

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**CARLA FERNANDA MAREK**

**OS IMPACTOS DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA SOBRE A REDE DE  
DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: ESTUDO DE CASO DA  
ZONA 7 DE MARINGÁ/PR**

**MARINGÁ**

**2008**

**CARLA FERNANDA MAREK**

**OS IMPACTOS DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA SOBRE A REDE DE  
DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: ESTUDO DE CASO DA  
ZONA 7 DE MARINGÁ/PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Luiz Domingos De Angelis

**MARINGÁ**

**2008**

**CARLA FERNANDA MAREK**

**OS IMPACTOS DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA SOBRE A REDE DE  
DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: ESTUDO DE CASO DA  
ZONA 7 DE MARINGÁ/PR**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana no programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá.

Prof. Dr. Evaristo Atêncio Paredes, Coordenador do Programa.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Bruno Luiz Domingos De Angelis (Orientador) - UEM

---

Prof. Dr. Generoso De Angelis Neto – UEM

---

Prof. Dr. Fábio Rogério Rosado - CESUMAR

Maringá, 29 de Fevereiro de 2008.

“Nada neste mundo é tão poderoso como uma  
idéia cuja oportunidade chegou”.

Victor Hugo

Dedico esta dissertação aos meus maravilhosos pais Carlos Antônio e Ana, e ao meu marido e amigo, Junior.

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, por ter me dado a capacidade e a oportunidade de escolher e trilhar meus caminhos.*

*À Universidade Estadual de Maringá.*

*Um agradecimento especial ao meu orientador e amigo, o Professor Dr. Bruno Luiz Domingos De Angelis, pela orientação e, acima de tudo, pela amizade construída durante esse período, serei eternamente grata que, com certeza, sozinha eu não faria isso.*

*Ao professor Dr. Generoso De Angelis Neto, pela amizade adquirida e os ensinamentos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.*

*Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá.*

*Aos funcionários Douglas, Juarez, Neusi e Cleonice pela disposição e dedicação.*

*Ao CESUMAR, que através do Projeto Árvore coordenado pelo Prof. Dr. Fábio Rogério Rosado e André Cezar Furlaneto Sampaio, forneceu os dados sobre a arborização de acompanhamento viário existente na Zona 7.*

*A COPEL por disponibilizar muitos dos materiais necessários para construção deste trabalho.*

*Aos meus pais Carlos Antônio e Ana, minha fortaleza, pela educação que me deram, pelas palavras sábias que sempre me disseram e por continuamente estarem presentes na minha vida.*

*A meu irmão Carlos Antônio, que tenho certeza que sempre torceu por mim, para que eu pudesse vencer mais esta etapa da minha vida.*

*Ao meu marido Junior, por me incentivar a continuar e crescer sempre mais.*

*A todos os colegas do mestrado que estiveram presentes durante a elaboração deste trabalho.*

## RESUMO

Atualmente um dos principais problemas da arborização viária é a convivência com as redes de distribuição de energia elétrica, sendo a poda, o método mais utilizado para livrar galhos da rede. Este processo, em um primeiro instante, acaba por estimular novas brotações, as quais, em um curto espaço de tempo, atingirão novamente os fios. O principal objetivo deste trabalho foi analisar um bairro de Maringá/PR, a Zona 7, estudando a arborização de acompanhamento viário e sua interação com as redes de distribuição de energia elétrica e, ainda, estudar as podas feitas em árvores presentes na Zona 7 visando melhorar a convivência das espécies com a fiação elétrica. O levantamento de dados utilizado consistiu em duas partes: o levantamento teórico e o levantamento prático. Como parte teórica do trabalho, foram levantados custos de implantação das redes convencional e compacta, assim como custos de manutenção e de poda de árvores e os tipos de redes existentes na Zona 7, sendo divididas em convencional ou compacta para alta tensão e convencional ou isolada para baixa tensão. A parte prática do trabalho consistiu em levantar as espécies presentes na arborização da Zona 7, se há ou não presença de podas nestas árvores e a altura das mesmas. No levantamento prático, os dados coletados mostraram que as espécies *Caesalpinia peltophoroides* (Sibipiruna) e *Tipuana tipu* (Tipuana) representam 27,46% e 25,68%, respectivamente, da arborização total, sendo que a maioria destas espécies encontra-se sob a rede de distribuição de energia elétrica, o que não é aconselhável, pois estas espécies possuem porte de médio a grande ocasionando um conflito entre ambos. Viu-se também que os impactos causados pela arborização da Zona 7 sobre a fiação de energia elétrica diminuiu, pois melhorou a qualidade do fornecimento de energia elétrica em 80% decorrente do uso da rede compacta. Ainda se percebeu que onde não há rede de energia elétrica, não há podas drásticas, porém, nas árvores em que há passagem de fiação verificou-se que 3% delas possuem podas drásticas. Além das podas, outro fator que contribui para a utilização da rede compacta é a diminuição do



desligamento da rede de energia causado pelo contato dos galhos das árvores com a fiação. Portanto, a rede elétrica compacta representa uma melhoria em relação a convencional, isto porque, possui uma maior qualidade no fornecimento de energia elétrica, e em relação às podas drásticas ocorre uma diminuição considerável sobre as árvores que estão sob a rede convencional.

**Palavras-chaves:** arborização urbana, rede de distribuição de energia elétrica, Maringá/PR, Zona 7.

## ABSTRACT

Currently one of the main problems of afforestation road is the coexistence with the distribution networks of electricity, and the pruning, the method most used to rid branches of the network; this process in the first instance, ultimately encourage new shoots, which, in a short space of time, again reach the wires. The main objective of this study was to analyze a neighborhood of Maringá / PR, the Zone 7, studying the afforestation accompanying road and its interaction with the distribution networks of electricity, and made to study the pruning trees in the Zone 7 order improve the coexistence of the species with the electrical wiring. The survey data used consisted of two parts: the lifting theoretical and the lifting practical. As theoretical part of the work, were raised costs for deployment of conventional networks and compact, as well as costs of maintenance and pruning of trees and the types of existing networks in Zone 7, being divided into conventional or compact to high voltage and conventional or isolated to low voltage. The practical part of the job was to raise the species is present in the afforestation of Zone 7, whether or not there is presence of these pruning trees and the height of them. In practical survey collected data showed that the species *Caesalpinia peltophoroides* (Sibipiruna) and *Tipuana tipu* (Tipuana) represent 27.46% and 25.68%, respectively, of total afforestation, and the majority of these species is on the network distribution of electric energy, which is not advisable, because these species are of medium to large size causing a conflict between the two. He saw is that the impacts caused by afforestation of the Zone 7 on the wiring of electric energy decreases, since been improved, the quality of supply of electric power by 80% due to the use of the network compact. And yet realized that where there is no network of power no drastic pruning, but in the trees on that passage of spinning it was found that 3% of them have drastic pruning. Apart from pruning other factor that contributes to the use of the network is the reduction in the compact shutdown of the network of energy caused by the contact of the branches of the trees with the wiring. So the

network electric compact represents an improvement on conventional, because it has a higher quality in the supply of electricity and for drastic pruning is a significant reduction in on the trees that are under the conventional network.

**Keywords:** urban afforestation, wiring, Maringá/PR, Zona 7.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>x</b>
<b>SUMÁRIO</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>xiv</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>xvi</b>
<b><u>1 INTRODUÇÃO</u></b>	<b><u>17</u></b>
<b><u>2 JUSTIFICATIVA</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b><u>3 OBJETIVOS</u></b>	<b><u>21</u></b>
<b><u>4 REVISÃO DE LITERATURA</u></b>	<b><u>22</u></b>
<b>4.1 ARBORIZAÇÃO URBANA</b>	<b>22</b>
4.1.1 BENEFÍCIOS DA ARBORIZAÇÃO URBANA	23
4.1.2 PLANEJAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA	26
4.1.3 ÁRVORES URBANAS X REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	28
<b>4.2 TIPOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</b>	<b>30</b>
4.2.1 CARACTERÍSTICA DA REDE AÉREA CONVENCIONAL (RDA)	30
4.2.2 CARACTERÍSTICA DA REDE AÉREA COMPACTA PROTEGIDA (RDP)	33
4.2.3 CARACTERÍSTICA DA REDE AÉREA ISOLADA (RDI)	37
4.2.4 CARACTERÍSTICA DA REDE SUBTERRÂNEA (RDS)	38
<b>4.3 CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO DA REDE DE ALTA TENSÃO (AT) CONVENCIONAL PARA COMPACTA NA CIDADE DE MARINGÁ/PR</b>	<b>39</b>
<b>4.4 PODAS</b>	<b>39</b>
4.4.1 TIPOS DE PODAS	40
<b><u>5 MATERIAL E MÉTODOS</u></b>	<b><u>44</u></b>

<b>5.1</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>44</b>
5.1.1	A CIDADE DE MARINGÁ	44
5.1.2	ZONA 7	47
<b>5.2</b>	<b>LEVANTAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</b>	<b>51</b>
<b>5.3</b>	<b>LEVANTAMENTO ARBORIZAÇÃO DE ACOMPANHAMENTO VIÁRIO NA ZONA 7</b>	<b>51</b>
5.3.1	PLANILHA DE DADOS	53
<b>6</b>	<b><u>RESULTADOS</u></b>	<b>59</b>
6.1.1	CUSTOS PARA NOVOS LOTEAMENTOS	59
6.1.2	CUSTOS PARA SUBSTITUIÇÃO DE AT	60
	SE NA ZONA 7 HÁ 20 KM DE LINHA DE ALTA TENSÃO, SENDO QUE 15 KM É DO TIPO COMUM E 5	
	KM É DO TIPO ALIMENTADORA ENTÃO O CUSTO TOTAL PARA SUBSTITUIÇÃO NESTE BAIRRO SERÁ	
	DESCRITO NA TABELA 6.4.	61
6.1.3	CUSTOS DE MANUTENÇÃO	61
6.1.4	QUANTO À QUALIDADE	63
6.1.5	LEVANTAMENTO DA ARBORIZAÇÃO DE ACOMPANHAMENTO VIÁRIO NA ZONA 7	64
6.1.5.1	Espécies	64
6.1.5.2	Qualidade das árvores	68
6.1.5.3	Quanto ao porte	69
6.1.5.4	Sistema Radicular	70
6.1.5.5	Podas	75
<b>7</b>	<b><u>ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO</u></b>	<b>80</b>
<b>8</b>	<b><u>CONCLUSÃO</u></b>	<b>83</b>
<b>9</b>	<b><u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b>	<b>86</b>

**LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA 4.1 ESQUEMA DE IMPLANTAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 4.2 REDE AÉREA CONVENCIONAL ALTA TENSÃO</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 4.3 REDE AÉREA CONVENCIONAL DE BAIXA TENSÃO</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 4.4 PODA EM “V” NECESSÁRIA PARA A REDE AÉREA CONVENCIONAL</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 4.5 REDE AÉREA COMPACTA DE ALTA TENSÃO</b>	<b>34</b>
<b>FIGURA 4.6 PODA CONDUZIDA DE ACORDO COM A REDE ELÉTRICA COMPACTA E CONVENCIONAL</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 4.7 REDE COMPACTA PASSANDO ENTRE A COPA DA ÁRVORE</b>	<b>36</b>
<b>FIGURA 4.8 DETALHE REDE COMPACTA PASSANDO ENTRE A COPA DA ÁRVORE</b>	<b>36</b>
<b>FIGURA 4.9 ESQUEMA DE LOCALIZAÇÃO DOS ESPAÇADORES</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA 4.10 REDE AÉREA ISOLADA</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA 4.11 PODA EM “V”</b>	<b>41</b>
<b>FIGURA 4.12 PODA EM “FURO”</b>	<b>42</b>
<b>FIGURA 5.1 LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ E ZONA 7</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 5.2 LOCALIZAÇÃO DA ZONA 7 NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA 5.3 TOTAL DE EDIFÍCIOS CONSTRUÍDOS POR NÚMERO DE PAVIMENTOS, NA ZONA 7 DE MARINGÁ/PR, NO PERÍODO DE 1974 A 2004</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 5.4 TOTAL DE EDIFÍCIOS CONSTRUÍDOS POR ANO DE APROVAÇÃO NA ZONA 7 DE MARINGÁ/PR NO PERÍODO DE 1974 A 2004</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 6.1 TRÊS ESPÉCIES MAIS ENCONTRADAS NA ZONA 7</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA 6.2 STATUS DAS ÁRVORES LEVANTADAS NA ZONA 7</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA 6.3 CARACTERÍSTICA DAS ÁRVORES DE ACOMPANHAMENTO VIÁRIO DA ZONA 7 COM RELAÇÃO OU NÃO À CONDUÇÃO DE PODA</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 6.4 FREQUÊNCIA DAS ÁRVORES QUE ESTÃO SOB A REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ZONA 7</b>	<b>76</b>

<b>FIGURA 6.5 CINCO ESPÉCIES MAIS ENCONTRADAS SOB A REDE COMPACTA DE ALTA TENSÃO ZONA 7</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 6.6 CARACTERÍSTICA DAS ÁRVORES COM RELAÇÃO À CONDUÇÃO OU NÃO DE PODA SOB A REDE COMPACTA ZONA 7</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 6.7 CARACTERÍSTICA DAS ÁRVORES COM RELAÇÃO À CONDUÇÃO OU NÃO DE PODA SOB A REDE SIMPLES ZONA 7</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 6.8 CARACTERÍSTICA DAS ÁRVORES COM RELAÇÃO À CONDUÇÃO OU NÃO DE PODA ONDE NÃO HÁ REDE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ZONA 7</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 6.9 PODAS RECOMENDADAS NA ARBORIZAÇÃO URBANA DA ZONA 7</b>	<b>79</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 6.1 CUSTOS MÉDIOS, EM REAIS, PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVAS REDES AÉREAS EM NOVOS LOTEAMENTOS POR QUILOMETRO</b>	<b>60</b>
<b>TABELA 6.2 VALORES PARA IMPLANTAÇÃO DE REDES DE AT COMPACTA X TIPO DE CONDUTOR</b>	<b>60</b>
<b>TABELA 6.3 CUSTO MÉDIO, EM REAIS, PARA TRANSFORMAÇÃO DE REDE AT CONVENCIONAL EM REDE AT COMPACTA POR QUILOMETRO</b>	<b>61</b>
<b>TABELA 6.4 CUSTO TOTAL, EM REAIS, PARA TRANSFORMAÇÃO DE REDE AT CONVENCIONAL EM REDE AT COMPACTA NA ZONA 7</b>	<b>61</b>
<b>TABELA 6.5 TIPOS DE SERVIÇO E CUSTOS</b>	<b>62</b>
<b>TABELA 6.6 VALORES GASTOS COM MANUTENÇÃO E PODAS DAS REDES DE ENERGIA ELÉTRICA NA CIDADE DE MARINGÁ/PR</b>	<b>63</b>
<b>TABELA 6.7 ESPÉCIES IDENTIFICADAS NA ZONA 7 COM SUAS RESPECTIVAS FREQUÊNCIAS</b>	<b>66</b>
<b>TABELA 6.8 QUALIDADE DAS ÁRVORES PRESENTES NA ZONA 7</b>	<b>68</b>
<b>TABELA 6.9 TAMANHO MÁXIMO E PORTE DAS 5 ESPÉCIES MAIS LOCALIZADAS NA ZONA 7</b>	<b>69</b>
<b>TABELA 6.10 FREQUÊNCIA DAS 5 PRINCIPAIS ESPÉCIES ENCONTRADAS NA ZONA 7 E COM A QUANTIDADE IDEAL SUGERIDA</b>	<b>70</b>
<b>TABELA 6.11 TIPO DO SISTEMA RADICULAR</b>	<b>71</b>
<b>TABELA 6.12 TIPO DE ESPÉCIES ENCONTRADAS NA ZONA 7 QUANTO AO SISTEMA RADICULAR</b>	<b>71</b>



# 1 INTRODUÇÃO

---

Assim como o suprimento de energia elétrica, cada dia mais, a arborização ganha ênfase como indicador de qualidade de vida no meio urbano, as redes elétricas e a arborização se expandem, lado a lado, em uma relação que não ocorre sem conflitos.

