:58	4,2
Geada/Neve/Baixa Temp./Granizo	71	11	82	1,2	146:09	18:23	164:32	2,4
Desequilíbrio de Carga/Tensão	50	13	63	0,9	53:11	3 :06	56:17	0,8
Defeito Inst.Interna Consumidor	32	21	53	0,8	32:58	16:46	49:04	0,7
Falha ou Defeito de Fabricação	40	3	43	0,6	46:59	7:31	53:90	0,8
Acidentes de Terceiros	22	13	35	0,5	20:01	8:50	28:51	0,4
Falha Humana Contratada	4	7	11	0,2	3:48	4:28	7:76	0,1
Manobras	0	9	9	0,1	0:0	8:13	8:13	0,1
Improcedente (Consumidor ausente)	7	1	8	0,1	10:08	0:29	10:37	0,1
Falha Humana da Empresa	4	4	8	0,1	2:13	4:42	6:55	0,0
Erosão	3	2	5	0,1	9:51	4:26	13:77	0,2
Acomp. Veículo com Carga Alta	4		4	0,1	5:19		5:19	0,1
Obras Civis	2	1	3	0,0	3:18	0:39	3:57	0,0
Queimadas/Incêndio	2	1	3	0,0	1:06	1:11	2:17	0,0
Inundação//Alagamento/Banhado	2		2	0,0	1:14		1:14	0,0
Manutenção Corretiva	1		1	0,0	2:13		2:13	0,0
Ligar/Desligar/Religar	1		1	0,0	3:20		3:20	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>3.902</b>	<b>2.880</b>	<b>6.782</b>	<b>100</b>	<b>3.405:05</b>	<b>3.532:12</b>	<b>6.938:17</b>	<b>100</b>

FONTE: COPEL, 1996.

#### 4.1.2. Número de interrupções

A frequência de interrupções na alta tensão no período total analisado, compreendido entre setembro de 1995 a agosto de 1999, mostrou-se mais elevado nos quatro períodos de 12 meses 375, 572, 478 e 371 respectivamente, quando comparadas às interrupções na baixa tensão. As interrupções na alta tensão foram equivalentes a 58,0 % do total das interrupções. (tab. 2).

**TABELA 2 – INTERRUPTÕES NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DA CIDADE DE CURITIBA PROVOCADAS POR ÁRVORES NA ALTA E NA BAIXA TENSÃO NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 1995 A AGOSTO DE 1999**

PERÍODOS ANUAIS (Setembro a Agosto)	ALTA TENSÃO (AT)		BAIXA TENSÃO (BT)		TOTAL
	n	%	n	%	
<b>95/96</b>	375	20,9	312	23,9	687
<b>96/97</b>	572	31,9	396	30,4	968
<b>97/98</b>	478	26,6	352	27,0	830
<b>98/99</b>	371	20,7	243	18,7	614
<b>TOTAL</b>	<b>1.796</b>	<b>100</b>	<b>1.303</b>	<b>100</b>	<b>3.099</b>

FONTE: COPEL 1995/1996/1997/1998/1999.

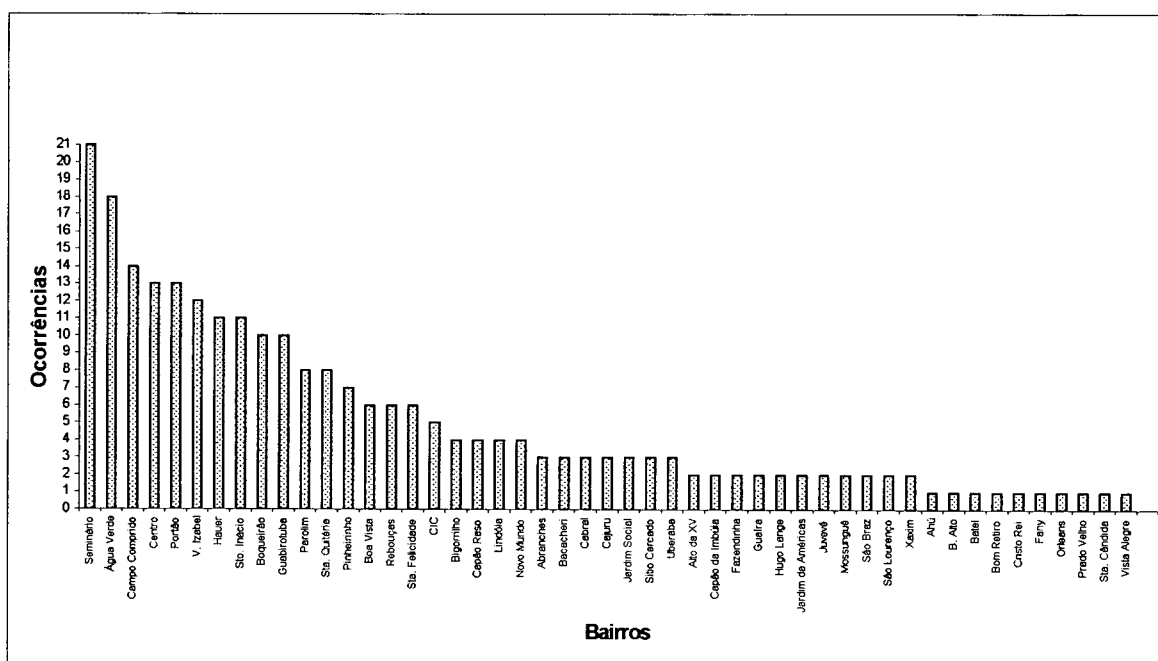
A energia fornecida aos usuários das cidades pode ser de 13,8kV (alta tensão ou rede primária) normalmente fornecida para as indústrias e, 127 e 220 V (baixa tensão ou rede secundária) para as residências e estabelecimentos em geral. A maior frequência de desligamentos nas linhas de alta tensão (tabs. 1 e 2) gera prejuízos em maior escala, em função do número de consumidores atingidos.

No intervalo compreendido entre 1996 e 1998 foi observada uma elevada frequência de interrupções tanto na alta quanto na baixa tensão em comparação com os outros períodos. No período de setembro de 1996 e agosto 1997 foram registradas 572 interrupções na alta tensão e 396 na baixa tensão; no período

seguinte, de agosto de 1997 a setembro de 1998, foram registradas 478 e 352 respectivamente (tab. 2).

Uma maior ocorrência de ventos nos meses de dezembro de 1996 e janeiro de 1997<sup>2</sup>, além de dois vendavais registrados na cidade, justificam esse número elevado de ocorrências. Ventos com velocidade média máxima de 8,6 m/s atingiram a região centro-oeste da cidade no dia 10 de novembro 1997 e outro com velocidade média máxima de 15,9 m/s atingiu a região leste e norte no dia 17 de abril de 1998<sup>3</sup> (figs. 5 e 6), conforme os registros de atendimentos do Departamento de Arborização da Prefeitura Municipal de Curitiba. Com base na escala de BEAUFORT<sup>4</sup>, ventos entre 14,2 e 17,2 m/s são classificados com ventos fortes.

FIGURA 5 – OCORRÊNCIAS ATENDIDAS DURANTE O MÊS DE NOVEMBRO DE 1997 PELO DEPARTAMENTO DE ARBORIZAÇÃO DA PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA.



FONTE: PMC

NOTA: Dados extraídos da Base de Dados do Departamento de Produção Vegetal Gerência da Arborização Urbana da Prefeitura Municipal de Curitiba, 1998.

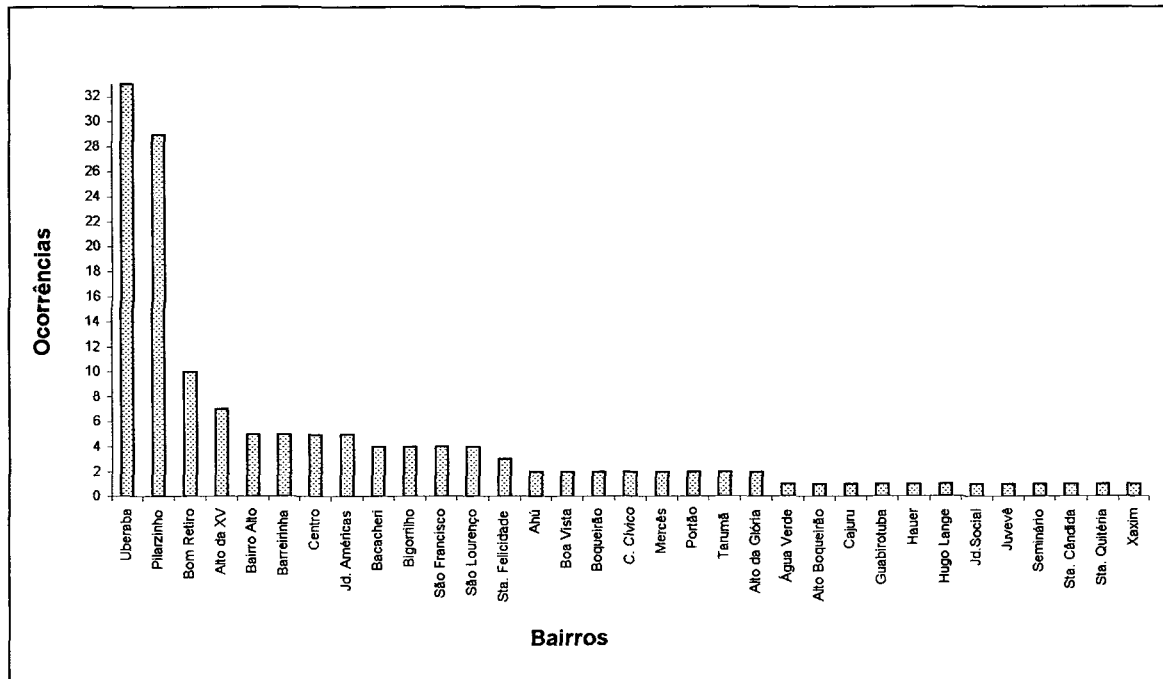
<sup>2</sup> Informação obtida dos relatórios de causas de interrupção no sistema de distribuição de energia elétrica da COPEL.

<sup>3</sup> Dados de vento médio máximo nas respectivas datas fornecidos pelos técnicos do SIMEPAR.

<sup>4</sup> Escala de BEAUFORT – Escala de vento em função da intensidade, informação obtida através dos técnicos do SIMEPAR.



FIGURA 6 – OCORRÊNCIAS ATENDIDAS DURANTE O MÊS DE ABRIL DE 1998  
PELO DEPARTAMENTO DE ARBORIZAÇÃO DA PREFEITURA  
MUNICIPAL DE CURITIBA.