Estes conflitos se manifestam de duas formas básicas:

- (a) efeito sobre a rede elétrica - quando galhos de árvores tocam em condutores nus provocando o desligamento da rede, com a interrupção do fornecimento de energia;
- (b) efeito sobre a arborização - quando podas efetuadas para evitar o toque de galhos na rede provocam danos estéticos e fitosanitários à arborização.

Não se pode ignorar a importância que tem a arborização urbana para a qualidade de vida dos habitantes de uma cidade. A arborização é um componente importante na paisagem urbana, pois além de contribuir à estabilização climática, fornece sombra, diminui a poluição do ar e sonora, absorve parte dos raios solares, protege contra o impacto direto dos ventos, reduz o impacto das gotas da chuva sobre o solo e a erosão, além de embelezar a cidade pelo variado colorido que exhibe.

É essencial o uso correto das plantas na arborização, uma vez que o uso indevido de espécies poderá acarretar em uma série de prejuízos tanto para o usuário quanto para empresas prestadoras de serviços de rede elétrica, telefonia e esgotos.

Portanto, na área urbana, o plantio de árvores requer cuidados especiais, pois a escolha de uma espécie inadequada pode interferir na rede elétrica e de telecomunicação, diminuir eficiência da iluminação pública, interferir nas calçadas e circulação de pedestres, podendo ainda gerar problemas com a queda excessiva de folhas como entupimento de calhas e danos às redes água e de esgoto, fazendo que a atividade de poda constitua-se em um exercício indispensável à manutenção em razão dos padrões urbanísticos (CEMIG, 1996).

A arborização urbana vem merecendo uma atenção cada vez maior em função dos benefícios e até mesmo dos problemas que se apresentam em função da presença da árvore no contexto da cidade. O Desenho Urbano, ao estruturar a cidade e suas parcelas, maneja os componentes da paisagem construída e entre eles o elemento vegetal.

Da mesma forma que o fornecimento de energia elétrica com qualidade e confiabilidade contribui de maneira decisiva para o desenvolvimento social e econômico, a arborização

urbana constitui elemento de suma importância para a obtenção de níveis satisfatórios de qualidade de vida.

No entanto, a relação entre a arborização e os demais elementos do espaço urbano, em especial a energia elétrica, vêm, em boa parte dos casos, sendo processada de modo extremamente conflituoso, no qual cada um dos indivíduos passa a representar obstáculo à presença do outro.

As podas realizadas de forma aleatória e sem o emprego de ferramental e técnicas adequadas acabam por induzir ao crescimento desordenado e acelerado das espécies, produzindo o efeito denominado superbrotamento.

Este efeito define com propriedade o quanto é falsa a noção de que "quanto maior a poda, maior o tempo para que a árvore alcance a fiação". Esta atuação somente traz conseqüências nocivas, não só às árvores, mas também à rede elétrica e a todo o espaço urbano.

Constitui-se, desta forma, em elemento de importância para a redução dos custos de manutenção do sistema elétrico não só o plantio de árvores adequadas ao convívio com a rede, mas também a adoção de procedimentos corretos na conservação da arborização de grande porte sob a fiação elétrica.

O presente trabalho propõe uma abordagem sobre este conflito, e estará dividido em 8 partes, onde no item 2 será apresentada a justificativa que levou a fazer esta pesquisa; no item 3 os principais objetivos e no item 4 uma breve revisão de literatura, apresentando a definição de arborização urbana, seus benefícios, planejamento e as árvores urbanas x redes de distribuição de energia elétrica, tipos de redes e podas utilizadas em árvores.

O item 5 tratará de materiais e métodos, e será apresentado a caracterização da área de estudo e a metodologia utilizada para o levantamento das redes de distribuição de energia elétrica, onde se levantou os custos de implantação das redes de distribuição de energia elétrica, custos de substituição da rede convencional para compacta de alta tensão, custos de podas e manutenção e a metodologia utilizada para o levantamento da arborização de acompanhamento viário da Zona 7, onde se viu as espécies de árvores que se encontram nesta região e podas efetuadas nestas árvores .

No item 6 encontram-se os resultados obtidos deste levantamento, levando em conta, as espécies e tipos de podas em relação ao tipo de rede de distribuição de energia elétrica sobre as árvores estudadas nesta região.

No item 7 é abordado a análise destes dados obtidos no levantamento, onde foi possível realizar um comparativo entre as árvores presentes e a fiação, e por fim, o item 8 apresentará uma breve conclusão desta pesquisa.

## 2 JUSTIFICATIVA

---

A principal justificativa para o trabalho proposto é analisar e avaliar os impactos que a arborização causa sobre a rede de distribuição de energia elétrica de alta tensão na Zona 7 e analisar as espécies que foram utilizadas na arborização da Zona 7 de Maringá, de tal forma que a infra-estrutura da fiação elétrica aérea possa co-existir em harmonia.

Normalmente, a análise de espécies não é realizada devido a uma falta de planejamento na construção das cidades, isto porque a arborização e as infraestruturas urbanas são planejadas de forma independente. Na maioria das vezes, o problema já está consolidado e galhos de árvores e redes de distribuição de energia elétrica disputam o mesmo espaço; isso acarreta quedas de fornecimento de energia elétrica devido ao toque dos galhos das árvores na rede, ocasionando, conseqüentemente, em podas drásticas das árvores já existentes. Tentando evitar esses cortes, e melhorar o fornecimento de energia elétrica, o trabalho analisa os impactos que a arborização causa na rede de distribuição de energia elétrica e demonstra algumas soluções que podem ser adotadas para uma melhor convivência entre ambas.

Por a Zona 7 ser uma zona conflituosa, ou seja, possuir um adensamento de edificações de grande porte x arborização x fiação, possui arborização de grande porte, que ao longo do tempo, antes da implantação da rede de distribuição de energia elétrica compacta, sofrerá podas drásticas, competindo com aquela fiação e a ainda uma das primeiras regiões a serem contempladas com a rede de distribuição de energia elétrica compacta, são os motivos que levaram a fazer esta pesquisa nesta região.

### **3 OBJETIVOS**

---

Os objetivos desta pesquisa são:

- avaliar os impactos da arborização sobre a rede de distribuição de energia elétrica, determinando os efeitos provocados pelo contato da arborização sobre a rede elétrica;
- contribuir para a redução desses conflitos mútuos, buscando uma maior harmonização dos elementos constituintes do ambiente urbano;
- comparar custos de implantação de novas redes (convencional e compacta), custos de substituição da rede convencional para compacta entre as duas redes (convencional e compacta) e custos em relação a manutenção e podas.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

---

Este capítulo tem por objetivo apresentar os fundamentos teóricos que servem de base para estruturação da pesquisa. Dado o objetivo que este trabalho pretende desenvolver, o presente capítulo foi estruturado em: arborização urbana, benefícios da arborização urbana, árvore urbanas x rede de distribuição de energia elétrica, tipos de redes de distribuição de energia elétrica e podas.

### 4.1 ARBORIZAÇÃO URBANA

A paisagem urbana é composta por árvores e áreas verdes, casas comerciais, indústrias, residências, sistema viário e as estruturas e equipamentos das empresas de energia elétrica, de água e saneamento e de telecomunicações, entre outros.

Devido sua complexidade, a paisagem urbana vem sofrendo diversas alterações, como desaparecimento das áreas livres, em decorrência do desenvolvimento e crescimento das cidades.

Desta forma, torna-se fundamental um planejamento urbano adequado e tecnicamente bem executado, que resulte em conservação paisagística, convivência harmoniosa dos habitantes com os componentes urbanos e melhoria da qualidade de vida.

A arborização é um componente de grande importância na paisagem urbana. Além da função paisagística, proporciona outros benefícios à população; este item será apresentado a seguir no tópico benefícios da arborização urbana.

Entende-se por arborização urbana toda cobertura vegetal de porte arbóreo existente nas cidades. Essa vegetação ocupa, fundamentalmente, três espaços distintos:

- ✓ as áreas livres de uso público e potencialmente coletivas;
- ✓ as áreas livres particulares; e
- ✓ acompanhando o sistema viário.

Monimo (2001, p. 29) considera arborização urbana, "O conjunto de terras públicas e privadas com vegetação predominante arbórea que uma cidade apresenta".

Para Lima (1994), a arborização urbana: diz respeito aos elementos vegetais de porte arbóreo, dentro da cidade. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas, fazem parte da arborização urbana, porém, não integram o sistema de áreas verdes.

Moreschi e Sampaio (2006, p. 2) apontam que:

“A arborização das vias públicas ou urbanas consiste em trazer para as cidades simbolicamente, um pouco do ambiente natural e do verde das matas, com a finalidade de satisfazer às necessidades mínimas do ser humano, sendo um dos parâmetros quantitativos de indicação na qualidade de vida. No entanto as características do meio urbano como impermeabilização do solo por pavimentação e construções, utilização maciça de materiais e construtivos como concreto, vidro, cerâmicas e asfalto, redução drástica da cobertura vegetal e poluição atmosférica tornam o ambiente das cidades profundamente alterados com conseqüências negativas para o bem estar humano.”

A arborização de acompanhamento viário é definida por Cavalheiro (1991), como sendo as árvores dispostas em calçadas ou canteiros centrais, rotatórias e trevos de conversão de vias públicas.

Vegetação em cidades é um serviço urbano essencial, assim como a distribuição de energia elétrica, abastecimento de água, telefonia, limpeza urbana, iluminação pública, entre outros (Velasco, 2003).

O presente trabalho estará tratando especificamente da arborização urbana que acompanha as ruas e as avenidas.

#### **4.1.1 Benefícios da arborização urbana**

Da mesma forma que a arborização encontrada nas áreas livres públicas e privadas, as árvores que acompanham o sistema viário exercem função ecológica, no sentido de melhoria do ambiente urbano, e estética, no sentido de embelezamento das vias públicas, conseqüentemente da cidade.

Algumas contribuições significativas na melhoria da qualidade do ambiente urbano são citadas a seguir (Guzzo, 2006):

- ✓ purificação do ar pela fixação de poeiras e gases tóxicos e pela reciclagem de gases através dos mecanismos fotossintéticos.

Segundo Silva (2005, p. 21),

“As árvores urbanas melhoram diretamente a qualidade do ar por absorver gases poluentes (ozônio, óxido de nitrogênio) através da superfície das folhas, interceptação de materiais particulados (poeira, cinza, pólen e fumaça), liberação de oxigênio através da fotossíntese, transpiração da água e resfriamento da superfície, com redução da temperatura do ar local. As árvores ajudam a melhorar a qualidade do ar pela presença da área de superfície foliar, na qual os particulados de poluentes podem ser atraídos e acumularem-se nos estômatos, sendo dissolvidos e liberados durante as trocas gasosas. As árvores grandes removem mais ozônio do que as árvores pequenas”.

Ainda segundo Silva (2005, p. 22),

“As árvores urbanas podem proporcionar um papel significativo na redução do nível de gás carbônico atmosférico, uma vez que, fixam o carbono durante a fotossíntese. Elas, individualmente, contêm em média, quatro vezes mais carbono do que árvores individuais não urbanas; tal diferença está, diretamente, relacionada com a variação no tamanho dos diâmetros das copas. A distribuição de espécies e o diâmetro da copa das árvores são dois parâmetros fundamentais para determinar o carbono armazenado, visto que cada espécie tem diferentes taxas de carbono armazenado; por exemplo, árvores de pequeno porte têm baixo nível de carbono em relação às de grande porte. Deste modo, o plantio de árvores urbanas de grande porte, torna-se um argumento forte no planejamento urbano por proporcionar redução significativa do nível de carbono atmosférico”.

- ✓ melhoria do microclima da cidade, pela retenção de umidade do solo e do ar e pela geração de sombra, evitando que os raios solares incidam diretamente sobre as pessoas (Guzzo, 2006). Silva (2005, p. 20) aponta que:

“A vegetação pode ser utilizada para interceptar a radiação solar, como aquela refletida pelo solo ou por superfícies de edificações próximas. Ela também desempenha importante papel no controle da umidade presente no ar, a qual contribui em importante fator de conforto térmico. Porém, nem sempre a vegetação pode ser favorável às condições de conforto térmico humano, porque o ambiente urbano é composto por um conjunto de estruturas, algumas naturais, outras resultantes da intervenção humana:



parques, praças e rios, determinando uma grande diversidade climática. Durante as horas de luz do dia, a radiação solar é absorvida pela superfície das cidades (asfalto, concreto, aço, vidro, telhado e outros), todas superfícies são isolantes térmicos parciais, pois ganham e perdem calor mais facilmente do que a vegetação, no solo. Árvores, arbustos e gramas amenizam a temperatura do ar em meio urbano, por controlar a radiação solar através da interceptação, reflexão e absorção pelas folhas das árvores”.

Ainda segundo Silva (2005, p. 20),

“O vegetal atuará na amenização climática, principalmente sobre três aspectos: intercepta os raios solares, criando áreas de sombreamento; reduz a temperatura ambiente, evitando a incidência solar direta no concreto e asfalto; umedece o ar devido à constante transpiração, eliminando água para o meio ambiente”.

O fornecimento de sombras pelas árvores, além de diminuir a temperatura na cidade, também abranda as ilhas de calor nos dias quentes. A temperatura do ar, em cidades, pode ser maior em relação às áreas rurais, devido à localização do sol, vegetação com concreto, asfalto e metal (Guzzo, 2006).

- ✓ redução na velocidade do vento (Guzzo, 2006).

Silva (2005, p. 21) aponta que:

“As árvores reduzem a velocidade dos ventos e podem interferir no processo de evaporação, através da obstrução, direção e filtração dos ventos, de acordo com a variação do tamanho das espécies, forma, folhagem (densidade e retenção) e localização das plantas. A combinação de árvores e arbustos, em fileiras, são sugeridas para obter uma adequada proteção, pois a quebra do vento depende das duas alturas e penetrabilidade”.

Ainda segundo Guzzo (2006) há outros benefícios da arborização urbana, são eles:

- ✓ influência no balanço hídrico, favorecendo infiltração da água no solo e provocando evapo-transpiração mais lenta;
- ✓ abrigo à fauna, propiciando uma variedade maior de espécies, conseqüentemente, influenciando positivamente para um maior equilíbrio das cadeias alimentares e diminuição de pragas e agentes vetores de doenças; e

- ✓ amortecimento de ruídos;
- ✓ ambientação à permanência dos pássaros urbanos;
- ✓ melhoria da saúde física e mental da população.

Para Mello Filho (1985, p. 3),

“As principais funções da arborização urbana são: função química – absorção de gás carbônico e liberação do oxigênio, melhorando a qualidade do ar urbano; função física – oferta de sombra, absorção de ruídos e proteção térmica; função paisagística – quebra da monotonia da paisagem pelos diferentes aspectos e texturas; função ecológica – abrigo e alimento aos animais e função psicológica – bem estar às pessoas proporcionado pelas massas verdes”.

Outra função importante da arborização que acompanha o sistema viário é a árvore na frente da residência confere a esta uma identidade particular e propicia o contato direto dos moradores com um elemento natural significativo, considerando todos os seus benefícios.

#### **4.1.2 Planejamento da arborização urbana**

A arborização, quando mal planejada e implementada pode acarretar diversos problemas, tanto em edificações quanto em equipamentos urbanos, tais como:

- ✓ danos em calçadas, redes de água, esgoto, gás e galerias pluviais;
- ✓ danos estruturais (trincas e rachaduras) em edificações;
- ✓ entupimento de calhas e bueiros;
- ✓ dificuldade no trânsito de veículos e pedestres;
- ✓ obstrução de placas de orientação.

Com relação a problemas ligados ao sistema elétrico, pode-se destacar:

- ✓ perda de eficiência da iluminação pública (escurecimento das ruas), prejudicando a segurança;
- ✓ interrupções no fornecimento de energia;
- ✓ curto-circuito em redes de distribuição aérea;
- ✓ rompimento de cabos condutores;
- ✓ queima de eletrodomésticos;

- ✓ risco de morte de transeuntes.

O adequado conhecimento das características e condições do ambiente urbano é uma pré-condição ao sucesso da arborização. É preciso considerar fatores básicos como: condições locais, espaço físico disponível e características das espécies a utilizar.

O planejamento da arborização deve responder algumas perguntas como: o quê, como, onde e quando plantar.

Análise da vegetação - é importante conhecer a vegetação, características geográficas e espécies nativas da região dentro da cidade e nos arredores, procurando selecionar espécies que são recomendadas para a arborização urbana e que apresentam crescimento e vigor satisfatórios.

Análise do local - é preciso efetivar os levantamentos dos locais a serem arborizados, como também daqueles que necessitam serem adaptados. Há necessidade de compatibilizar a arborização com o sistema elétrico, o abastecimento de água, esgotos, sinalizações e edificações. O cadastramento e controle das ruas e praças (dimensões, localização das redes e outros serviços urbanos, identificação das árvores, data do plantio e época de poda) possibilitam uma melhor implantação da arborização urbana.

Para De Angelis (2006) as etapas do planejamento são:

- ✓ qual é o objetivo: Arborizar um bairro novo? Ou fazer um replanejamento da arborização existente?
- ✓ fazer um estudo do local onde será implantada a arborização;
- ✓ fazer um diagnóstico, ou seja, fazer um conhecimento detalhado da área, por exemplo identificar, quantificar e qualificar as espécies existentes neste local, coleta de dados climáticos;
- ✓ fazer um levantamento se há existência de espécies que será utilizada;
- ✓ projeto executivo: neste item, deve conter espécies a serem plantadas, a localização e afastamentos mínimos das covas, tipo e altura da muda, se há presença de infraestrutura urbana (rede de energia elétrica aérea ou subterrânea, passagem das redes de esgoto);
- ✓ implantar e executar o projeto executivo;
- ✓ fazer uma avaliação e replanejar.

### 4.1.3 Árvores urbanas x redes de distribuição de energia elétrica

A presença das redes de distribuição elétrica é um dos maiores problemas para a arborização das cidades. Quando existem fios e árvores juntos são feitas podas que são prejudiciais às árvores.

No caso de árvores com porte inadequado para plantio sob fiação, cujas copas estão em contato com a rede aérea, uma opção é implantar soluções de engenharia como redes isoladas, protegidas ou compactas, que permitem melhor convivência com a arborização existente.

Segundo Velasco (2003), a convivência harmônica entre as redes de distribuição de energia elétrica e a arborização viária é um dos grandes desafios para as prefeituras e concessionárias de energia elétrica nos diversos estados brasileiros. Este problema piora porque a arborização e as implantações das redes de distribuição de energia elétrica são planejados e realizados de maneira independente, resultando em uma disputa entre árvores e redes de distribuição pelo mesmo espaço físico.

Para amenizar esta situação, o ideal seria fazer um planejamento em conjunto antes da implantação destes elementos urbanos, ou seja, árvores de porte pequeno onde se têm a presença de fiação aérea e as árvores de porte grande nas demais vias.

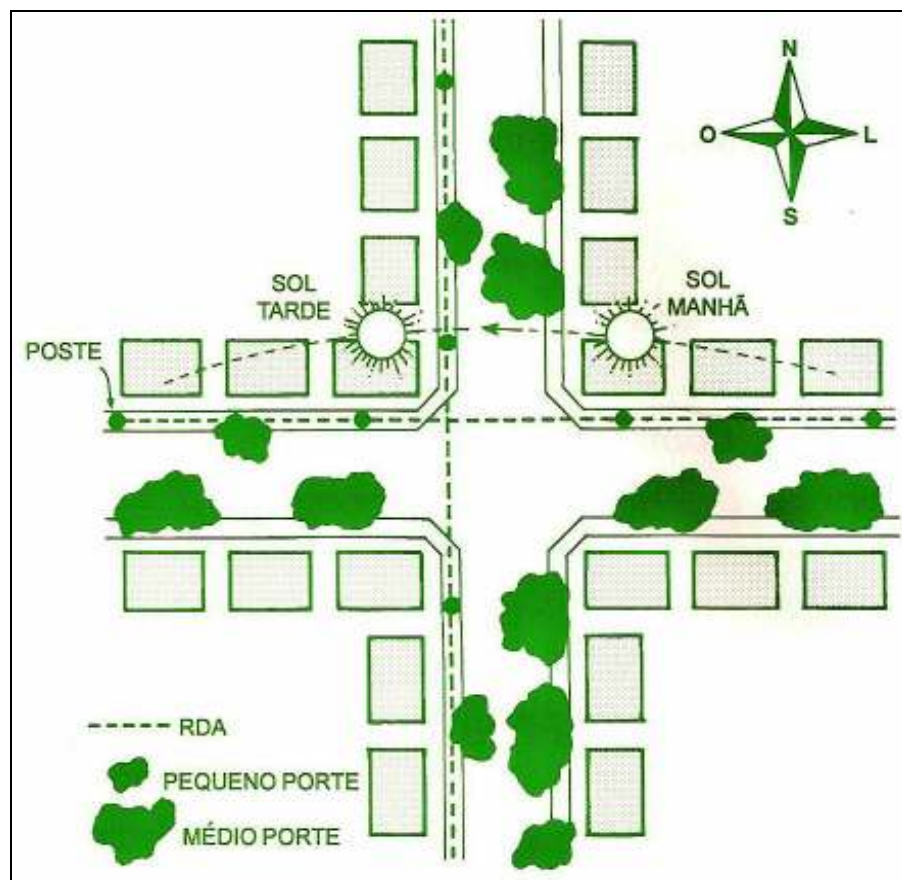
Porém, na maioria das vezes, a disputa pelo mesmo espaço físico entre as árvores de vias públicas e redes de energia elétrica já está consolidado, e para que este tipo de situação não ocorra é importante que alternativas sejam usadas para substituição ou adaptação dos sistemas atuais, como por exemplo, redes protegidas, subterrâneas, redes compactas ou outras que reduzem as atividades de podas prejudiciais.

Portanto, pode-se dizer que a compatibilização é possível desde que se planeje de forma integrada a implantação de árvores e demais equipamentos urbanos e se utilizem técnicas florestais adequadas à manutenção da arborização existente.

“A coexistência harmônica da arborização urbana com o sistema elétrico só será possível, se houver um planejamento prévio tanto por parte do poder público estadual, através da concessionária de energia elétrica que irá implantar e explorar os seus serviços no Estado, como parte do poder público municipal que irá implantar e manter a arborização de ruas, praças e jardins de suas cidades. No plano econômico, essa coexistência também existe, pois os desligamentos de energia elétrica provocada pela

arborização inadequada não só acarretam prejuízos financeiros às companhias de energia elétrica, diminuindo seu faturamento seja pela diminuição do consumo de eletricidade, seja pelos gastos necessários para religar o sistema, como também às indústrias e ao comércio, pela redução da produção e das vendas” (JUNIOR, 1987 apud SAMPAIO, 2006, p. 9).

A figura 4.1 a seguir demonstra um esquema a ser seguido na implantação de arborização urbana nos centros urbanos, onde a rede de energia elétrica deverá ser implantada preferencialmente nas calçadas oeste e norte, e sob elas, árvores de pequeno porte. Nas calçadas leste e sul, deverão ser plantadas árvores de porte médio, observando-se as dimensões da via pública.



**Figura 4.1** Esquema de implantação da arborização viária

Fonte: CEMIG, (2006)

## **4.2 TIPOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

São vários os tipos de redes de distribuição de energia elétrica, algumas delas são: rede de distribuição aérea convencional (RDA), rede de distribuição compacta protegida (RDP), rede de distribuição aérea isolada (RDI), rede de distribuição subterrânea (RDS). Pode-se dizer que as redes subterrâneas são muito confiáveis e o nível de interrupções (medido em km/ano) pode ser até 47 vezes menor se comparado à rede aérea, porém seu custo de implementação é até 15 vezes mais caro. As redes aéreas que são constituídas de cabos protegidos ou isolados, proporcionam uma maior confiabilidade a um custo até 25 vezes menor em relação à rede subterrânea. O tipo de rede utilizado varia-se nos diferentes estados brasileiros, isto se deve principalmente com as necessidades e condições locais (COPEL, 2006). Com isso, procurou-se definir de maneira simplificada e generalizada os principais sistemas citados acima.

### **4.2.1 Característica da rede aérea convencional (RDA)**

A rede de distribuição convencional usa fios desencapados, disposto lado a lado na parte de cima dos postes e também uns sobre os outros, num nível mais baixo.

Segundo a Companhia Paulista de Força e Luz apud Velasco (2003), uma rede aérea convencional é composta basicamente por postes, cruzetas, isoladores, pára-raios, braço de iluminação pública, condutores, transformadores, bancos capacitores, chaves corta-circuito, chaves a óleo (equipamentos destinados a estabelecer, conduzir e interromper circuitos elétricos), ponto tele-controle remoto (PTR'S) e rede (fiação) de cobre ou alumínio, que tem predominado. Segundo a COPEL (2006), a fiação pode ser dividida em primária, 13,8 kV, ou secundária, de 220 e 127V.

Segundo Sardeto (1999), a rede convencional é caracterizada por condutores nus, apoiados sobre isoladores de vidro ou porcelana, fixados horizontalmente sobre cruzetas, nos circuitos de alta tensão, pode ser melhor observado na figura 4.2 e, verticalmente, nos de baixa tensão, figura 4.3.



**Figura 4.2 Rede aérea convencional alta tensão**  
**Fonte: Carla F. Marek (15/07/2007)**



**Figura 4.3 Rede aérea convencional de baixa tensão**  
**Fonte: Carla F. Marek (15/07/2007)**

Estas redes ficam totalmente desprotegidas contra as influências do meio ambiente, apresenta alta taxa de falhas e exige que sejam feitas podas drásticas nas árvores, visto que o simples contato do condutor nu com um galho de árvore pode provocar o desligamento de parte da rede. A rede convencional tem baixo nível de confiabilidade quando utilizada em áreas com maior densidade populacional.

Sardeto (1999) ainda afirma que, se por um lado as redes aéreas são mais baratas de se instalar, por outro, elas têm um custo de manutenção de operação elevado depois de instaladas, além de serem bem menos seguras e constantemente danificadas por ações do ambiente. Um exemplo dado desse elevado custo de manutenção é referente ao custo de poda, pois a poda executada para esta rede é de aérea maior, além de ser mais constante (Figura 4.4).



**Figura 4.4** Poda em “v” necessária para a rede aérea convencional

**Fonte:** Carla F. Marek (15/07/2007)



Sempre que possível, a poda deve ser executada de forma a não comprometer a estabilidade da árvore, executando-a até o limite de 50% da massa verde da copa, e em toda sua circunferência, este exemplo foi observado na figura 4.4, onde esta poda foi executada de maneira incorreta podendo comprometer a estabilidade da mesma. Caso seja necessário executar a poda de maneira diferente da acima descrita ou ainda, seja constatada a necessidade de corte da árvore, o mesmo somente poderá ser executado com autorização do órgão competente (Instituto Ambiental do Paraná – IAP ou Secretarias Municipais de Meio Ambiente – SMMA) (COPEL, 2007).

Segundo Velasco (2003), as redes elétricas com condutores nus, disputando o mesmo espaço aéreo com as árvores, podem causar prejuízos a todos os setores da sociedade, dentre eles:

- ✓ curtos-circuitos na média e baixa tensão;
- ✓ queima de transformadores, pela constante ocorrência de curtos;
- ✓ afrouxamento de conexões que ligam condutores aos demais componentes da rede;
- ✓ desligamento da rede;
- ✓ queima de aparelhos domésticos e equipamentos industriais;
- ✓ prejuízos ao comércio e indústria decorrentes da falta de energia;
- ✓ transtorno em hospitais e estabelecimentos de utilidade pública;
- ✓ perdas de faturamento;
- ✓ gastos acentuados com manutenções e podas emergenciais e corretivas.

#### **4.2.2 Característica da rede aérea compacta protegida (RDP)**

A rede compacta tem todos os fios encapados e próximos, separados por espaçadores. Segundo a COPEL, a RDP é uma rede elétrica nas tensões de 13,8kV e 34,5kV, instalada em postes, nas vias públicas, composta basicamente de três condutores cobertos com uma camada de material isolante plástico, sustentados por um cabo de aço por meio de espaçadores, também de material plástico, distanciados cerca de oito a dez metros uns dos outros ao longo da rede elétrica. O cabo de aço de sustentação do conjunto de espaçadores e condutores cobertos é por sua vez, fixado aos postes por meio de uma ferragem denominada Braço Suporte L (Figura 4.5). Desta forma, a RDP é uma boa solução para o convívio harmonioso entre os cabos de energia elétrica e a arborização de vias públicas.



**Figura 4.5 Rede aérea compacta de alta tensão**

**Fonte: Carla F. Marek (15/07/2007)**

Segundo Velasco (2003), o fato dos condutores serem cobertos por uma camada de material isolante, permite que eles possam ficar mais próximos uns dos outros e também de galhos de árvores, sem o risco de provocar curto-circuito em caso de toque de galhos ou entre condutores. Isso resulta na compactação da rede elétrica, que passa a ocupar um espaço bastante reduzido e conseqüentemente uma menor agressão às árvores durante a poda (Figura 4.6). No caso da rede convencional com condutores nus, o contato de árvores com algum condutor, principalmente se estiverem molhadas, inevitavelmente causará um curto-circuito e conseqüentemente interrupção do fornecimento de energia. Daí a razão da poda drástica das árvores em torno da rede convencional de condutores nus, visando à continuidade do fornecimento, porém não atendendo aos requisitos ecológicos em vigor.

Com a rede compacta protegida, é possível obter uma expressiva recuperação da folhagem das copas das árvores que circundam a rede elétrica (Figuras 4.6, 4.7 e 4.8), além da redução drástica das interrupções no fornecimento de energia e atendendo as diretrizes ecológicas vigentes.