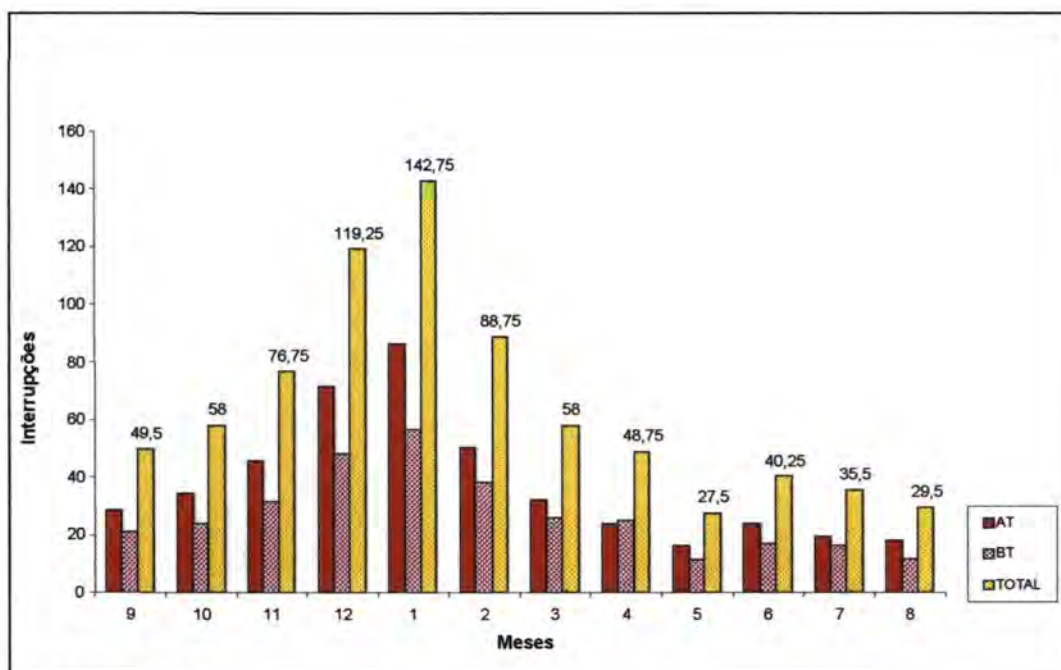


FONTE: PMC

NOTA: Dados extraídos da Base de Dados do Departamento de Produção Vegetal Gerência de Arborização Urbana da Prefeitura Municipal de Curitiba (1998).

No período analisado a freqüência média de interrupções no sistema de distribuição de energia elétrica ocorreu principalmente nos meses de novembro a fevereiro. Os meses de maior incidência de ventos corresponderam às ocorrências de fortes turbulências devido às temperaturas mais elevadas, que também provocaram chuvas de convecção com maior freqüência (fig. 7).

FIGURA 7 – MÉDIA MENSAL DAS INTERRUPÇÕES NAS REDES DE ALTA E BAIXA TENSÃO NA CIDADE DE CURITIBA, SETEMBRO/1995 A AGOSTO/1999



FONTE: COPEL

NOTA: Adaptado dos Relatórios Copel 1995/1996/1997/1998/1999.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS DAS ÁRVORES

### 4.2.1 Relação entre as Espécies Arbóreas e a Ocorrência de Acidentes

A população amostrada foi representada por 139 árvores. Foram registradas 35 espécies diferentes, sendo que as 12 espécies mais freqüentes representaram 79,1 % do total de ocorrências (tab. 3).

*Tipuana tipu* foi a espécie com maior freqüência de acidentes, 20,1%, seguida por *Melia azedarach* com 14,4%. Segundo a avaliação realizada por MILANO (1984) (tab. 4), *Tipuana tipu* representava em 1984 apenas 6,9% e *Melia azedarach* 2,5% do total das espécies mais plantadas na cidade de Curitiba.

TABELA 3 – RELAÇÃO DAS ESPÉCIES DIAGNOSTICADAS, NÚMERO DE OCORRÊNCIAS E FREQUÊNCIA POR ESPÉCIE

ESPÉCIES	NOME POPULAR	OCORRÊNCIA	F (%)
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Tipuana <sup>1</sup>	28	20,1
<i>Melia azedarach</i> L.	Cinamomo	20	14,4
<i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton	Alfeneiro	9	6,5
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	Falso-barbatimão <sup>1</sup>	9	6,5
<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	Quereutéria	7	5,0
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico-branco <sup>1</sup>	6	4,3
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cipreste	6	4,3
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Extremosa	6	4,3
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro <sup>1</sup>	6	4,3
<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	Grevílea	5	3,6
<i>Eucalyptus</i> sp. L' Hér.	Eucalipto	4	2,9
<i>Jacaranda mimosaefolia</i> D. Don.	Jacarandá mimoso	4	2,9
<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Tol.	Ipê roxo <sup>1</sup>	3	2,2
<i>Acer negundo</i> L.	Acer	2	1,4
<i>Tabebuia alba</i> (Cham.) Sandw.	Ipê amarelo <sup>1</sup>	2	1,4
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Ipê amarelo <sup>1</sup>	2	1,4
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Leucena	2	1,4
<i>Acacia podalyriaefolia</i> A Cunn.	Acácia mimosa	1	0,7
<i>Nespera</i> sp.	Ameixa amarela	1	0,7
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico <sup>1</sup>	1	0,7
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira <sup>1</sup>	1	0,7
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Bracatinga <sup>1</sup>	1	0,7
<i>Mimosa flocculosa</i> Burkart	Bracatinga-de-campo-mourão <sup>1</sup>	1	0,7
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Canela-sassafrás <sup>1</sup>	1	0,7
<i>Senna macranthera</i> (Collad. Irwin et Barn.	Cassia manduirana <sup>1</sup>	1	0,7
<i>Salix babilonica</i> L.	Chorão	1	0,7
<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficus	1	0,7
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Guapuruvu <sup>1</sup>	1	0,7
<i>Platanus</i> sp. L.	Platanus	1	0,7
<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	Paineira <sup>1</sup>	1	0,7
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	Palmeira jerivá <sup>1</sup>	1	0,7
<i>Senna multijuga</i> (Rich. ) Irwin et Barn).	Pau cigarra <sup>1</sup>	1	0,7
<i>Pinus elliotii</i> Engelm.	Pinus	1	0,7
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	Quaresmeira <sup>1</sup>	1	0,7
<i>Ilex brevicuspis</i>	Caúna <sup>1</sup>	1	0,7
<b>TOTAL</b>		<b>139</b>	<b>100</b>

NOTA: (1) espécies nativas

Na mesma avaliação, *Lagerstroemia indica* foi a espécie mais plantada com quase ¼ da população de árvores de rua. Entretanto, na análise atual das ocorrências (acidentes) esta espécie ficou em 8º lugar, representando apenas 4,3

% do total. No caso do *Ligustrum lucidum* a situação permaneceu praticamente a mesma que no ano de 1984, isto é, passou do 2º para o 3º lugar. Neste caso, para árvores plantadas sob a rede de distribuição de energia elétrica, a condução da copa através dos fios respeitando seu modelo arquitetônico é uma tarefa complicada, principalmente quando as pessoas que executam essa tarefa não receberam o treinamento adequado.

TABELA 4 – ESPÉCIES MAIS PLANTADAS E SUA PARTICIPAÇÃO NA ARBORIZAÇÃO DE CURITIBA SEGUNDO A POPULAÇÃO AMOSTRADA POR MILANO (1984)

ESPÉCIE	Nº ÁRVORES	F (%) PLANTIO
<i>Lagerstroemia indica</i> *	1053	24.0
<i>Ligustrum lucidum</i> *	644	14.7
<i>Acer negundo</i> *	401	9.2
<i>Tabebuia alba</i>	389	8.9
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	337	7.7
<i>Tipuana tipu</i> *	304	6.9
<i>Parapiptadenia</i>	245	5.6
<i>Cassia leptophylla</i>	149	3.4
<i>Melia azedarach</i> *	108	2.5
<i>Acacia polyphyla</i>	89	2.0

NOTA: \* espécies exóticas

FONTE: Adaptado de Milano, 1984.

#### 4.2.2 Relação entre a Ocorrência de Espécies Nativas e Exóticas

Das 35 espécies registradas, 20 correspondem a espécies nativas e 15 a exóticas. Nos acidentes ocorridos, das dez mais frequentes (73,3%) metade corresponderam às nativas (tab. 03). No trabalho de MILANO (1984) das dez espécies com maior frequência de plantio (82,9%), apenas cinco eram exóticas. DURYEY *et al*, (1996), consideram que árvores nativas podem oferecer vantagens quando comparadas às exóticas, principalmente no que diz respeito à adaptação local. Entretanto, a diversidade de espécies entre nativas e/ou exóticas pode melhorar a beleza estética, enquanto limita perdas por doenças específicas das espécies ou por ataque de insetos. A utilização de espécies exóticas pode contribuir

para a diversidade mas, por outro lado, o uso de espécies introduzidas sem o conhecimento das características morfofisiológicas e silviculturais podem gerar problemas futuros para a manutenção das árvores, além de correr o risco de se tornarem espécies indesejáveis para as condições urbanas.

#### 4.2.3 Altura total, DAP e Altura da Bifurcação das Árvores

Das 139 árvores que causaram acidentes na área urbana 22 eram pequenas, sendo representadas em 27,3% pela espécie *Lagerstroemia indica*. Foram registradas 35 ocorrências com árvores de tamanho médio, destacando-se entre elas *Melia azedarach* e *Cassia leptophylla* com 28,6% e 22,0% respectivamente. Os acidentes provocados por indivíduos de grande altura foram os mais significativos; das 80 ocorrências registradas o destaque foi a espécie *Tipuana tipu* com 22 indivíduos ou 27,5% do total (tab. 5).

Considerando as ocorrências envolvendo as árvores ou galhos que provocaram interrupções no sistema de distribuição de energia elétrica, das 36 espécies registradas 15 estiveram envolvidas com esse tipo de acidente, totalizando 32 interrupções. Desse total 30 interrupções ou 93,8 % foram provocadas por galhos que caíram ou encostaram na rede, sendo que em 28 casos ou 87,5 %, as árvores estavam localizadas exatamente sob a linha de energia elétrica.

A altura média das 15 espécies que provocaram interrupção no sistema de distribuição de energia elétrica da Cidade de Curitiba foi de 12,0 m, que corresponde às espécies de grande altura (tab. 6). Embora as espécies *Lagerstroemia indica*, *Senna leptophylla*, *Melia azedarach* e *Senna multijuga* tivessem altura média e pequena elas foram responsáveis por 12 interferências na rede de distribuição de energia elétrica da cidade. Portanto, a altura média total citada anteriormente não representou a altura média das espécies analisadas.

A combinação de árvores de médio e grande porte, plantadas sob as linhas de energia elétrica, mostrou que os acidentes na maioria dos casos são inevitáveis, mesmo com a manutenção realizada pela empresa concessionária e pela prefeitura.

TABELA 5 – ESPÉCIES, ALTURA MÉDIA (m) E NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR CLASSE DE ALTURA

ESPECIE	ALTURA					
	Pequena		Médio		Grande	
	N°	Altura (m)	N°	Altura (m)	N°	Altura (m)
<i>Tipuana tipu</i>	02	4.50	04	8.17	22	12.50
<i>Melia azedarach</i>	01	6.00	10	8.30	08	11.30
<i>Ligustrum lucidum</i>			04	8.20	05	12.20
<i>Cassia leptophylla</i>	01	6.00	06	7.70	02	11.00
<i>Koelreuteria paniculata</i>	02	4.70	03	7.50	02	10.00
<i>Anadenanthera colubrina</i>					06	13.67
<i>Cupressus lusitanica</i>	01	4.00			05	15.80
<i>Lagerstroemia indica</i>	06	5.33				
<i>Araucaria angustifolia</i>					06	14.33
<i>Grevillea robusta.</i>			01	7.00	04	12.25
<i>Eucalyptus sp.</i>					04	19.75
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>					04	10.63
<i>Tabebuia heptaphylla</i>			02	7.50	01	10.00
<i>Acer negundo</i>	01	6.00			01	11.00
<i>Tabebuia alba</i>	02	5.50				
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	01	2.50	01	7.00		
<i>Leucaena leucocephala</i>	01	6.00	01	8.50		
<i>Acacia podalyriaefolia</i>			01	8.50		
<i>Nespera sp.</i>	01	5.00				
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>					01	10.00
<i>Schinus terebinthifolius</i>			01	8.00		
<i>Mimosa scabrella</i>	01	6.00				
<i>Mimosa flocculosa</i>					01	12.00
<i>Ocotea odorifera</i>					01	15.00
<i>Senna macranthera</i>	01	6.00				
<i>Salix babilonica</i>					01	13.00
<i>Ficus benamina</i>	01	4.50				
<i>Schizolobium parahyba</i>					01	15.00
<i>Ilex brevicuspis</i>					01	11.00
<i>Chorisia speciosa</i>					01	12.50
<i>Syagrus romanzoffiana</i>					01	12.00
<i>Senna multijuga</i>			01	8.00		
<i>Pinus elliottii</i>					01	15.00
<i>Platanus sp.</i>					01	16.00
<i>Tibouchina granulosa</i>			01	7.00		
<b>TOTAL/MÉDIA</b>	<b>22</b>	<b>5.1</b>	<b>35</b>	<b>7.8</b>	<b>80</b>	<b>13.45</b>

NOTA: (N°) número de indivíduos que geraram a informação da média da altura.

Altura pequena: ≤ 6 m; altura média: 6 a 9 m; altura grande > 9m.

TABELA 6 – ESPÉCIES, NÚMERO DE INTERRUPÇÕES (1995 – 1999) NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA E ALTURA MÉDIA POR ESPÉCIE

ESPÉCIE	NÚMERO DE INTERRUPÇÕES	ALTURA MÉDIA /ESPÉCIE (M)
<i>Tipuana tipu</i>	5	11.2
<i>Senna leptophylla</i>	5	9.0
<i>Melia azedarach</i>	4	8.8
<i>Eucalyptus sp.</i>	3	21.3
<i>Ligustrum lucidum</i>	2	10.0
<i>Anadenanthera colubrina</i>	2	13.0
<i>Lagerstroemia indica</i>	2	3,5
<i>Araucaria angustifolia</i>	2	12.5
<i>Mimosa flocculosa</i>	1	12.0
<i>Koelreuteria paniculata</i>	1	10.0
<i>Grevillea robusta</i>	1	11.0
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	1	10.0
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1	12.0
<i>Senna multijuga</i>	1	8.0
<i>Pinus elliottii</i>	1	15.0
<b>TOTAL/MÉDIA</b>	<b>32</b>	<b>12,0<sup>(1)</sup></b>

NOTA: (1) Média total da altura obtida da soma da altura dos 32 indivíduos das 15 espécies.

O DAP das árvores analisadas foi de 39,0 cm. Em pesquisa realizada na cidade de Manchester (WONG *et al.* 1988), foi observado que os danos às estruturas urbanas aumentavam com o tamanho das árvores. Os danos registrados nas calçadas e meios-fios eram mais aparentes quando as árvores tinham DAP entre 11 e 20 cm. Segundo os autores estas informações sustentam o princípio, ainda muito discutido, de que árvores de grande porte, com algumas exceções não deveriam ser cultivadas em espaços confinados.

Do total de árvores analisadas, 6% apresentaram tronco bifurcado e 9,5% com sinais de danos, tais como quebra total ou parcial, lascas ou apodrecimento. As demais apresentaram troncos tortuosos (14,4%), inclinados (33%) e retos (37%). Foi observado que as árvores com sinais de apodrecimento tinham recebido algum tipo de poda. Lascas ou tocos foram deixados na árvore, sinal de poda mal feita, que podem ter sido pontos de entrada de pragas e doenças desencadeando o processo de apodrecimento.

Não foram realizadas avaliações para a definição exata da idade das árvores. Entretanto, através da observação de determinados aspectos morfológicos, tais como altura da árvore, aspecto e condição do tronco, diâmetro do tronco e estágio de formação da copa, chegou-se a um parâmetro referencial definido como estágio de maturidade das árvores. Do total de 102 árvores, que representam as dez espécies de maior ocorrência de acidentes, 65 (63,7%) corresponderam a árvores em idade madura, 25 (24,5%) a idade jovem e 13 (12,7 %) a idade senil. A espécie *Tipuana tipu*, primeira colocada em ocorrência de acidentes com 28 indivíduos, apresentou 23 indivíduos ou 82,1 % da população amostrada inserida na classe madura (tab. 7).

A altura média da bifurcação foi de 2,4 m para o total de árvores amostradas, entretanto, as 10 espécies de maior frequência que corresponderam a 102 indivíduos mostraram uma altura média de 2,6 m. A altura média da bifurcação por espécie é apresentada na Tabela 7. Com exceção de *Anadenanthera colubrina* e *Cupressus lusitânica* que não são apropriadas para plantios em calçadas devido ao grande porte, as árvores com altura média de bifurcação (conduzidas) acima de 1,80 m podem ser consideradas como apropriadas para as calçadas na área urbana, desde que respeitadas as distâncias de meios-fios e porte dos veículos que trafegam nas respectivas ruas e avenidas.

TABELA 7 – ALTURA MÉDIA DA BIFURCAÇÃO (ABm) E CLASSE DE MATURIDADE DAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES

ESPÉCIE	ABm (m)	CLASSE DE MATURIDADE			
		Jovem	Madura	Senil	Total
<i>Tipuana tipu</i>	3,0	3	23	2	28
<i>Melia azedarach</i>	2,0	5	8	7	20
<i>Ligustrum lucidum</i>	1,6	0	6	3	9
<i>Cassia leptophylla</i>	1,9	4	4	1	9
<i>Koelreuteria paniculata</i>	2,4	6	1	0	7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	16,0	0	6	0	6
<i>Cupressus lusitânica</i>	13,8	1	5	0	6
<i>Lagerstroemia indica</i>	1,3	4	2	0	6
<i>Araucaria angustifolia</i>	6,1	0	6	0	6
<i>Grevillea robusta</i>	2,8	2	3	0	5
TOTAL		25	64	13	102
PORCENTAGEM		24,5%	63,7%	12,7%	100%



#### 4.2.4 Aspecto e Condição da Copa

O diâmetro médio das copas foi obtido longitudinalmente ao meio fio. As copas das árvores sobre as pistas de rolamento e próximas das construções normalmente são reduzidas em função de podas constantes, portanto o diâmetro perpendicular ao passeio não foi considerado para a obtenção do diâmetro médio das copas. As árvores envolvidas em acidentes apresentaram um diâmetro médio de copa de 5,5 m. A espécie *Araucaria angustifolia* apresentou a maior média em diâmetro de copa (7,9 m) seguida de *Tipuana tipu* (6,2 m). A primeira espécie citada não é comumente utilizada para a arborização de ruas; entretanto, o mesmo não pode ser afirmado para a segunda, que está entre as dez mais plantadas na cidade. Entre aquelas com maior frequência, 41 (40%) indivíduos apresentaram a copa balanceada, 31 (30,3%) copa desbalanceada, 23 (22,5%) copa danificada e 7 (7%) copa inexistente, totalizando 61 (59%) indivíduos arbóreos com problemas de copa (tab. 8).

TABELA 8 – DIÂMETRO MÉDIO (Dm) E CONDIÇÃO DA COPA DAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES

NOME CIENTÍFICO	Dm (m)	CONDIÇÃO DA COPA				Total
		Balanceada	Desbalanceada	Danificada	Inexistente	
<i>Tipuana tipu</i>	6,2	13	11	3	1	28
<i>Melia azedarach</i>	5,5	4	6	9	1	20
<i>Ligustrum lucidum</i>	5,8	1	4	3	1	9
<i>Cassia leptophylla</i>	4,8	5	2	2	0	9
<i>Koelreuteria paniculata</i>	4,5	2	3	2	0	7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	5,7	1	2	3	0	6
<i>Cupressus lusitânica</i>	5,7	6	0	0	0	6
<i>Lagerstroemia indica</i>	3,3	3	0	0	3	6
<i>Araucaria angustifolia</i>	7,9	5	0	0	1	6
<i>Grevillea robusta</i>	5,4	1	3	1	0	5
<b>TOTAL</b>		<b>41,0</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>102</b>
<b>PORCENTAGEM</b>		<b>40%</b>	<b>30,3%</b>	<b>22,5%</b>	<b>7%</b>	<b>100%</b>

As árvores no ambiente urbano têm sua função estética e ecológica bem definida. Entretanto, a interferência na parte aérea, principalmente sem critérios técnicos, pode gerar desconforto visual (estético) e desequilíbrio, além de provocar alterações fisiológicas no vegetal que podem causar o seu declínio e levá-lo à morte. Conforme MICHAU (1987) qualquer intervenção importante em uma das partes da árvore provoca alterações em outra.

#### 4.2.5 Condição do Sistema Radicial

Das 139 árvores analisadas, setenta e uma apresentaram sistema radicial subterrâneo, 32 superficial somente na área de crescimento (que corresponde a um metro por um metro quadrado ao redor do tronco), 31 superficial e em apenas 5 casos com raízes pouco desenvolvidas. Naquelas de maior número de ocorrências (Tabela 9), 45 árvores (44%) apresentaram sistema radicial subterrâneo, 53 árvores (52%) com raízes superficiais e/ou superficiais somente na área de crescimento, sendo que somente na espécie *Tipuana tipu* foram registrados 18 casos (64%). Essa característica morfológica pode ser considerada inadequada para espécies utilizadas na arborização urbana. Das 6 árvores de *Lagerstroemia indica*, 4 possuíam sistema radicial extremamente reduzido. *Cassia leptophylla* foi a espécie que apresentou 9 indivíduos ou 100% dos casos com raízes subterrâneas (tab. 9).

Danos provocados por raízes nas calçadas, meios-fios e pavimentos são evidentes em várias cidades do mundo. Em uma pesquisa realizada em Hong Kong sobre a exposição das raízes, em 20 espécies analisadas, 10 apresentaram de 5 a 10% de raízes superficiais, 2 de 10 a 15% e 4 com mais de 15% por espécies (JIM, 1990). Segundo McPHERSON & PEPPER (1996) muitos administradores e vários pesquisadores estão conduzindo experimentos em diferentes países para avaliar a eficácia de diferentes formas de reduzir os danos causados às calçadas e pavimentos pelas raízes das árvores.