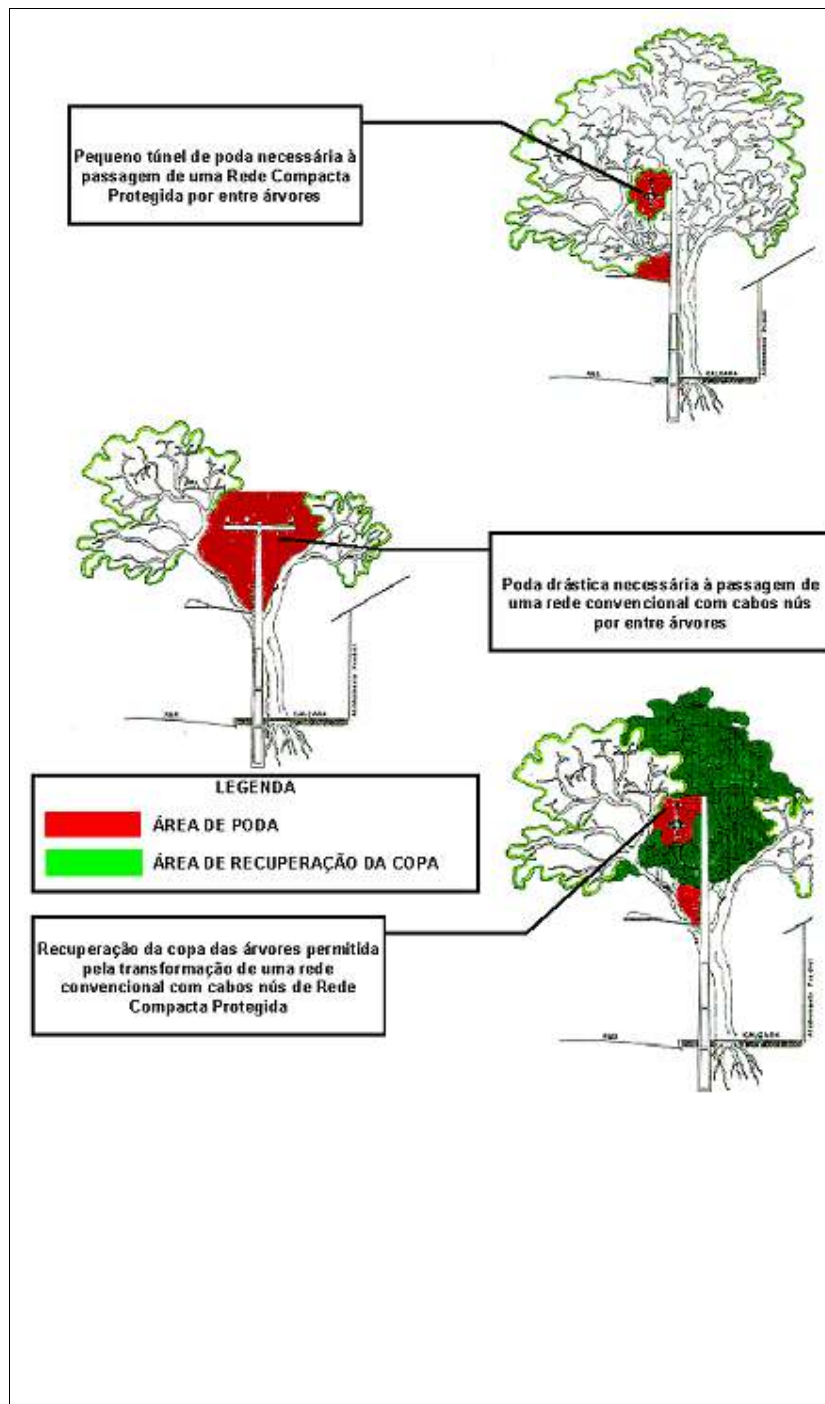


Figura 4.6 Poda conduzida de acordo com a rede elétrica compacta e convencional

Fonte: COPEL, (2004)



**Figura 4.7 Rede compacta passando entre a copa da árvore**

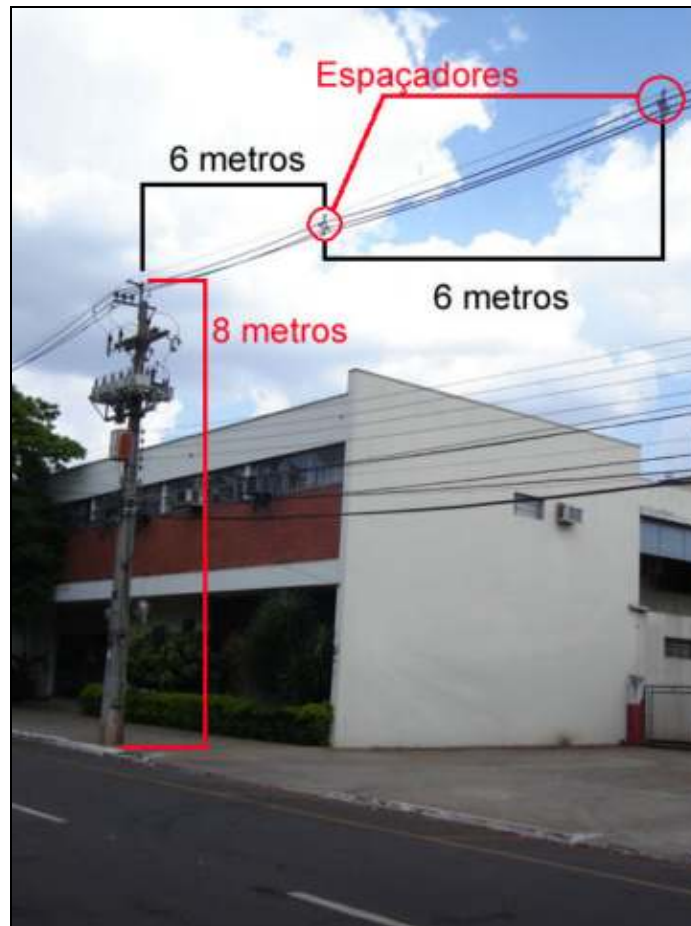
**Fonte: Carla F. Marek (22/07/2007)**



**Figura 4.8 Detalhe rede compacta passando entre a copa da árvore**

**Fonte: Carla F. Marek (22/07/2007)**

Segundo Cavalli, os espaçadores da rede compacta ficam localizados entre si de 6 em 6 metros, com isso se a altura da rede compacta fica a 8 metros do solo quando um cabo é rompido, o cabo fica localizado a 2m do solo e conseqüentemente é mais seguro quando a passagem de pedestres, pois estes não conseguem tocar nos cabos, (Figura 4.9) (informação verbal).



**Figura 4.9 Esquema de localização dos espaçadores**

**Fonte: Carla F. Marek (22/07/2007)**

#### **4.2.3 Característica da rede aérea isolada (RDI)**

Na rede aérea isolada, são utilizados três condutores isolados, blindados, trançados e reunidos em torno de um cabo mensageiro de sustentação (COPEL, 2006).

Segundo Velasco (2003), as redes isoladas, são necessários condutores - cabos de alumínio isolados, com camadas semicondutoras que confinam o campo elétrico em seu interior, acessórios desconectáveis - peças moldadas em borracha EPDM, utilizadas em todas as conexões e derivações da rede e terminações - peças moldadas em bases poliméricas para promover a transição entre os condutores isolados e os condutores das redes nuas ou protegidas (Figura 4.10).



**Figura 4.10 Rede aérea isolada**  
**Fonte: Carla F. Marek (15/07/2007)**

#### **4.2.4 Característica da rede subterrânea (RDS)**

O sistema subterrâneo de distribuição de energia elétrica é mais complexo que o sistema aéreo e sua utilização varia de região para região.

Em Minas Gerais, a CEMIG utiliza-se de quatro tipos de sistemas subterrâneos, em cidades históricas de grande e médio porte:

- a) Reticulado: rede de grande flexibilidade e capacidade de suprir o fornecimento de energia sem interrupção em áreas de grande concentração de carga. Entretanto, exige uma ampla obra civil para seus equipamentos e banco de dutos, com instalação de considerável quantidade de cabos BT (baixa tensão) na malha secundária e de MT (média tensão) nos alimentadores primários, além de chaves seccionadoras para a MT e de protetores do reticulado. É a configuração mais confiável que existe. Como o próprio nome sugere, é construída de uma “malha” de cabos de baixa tensão, servida por vários transformadores. Por constituir-se em uma rede bastante complexa, tanto em relação ao fluxo de potência elétrica na malha quanto à construção dos circuitos, esta modalidade apresenta um custo elevadíssimo, praticamente inviável nos dias de hoje. Em valores relativos, este custo é de aproximadamente 10 vezes o custo de uma rede convencional com cabos nus (VELASCO, 2003).

- b) Dupla alimentação: rede com alta confiabilidade e ótima versatilidade operativa, principalmente quando o sistema permite a reversão da alimentação antes mesmo da localização e eliminação da falha. Normalmente, requer a instalação de um equipamento de manobra constituído, em geral, por três chaves de três vias, no primário dos transformadores. Tem sido utilizada em centros urbanos de cidades de médio porte (VELASCO, 2003).
- c) Anel com recurso: rede de configuração típica para condomínios residenciais de médio e alto padrão. Possui alta confiabilidade e simplicidade operativa, requerendo pequenas obras civis como, por exemplo, para instalação de cabos em dutos ou diretamente enterrados em valas rasas, e com os equipamentos montados ao nível do solo em cubículos especiais (VELASCO, 2003).
- d) Secundário – Radial: rede com circuitos exclusivamente secundários subterrâneos, derivados de redes primárias aéreas existentes no local. Solução adotada para as cidades históricas de MG, de simplicidade operativa (VELASCO, 2003).

#### **4.3 CUSTOS DE SUBSTITUIÇÃO DA REDE DE ALTA TENSÃO (AT) CONVENCIONAL PARA COMPACTA NA CIDADE DE MARINGÁ/PR**

Segundo Ueno (2007), técnico do setor de projetos da COPEL, a partir do ano de 1994 começou a mudança de rede convencional para compacta na cidade de Maringá, mas apenas para as redes de alta tensão (AT), o custo gerou em torno de 12 milhões. A prefeitura em acordo com a COPEL fez as substituições, onde cada uma investiu 50% (informação verbal).

Segundo a COPEL em Maringá, 99% das redes de AT são redes compactas, com exceção de indústrias que tem sua própria subestação, e, conseqüentemente, a rede de alta tensão não foi ainda transformada de convencional para compacta, já as redes de baixa tensão (BT) 90% são redes convencionais sendo que o restante (10%) é isolada. Em Maringá para a implantação de novos loteamentos exige-se que as redes de AT sejam compactas e as de BT isoladas.

#### **4.4 PODAS**

A poda tem a função de adaptar a árvore e seu desenvolvimento ao espaço que ela ocupa. O conhecimento das características das espécies mais utilizadas na arborização das ruas,

das técnicas de poda e das ferramentas corretas para a execução da poda permite que esta prática seja feita de forma a não danificar a árvore. Entretanto, a poda sempre será uma agressão à árvore, por isso deverá ser feita de modo a facilitar a cicatrização do corte. Caso contrário, a exposição do lenho permitirá a entrada de fungos e bactérias, responsáveis pelo apodrecimento de galhos e tronco, e pelo aparecimento das conhecidas cavidades (ocos).

A situação ideal é conduzir a árvore desde jovem, quando tem maior capacidade de cicatrização e regeneração, orientando o seu crescimento para adquirir uma conformação adequada ao espaço disponível.

Segundo Velasco (2000, p. 20),

“Na arborização urbana, a poda é utilizada para adequar a planta ao interesse do homem que habita a cidade, sendo, desta forma, executada para corrigir os conflitos existentes entre as árvores e os equipamentos e/ou edificações da cidade. Mas a poda não soluciona o problema da convivência entre árvore e fiação elétrica, visto que, a maioria das árvores, uma vez podada, começa a brotar em direção aos condutores elétricos e precisa de novas manutenções em curto espaço de tempo”.

Para Velasco (2000), a poda está entre as causas mais frequentes de ferimentos nas árvores urbanas, por causar danos que chegam a gerar o apodrecimento do lenho. A autora ainda afirma que a poda só deve ser aceita se retirar galhos doentes ou mortos e/ou retirar galhos que contenham plantas parasitas.

Segundo a COPEL (2007), em relação à área de poda, é necessário deixar uma distância mínima entre o condutor elétrico e a extremidade da vegetação, que constitui o chamado “limite de segurança”. No caso de redes aéreas convencionais, essa distância é de 2,0 x 2,5 m entre o condutor e a vegetação para redes primárias. Já em uma rede aérea compacta, essa distância é reduzida para 1,0 m.

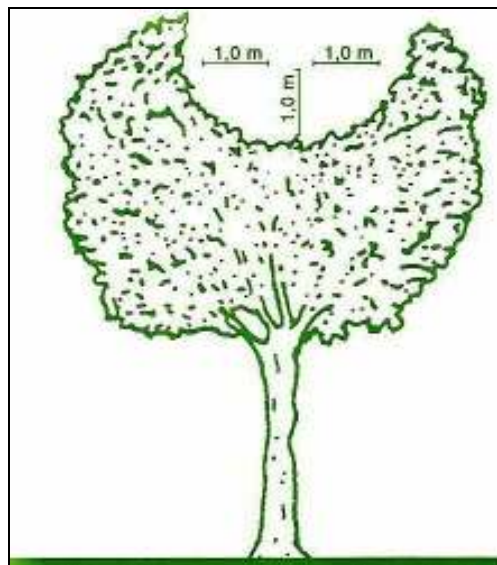
#### **4.4.1 Tipos de podas**

- a) Poda de Condução: é adotada em mudas e árvores jovens com o objetivo de adequá-las às condições do local onde se encontram plantadas, adquirindo tronco em haste única, livres de brotos e copa elevada, acima de 1,80 metros (CEMIG, 2006).



b) Poda de Manutenção: adotada nas árvores jovens e adultas, visando a manutenção da rede viária. Ainda segundo a CEMIG, (2006) divide-se em:

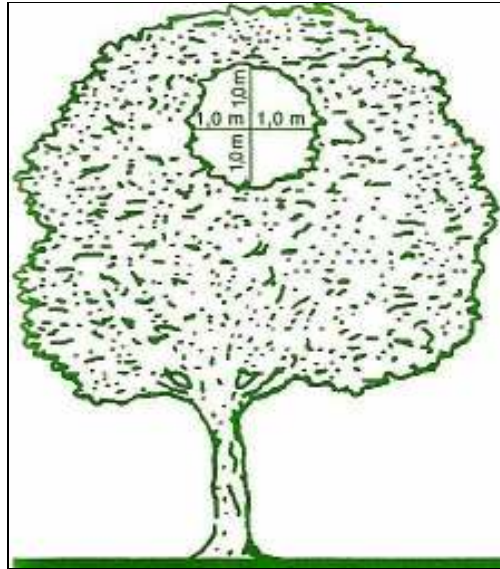
- ✓ poda de limpeza: é executada em árvores jovens e adultas, com o objetivo de remover galhos secos, doentes ou ramos ladrões;
- ✓ poda de conformação: poda leve em galhos e ramos que interferem em edificações, telhados, iluminação pública, derivações de rede elétrica ou telefônica, sinalização de trânsito, levando-se em consideração o equilíbrio e a estética da árvore;
- ✓ poda para livrar fiação aérea: adotada em árvores de médio e grande portes sob fiação, visando evitar a interferência dos galhos com a mesma. O ideal é o preparo da árvore desde jovem. Pode ser efetuada de quatro maneiras diferentes, dependendo de cada situação e da espécie que será podada;
- ✓ poda em "V": é a remoção dos galhos internos da copa, que atingem a fiação secundária energizada ou telefônica, dando aos ramos principais a forma de V, permitindo assim, o desenvolvimento da copa acima e ao redor da rede elétrica (Figura 4.11);



**Figura 4.11 Poda em "V"**

**Fonte: CEMIG, (2006)**

- ✓ poda em "furo": consiste na manutenção da poda em "V", com o desenvolvimento da copa acima e ao redor da fiação. É necessária remoção constante das brotações desenvolvidas ao redor dos fios (Figura 4.12);



**Figura 4.12 Poda em “furo”**

**Fonte: CEMIG, (2006)**

- ✓ poda de formação de copa alta: a copa é direcionada a se formar acima da rede elétrica. Consiste na remoção dos ramos principais e/ou secundários que atingem a fiação. Quando existe fiação primária energizada, a formação de copa alta não é possível;
- ✓ poda de contenção de copa: é a redução da altura da copa, com o objetivo de mantê-la abaixo da fiação aérea. É utilizada principalmente em árvores plantadas sob fiação primária energizada;
- ✓ poda drástica: é considerada poda drástica aquela que apresenta uma das seguintes características:
  1. remoção total da copa, permanecendo acima do tronco, os ramos principais com menos de 1,0 metro de comprimento nas árvores adultas;
  2. remoção total de um ou mais ramos principais, resultando no desequilíbrio irreversível da árvore;

3. remoção total da copa de árvores jovens e adultas, resultando apenas o tronco.

Desta forma, a possibilidade para uma diminuição na frequência da poda nas árvores localizadas nas vias públicas reside no planejamento e no acompanhamento metódico do desenvolvimento da arborização e também, na ampliação do uso de recursos que propiciem uma coexistência menos danosa e mais segura entre árvores e redes elétricas, como é o caso do uso de redes isoladas ou compactas.

## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

---

### **5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O presente trabalho foi realizado na Cidade de Maringá, especificamente na Zona 7 (figura 5.1 e 5.2). A cidade é cortada pelo trópico de Capricórnio. Está a 545 m de altitude média sobre o nível do mar, em uma região denominada Terceiro Planalto Paranaense.

#### **5.1.1 A cidade de Maringá**

Maringá, fundada pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP), foi traçada obedecendo ao projeto urbanístico de Jorge Macedo Vieira, onde se demarcou as amplas ruas, avenidas e praças, considerando ao máximo as características topográficas do sítio escolhido e revelando a lúcida preocupação com a preservação das áreas verdes e vegetação nativa. Como fruto do urbanismo moderno, foram estabelecidas as áreas residenciais, comerciais, industriais, de comércio atacadista etc. A cidade previa abrigar uma população total de 200.000 habitantes em 50 anos, o que foi superado (MELO, 2001).