#### 4.2.6 Ocorrência de Pragas e Doenças

As árvores urbanas em geral estão predispostas ao ataque de pragas e doenças devido às situações de estresse a que estão sujeitas. A poluição, as condições limitadas de desenvolvimento e práticas inadequadas de condução das árvores são os principais responsáveis pelo ataque. Das 139 árvores analisadas, 89% apresentaram algum tipo de praga ou doença. Entre as pragas ou doenças de maior ocorrência foram observadas 16 espécies de árvores com fungos nas folhas, 15 com brocas de tronco, 10 com fungos apodrecedores, 9 com incidência de cupins, 8 com erva-de-passarinho e 8 com formigas. As espécies *Araucaria*

TABELA 9 – CONDIÇÃO DO SISTEMA RADICIAL DAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES

ESPÉCIE	SISTEMA RADICIAL				Total
	Subterrâneo	Superficial	Superficial área de crescimento	Pouco desenvolvido	
<i>Tipuana tipu</i>	10	7	11	0	28
<i>Melia azedarach</i>	05	4	11	0	20
<i>Ligustrum lucidum</i>	02	4	3	0	9
<i>Cassia leptophylla</i>	09	0	0	0	9
<i>Koelreuteria paniculata</i>	06	1	0	0	7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	01	5	0	0	6
<i>Cupressus lusitânica</i>	04	1	1	0	6
<i>Lagerstroemia indica</i>	02	0	0	4	6
<i>Araucaria angustifolia</i>	04	2	0	0	6
<i>Grevillea robusta</i>	02	3	0	0	5
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>04</b>	<b>102</b>
	44%	26,4%	25,5%	4,0%	100%

*Angustifolia*, *Acacia podalyriaefolia*, *Nespera* sp. e *Anadenanthera macrocarpa* não apresentaram nenhuma praga ou doença. Porém, dessas quatro espécies, somente a primeira pode ser considerada como referência pois das três subseqüentes foi registrado apenas um indivíduo de cada espécie (tab.10).

Das 102 árvores das espécies com maior frequência de acidentes, 53 não apresentaram nenhum tipo de praga ou doença, entretanto, 15 apresentaram brocas nos galhos e/ou tronco, 6 cupins, 4 erva-de-passarinho, 11 formigas, 21 fungos nas folhas e 15 fungos apodrecedores, totalizando 125 registros. A diferença entre o número total de espécies com maior frequência (102) e a soma daquelas com e sem

ocorrência de pragas e/ou doenças (125), é explicada pelo fato de uma mesma árvore apresentar mais de uma praga e/ou doença ao mesmo tempo (tab. 10).

TABELA 10 – OCORRÊNCIA DE PRAGAS E DOENÇAS NAS ESPÉCIES ARBÓREAS OBSERVADAS

ESPÉCIE	PRAGAS E DOENÇAS							Nenhuma
	Broca	Cochonilha	Cupim	Erva-de-passarinho	Formiga	Fungos		
						Folhas	Apodrecedores	
<i>Tipuana tipu</i>	X		x	x	x	X	x	X
<i>Melia azedarach</i>	X		x	x	x	X	x	X
<i>Ligustrum lucidum</i>	X		x	x		X	x	X
<i>Cassia leptophylla</i>	X				x	X		x
<i>Koelreuteria paniculata</i>					x		x	X
<i>Anadenanthera colubrina</i>	X					X		X
<i>Cupressus lusitanica</i>	X		x		x		x	X
<i>Lagerstroemia indica</i>	X					X		X
<i>Araucaria angustifolia</i>								X
<i>Grevillea robusta</i>					x			X
<i>Eucalyptus</i> sp.	X			x	x		x	X
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>		X				X		
<i>Tabebuia heptaphylla</i>			x			X		X
<i>Acer negundo</i>	X		x	X		X		
<i>Tabebuia alba</i>								X
<i>Tabebuia chrysotricha</i>							X	X
<i>Leucaena leucocephala</i>						X		X
<i>Acacia podalyriaefolia</i>								X
<i>Nespera</i>								X
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>								X
<i>Schinus terebinthifolius</i>						X		
<i>Mimosa scabrella</i>								X
<i>Mimosa flocculosa</i>				x		X		
<i>Ocotea odorifera</i>	X		x				X	
<i>Senna macranthera</i>	X		x			X		
<i>Salix babilonica</i>				x			X	
<i>Ficus benjamina</i>								X
<i>Schizolobium parahyba</i>							X	
<i>Platanus acerifolia</i>	X							
<i>Chorisia speciosa</i>								X
<i>Syagrus romanzoffiana</i>								X
<i>Senna multijuga</i>	X			x	x	X		X
<i>Pinus elliotii</i>								X
<i>Tibouchina granulosa</i>	X					X		
<i>Ilex breviscupis</i>	X		x			X		
<b>TOTAL PRAGAS/DOENÇAS</b>	<b>15</b>	<b>01</b>	<b>09</b>	<b>08</b>	<b>08</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>24</b>

TABELA 11 – OCORRÊNCIA DE PRAGAS E DOENÇAS NAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA

ESPÉCIE	PRAGAS E DOENÇAS							Nenhuma
	Broca	Cochon	Cupim	Erva-de-passarinho	Formiga	Fungos		
						Folha	Apodrec.	
<i>Tipuana tipu</i>	3	0	1	2	2	3	7	16
<i>Melia azedarach</i>	5	0	3	1	4	9	4	5
<i>Ligustrum lucidum</i>	2	0	1	1	0	3	1	2
<i>Cassia leptophylla</i>	1	0	0	0	1	2	0	7
<i>Koelreuteria paniculata</i>	0	0	0	0	1	0	2	3
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1	0	0	0	0	1	0	5
<i>Cupressus lusitânica</i>	1	0	1	0	1	0	1	4
<i>Lagerstroemia indica</i>	2	0	0	0	0	3	0	2
<i>Araucaria angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Grevillea robusta</i>	0	0	0	0	2	0	0	3
TOTAL PRAGAS/DOENÇAS	15	0	6	4	11	21	15	53

A presença das pragas ou pestes, como são chamadas em outros países, nas árvores é comum. Insetos e doenças ocorrem mesmo nas árvores das florestas. Entretanto o equilíbrio entre a ocorrência de espécies arbóreas e inimigos naturais mantém as populações sob controle. Nas áreas urbanas, onde normalmente ocorre um número reduzido de espécies e em condições de estresse a que estão submetidas (poluição, espaço reduzido para o desenvolvimento, entre outros), podem ocorrer infestações de pragas e/ou doenças que devido às características locais podem ser difíceis de combater.

Projetos em desenvolvimento nas árvores urbanas americanas poderão servir de exemplo para o manejo ecológico das pestes nas áreas urbanas de Curitiba. Segundo DAHLSTEN *et al* (1985) muito pouco se sabe sobre as pragas que interferem com as qualidades estéticas da paisagem. Os autores relatam em seu trabalho que estavam desenvolvendo um sistema de manejo de pestes que reduz a população de besouros sem a utilização de pesticidas, com a prognose de decréscimo de danos antes dele ocorrer e com o estabelecimento efetivo de inimigos naturais. Segundo os mesmos autores, há necessidade de se continuar estudando controles biológicos e redução no uso de pesticidas tóxicos.

#### 4.2.7 Tipos de Poda e Relação com a Rede de Energia Elétrica

Entre as árvores diagnosticadas 121 apresentaram algum tipo de poda. Entre os tipos de podas identificados, 39 casos eram para liberar a fiação, 19 para condução, 18 drásticas, 13 podas em "V" e 32 diversas, aparentemente sem necessidade.

As práticas de poda mais freqüentes nas espécies com maior número de acidentes registrados são apresentadas na tabela 12. As podas realizadas para atender às necessidades da manutenção do sistema de abastecimento de energia elétrica (liberar a fiação e em "V"), representaram 41 casos (40%). Os 12 casos registrados com podas drásticas e os 24 casos de outros tipos de podas, baseados nas observações *in loco*, compreendem aqueles casos mais polêmicos pois mostram que a tarefa foi executada sem critérios e objetivos aparentes. Nesses casos foi observado o comprometimento da árvore tanto no aspecto estético como estrutural.

TABELA 12 – TIPOS DE PODA APLICADOS NAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES

ESPÉCIE	TIPOS DE PODA					Total
	Condução	Drástica	Liberar fiação/V	Outras	Nenhum	
<i>Tipuana tipu</i>	3	4	11	8	2	28
<i>Melia azedarach</i>	1	6	8	5	0	20
<i>Ligustrum lucidum</i>	0	0	5	3	1	9
<i>Cassia leptophylla</i>	1	0	5	2	1	9
<i>Koelreuteria paniculata</i>	1	2	3	0	1	7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0	0	6	0	0	6
<i>Cupressus lusitânica</i>	3	0	0	1	2	6
<i>Lagerstroemia indica</i>	3	0	0	3	0	6
<i>Araucaria angustifolia</i>	0	0	0	1	5	6
<i>Grevillea robusta</i>	0	0	3	1	1	5
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>41</b>	<b>24</b>	<b>13</b>	<b>102</b>

O tipo de poda realizada nas árvores envolvidas diretamente com danos às redes de energia mostrou que dos 28 indivíduos localizados sob a rede aérea, 16 receberam podas para liberar a fiação, 6 poda em "V" e somente 3 podas de condução (figs. 8 e 9).

FIGURA 8 – ÁRVORES DE *Tipuana tipu* QUE RECEBERAM PODA PARA LIBERAR A FIAÇÃO AÉREA

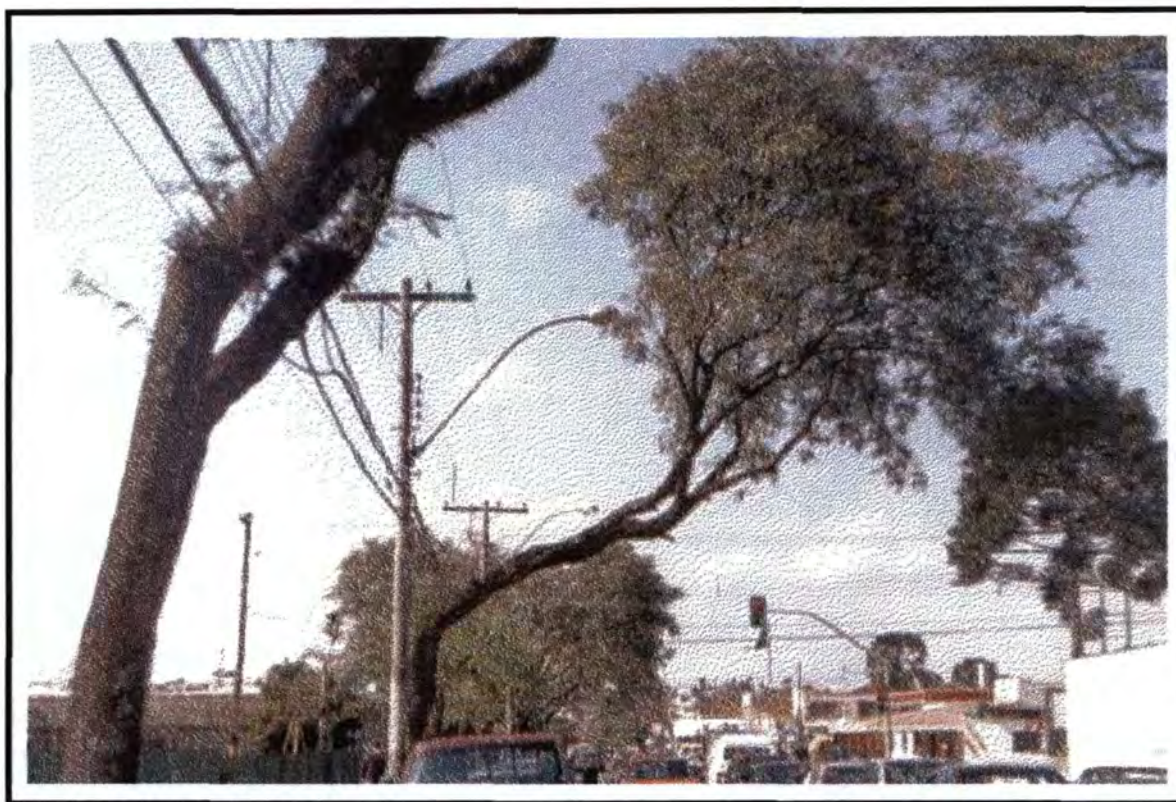


FOTO: Neuceli A. Klechowicz

FIGURA 9 – ÁRVORE DE *Melia azedarach* QUE RECEBEU PODA EM “V”



FOTO: Neuceli A. Klechowicz

As árvores que receberam podas para não interferirem na rede de abastecimento, deveriam se constituir na minoria dos casos, porém ocorreu o oposto. Em quase todos os casos avaliados esse tipo de poda foi realizada sem critérios técnicos, tendo em mente apenas a necessidade de eliminar o causador do problema, a árvore. Por outro lado, pode-se considerar que o manejo pró-rede elétrica é a própria causa de mais de 30% dos acidentes que afetam a própria rede.

A poda de galhos realizada por mão-de-obra despreparada pode ser responsável por vários danos às árvores. Os ferimentos, resultado do corte dos galhos e ramos sem os devidos cuidados são em geral responsáveis pela entrada de pragas e doenças. Além das mutilações, que provocam desconforto visual e problemas de estabilidade dos indivíduos, são responsáveis pelo declínio e em casos extremos podem levar o vegetal à morte. Como diz BIONDI (1985), é importante que haja uma conciliação entre o porte das árvores, a altura da fiação e uma adequada manutenção.

A manutenção adequada resulta em árvores com boas condições fitossanitárias e com padrões estéticos aceitáveis. Isso porém depende do treinamento da mão-de-obra e da utilização de equipamentos adequados e com boas condições de uso.

### 4.3 CARACTERÍSTICA DOS PLANTIOS

#### 4.3.1 Regularidade dos Plantios

Conforme já apresentado, (tab. 03) das 139 árvores que compõem a avaliação dos acidentes, foram registradas 35 espécies diferentes sendo que 60,4% dos indivíduos eram de plantios regulares e apenas 28 % de plantios irregulares, sendo os outros 11,6% corresponderam às árvores localizadas dentro dos terrenos. Segundo MILANO (1984), em pesquisa realizada em 1984, 15% da população de árvores de rua de Curitiba eram de plantios realizados pelos moradores locais, considerados como plantios irregulares. Segundo o mesmo autor, isto demonstrava o crescente interesse ambiental nas sociedades urbanas, havendo por parte da população uma preocupação quanto a melhoria da qualidade de vida.



Os resultados atuais mostraram que árvores plantadas pela administração pública podem também ocasionar problemas, principalmente quando o planejamento e a manutenção são esquecidos ou negligenciados. Quando a análise é direcionada para as espécies com maior frequência de acidente, mais uma vez se confirma que os plantios regulares não estão livres de problemas, mesmo com a escolha das espécies e dos locais de plantio por técnicos considerados especializados. Os plantios regulares corresponderam a 58,8%, enquanto que aqueles realizados por pessoas, na maioria das vezes sem o conhecimento técnico adequado, normalmente o munícipe, representaram 25,4%. A espécie *Tipuana tipu* foi representada por 25 indivíduos (89,3%) provenientes de plantios regulares, ou seja, realizados pela prefeitura (tab. 13).

TABELA 13 – REGULARIDADES DOS PLANTIOS DAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES

ESPÉCIE	Regularidade de Plantios				Total
	Regular	Irregular	Praça	Terreno	
<i>Tipuana tipu</i>	25	3	0	0	28
<i>Melia azedarach</i>	11	8	0	1	20
<i>Ligustrum lucidum</i>	06	2	0	1	9
<i>Cassia leptophylla</i>	05	2	1	1	9
<i>Koelreuteria paniculata</i>	05	1	0	0	7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	05	0	0	1	6
<i>Cupressus lusitânica</i>	0	0	2	4	6
<i>Lagerstroemia indica</i>	03	3	0	0	6
<i>Araucaria angustifolia</i>	0	3	1	2	6
<i>Grevillea robusta</i>	0	4	0	1	5
TOTAL	60	26	4	11	102
PORCENTAGEM	58,8%	25,4%	3,9%	10,8%	100%

#### 4.3.2 Localização das Árvores e Fiação Aérea

A localização da rede de distribuição de energia elétrica é um dos aspectos de maior importância a ser considerado no momento da escolha do local de plantio das árvores. Árvores plantadas sob a rede principal de abastecimento de energia e sob a rede de entrada na residência (postinho padrão COPEL), ocorreram em 47,0% e 9,4 % dos casos, respectivamente, na população amostrada.

As espécies com as quais ocorreram acidentes com maior frequência apresentaram 57,8 % dos casos localizados sob a rede, dos quais 49 casos (48,0%) exatamente sob a rede de distribuição de energia e 10 casos (9,8%) sob a rede de entrada da residência. As árvores de *Anadenanthera colubrina* apresentaram 100% dos casos localizados sob a rede, *Melia azedarach* 80% e *Tipuana tipu* praticamente 50 % (tab. 14).

TABELA 14 – LOCALIZAÇÃO DAS ÁRVORES EM RELAÇÃO A REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES

ESPÉCIE	LOCALIZAÇÃO DAS ÁRVORES			
	Entrada da residência (postinho)	Sob a rede	Fora do alinhamento da rede	Total
<i>Tipuana tipu</i>	1	13	14	28
<i>Melia azedarach</i>	3	13	4	20
<i>Ligustrum lucidum</i>	1	5	3	9
<i>Cassia leptophylla</i>	1	5	3	9
<i>Koelreuteria paniculata</i>	1	2	1	7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0	6	0	6
<i>Cupressus lusitânica</i>	0	1	5	6
<i>Lagerstroemia indica</i>	0	2	4	6
<i>Araucaria angustifolia</i>	1	1	4	6
<i>Grevillea robusta</i>	2	1	2	5
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>49</b>	<b>40</b>	<b>102</b>
<b>PORCENTAGEM</b>	<b>9,8%</b>	<b>48,0%</b>	<b>39,2%</b>	<b>100%</b>

A fiação aérea é um dos maiores obstáculos que as árvores de rua encontram nas cidades (fig. 10). A necessidade de conciliação entre o porte das árvores e a altura da fiação têm sido discutida por técnicos e pesquisadores, sendo que as opiniões são muito divergentes. MILANO (1984) recomenda o uso de espécies de pequeno porte sob fiações altas para diminuir a necessidade de poda e o uso de espécies de grande porte sob fiações baixas, para facilitar as podas de condução. Entretanto, a CEMIG (1996) e a ELETROPAULO (1995) recomendam o plantio em calçadas com rede elétrica somente de espécies de pequeno porte; espécies de médio e grande porte devem ser plantadas em locais onde não haja fiação aérea. Árvores localizadas próximo de linhas de abastecimento de energia

têm grande probabilidade de provocar interrupções no sistema, já que para isso é necessário apenas que galhos encostem nos fios da rede. Por outro lado, conforme análise das ocorrências os acidentes ocorrem da mesma forma independente da situação, com rede ou sem rede de energia elétrica, a diferença está simplesmente no incômodo que elas provocam quando tocam nas linhas de distribuição de energia elétrica.

FIGURA 10 – ÁRVORE DE *Ligustrum lucidum* PLANTADA SOB A REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA



FOTO: Neuceli A. Klechowicz

#### 4.3.3 Largura da Calçada e Distância do Meio Fio

A largura média das calçadas obtida nas avaliações feita *in loco* para a população amostrada foi de 4,52 m. Foram definidos intervalos para a caracterização da largura das calçadas: 1,5% das árvores estavam em calçadas com largura igual ou menor a 2,00 m, 23,8 % em calçadas com amplitude de 2,01 e

3,50 m, 53,1% em calçadas entre 3,51 e 5,00 m e 21,5% em calçadas com mais de 5,00 m de largura.

A largura média das calçadas variou entre 3,36 m e 5,05 m na avaliação das espécies que apresentaram maior frequência de acidentes. Nas ocorrências de *Ligustrum lucidum*, espécie considerada de médio porte, foi registrada a maior largura média de calçada e nas de *Grevillea robusta* árvores de grande porte, as árvores estavam localizadas em calçadas com menor largura média (tab. 15).

A área livre ao redor do tronco das árvores deve ser consideradas com relevante interesse. A avaliação mostrou que mais de 50 % das árvores apresentaram raízes superficiais ou superficiais na área de crescimento, mesmo em locais onde as calçadas tinham mais de 3,5 m, portanto não basta apenas calçadas largas mas áreas de crescimento com mais de um metro quadrado ao redor do tronco para permitir o desenvolvimento das raízes sem que estas interfiram no calçamento.

A média da distância do meio fio variou de 1,33 a 5,30 m, estas distâncias podem ser consideradas adequadas para árvores localizadas em passeios já que podem reduzir desta maneira a incidência de acidentes provocados por veículos. Na espécie *Cupressus lusitânica* a largura do passeio (4,40 m) foi menor que a distância do meio fio (5,30 m) porque 66% das árvores analisadas dessa espécie estavam localizadas dentro de terrenos (tab. 15).

TABELA 15 – LARGURA DAS CALÇADAS E DISTÂNCIA DO MEIO FIO NAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES

ESPÉCIE	LARGURA MÉDIA DA CALÇADA (m)	DISTÂNCIA MÉDIA DO MEIO FIO (m)
<i>Tipuana tipu</i>	4,8	1,7
<i>Melia azedarach</i>	4,4	2,2
<i>Ligustrum lucidum</i>	5,1	2,7
<i>Cassia leptophylla</i>	3,6	2,0
<i>Koelreuteria paniculata</i>	4,8	2,3
<i>Anadenanthera colubrina</i>	3,5	1,3
<i>Cupressus lusitânica</i>	4,4	5,3
<i>Lagerstroemia indica</i>	3,7	1,4
<i>Araucaria angustifolia</i>	3,7	3,3
<i>Grevillea robusta</i>	3,4	1,9

Nas cidades, o planejamento urbano visa primeiramente a adequação dos loteamentos definidos pela Lei Municipal de Zoneamento. Esta lei trata da área mínima por imóvel, área máxima construída, número de pavimentos em cada zona da cidade, recuo das construções, alinhamento predial, entre outros. Na cidade de Curitiba a Lei Lei nº 9.800 de Zoneamento e Uso do Solo, de dezembro 1999<sup>5</sup>, define o recuo mínimo exigido para as construções, que varia em função da zona residencial.

A largura da calçada não é definida na lei e varia conforme a largura da rua ou do tipo de tráfego. Na figura 11 um exemplo de espécie plantada em local totalmente inadequado. Nessa condição, além do impacto visual, acidentes com veículos e interferências com a rede de distribuição de energia elétrica podem ocorrer.