O povoamento, porém, iniciou-se por volta de 1938, na área hoje conhecida como Maringá Velho. A partir dos primeiros anos da década de 40, começaram a ser erguidas as primeiras edificações propriamente urbanas, as quais se destinavam à compra e venda de terras, algum comércio varejista.

Ainda segundo Melo (2001), o traçado da cidade ficou pronto em 10 de maio de 1947. No mesmo ano, foi lançada oficialmente a venda de terrenos na área urbana, dando origem a fundação da cidade. As ruas largas, avenidas e praças foram cuidadosamente arborizadas pelo paisagista Dr. Luiz Teixeira Mendes. Em 10 de maio de 1947, data de sua fundação, tornou-se distrito de Mandaguari, e em 1948 elevou-se à categoria de Vila.

Foi elevada a Município no dia 14 de fevereiro de 1951, com os distritos de Iguatemi, Floriano e Ivatuba. Conquistou sua autonomia política em 14 de novembro de 1951, elegendo seu primeiro prefeito Sr. Inocente Villanova Júnior em 14 de novembro de 1952. Em 9 de março de 1954, foi instalada a Comarca de Maringá.

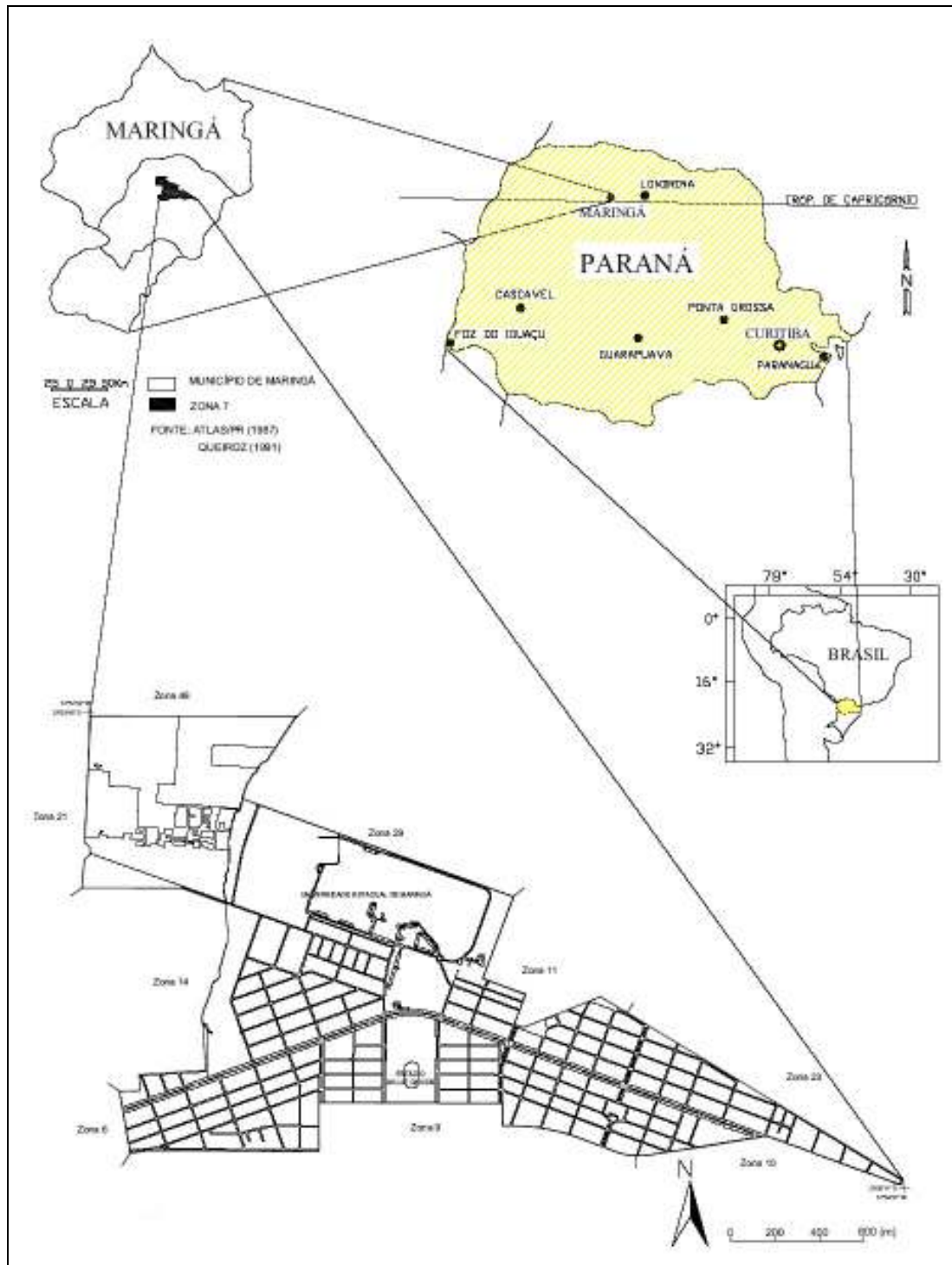
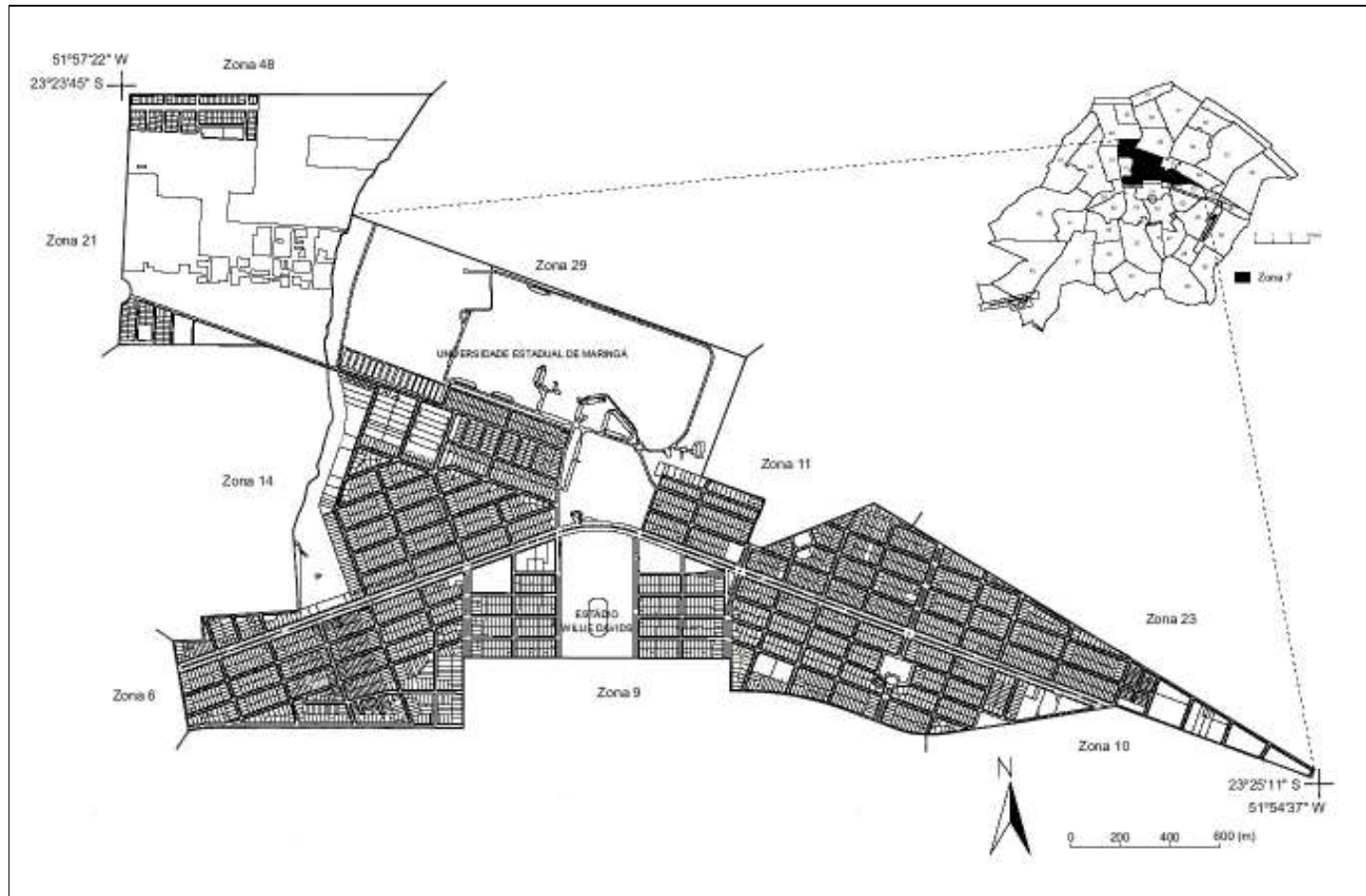


Figura 5.1 Localização do Município de Maringá e Zona 7

Fonte: Tudini, (2006)



**Figura 5.2** Localização da Zona 7 no Município de Maringá

Fonte: Tudini, (2006)

Sobre a arborização de Maringá, iniciada em 1949, não podemos deixar de lembrar de três nomes, considerados os verdadeiros criadores do projeto paisagístico: - o primeiro, Dr. Luiz Teixeira Mendes, chegou aqui em 1949, contratado pela CMNP que tinha exercido a função de chefe do serviço florestal de São Paulo, foi o idealizador da paisagem urbana da cidade. Profundo conhecedor de botânica e um grande técnico em silvicultura, o Dr. Luiz Teixeira Mendes, preocupou-se primeiro em formar canteiros, dentro do Horto Florestal, para acomodar as diversas mudas que vinham principalmente de São Paulo, encomendado pela Cia. Melhoramentos para serem plantadas em nossa cidade.

Foi auxiliado nessa tarefa, a partir de 1952, e depois substituído na função de "Jardineiro da Cidade", pelo engenheiro agrônomo Aníbal Bianchini da Rocha, que procurou seguir o plano paisagístico em consonância com o traçado original: para cada rua, avenida ou praça era escolhida uma espécie de árvore, de tal maneira que Maringá é uma das poucas cidades do país a ter árvores floridas durante todo o ano.

Um terceiro nome a ser lembrado quando se fala da paisagem urbana da cidade, é Geraldo Pinheiro Fonseca, funcionário da Cia. Melhoramentos, que era o encarregado do plantio de árvores, tendo sido ele a plantar a primeira árvore do perímetro urbano, na esquina da Avenida Duque de Caxias com a Rua Joubert de Carvalho, em frente ao escritório da CMNP.

E assim, hoje temos uma diversificada vegetação embelezando nossa cidade, oferecendo um lindo espetáculo colorido, cada qual florescendo ao seu tempo.

### **5.1.2 Zona 7**

Segundo Melo (2001), em 1946 foram delimitadas 10 zonas para o perímetro urbano de Maringá elaborado pela CMNP, onde o projeto inicial seguia os seguintes critérios preestabelecidos, são eles:

- Zona 01: destinada ao comércio;
- Zona 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8: destinada a residências com vias comerciais, com padrão econômico alto, médio e baixo.

A Zona 7 localizada ao norte do perímetro urbano de Maringá, apresenta os seguintes limites: ao sul faz divisa com a Zona 09; ao leste com as Zonas 10 e 23; a oeste com as Zonas 6, 14, 21; ao norte com as Zonas 11 e 29 e ao noroeste com a Zona 48.

A comercialização dos lotes deu-se a partir de 1947, mas somente em 1950 que este processo intensificou-se. Inicialmente, a Zona 7 teve classificação inicial como padrão médio e apresentando função residencial. Porém este fato foi mudando com o decorrer dos anos, em virtude do crescimento da cidade, da proximidade que a Zona 7 possui em relação ao centro de Maringá e também pelo fato do próprio centro se encontrar adensado contribuindo para que seu solo fosse utilizado para diversos fins, como o comércio, por exemplo.

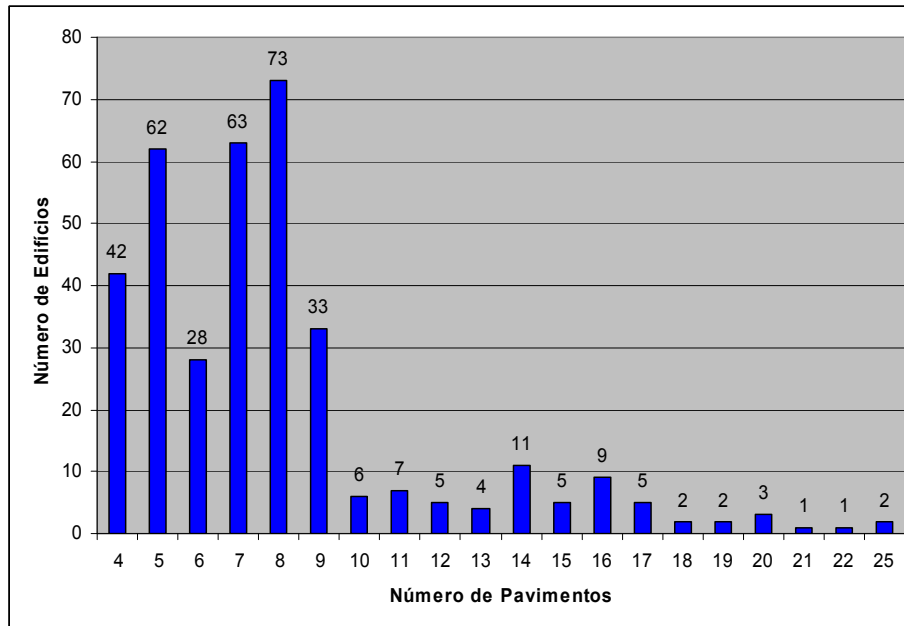
A estrada de ferro situada no sentido leste-oeste na Zona 7, torna-se um obstáculo entre a Zona 7 e central, agravado com a implantação do Campus Universitário em 1970, devido ao aumento do fluxo de pessoas. Isso fez com que o mercado imobiliário utilizasse a Zona 7 como um alvo de exploração, tornando os terrenos mais valorizados.

Até os anos de 1960, foi considerada uma zona periférica de Maringá, devido aos moradores estarem entre a classe baixa e média, pela falta de infra-estrutura e a ferrovia dificultava união com o centro da cidade. Com a vinda da Universidade Estadual de Maringá (UEM), no início da década de 1970, deu-se início ao um novo ciclo, onde alunos e funcionários que estavam ligados com a instituição começaram a ter interesse em residir nesta região, com isso, a Zona 7 se desenvolveu rapidamente. Para se ter uma idéia do crescimento da população da Zona 7, segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 1996 possuía 22.041 habitantes em 2000 passou para 23.671 habitantes (TUDINI, 2006).

Para Tudini (2006), em relação aos edifícios na Zona 7, a maioria são destinados a habitação coletiva, são poucos aqueles que possuem o uso habitacional e comercial, e quando estes estão presentes, estão no térreo do edifício. Os edifícios são classificados em 4 classes:

1. edifícios de 4 e 5 pavimentos que na grande maioria não utilizam elevadores;
2. 6 até 9 pavimentos ;
3. 10 até 20 pavimentos;
4. acima de 21 pavimentos (Figura 5.3).