FIGURA 11 – ÁRVORE DE *Ligustrum lucidum* PLANTADA SOB A REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E DESENVOLVIMENTO DA COPA LIMITADO PELO TRÁFEGO DE VEÍCULOS

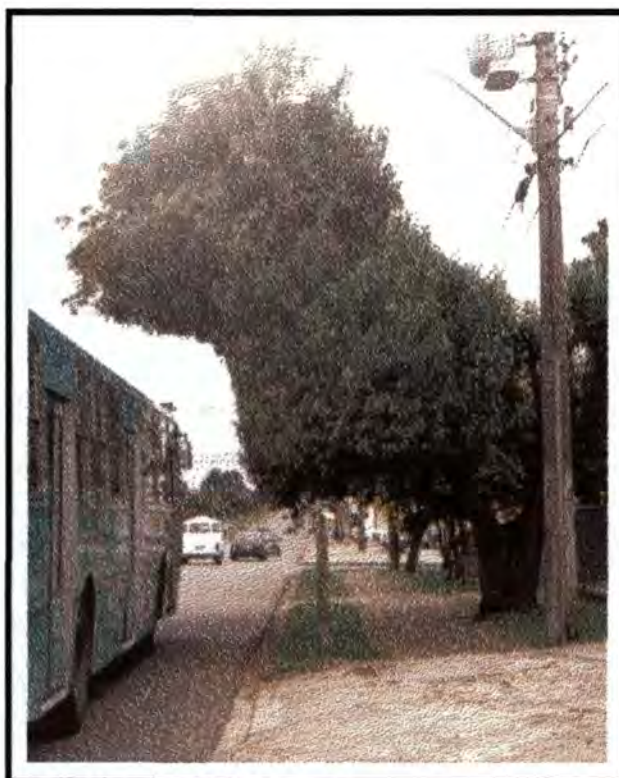


FOTO: Neuceli A. Klechowicz

<sup>5</sup> Informação obtida do Departamento de Urbanismo da Prefeitura Municipal de Curitiba.

Tal situação poderia ser amenizada se o sistema de distribuição de energia elétrica fosse substituído por sistemas mais modernos, tais como redes compactas ou outros que não provocassem uma demanda elevada de interferências na copa das árvores.

#### 4.3.4 Cobertura do Solo na Área de Crescimento

A cobertura do solo ao redor do tronco e sob a copa das 139 árvores analisadas apresentou-se em sua maioria 111 casos (80%), em condições muito próximas do ideal. Quarenta e seis árvores (33%) estavam localizadas em uma faixa longitudinal com 50 % de calçada e 50 % de gramado ou solo (canteiro ou área de crescimento contínuo), 52 (37%) em local com gramado e 13 (9,4%) com área de solo descoberto. Apenas 28 árvores (20%) estavam em locais com a área de crescimento totalmente impermeabilizada.

Foi observado *in loco* que as árvores plantadas na faixa longitudinal de gramado e calçada não apresentavam raízes superficiais e não causavam danos às calçadas. A Tabela 16 mostra o tipo de cobertura do solo para aquelas espécies que mais se destacaram na população amostrada. *Araucaria angustifolia* e *Cupressus lusitânica* estavam em 100% dos casos localizadas em área gramada, já *Melia azedarach* em 95 % dos casos e *Tipuana tipu* em 68 % ocorreram em locais com faixa de calçada e gramado e solo descoberto.

TABELA 16 – COBERTURA DO SOLO NA ÁREA DE CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES COM MAIOR FREQUÊNCIA DE ACIDENTES

ESPÉCIE	TIPO DE COBERTURA DO SOLO				Total
	Calçada	Calçada/gramado	Gramado	Solo	
<i>Tipuana tipu</i>	9	8	9	2	28
<i>Melia azedarach</i>	1	7	7	5	20
<i>Ligustrum lucidum</i>	0	5	4	0	9
<i>Cassia leptophylla</i>	4	2	2	1	9
<i>Koelreuteria paniculata</i>	2	4	0	0	7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0	5	4	0	6
<i>Cupressus lusitânica</i>	0	0	6	0	6
<i>Lagerstroemia indica</i>	3	2	1	0	6
<i>Araucaria angustifolia</i>	0	0	6	0	6
<i>Grevillea robusta</i>	2	1	2	0	5
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>8</b>	<b>102</b>

## 4.4 CARACTERIZAÇÃO DOS ACIDENTES

### 4.4.1 Acidentes com Árvores

Acidentes que tiveram como característica a queda da árvore inteira totalizaram 21 ocorrências ou 15,1%, sendo que 12 espécies estiveram envolvidas nesse tipo de problema. Árvores da espécie *Lagerstroemia indica* foram os campeões em ocorrência com árvores inteiras, apresentando 100 % do total amostrado. A maioria dos acidentes foram provocados somente pelo vento ou chuva com vento (tab. 17).

Na avaliação realizada *in loco* foi possível observar que do total de árvores de *Lagerstroemia indica* 67,0 % apresentaram sistema radicial muito reduzido (tab. 9). Numa condição de deficiência de sistema radicial, era de se esperar que a árvore tivesse problemas de estabilidade e viesse a cair. A área de crescimento dos indivíduos e as condições do solo, como compactação e permeabilidade, podem ser os responsáveis por essa condição (fig. 12).

TABELA 17 – QUANTIDADE DE ACIDENTES PROVOCADOS POR ÁRVORES E SUAS CAUSAS

ESPÉCIE	CAUSAS			
	Vento	Chuva/vento	Veículo	Total
<i>Melia azedarach</i>	1	0	1	2
<i>Ligustrum lucidum</i>	1	0	0	1
<i>Cupressus lusitanica</i>	2	1	0	3
<i>Lagerstroemia indica</i>	4	1	1	6
<i>Araucaria angustifolia</i>	1	0	0	1
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	1	0	0	1
<i>Tabebuia alba</i>	2	0	0	2
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	1	0	1	2
<i>Nespera</i> sp.	1	0	0	1
<i>Acer negundo</i>	0	0	1	1
<i>Ocotea odorifera</i>	1	0	0	1
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>21</b>
<b>PORCENTAGEM</b>	<b>71,4%</b>	<b>9,5%</b>	<b>19,0%</b>	<b>100%</b>

FIGURA 12 – ACIDENTE OCORRIDO NA CIDADE DE CURITIBA COM ÁRVORE DE *Acer negundo*



FONTE: Jornal Gazeta do Povo 06/01/2000 (foto: Pedro Serápio)

Na avaliação dos acidentes foi constatado que, em cinco dos seis casos da espécie *Lagerstroemia indica*, a área de crescimento era impermeabilizada com calçada e apenas um era com gramado.

Independentemente da espécie, a área de crescimento ao redor do tronco deve ser grande o suficiente para permitir a absorção de água e nutrientes, além do desenvolvimento do tronco, o que não ocorreu nos exemplos da Figura 13.



FIGURA 13 – *Grevillea robusta* (a) e *Ligustrum lucidum* (b) SEM ÁREA DE CRESCIMENTO ADEQUADA



FOTO: Neuceli A. Klechowicz

#### 4.4.2 Acidentes com Galhos

Os acidentes registrados com galhos de árvores foram os que mais se destacaram, totalizando 118 ocorrências ou 84,9 % do total amostrado. O vento foi o principal responsável pelos acidentes representando 72 % dos casos (tab. 18). A Figura 14 mostra um exemplo de acidente com galhos de grandes dimensões da espécie *Melia azedarach*, no período de realização do trabalho.

FIGURA 14 – ACIDENTE OCORRIDO COM GALHO DE GRANDES DIMENSÕES DE *Melia azedarach* NA CIDADE DE CURITIBA



FOTO: Neuceli A. Klechowicz

TABELA 18 – QUANTIDADE DE ACIDENTES PROVOCADOS POR GALHOS E SUAS CAUSAS

ESPÉCIE	CAUSAS				
	Vento	Chuva	Chuva/ vento	Veículo	Total
<i>Tipuana tipu</i>	16	4	4	4	28
<i>Melia azedarach</i>	11	0	2	5	18
<i>Ligustrum lucidum</i>	6	0	0	2	8
<i>Senna leptophylla</i>	6	1	1	1	9
<i>Koelreuteria paniculata</i>	7	0	0	0	7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	6	0	0	0	6
<i>Cupressus lusitanica</i>	3	0	0	0	3
<i>Araucaria angustifolia</i>	5	0	0	0	5
<i>Grevillea robusta</i>	5	0	0	0	5
<i>Eucalyptus sp.</i>	4	0	0	0	4
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	1	0	0	3	4
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	1	0	0	1	2
<i>Acer negundo</i>	1	0	0	0	1
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	0	0	2	2
<i>Acacia podalyriaefolia</i>	1	0	0	0	1
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	0	0	0	1	1
<i>Chorisia speciosa</i>	0	1	0	0	1
<i>Ficus benjamina</i>	0	1	0	0	1
<i>Mimosa flocculosa</i>	1	0	0	0	1
<i>Mimosa scabrella</i>	1	0	0	0	1
<i>Ilex brevicuspis</i>	1	0	0	0	1
<i>Pinus elliottii</i>	1	0	0	0	1
<i>Platanus acerifolia</i>	1	0	0	0	1
<i>Salix babilonica</i>	1	0	0	0	1
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1	0	0	0	1
<i>Senna macranthera</i>	1	0	0	0	1
<i>Senna multijuga</i>	1	0	0	0	1
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1	0	0	0	1
<i>Tibouchina granulosa</i>	1	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>85</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>118</b>
<b>PORCENTAGEM</b>	<b>72%</b>	<b>6%</b>	<b>6%</b>	<b>16%</b>	<b>100%</b>

Nas avaliações de campo foi verificado que o rompimento do galho na bifurcação representou a principal causa de acidentes nas árvores. Dos 117 registros correspondentes a este tipo de acidente, 65 (55,5%) ocorreram na bifurcação, 51 (43,6%) na extensão do galho e apenas 2 (1,7%) no tronco. Algumas espécies se destacaram na população amostrada, como foi o caso da *Tipuana tipu*. A espécie apresentou uma frequência de 28 acidentes (23,7%) com relação a população total analisada. Desses, 16 foram provocados pelo vento sendo que

100% das árvores tiveram a ruptura do galho na bifurcação (fig. 15). *Melia azedarach* com menor frequência (15,2%) de casos registrados, apresentou 77,8 % de frequência de ruptura do galho também na bifurcação (tab. 18). Esses dados mostram que essas duas espécies podem ter alguma particularidade quanto a sua estrutura, com uma relação entre o modelo arquitetônico da espécie e a forma de inserção da base do galho no tronco principal. Galhos inseridos perpendicularmente ao eixo principal podem apresentar maior resistência de momento estático do que galhos inseridos obliquamente. Neste último, as células da base do galho estarão dispostas superficialmente à medula, podendo reduzir a resistência nesta região.