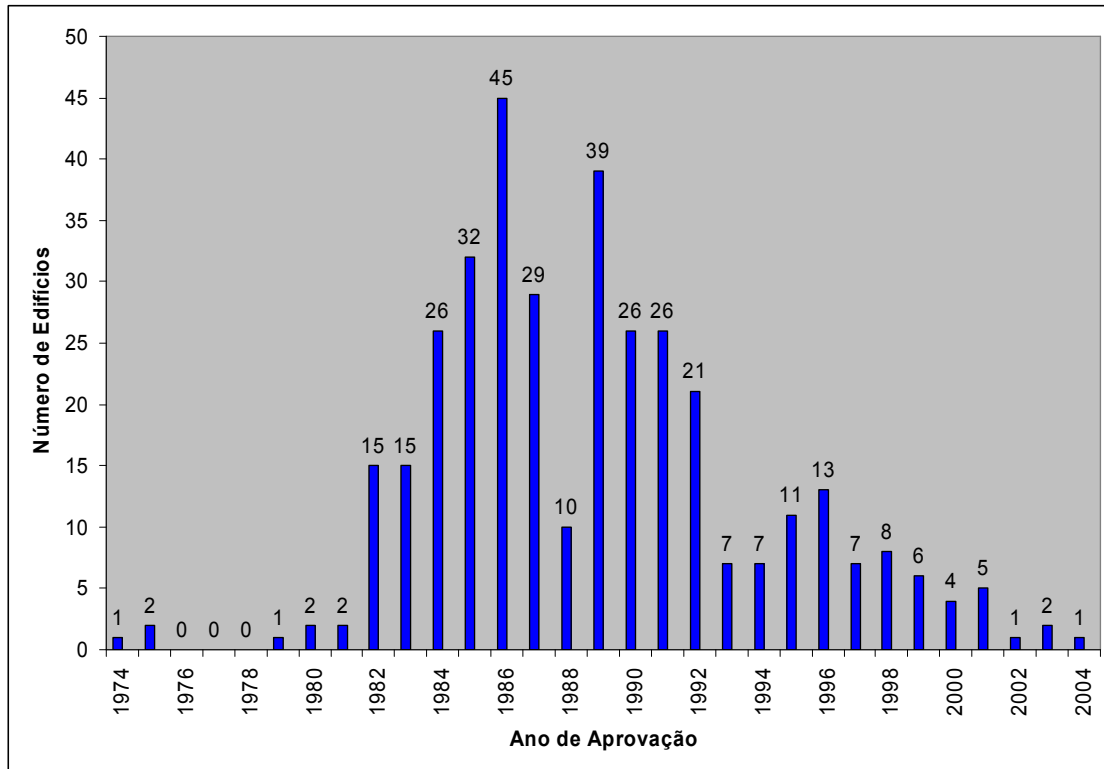




**Figura 5.3 Total de edifícios construídos por número de pavimentos, na Zona 7 de Maringá/PR, no período de 1974 a 2004**

**Fonte: Tudini, (2006)**

Segundo Tudini (2006) em relação aos edifícios presentes na Zona 7, pode-se dizer que o processo de verticalização iniciou-se na década de 1970, porém só na década de 1980 que o processo apareceu de forma bastante significativa, isto se deve aos incentivos resultantes dos planos econômicos do período, como o Plano Cruzado (1986), o Plano Bresser (1987) e o plano Verão (1989), mas que na década seguinte, por motivos estruturais, como por exemplo a falta de financiamentos, resultaram no número de construções verticais (Figura 5.4).



**Figura 5.4 Total de edifícios construídos por ano de aprovação na Zona 7 de Maringá/PR no período de 1974 a 2004**

**Fonte: Tudini, (2006)**

Neste bairro, encontra-se marcos importantes como a Universidade Estadual de Maringá (UEM), o Estádio Willie Davids e o Ginásio de Esportes Chico Netto, e esta região da cidade também é cortada pela BR-376, conhecida como Avenida Colombo.

Ainda segundo Tudini (2006), a arborização urbana da Zona 7, possui todas suas ruas e avenidas arborizadas, porém um grande percentual das árvores se encontra com uma condição fito-sanitária sofrível, isto se pode perceber no levantamento quali-quantitativo da arborização de acompanhamento viário.

Desta forma, o trabalho mostrará como as árvores da Zona 7 se encontram, suas características, condição fito-sanitária e o comportamento desta arborização com relação às redes de distribuição de energia elétrica.

## **5.2 LEVANTAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

No levantamento da rede de distribuição de energia elétrica, foi feita uma análise rua por rua da Zona 7, dos tipos de rede de energia, e dos custos relacionados às redes de distribuição de energia elétrica convencional e compacta. O levantamento desses dados foi obtido junto à concessionária de energia elétrica, COPEL, situada à Av. Gov. Bento Munhoz da Rocha Neto, 896. Foram levantados 2 tipos de rede de energia elétrica:

- ✓ rede de energia elétrica compacta: quando a rede em que a área de poda é reduzida e os cabos ficam mais próximos um do outro e tem uma capa protetora que não isola totalmente, mas protege de forma satisfatória;
- ✓ rede de energia elétrica convencional: rede sem capa de proteção nos fios com distância maior entre eles em que a área de poda é maior, e que muitas vezes, transformam-se em podas drásticas.

Os dados obtidos desse levantamento foi realizado junto a concessionária de energia elétrica, COPEL, no período de 30/01/2007 a 15/11/2007, onde realizou-se entrevistas com funcionários da companhia e ainda fez pesquisas no banco de dados da mesma, onde se levantou-se os tipos de redes que são utilizadas na Zona 7.

Foram levantados também os custos de implantação, manutenção e substituição de redes, além de custos relativos às podas, estes custos foram levantados junto com a concessionária de energia elétrica, COPEL, através de comunicação pessoal.

## **5.3 LEVANTAMENTO ARBORIZAÇÃO DE ACOMPANHAMENTO VIÁRIO NA ZONA 7**

No levantamento da arborização, buscou-se uma compreensão mais detalhada sobre a arborização de vias públicas na Zona 7. Esta parte da pesquisa divide-se em três partes:

1. levantamento quali-quantitativo total;
2. tabulação e organização dos dados para implementação de um banco de dados;
3. avaliação dos dados.

Para a pesquisa, foram consideradas apenas as árvores de vias públicas.

A metodologia para o levantamento da arborização do acompanhamento viário foi desenvolvida por Sampaio (2006), a qual será descrita a seguir, da mesma forma o

levantamento foi feito por Sampaio (2006), dentro de um projeto mais amplo, conhecido por censo da arborização<sup>1</sup>, onde teve-se a coordenação do Prof. Dr. Fábio Rogério Rosado.

A partir de uma base cartográfica digitalizada do Município de Maringá, datada de 1995, formato DWX e DXF e arquivo DATUM – SAD 69, com as árvores plotadas a partir de análise de foto aérea e sistema de coordenadas UTM, teve-se acesso às pranchas (mapas que foram adquiridos através da colaboração da COPEL) em escala 1:1000.

Cada prancha possui uma parte da Zona 7 com as árvores já plotadas em sua provável posição, e um número identificador denominado **feature number**, esse mesmo número é usado para identificar o registro que terá seus dados cadastrados in loco.

A coleta de campo teve início em março de 2004, e terminou no final de agosto de 2005, onde esta coleta de dados foi realizado por Sampaio (2006).

Devido a data em que as fotos aéreas foram analisadas para se plotar as árvores nas pranchas (1995), muitas vezes, árvores que existem *in loco* não constam na prancha, neste caso, árvore que não está constando, é desenhada e denominado um feature number para ela. Acontece também de constar uma árvore na prancha e in loco, não neste caso o feature number em questão é marcado como ausente.

As informações referentes a cada feature number (provável árvore) foram cadastradas em aparelhos palm top de marca **Tungsten** e modelo **Tungsten – E**. Foi elaborado um programa de cadastramento específico para este aparelho (seguindo as diretrizes dos dados a serem coletados) por uma equipe de informática do CESUMAR. Lembrando que os dados obtidos por Sampaio (2006) foram utilizados nesta dissertação.

---

1 Censo arborização: Projeto executado pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo Engenheiro Florestal André Furlanetto Sampaio, entre 2004 e 2006, em parceria com o Cesumar tendo por coordenação o Prof. Dr. Fábio Rogério Rosado e com as empresas Gelita do Brasil, TCCC e Copel. O estudo, que analisou 93.261 árvores, aproximadamente 90% da arborização viária da cidade.

### 5.3.1 Planilha de dados

No preenchimento dos dados no programa de cadastramento para palm top se registrou as seguintes informações:

#### **a) Quanto à identificação e localização do registro**

**Feature Number (FN)**- Número identificador do registro que consta nas pranchas da cidade de Maringá-PR, e que terá seus dados preenchidos.

**Número da Prancha (PRC)** – Número da prancha (mapa fornecido pela Copel).

**Logradouro (Via)** - Nome da rua, avenida, praça etc.

**Número do Imóvel (NI)** – Número do imóvel em frente ao feature number (registro) que está sendo cadastrado (se situado em divisa, escolher número anterior ou posterior, se for local sem número, fica em branco).

**Número do Quarteirão (NQ)** – As equipes de campo numeram todos os quarteirões das pranchas em que trabalharam com a letra que foi designada para cada equipe e número em seqüência – Exemplo – Quarteirão A1, Quarteirão A2.

**Zona (Z)** - Número da zona que está sendo verificada.

**Lado da Rua (LR)** – Para saber se o registro cadastrado está no lado par, no lado ímpar ou no canteiro central das vias públicas de Maringá-PR.

**Status (S)** – Para identificar o tipo de registro, o qual foi separado nas seguintes categorias: regular – árvore viva com mais de 3 metros de altura, jovem – árvore viva com até 3 metros de altura, morta – árvore morta ou que, devido a danos de doenças, pragas e outros aparenta estar morta, cortada – toco de uma árvore que existia no local, ou vestígios evidentes da existência anterior no local dessa árvore, ausente – registro (feature number) que consta no mapa, mas não consta in loco ou, área livre vazia de vestígios da existência de árvore que poderia ter existido no local.

**Direção de Cadastro** – Esse campo foi designado principalmente para se saber o caminhamento das equipes de campo, e nele se coloca o próximo feature number que a equipe irá cadastrar. (Muito usado para confirmar a validade dos features numbers).

#### **b) Identificação da espécie**

**Espécie (SP)** – Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem. Nome popular e científico da espécie a ser registrada. Cada espécie recebeu um

código numérico para representá-la. Ex : Código 4 = Sibipiruna (Caesalpineia peltophoroides).

***c) Quanto ao porte***

**Altura Total (H)** – Dado coletado quando o status do feature number (registro é regular ou jovem). Altura estimada em metros de toda parte superficial da árvore.

**Altura da Primeira Bifurcação (Hb)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem. Altura medida com trena do solo até a primeira bifurcação ou galho.

**Circunferência a Altura do Peito (Cap)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem e quando o tronco principal da árvore é maior ou igual a 1,30 metros de altura. Circunferência do tronco medida a 1,30 metros do solo, em metros.

**Diâmetro de Copa longitudinal (Long)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem e a árvore possuir copa relevante (com mais de 3 galhos com folhagem densa). Medição do diâmetro de copa longitudinalmente ao meio fio, em metros.

**Raio de Copa lado da Rua (Rr)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem e quando a árvore possuir galhos formando copa do lado proposto para medição. Medida do raio de copa sentido tronco – rua, em metros.

**Raio de Copa lado Lotes (Construções) (Rc)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem e quando a árvore possuir galhos formando copa do lado proposto para medição. Medida do raio de copa sentido tronco-construções, em metros.

***d) Quanto a qualidade***

**Condição Geral (C)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem. Seguindo a indicação de Milano (1988) se considerou três classes de qualidade, divididas da seguinte forma:

**Condição Geral Boa (1)** – Árvore aparentemente boa, vigorosa, que não apresenta sinais de pragas, doenças ou injúrias mecânicas, que apresenta a forma característica da espécie e não requer trabalhos de correção de grande amplitude.

**Condição Geral Satisfatória (2)** – Árvore com condição e vigor médios para o local, pode apresentar pequenos problemas de pragas, doenças ou injúrias mecânicas, necessitar poda corretiva ou até de limpeza, reparos de danos físicos ou controle de pragas e doenças.

**Condição Geral Sofrível (3)** – Árvore que apresenta estado geral de declínio e pode apresentar severos danos de praga, doenças ou danos físicos sérios ou em estágio avançado, embora muitas vezes, não aparente morte eminente, pode requerer muito trabalho de recuperação.

**Condição do Sistema Radicular (SisRad)** - Dado coletado quando o status do Feature number (registro) é regular ou jovem. Seguindo o Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas de Porto Alegre (2000) foram feitas as seguintes denominações para classificar o sistema radicular:

**Sem Afloramento (A)** – Raiz totalmente de forma subterrânea.

**Com Afloramento dentro da Área Livre (B)** – Raiz de forma superficial somente dentro da área de crescimento da árvore imposta pelo calçamento.

**Afetando Calçada (C)**– Raiz de forma superficial, ultrapassando a área de crescimento e provocando rachaduras nas calçadas.

**Afetando Construção (D)** – Raiz de forma superficial formando rachaduras nas construções próximas.

**Afetando rede Subterrânea de Forma Evidente (E)** – Raiz que evidentemente causou danos a rede subterrânea de água e esgoto.

**Infestação de Cupim (Icupim)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem. Verificação da presença de cupins evidentes ou vestígios da passagem destes pela árvore em questão. Esse dado foi visto apenas na parte superficial da árvore, não foi visto a presença de cupins subterrâneos. Focou-se a verificação em observação de ninhos arborícolas nos galhos, caminhos de cupins nos troncos e galerias de cupins formadas em troncos e galhos.

**Epífitas (Ep)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem. Verificação da presença de epífitas nas árvores e quais epífitas são estas. Considerou-se as seguintes epífitas: musgos, líquens, samambaias, figueiras, cactáceas, trepadeiras.

**Podas Anteriores (PodaA)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem. Verificação da presença de poda executada na árvore. A verificação se dividiu em três itens:

Com poda anterior (A) – Quando é visível que foi retirado galhos da árvore que está sendo verificada, mas nenhum desses galhos possuem rebrotas

Poda com Brotos (B) – Quando é visível que foi executada a retirada de galhos e alguns desses possuem rebrotas.

Sem poda anterior (C) – Quando não está evidente que ocorreu retirada de galhos.

Com poda drástica (D) – Quando a poda executada desequilibra árvore, ou galhos em excesso foram retirados, provocando uma injúria mecânica séria na árvore.

***e) Quanto à posição de plantio***

**Distância da Árvore até o meio Fio (Mf)** - Medida do centro do tronco até o meio fio, em metros.

**Distância da Árvore as construções (Ct)** – Medida do centro do tronco da árvore até a construção, em metros.

**Espaçamento (E)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular, jovem, cortada, morta e quando o status ausente se refere a uma área livre vazia de vestígios de uma antiga árvore. Medida do Feature Number (registro) que se está cadastrando até o próximo a ser cadastrado (Direção de cadastro).

**Área Livre (Al)** – Dado coletado quando se tem um área de tamanho e forma adequado a medição, quando se apresenta áreas irregulares ou calçada ecológica não é medido. Medida da área livre de pavimentação, onde cresce a árvore, em metros quadrados.

***f) Quanto à Rede Elétrica***

**Tipo de Rede Elétrica (Re)** – Dado coletado quando existe rede elétrica no local. Os tipos de rede elétrica identificados são:

Rede Elétrica Compacta (A) – Rede em que a área de poda é reduzida e os cabos ficam mais próximos um do outro e têm um capa protetora que não isola totalmente, mas protege de forma satisfatória.

Rede Elétrica Simples (B)– Rede sem capa de proteção nos fios, tem distância maior entre eles e a área de poda é maior, muitas vezes se transformam em podas drásticas.



Sem Rede Elétrica (C) – Quando o local não possui rede elétrica.

Apenas Baixa tensão (D) – Quando a fiação elétrica só contém os fios de baixa tensão.

***g) Quanto à Fenologia***

**Folhas (Fo)** – Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem. Conforme o Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas de Porto Alegre (2000) se cadastrou a quantidade de folhas da seguinte maneira:

Sem Folhas – Quando a árvore não possui nenhuma folha aparente em seus galhos.

Com Poucas Folhas – Quando a árvore possui uma distribuição irregular de folhas, possuindo vários galhos sem folhas ou um raleamento bastante evidente de folhas tornando a copa menos densa do que normalmente se apresenta na espécie em questão.

Com Muitas Folhas – Quando a árvore possui uma distribuição de folhas regular, ou seja, se todos os galhos praticamente estiverem com folhas em quantidade normal para a espécie em questão.

**Flores (Flo)** – Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem. Conforme o Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas de Porto Alegre (2000) se cadastrou a quantidade de flores da seguinte maneira:

Sem Flores (A) – Quando a árvore não possui nenhuma flor aparente em seus galhos.