FIGURA 15 – ACIDENTE COM GALHO DE *Tipuana tipu* COM ROMPIMENTO NA BIFURCAÇÃO

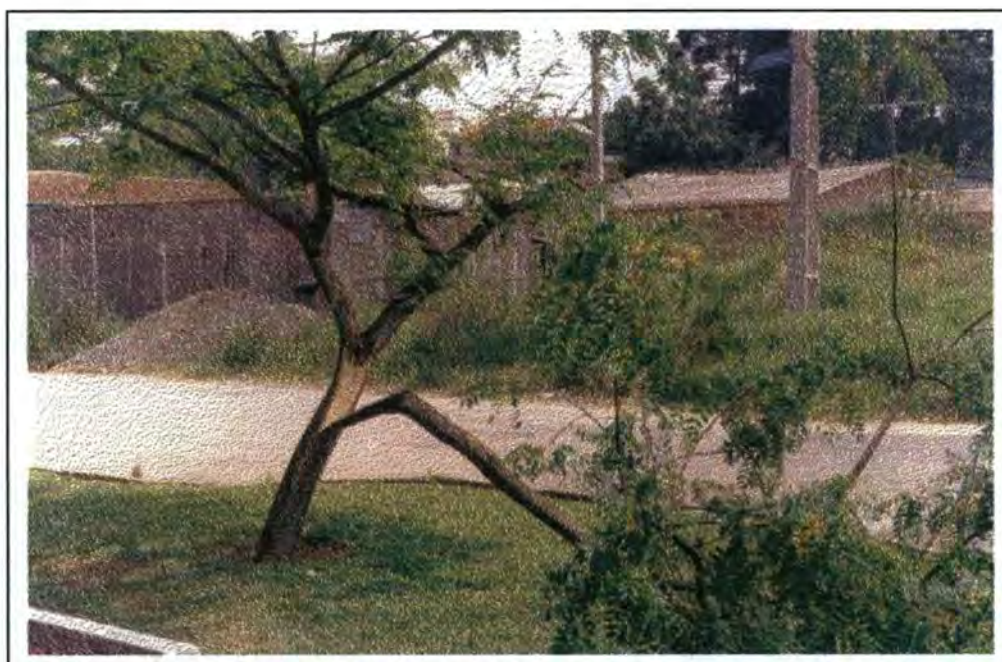


FOTO: Neuceli A. Klechowicz

*Melia azedarach* é uma espécie problemática na cidade, por ser caducifólia. Mesmo com toda a sua beleza desagradou a população que para resolver o problema poda drasticamente as árvores. As árvores analisadas mostraram em sua maioria a ocorrência desse tipo de prática. Verificou-se que muitos dos problemas de quebra

dos galhos e dos acidentes com as árvores estavam relacionados ao apodrecimento interno dos galhos e tronco principal, podem Ter sido causados pelas podas excessivas.

Foi observado, em 100% dos casos de acidentes com *Tipuana tipu*, a presença de uma mancha escura no interior da bifurcação. Não foi possível identificar a origem da mancha (fig. 16). Suspeita-se que seja uma característica da espécie, uma reação própria de perda do galho. Segundo SEITZ (1996) a perda de galhos, mecanismo mais comum de reação das espécies arbóreas, pode ser resultado de ineficiência assimilatória ou acidente. O autor também menciona que não há uma relação específica entre fungos degradadores e espécie florestal. SHIGO (1984) diz que a habilidade de uma árvore ativar mecanismos de defesa para resistir à expansão das partes machucadas ou infectadas é a compartimentalização, e que este processo está sob controle genético da espécie. Explica ainda que reações químicas ocorrem e o acúmulo de substâncias químicas pode resultar numa mudança de cor na madeira.

FIGURA 16 – DETALHE DO ROMPIMENTO DO GALHO NA BIFURCAÇÃO DA ESPÉCIE *Tipuana tipu*



FOTO: Neuceli A. Klechowicz

## 5. CONCLUSÕES

- a) as árvores direta, ou indiretamente, foram responsáveis por 11,6% das causas de interrupções no sistema de distribuição de energia elétrica, no ano de 1996; sendo a rede de alta tensão atingida em 58 % dos casos quando comparada à de baixa tensão.
- b) o período de dezembro a fevereiro foi o que apresentou o maior número de ocorrências.
- c) doze espécies, de um total de 35, foram responsáveis por 79% das ocorrências, destacando-se a *Tipuana tipu* com 20,1% e a *Melia azedarach* com 14,4%.
- d) cinquenta e oito por cento das árvores que causaram algum tipo de acidente eram de grande porte, sendo que das 10 espécies mais comuns 75% das árvores eram de grande porte.
- e) a altura média das árvores foi de 12 m e 87% da população apresentou algum tipo de poda; árvores plantadas regularmente registraram 60,4 % dos acidentes.
- f) a altura média da bifurcação foi de 2,4 m para o total amostrado e 2,6 m para as espécies mais frequentes; a distância média mínima do meio fio foi de 1,33 m, enquanto o diâmetro médio de copa foi de 5,5m.
- g) o sistema radicial na população mostrou-se na maioria casos em condições adequadas, com raízes subterrâneas que não causam danos às calçadas e meios-fios e não provocam acidentes com pedestres.
- h) do total da população amostrada, 80% das árvores estavam em área de crescimento com faixa contínua de gramado e calçada, somente gramado e/ou solo descoberto; apenas 20% apresentou área totalmente impermeabilizada ao redor do tronco.

- i) os galhos totalizaram 85% dos acidentes e o vento foi identificado como sendo a causa principal das ocorrências, chegando a 72% dos casos, seguidos por 16% provocados por veículos e 12% por chuva e/ou chuva com vento.
  
- j) a queda de árvores inteiras foi registrada somente em 15% da população amostrada; destes, 71,4% foram causados pelo vento e 19% por veículos.
  
- k) na espécie *Tipuana tipu* 100% dos acidentes foram com galhos e ocorreram na bifurcação.
  
- l) *Lagerstroemia indica* apresentou 100% dos acidentes com a árvore inteira, sendo que 66% dos indivíduos apresentaram sistema radicial extremamente reduzido.

## 6. RECOMENDAÇÕES

Há necessidade de modernização dos sistemas de distribuição de energia elétrica, principalmente nos locais onde as árvores já estão estabelecidas. Sistemas de cabos protegidos ou redes compactas são os mais apropriados;

A utilização de árvores de Tipuana tipu deverá ser criteriosa e consciente devido ao elevado número de ocorrências com a referida espécie;

É recomendada a redução no plantio de Melia azedarach, que além de ser exótica é pouco resistente e alvo em grande escala de podas drásticas realizadas principalmente pela população;

Aconselha-se a execução de podas periódicas de manutenção, principalmente nas árvores de grande altura, pelas equipes treinadas da prefeitura;

As equipes responsáveis pela manutenção das árvores urbanas, bem como os "podadores autônomos" (munícipes) necessitam de orientação e conscientização quanto aos problemas gerados pelas podas drásticas, tais como: a remoção total de copa e as podas desbalanceadas, que provocam a rebrota excessiva (brotações epicórmicas), desestabilizam as árvores e que futuramente poderão ser causadores de acidentes;

O plantio de árvores em calçadas com largura inferior ao diâmetro da copa só é recomendado quando a altura da primeira bifurcação e a distância do meio-fio sejam suficientes para a circulação de veículos de grande porte na pista de rolamento;

Calçada com faixa contínua de gramado é o mais recomendado para o adequado desenvolvimento das raízes das árvores nas cidades;

Há necessidade de pesquisas específicas com a espécie Tipuana tipu tais como: relação de resistência física com o modelo arquitetônico; forma de inserção



dos galhos; identificação e métodos de controle da mancha escura interna na região da bifurcação;

Árvores de *Lagerstroemia indica* com sistema radicial bem desenvolvido devem ser selecionados já na fase de viveiro. Suspeita-se que o problema no desenvolvimento da raiz esteja relacionado a mudas produzidas a partir de estacas. Manter uma área de crescimento livre ao redor do tronco de no mínimo 1,0 x 1,0 m também pode reduzir os acidentes; entretanto áreas maiores poderão apresentar melhores resultados;

Há necessidade de conscientização da população e das administrações públicas sobre a importância do conhecimento das características silviculturais das espécies antes da sua utilização.

## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, J. M. F.; LEITE, A. M. P.; GIROLDO, T. R. K. Diagnóstico da arborização de ruas de Santo Antônio de Leverger – Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: 1992, p. 447.

A REVOLUÇÃO ecológica. Curitiba, Prefeitura Municipal de Curitiba. 1992, v. 1.

ARAUJO, A. J. de; SILVA, I. C.; ROTTA, E. – Método para avaliação de árvores de risco em áreas urbanas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 7, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1997. p. 68.

ARAUJO, A. J. de; ROTTA, E. SILVA, I. C. VICENTINI, L. S. Diagnóstico da vegetação arbórea do Passeio Público de Curitiba. UFPR. **Trabalho técnico solicitado pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA) de Curitiba – Prefeitura Municipal de Curitiba.** Curitiba. 1998. 4v. + mapas digitalizados.

BARÃO, V. Na área central 32% das árvores precisam ser abatidas. **Jornal de Londrina.** 01/02/1998. (Artigo de jornal).

BIANCHI, C. G.; GRAZIANO, T. T. – Caracterização e análise das áreas verdes urbanas de Jaboticabal, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: 1992, p. 225 – 237.

BIONDI, D. **Diagnóstico da arborização de ruas da cidade do Recife.** Curitiba, 1985. 167 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-graduação Engenharia Florestal.

\_\_\_\_\_. Tratamentos silviculturais em árvores de ruas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 2, 1987, Maringá. **Anais...** Maringá: 1987, p. 43 – 47.

\_\_\_\_\_. Situação da arborização urbana e das áreas verdes da cidade do Recife – PE. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1990, p. 27 – 33.

\_\_\_\_\_. **Caracterização do estado nutricional de *Acer negundo* L. E. *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl utilizadas na arborização urbana de Curitiba – PR.** Curitiba. 1995. 146 p. Tese doutorado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-graduação Engenharia Florestal.

\_\_\_\_\_. Critérios para a introdução de espécies na arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1996, Salvador. **Anais...** Salvador, 1996, p. 97 – 102.

BIONDI, D. & MEUNIER, I. Obtenção de altura de esgalhamento adequado de *Clitoria racemosa* para uso na arborização de ruas.. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 2, 1987, Maringá. **Anais...**Maringá, 1987, p. 144 – 147.

BRASIL, H. M. S.; BARROS, P. L. C. de –Processo de amostragem utilizado para a caracterização da arborização de Belém – PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 2, 1994, São Luís. **Anais...**São Luís, 1994, p. 181 – 191.

CARVALHO, A. V. DE; OLIVEIRA JUNIOR. Redução dos custos operacionais de empresas de distribuição de energia elétrica através da adequação da arborização urbana. 1º CURSO EM TREINAMENTO SOBRE PODA EM ESPÉCIES ARBÓREAS FLORESTAIS E DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1, 1996, Piracicaba. **Apostila**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. s/n p.

CARVALHO NETO, J. da C. A arborização urbana e a rede elétrica. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 7, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1997, p. 3.

CHACALO, A.; ALDAMA, A. & GRABINSKY, J. Street tree inventory in Mexico City. **Journal of Arboriculture**, 1994. 20:4. p. 222 – 225.