Com Poucas Flores (B) – Quando a árvore possui uma distribuição irregular de flores, possuindo vários galhos sem flores ou um raleamento bastante evidente de flores tornando a copa menos densa do que normalmente se apresenta na espécie em questão.

Com Muitas Flores (C) – Quando a árvore possui uma distribuição de flores regular, ou seja, se todos os galhos praticamente estiverem com flores em quantidade normal para a espécie em questão.

**Frutos (Fr)** – Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem. Conforme o Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas de Porto Alegre (2000) se cadastrou a quantidade de flores da seguinte maneira:

Sem Frutos (A) – Quando a árvore não possui nenhum fruto aparente em seus galhos.

Com Poucos Frutos (B) – Quando a árvore possui uma distribuição irregular de frutos, possuindo vários galhos sem frutos ou um raleamento bastante evidente de frutos, ou possuir quantidades mínimas como um ou dois frutos apenas.

Com Muitos Frutos (C) – Quando a árvore possuir uma distribuição de frutos regular, ou seja, se todos os galhos praticamente estiverem com frutos em quantidade normal para a espécie em questão.

***h) Quanto a Necessidade de Manejo***

**Poda Recomendada (PR)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem. O treino de capacitação visou capacitar as equipes de campo para recomendar duas das podas mais importantes na arborização urbana e essa necessidade foi cadastrada com os seguintes tópicos:

Poda não necessária (A) – Quando dentre as podas indicadas neste campo não houver necessidade de nenhuma.

Poda de Limpeza (B) – Quando existirem galhos grandes secos e doentes, ou vários galhos pequenos também secos ou doentes, principalmente quando o risco de queda do galho estiver evidente.

Poda de Rede Elétrica (C) – Quando um ou mais galhos estiverem encostando na rede elétrica de formar a futuramente causar problemas, ou até já estar causando problemas.

**Copa (Co)** - Dado coletado quando o status do feature number (registro) é regular ou jovem. Este dado foi cadastrado com os seguintes itens:

Sem interferência (A) – Quando a copa não tiver interferindo de forma alguma o trânsito de pedestres ou veículos.

Interferindo o Trânsito de Veículos (B) – Quando a copa estiver de alguma maneira interferindo o trânsito de veículos.

Interferindo o Trânsito de Pedestres (C) – Quando a copa estiver de alguma maneira interferindo o trânsito de pedestres.

## 6 RESULTADOS

---

Em relação ao levantamento de rua por rua, a partir de dados fornecidos pela COPEL, na Zona 7 em relação aos tipos de rede de energia elétrica constatou-se há 20 Km de linha de alta tensão sendo que 85% das redes de alta tensão (AT) são compactas, 15% são convencionais (linhas alimentadoras<sup>2</sup>) e 100% das redes de baixa tensão (BT) são com cabos nus, isto é, redes convencionais.

Através de uma pesquisa feita no banco de dados da COPEL, observou-se que a maioria das árvores, em torno de 85%, que estão sob a rede de energia elétrica, estão em “risco”, ou seja, segundo Barbosa (2007), estas árvores podem estar provocando ou futuramente poderão provocar algum tipo de risco à rede de energia elétrica, como, por exemplo, a ruptura do cabo da rede através dos galhos que tocam neste, ocasionando alguma falha no fornecimento de energia elétrica (informação verbal).

### 6.1.1 Custos para novos loteamentos

Segundo dados levantados com Lobato (2007), técnico do setor de projetos da COPEL observou-se na pesquisa que houve pouca variação nos custos para implantação de novas redes aéreas em novos loteamentos. Baseado em dados de Lobato (2007), a tabela 6.1 mostra os custos de implantação de novas redes primárias e secundárias de distribuição de energia elétrica para cada quilômetro de rede instalada, para novos loteamentos (informação verbal).

---

<sup>2</sup> Linhas alimentadoras: são redes que saem da subestação e atendem transformadores que convertem energia para baixa tensão.

**Tabela 6.1 Custos médios, em reais, para implantação de novas redes aéreas em novos loteamentos por quilômetro**

Fonte: Elaborada pelo autor, a partir de Lobato (2007)

<b>Tipos de redes</b>	<b>Material/ Equipamento</b>	<b>Mão-de-obra</b>	<b>Custo total (R\$/KM)</b>
<b>Rede convencional (AT, BT, TR)</b>	30.000	20.000	50.000
<b>Rede compacta (AT, BT, TR)</b>	33.000	20.000	53.000

Onde: AT = alta tensão, BT = baixa tensão e TR = transformador.

Pode-se dizer ainda sobre a implantação de redes de AT compacta que os valores variam em relação ao tipo de bitola utilizada, ou seja, para uma rede alimentadora o custo é mais elevado em relação ao custo de uma rede comum que é bem mais utilizada que a rede alimentadora (Tabela 6.2).

**Tabela 6.2 Valores para implantação de redes de AT compacta x tipo de condutor**

Fonte: Elaborada pelo autor, a partir de Lobato (2007)

<b>Tipo de rede</b>	<b>Tipo de condutor</b>	<b>Custo Total (R\$/Km)</b>
<b>Convencional</b>	<b>Comum</b>	24.000
	<b>Alimentador</b>	48.000
<b>Compacta</b>	<b>Comum</b>	59.000
	<b>Alimentador</b>	95.000

### 6.1.2 Custos para substituição de AT

Visando uma melhor comparação de valores, os custos de substituição da rede de alta tensão convencional para a rede compacta, também por quilômetro instalado, pode ser observado na tabela 6.3.

**Tabela 6.3 Custo médio, em reais, para transformação de rede AT convencional em rede AT compacta por quilômetro**

Fonte: Elaborada pelo autor, a partir de Lobato (2007)

<b>Tipo de condutor</b>	<b>Material/ Equipamento</b>	<b>Mão-de-obra</b>	<b>Custo total (R\$/KM)</b>
<b>Bitola XLPE 02 (comum)</b>	27.000	26.000	53.000
<b>Bitola XLPE 336 (alimentadora)</b>	60.000	31.000	91.000

Se na Zona 7 há 20 km de linha de alta tensão, sendo que 17 km é do tipo comum e 3 Km é do tipo alimentadora então o custo total para substituição neste bairro será descrito na tabela 6.4.

**Tabela 6.4 Custo total, em reais, para transformação de rede AT convencional em rede AT compacta na Zona 7**

Fonte: Elaborada pelo autor, a partir de Lobato (2007)

<b>Tipo de condutor</b>	<b>Material/ Equipamento</b>	<b>Mão-de-obra</b>	<b>Custo total</b>
<b>Bitola XLPE 02 (comum)</b>	459.000	442.000	901.000
<b>Bitola XLPE 336 (alimentadora)</b>	180.000	93.000	273.000
<b>Custo total</b>	<b>639.000</b>	<b>535.000</b>	<b>1.174.000</b>

### 6.1.3 Custos de manutenção

Os custos de manutenção refere-se à manutenção geral das estruturas, condutores e equipamentos, como por exemplo, verificação de pontos quentes em conexões chaves, fuga

de corrente etc. Este tipo de manutenção também engloba os gastos com podas das árvores e a retirada de objetos.

Segundo Broch (2007), técnico do setor de manutenção da COPEL, Maringá hoje tem 55 mil árvores possíveis de poda sob a rede de energia elétrica. Em relação à manutenção e poda existe uma equipe terceirizada (exclusiva) que faz manutenção e podas uma vez por ano e uma equipe própria (funcionários da COPEL) que faz reparos o ano inteiro nas redes (informação verbal). Existe também 2 maneiras de se realizar manutenção e podas das redes de energia elétrica, são elas:

- ✓ linha viva: quando a manutenção ou poda é feita quando a rede esta energizada, ou seja, não ocorre o desligamento da rede;
- ✓ linha morta: quando a manutenção ou poda é feita quando a rede não está energizada, ou seja, ocorre a interrupção da distribuição de energia na rede.

Ainda segundo Broch (2007), a COPEL trabalha com a manutenção e podas de linha viva e morta e também com uma equipe terceirizada. Em relação à poda de linha viva, são funcionários terceirizados ou não que são especialistas para este tipo de serviço (informação verbal). A tabela 6.5 mostra os tipos de podas e manutenção e seus respectivos custos.

**Tabela 6.5 Tipos de serviço e custos**

**Fonte: Elaborada pelo autor, a partir de Broch (2007)**

<b>Tipos de serviço</b>	<b>Custos por árvores e homem/hora (R\$)</b>
<b>Linha viva</b>	25,00 (homem/hora) (manutenção e podas)
<b>Linha morta</b>	19,00 (homem/hora) (manutenção e podas)
<b>Terceirizada</b>	6,00 (árvores) (podas)

Segundo a COPEL, em Maringá há 5 equipes que realizam manutenção e podas, cada equipe possui 15 pessoas. Estas equipes fazem manutenção e podas durante todo o ano

para reparos nas redes, e podem fazer tanto com a “linha morta” quanto com a “linha viva”. A cidade de Maringá possui um total de 4 mil km de linha (alta tensão), e a tabela 6.6 fornecerá os valores gastos com manutenção e podas das redes de energia elétrica em Maringá.

**Tabela 6.6 Valores gastos com manutenção e podas das redes de energia elétrica na cidade de Maringá/PR**

**Fonte: Elaborada pelo autor, a partir de Broch (2007)**

<b>Meses</b>	<b>Custos (R\$)</b>
<b>Janeiro/2007</b>	217.000,00
<b>Fevereiro/2007</b>	175.000,00
<b>Março/2007</b>	250.000,00

Em relação ainda aos custos da tabela 6.6, pode-se dizer que meses em que há muita chuva (tempestades), por exemplo, terá uma necessidade maior de manutenção nas redes, o que acaba aumentando os custos com podas e manutenção das redes.

Segundo ainda Broch (2007), a COPEL realizou uma análise comparativa referente ao período de janeiro a dezembro de 1993, pesquisando os custos de manutenção relativos a dois alimentadores localizados na região central da cidade de Maringá, um operando com cabos nus (rede convencional) e outro com cabos cobertos (rede compacta). Ambos alimentadores possuíam características semelhantes quanto à carga, número de consumidores, extensão e densidade de arborização. Os valores levantados indicaram que a rede compacta alimentadora teve custo total de manutenção de 56% do correspondente a rede convencional alimentadora (considerando-se apenas as manutenções corretiva e preventiva na alta tensão e o serviço de poda de árvores), o que representa uma redução de custo da ordem de 44% (informação verbal).

#### **6.1.4 Quanto à qualidade**

A pesquisa mencionada anteriormente dos dois alimentadores de Maringá apurou a quantidade de energia interrompida em ambos durante o ano de 1993, com base nas respectivas demandas médias, DEC (Duração Equivalente por Consumidor) médios. O resultado apontou uma redução de 83%, isto é, nos alimentadores da rede compacta a

expectativa de energia interrompida é de apenas 17% da correspondente a alimentadores da rede convencional. Isso significa uma redução drástica tanto na perda de faturamento da concessionária de energia quanto nos danos de diversas naturezas impostos aos consumidores devidos à interrupção no fornecimento de energia.

Segundo Cavalli (2007), técnico na qualidade de fornecimento de energia elétrica da COPEL, a rede de distribuição de energia elétrica compacta melhorou o fornecimento de energia elétrica em 80% e conseqüentemente o limite mensal de desligamento diminuiu também (informação verbal).

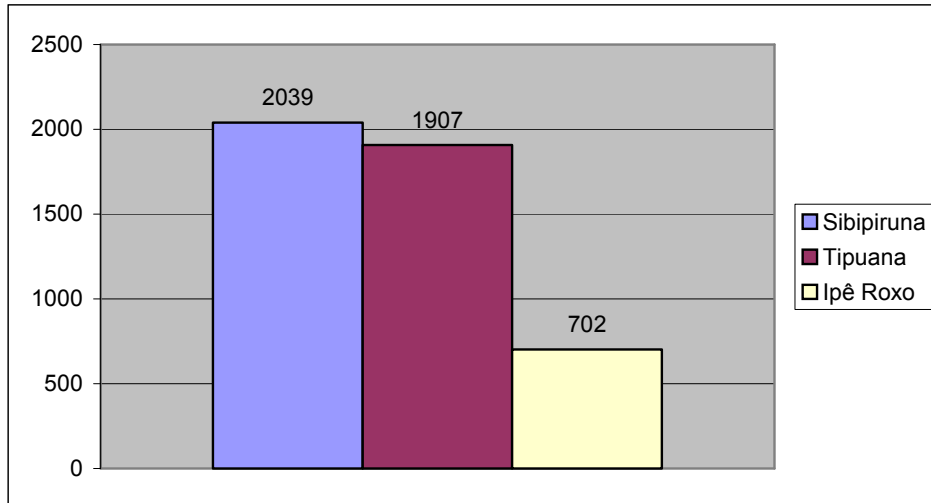
Ainda segundo Cavalli (2007), a rede compacta de distribuição de energia elétrica é muito eficiente e segura pois, segundo sua entrevista concedida no dia 12/11/2007, na última tempestade ocorrida no dia 01/11/2007, cobertura de zinco arrancada de um prédio comercial localizado na esquina da Travessa Guilherme de Almeida e Avenida Tamandaré, em frente ao Terminal Urbano, na área central da cidade, atingiu a rede de distribuição de energia elétrica. Porém, esta rede é compacta, desta forma não interrompeu o fornecimento de energia elétrica em outros bairros onde esta rede alimenta, só interrompeu a energia nas proximidades deste edifício, pois a rede de baixa tensão, que também foi atingida era convencional (cabos nus), se esta rede de baixa tensão fosse isolada poderia não ter ocorrido a interrupção de energia naquele local. Com isto, pode-se perceber que a rede de alta tensão compacta e baixa tensão isolada são redes eficientes e possui uma maior qualidade em relação ao fornecimento de energia em relação as convencionais, pois as redes convencionais interrompem o fornecimento com apenas um galho de árvore quando tocam nelas (informação verbal).

## **6.1.5 Levantamento da arborização de acompanhamento viário na Zona 7**

### **6.1.5.1 Espécies**

Hoje, a Zona 7 é composta por 6.061 árvores de acompanhamento viário, sendo identificadas 57 espécies diferentes, onde as 3 espécies de maior ocorrência são: Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), Tipuana (*Tipuana tipu*) e Ipê Roxo (*Tabebuia avellaneda*) (figura 6.1).

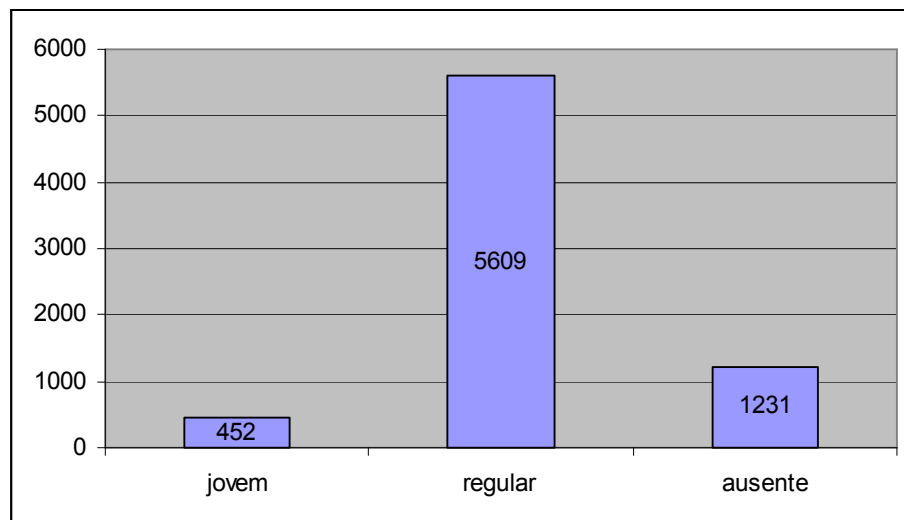




**Figura 6.1 Três espécies mais encontradas na Zona 7**

**Fonte: Sampaio (2006), modificada**

Foi visto também que das 6.061 árvores, 452 são mudas de até 3 metros de altura consideradas jovens, 5.609 são regulares com mais de 3 metros de altura e 133 não foram identificadas. Constatou-se a ausência de 1.231 árvores. A inexistência das árvores deu-se ao fato de terem sido erradicadas, e não substituídas (figura 6.2).