CEREZO, F. L. B.; MARTINS, C. S. – Poda e arborização urbana em Belo Horizonte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 2, 1994, São Luís. **Anais...**São Luís: 1994, p. 377 – 387.

CESTARO, L. A. A vegetação no ecossistema urbano. In. ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 1985, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre, 1985, p. 51 – 61.

CHAIMOVICH, M. L.; SOUZA, H. M. de; NOGUEIRA, J.C.B.; SANTOS, L. F. C.. **Espécies arbóreas resistentes ao clima frio e adequadas a arborização urbana: notas de uma viagem aos Estados do Sul**. Silvicultura. São Paulo, 1967.

COMPANHIA ENERGÉTICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS – Cemig. **Manual de arborização**. Belo Horizonte. 1996.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA – COPEL. **Relatórios anuais da empresa**. Curitiba. 1996.

\_\_\_\_\_. **Relatórios anuais da empresa**. Curitiba. 1999.

COSTA, E. F.; KAMISNSKI, N. L. – Análise quali-quantitativa da arborização de ruas do conjunto habitacional “A” da Itaipu Binacional, Foz do Iguaçu – PR. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1990, Curitiba. **Anais...**Curitiba, 1990, p. 252 – 262.

COSTA, L. A. da.; TELLO, J. R. **Florestas urbanas** : modismo ou necessidade? **Amazônia Florestal**. 2<sup>a</sup> ed. Departamento de Ciências Florestais/FCA/UA, 1995, p.

CRUZ, U.P. – A importância do planejamento para a implantação adequada de um programa de arborização. In: ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 8, 1999, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 1999, p. 55 – 57

DETZEL, V. A. Avaliação Monetária e de Conscientização Pública sobre Arborização Urbana: Aplicação Metodológica à Situação de Maringá – PR. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1990, p. 72 - 85.

DETZEL, V. A. & KIRCHNER, F. F. & MITSCHITA, E. A. Avaliação Monetária de Árvores Urbanas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, 1994, São Luís. **Anais...**São Luís, 1994, p.49 - 65.

DURYEA, M. L., BLAKESLEE, G. M., HUBBARD, W. G. VASQUEZ, R. A – Wind and Trees: A survey of homeowners after hurricane Andrew. **Journal of Arboriculture**. 1996. 22:1, p. 44 – 49.

ELETROPAULO. **Guia de planejamento e manejo da arborização urbana**. São Paulo. 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do sudeste do estado do Paraná**. 1<sup>a</sup> parte (Informe preliminar). Curitiba, 1974. 150 p. (Boletim técnico, 40).

\_\_\_\_\_. **Atlas do Meio Ambiente do Brasil**. 2<sup>a</sup> ed. Ed. Terra Viva. Brasília. 1996. 160 p.

ESMERIZ, C. M. R.- Amostra do inventário da arborização urbana a ser realizado no município de Campinas (1997 – 2000). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 7, 1997, **Belo Horizonte**. **Anais...**Belo Horizonte, 1997, 35 p.

FISCHER, G. R. Arborização Pública – A experiência de Joinville. In. ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 1985, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre, 1985, p.129 – 149.

FONSECA, E. M. B. & CASTRO, P. M. & REZENDE, A . P. S – A Cemig, sua atuação e influência na arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 7, 1999, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza, 1999, p. 47 – 48.

FORGHIERI, P.; HEIN, Y. K. F.; VENEROSO FILHO, O; PALARIA, C. Programa de produção de árvores na Prefeitura de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. 2, 1994, São Luís. **Anais...** São Luís, 1994, p. 81 – 96.

FORKASIEWICZ, K. J. – The design and implementation of a code of practice for low voltage overhead utility pruning of trees. **Arboricultural journal** . Great Britain, n. 21, p. 121 – 128, 1998.

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

FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. 1994. 45 p.

GREY, G. W. & DENEKE, F. J. – **Urban forestry**. 2<sup>a</sup> ed. New York: John Wiley, 1986.

HARDT, L. P. A – **Subsídios ao planejamento de sistemas de áreas verdes baseado em princípios de ecologia urbana: aplicação a Curitiba – PR**. Curitiba, 1994. 207 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-graduação Engenharia Florestal.

HARRIS, R. W. – Clarifying certain pruning terminology: Thinning, Heading, Pollarding. **Journal of Arboriculture**. v. 20, n. 1, p. 50 – 54, 1994.

HAUER, R. J.; MILLER, R. W.; OUIOMET, D. M. – Street tree decline and construction damage. **Journal of Arboriculture**. v. 20, n. 2, p. 94 – 97, 1994

HOUSTON, D. R. – Dieback and declines of urban trees. **Journal of Arboriculture**. v. 11, n. 3, p. 65 – 72, 1985..

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **Contagem da população 1996**. Disponível em : < <http://www.ibge.com.br> > Acesso em: 26 fev. 2001

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Histórico de dados do município de Curitiba**. Curitiba, 1991. 163 p.

\_\_\_\_\_. **Mapa digital de arruamento**. Curitiba, 1996. 1 mapa. Color. 1,00 x 1,40 m; Esc. 1:20.000.

\_\_\_\_\_. **Curitiba: Índice de ruas e loteamentos**. Curitiba. 1996. 107 p.

\_\_\_\_\_. **Curitiba em números**. Curitiba. 1999. 37 p.

JIM, C. Y. – Evaluation of tree species for amenity planting in Hong Kong. **Arboricultural Jornal**, Great Britain, 1990, 14. p. 27-44.

KOZLOWSKI, T. T. – Soil aeration, flooding e tree growth. **Journal of Arboriculture**. v. 11, n. 3, p. 85 – 96, march. 1985.

LAWSON, M. Vegetation and sustainable cities. **Arboricultural Journal**, Great Britain, v. 20, n.2, p. 161-172, 1996.

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, 1990, Curitiba. **Anais ...Curitiba**, 1990, p. 41 - 53.

LOMBARDO, M. A. - Vegetação e clima. In. ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1990, Curitiba. **Anais...Curitiba**, 1990, p.1-13.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba. BADEP, 1968. 350 p.

MAGALHÃES, I. M. de; NAKAZATO, A. S. ; RODRIGUES, F. M.; *et al.* – Coexistência dos sistemas elétricos de distribuição e arborização. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1990, Curitiba. **Anais...Curitiba**, 1990, p. 228 – 235.

MARTINS, S.V; PAIVA, H.N.N de; SOARES, C. P. B.; JACOVINE, L. A. G. – Avaliação qualitativa da arborização de ruas de Viçosa, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 1992, Vitória. **Anais...Vitória**, 1992, p. 317 – 326.

McPHERSON, G. E. & PEPPER, P. P. – Costs of street tree damage to infrastructure. **Arboricultural Journal**. 1996, 20:2. p. 143 – 160.

MELLO FILHO, L. E. de. Arborização Urbana. In. ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 1985, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1985, p. 117 – 127.

MENEGHETTI, G. I. P.; GONÇALVES, V. A. ; DASSIE, J. C. P.; SILVA FILHO; N. L. da. – Manejo da arborização de ruas de santos – 1993 a 1996. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1996, Salvador. **Anais...Salvador**, 1996, p. 105 – 116.

MICHAU, E. **La poda de los arboles ornamentales**. Madrid. Ediciones Mundi-presa.1987. 316 p.

MICHI, S. M. P.; COUTO, H. T. Z. do – Estudo de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de Piracicaba , SP. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1996, Salvador. **Anais...Salvador**, 1996, p. 89 – 96.

MILANO, M. S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba - PR**. Curitiba, 1984. 130 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-graduação Engenharia Florestal.

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

do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-graduação Engenharia Florestal.

\_\_\_\_\_. Arborização urbana no Brasil: mitos e realidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1996, Salvador. **Anais...** Salvador, 1996, p. 1 - 6.

MILANO, M. S., NUNES, M., De L., ROBAYO, J. A. M., SANTOS, L. A. dos, SARNOWSKI FILHO, O. Aspectos quali-quantitativos da arborização de ruas de Curitiba – In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 1992, Vitória. **Anais...** Vitória, 1992, p. 199 – 210.

MILLER, R. W. **Urban Forestry**. Planning and urban greenspaces. New Jersey: Editora Prentice Hall, 1988. .

MIRANDA, M. A. de L. – **Arborização de vias públicas**. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Boletim Técnico, nº 64, junho 1970, p. 49.

NUNES, M. de L.; AUER, A. M. – Análise qualitativa de 5 espécies da arborização de ruas de Curitiba. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1990, p. 277 – 286.

NUNES, M. de L. - Caracterização e avaliação da arborização de ruas da Cascavel – PR. . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1996, Salvador. **Anais...** Salvador, 1996, p. 21 – 30.

PASSOS, V. H. M dos; SARDETO, E. – Parcerias na arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 7, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1997, p. 13.

PEREIRA, C. F. G.; KRUSE, D.; SANCHOTENE, M. do C. C. *et al.* – Procedimentos administrativos em arborização urbana – Proposta – In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1990, p. 331 – 347.

PINHEIRO, N. G. – Convênio de parceria de planejamento e manutenção da arborização urbana, política e ação em Goiânia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1996, Salvador. **Anais...** Salvador, 1996, p. 195 – 196.

PIRONE, P. P., HARTMAN, J. R., SALL, M. A. **Tree maintenance**. New York: Oxford University press, 1988.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA – Banco de Dados (arquivos). **Departamento de Produção Vegetal, Gerência de Arborização Da Prefeitura Municipal de Curitiba**. 1999. (Não publicado).

ROSO, A. L. – Influência do sistema radicular de árvores urbanas na pavimentação em vias públicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 2, 1994, São Luís. **Anais...**São Luís, 1994, p. 347 – 351.

SANCHOTENE, M. do C. C – Aspects of preservation, maintenance e management of the urban forest in Brazil. **Journal of Arboriculture**. Great Britain, v. 20, n. 1, p. 61-67, 1994.

SANTIAGO, D. V. R. Controle fitossanitário em arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1990, p.101 -114.

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

SANTOS, N. R. Z. dos; TEIXEIRA, I. F. – Levantamento quantitativo e qualitativo da arborização do bairro centro da cidade de Santa Maria – RS. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1990, Curitiba. **Anais....**Curitiba, 1990, p. 263 - 276.

SCHOENEWEISS, D. F. – Prevention e treatment of construction damage to shade trees. **Journal of Arboriculture**. Great Britain, v. 8, n. 7, p. 169 –175, 1982.

SCHUBERT, T. H. **Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands**. Institute of Tropical Forestry Publication, 1979, Puerto Rico. 91 p.

SEITZ, R. A. Considerações sobre a poda de árvores na arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3, 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1990, p. 87 -100.

\_\_\_\_\_. **Manual da Poda de Espécies Arbóreas Florestais**. FUPEF. Curitiba. 1995.

\_\_\_\_\_. **A Poda de Árvores Urbanas**. 1996. FUPEF Série Técnica n. 19. 41 p.

SILVA, I. C. Parcerias na arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 7, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1997, p.12

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, 1990, Curitiba. **Anais...**Curitiba, 1990, p. 236 -243.

SOUZA, M. A. de L. B.; LASCHI, D.; BUENO, D. C.; GABRIEL, J. L. C. – Inventário da arborização de vias públicas da cidade de Botucatu. . In. CONGRESSO