**Figura 6.2 Status das árvores levantadas na Zona 7**

**Fonte: Sampaio (2006), modificada**

Na tabela 6.7, apresentará detalhamento das espécies identificadas na Zona 7 e suas respectivas quantidades e frequências.

**Tabela 6.7 Espécies identificadas na Zona 7 com suas respectivas frequências**

**Fonte: Sampaio (2006), modificada**

<b>Nome Comum</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
<b>Sibipiruna</b>	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	2.039	27,5
<b>Tipuana</b>	<i>Tipuana tipu</i>	1.907	25,7
<b>Ipê Roxo</b>	<i>Tabebuia avellanedae</i>	702	9,5
<b>Jacarandá</b>	<i>Jacaranda sp</i>	180	2,4
<b>Flamboyant</b>	<i>Delonix regia</i>	159	2,1
<b>Alecrim</b>	<i>Holocalix balansae</i>	152	2,0
<b>Palmeira Imperial</b>	<i>Roystonea oleracea</i>	122	1,6
<b>Falsa Murta</b>	<i>Murraya paniculata</i>	75	1,0
<b>Extremosa</b>	<i>Lagerstroemia indica</i>	64	0,86
<b>Oiti</b>	<i>Licania tomentosa</i>	61	0,82
<b>Ipê Amarelo</b>	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	57	0,77
<b>Chapéu do sol</b>	<i>Terminalia catappa</i>	47	0,63
<b>Ligustrum</b>	<i>Ligustrum lucidum</i>	45	0,61
<b>Grevilea</b>	<i>Grevillea robusta</i>	43	0,58
<b>Ficus</b>	<i>Ficus benjamina</i>	37	0,50
<b>Tamereira</b>	<i>Phoenix dactylifera</i>	35	0,47
<b>Bisnagueira</b>	<i>Spathodea campanulata</i>	31	0,42
<b>Castanha do brejo</b>	<i>Pachira aquatica</i>	26	0,35
<b>Aroeira Chorão</b>	<i>Schinus molle</i>	23	0,31
<b>Ipê Branco</b>	<i>Tabebuia roseo-alba</i>	22	0,30
<b>Limoeiro</b>	<i>Citrus sp.</i>	19	0,26

<b>Leucena</b>	<i>Leucena leucocephala</i>	17	0,23
<b>Pata de vaca</b>	<i>Bauhinia sp.</i>	16	0,22
<b>Quaresmeira</b>	<i>Tibouchina sp</i>	16	0,22
<b>Aroeira Pimenta</b>	<i>Schinus terebinthifolius</i>	15	0,20
<b>Hibiscos</b>	<i>Hibiscus sp.</i>	15	0,20
<b>Mangueira</b>	<i>Mangifera indica</i>	15	0,20
<b>Pitangueira</b>	<i>Engenia uniflora</i>	12	0,16
<b>Manduriana</b>	<i>Senna Macranthera</i>	11	0,15
<b>Palmeira Laque</b>	<i>Latania lontaroides</i>	10	0,13
<b>Goiabeira</b>	<i>Psidium guajava</i>	8	0,11
<b>Romã</b>	<i>Punica granatum</i>	7	0,09
<b>Canelinha</b>	<i>Nectandra sp.</i>	6	0,08
<b>Chuva de Ouro</b>	<i>Cassia fistula</i>	6	0,08
<b>Cinamomo</b>	<i>Melia azedarach</i>	6	0,08
<b>Coqueiro</b>	<i>Cocos nucifera</i>	5	0,07
<b>Canafistula</b>	<i>Peltophorum dubium</i>	4	0,05
<b>Pau Brasil</b>	<i>Caesalpinia echinata Lam.</i>	4	0,05
<b>Abacateiro</b>	<i>Persia gratissima</i>	3	0,04
<b>Jaca</b>	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	3	0,04
<b>Laranjeira</b>	<i>Citrus sp.</i>	3	0,04
<b>Magnólia</b>	<i>Michelia champaca</i>	3	0,04
<b>Palheteira</b>	<i>Clitoria fairchidiana Howard.</i>	3	0,04
<b>Pinheiro do Parana</b>	<i>Araucaria angustifolia</i>	3	0,04
<b>Uva do Japão</b>	<i>Hovenia dulcis</i>	3	0,04
<b>Cedro</b>	<i>Cedrela fissilis</i>	2	0,03
<b>Dama da noite</b>	<i>Cestrum nocturnum</i>	2	0,03

<b>Espirradeira</b>	<i>Nerium oleander</i>	2	0,03
<b>Guapuruvu</b>	<i>Schizolobium parahiba</i>	2	0,03
<b>Pau Ferro</b>	<i>Caesalpineia ferrea</i>	2	0,03
<b>Timbaúva</b>	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	2	0,03
<b>Tuia</b>	<i>Chamaecyparis sp.</i>	2	0,03
<b>Caliandra</b>	<i>Calliandra sp.</i>	1	0,01
<b>Ciriguela</b>	<i>Spondias purpurea</i>	1	0,01
<b>Figueira</b>	<i>Ficus sp.</i>	1	0,01
<b>Jambolão</b>	<i>Syzygium cumini</i>	1	0,01
<b>Mexerica</b>	<i>Citrus sp.</i>	1	0,01
<b>Monguba</b>	<i>Pachyra aquatica</i>	1	0,01
<b>Paineira</b>	<i>Chorisia speciosa</i>	1	0,01
<b>Ausentes</b>	-	1.231	16,6
<b>Espécies não identificadas</b>	-	133	1,8
<b>Total</b>	-	<b>7.425</b>	<b>100</b>

#### 6.1.5.2 Qualidade das árvores

Das 6.061 árvores levantadas por Sampaio (2006) na Zona 7, 8,69% têm condição geral boa, isto é, são árvores sem injúrias mecânicas e sem doença aparente, porém 57,83% têm condições gerais sofríveis, ou seja, possuem severos danos físicos, doenças, infestações de praga, estes dados podem ser melhor observados na tabela a seguir (tabela 6.8).

**Tabela 6.8 Qualidade das árvores presentes na Zona 7**

**Fonte: Sampaio (2006), modificada**

<b>Condição Geral</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Boa	527	8,69
Satisfatória	2.029	33,48
Sofrível	3.505	57,83
<b>Total</b>	<b>6.061</b>	<b>100</b>

### 6.1.5.3 Quanto ao porte

Na tabela 6.9, mostra as espécies encontradas na Zona 7, e suas respectivas alturas, com isso pode-se perceber que a maioria desta é de porte grande, ou seja, possui uma altura maior que 10 metros.

**Tabela 6.9 Tamanho máximo e porte das 5 espécies mais localizadas na Zona 7**

**Fonte: Elaborada pelo autor, a partir de COPEL, (2007)**

<b>Nome Comum</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Altura</b>
<b>Sibipiruna</b>	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	8 metros
<b>Ipê Roxo</b>	<i>Tabebuia avellaneda</i>	10 metros
<b>Jacarandá</b>	<i>Jacaranda sp</i>	10 metros
<b>Flamboyant</b>	<i>Delonix regia</i>	10 metros
<b>Tipuana</b>	<i>Tipuana tipu</i>	12 metros

Na tabela 6.10, encontra-se as espécies mais encontradas na Zona 7, com suas respectivas quantidades, desta forma, vê-se que a maior incidência é de árvores de grande porte. Cavalheiro (1991) sugere que o valor ideal para a distribuição da frequência das espécies seja de 10 a 15% para uma mesma espécie dentro do espaço urbano. Desta forma, evita-se que a arborização de ruas de uma cidade seja atacada por um ataque de pragas ou incidência de patógenos, assim as espécies ficam mais bem distribuídas e diminuindo a chance de uma proliferação rápida das pragas e dos riscos para a rede de distribuição de energia elétrica.

**Tabela 6.10** Frequência das 5 principais espécies encontradas na Zona 7 e com a quantidade ideal sugerida

Fonte: Sampaio (2006) e Cavalheiro (1991), modificada

Nome Comum	Nome Científico	Atual		Sugerida	
		Qtde	%	Qtde	%
<b>Sibipiruna</b>	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	2.039	27,5	891	12
<b>Tipuana</b>	<i>Tipuana tipu</i>	1.907	25,7	891	12
<b>Ipê Roxo</b>	<i>Tabebuia avellanadae</i>	702	9,5	891	12
<b>Jacarandá</b>	<i>Jacaranda sp</i>	180	2,4	891	12
<b>Flamboyant</b>	<i>Delonix regia</i>	159	2,1	891	12

Para Cavalli (2007), a espécie arbórea Oiti (*Licania tomentosa*) é muito recomendada para arborização urbana, devido ao seu pequeno porte que é o recomendado quando a rede de distribuição de energia elétrica e a sombra que esta espécie pode proporcionar. Contudo observou-se que na Zona 7, há apenas 61 árvores desse tipo de espécie o que representa 0,82 % do total das espécies encontradas nesta região.

#### 6.1.5.4 Sistema Radicular

Quanto a qualidade da arborização de acompanhamento viário da Zona 7, observou-se o sistema radicular de todas as árvores presentes nesta área. Neste item, Sampaio (2006), classificou-se 5 outros, sendo eles: árvores sem afloramento do sistema radicular, afloramento na área livre, afloramento interferindo na calçada, na construção ou na rede subterrânea, isto pode ser melhor observado na tabela 6.11.

**Tabela 6.11 Tipo do sistema radicular**

Fonte: Sampaio (2006), modificada

<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sem afloramento	1.216	19,63
Afloramento na área livre	745	12,03
Afloramento interferindo na calçada	4.187	67,6
Afloramento interferindo na construção	43	0,69
Afloramento interferindo na rede subterrânea	3	0,05
<b>Total</b>	<b>6.194</b>	<b>100</b>

Pode-se observar que a maioria das árvores tem afloramento na calçada (67,6%), em contrapartida, 12,03% das árvores presentes na Zona 7, tem afloramento na área livre. Isto quer dizer que a maioria destas árvores não está adequada ao local de plantio, portando muitas delas não têm um local desejável para sua sobrevivência.

Na tabela 6.12, está a distribuição das espécies encontradas na Zona 7, segundo seu sistema radicular, pode-se observar que a Sibipiruna (*Peltophoroides*) e a tipuana (*Tipuana Tipu*) são as espécies que mais interferem nas calçadas com 1.726 e 1.541 respectivamente.

**Tabela 6.12 Tipo de espécies encontradas na Zona 7 quanto ao sistema radicular**

Fonte: Sampaio (2006), modificada

<b>Nome Científico</b>	<b>Sem Aflor.</b>	<b>Aflor. Área L.</b>	<b>Interf. Calçada</b>	<b>Cons- trução<sup>5</sup></b>	<b>Rede Subt.</b>	<b>Total</b>
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	170	129	1726	14	-	<b>2.039</b>
<i>Tipuana tipu</i>	144	201	1541	18	3	<b>1.907</b>
<i>Tabebuia avellanedae</i>	233	143	323	3	-	<b>702</b>
<i>Jacaranda sp</i>	17	83	80	-	-	<b>180</b>
<i>Delonix regia</i>	30	69	57	3	-	<b>159</b>
<i>Holocalix balansae</i>	11	5	136	-	-	<b>152</b>

<i>Roystonea oleracea</i>	112	9	1	-	-	<b>122</b>
<i>Murraya paniculata</i>	60	4	11	-	-	<b>75</b>
<i>Lagerstroemia indica</i>	61	3	-	-	-	<b>64</b>
<i>Licania tomentosa</i>	49	-	12	-	-	<b>61</b>
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	18	3	36	-	-	<b>57</b>
<i>Terminalia catappa</i>	5	1	40	1	-	<b>47</b>
<i>Ligustrum lucidum</i>	10	-	35	-	-	<b>45</b>
<i>Grevillea robusta</i>	27	16	-	-	-	<b>43</b>
<i>Ficus benjamina</i>	8	1	27	1	-	<b>37</b>
<i>Phoenix dactylifera</i>	35	-	-	-	-	<b>35</b>
<i>Spathodea campanulata</i>	3	27	1	-	-	<b>31</b>
<i>Pachira aquatica</i>	14	1	11	-	-	<b>26</b>
<i>Schinus molle</i>	9	7	7	-	-	<b>23</b>
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	17	-	5	-	-	<b>22</b>
<i>Citrus sp.</i>	7	2	10	-	-	<b>19</b>
<i>Leucena leucocephala</i>	-	13	4	-	-	<b>17</b>
<i>Bauhinia sp.</i>	4	-	12	-	-	<b>16</b>
<i>Tibouchina sp</i>	14	-	2	-	-	<b>16</b>
<i>Schinus terebinthifolius</i>	6	4	5	-	-	<b>15</b>
<i>Hibiscus sp.</i>	12	-	3	-	-	<b>15</b>
<i>Mangifera indica</i>	6	2	6	1	-	<b>15</b>
<i>Engenia uniflora</i>	9	-	3	-	-	<b>12</b>
<i>Senna Macranthera</i>	11	-	-	-	-	<b>11</b>
<i>Latania lontaroides</i>	4	6	-	-	-	<b>10</b>

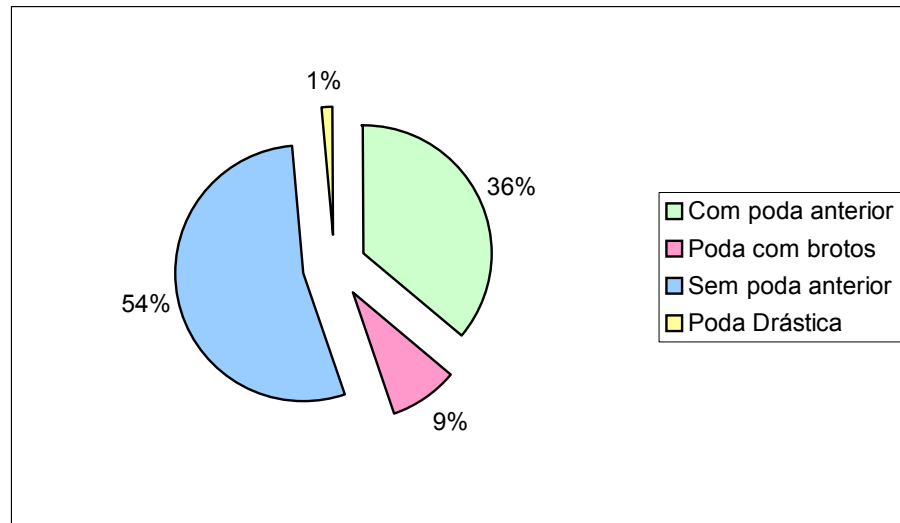


<i>Psidium guajava</i>	2	-	6	-	-	<b>8</b>
<i>Punica granatum</i>	6	-	1	-	-	<b>7</b>
<i>Nectandra sp.</i>	5	-	1	-	-	<b>6</b>
<i>Cassia fistula</i>	3	-	2	1	-	<b>6</b>
<i>Melia azedarach</i>	4	1	1	-	-	<b>6</b>
<i>Cocos nucifera</i>	3	2	-	-	-	<b>5</b>
<i>Peltophorum dubium</i>	3	1	-	-	-	<b>4</b>
<i>Caesalpinia echinata Lam.</i>	3	1	-	-	-	<b>4</b>
<i>Persia gratissima</i>	-	-	3	-	-	<b>3</b>
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	-	1	2	-	-	<b>3</b>
<i>Citrus sp.</i>	2	1	-	-	-	<b>3</b>
<i>Michelia champaca</i>	-	-	3	-	-	<b>3</b>
<i>Clitoria fairchidiana Howard.</i>	1	-	2	-	-	<b>3</b>
<i>Araucaria angustifolia</i>	1	-	2	-	-	<b>3</b>
<i>Hovenia dulcis</i>	1	1	1	-	-	<b>3</b>
<i>Cedrela fissilis</i>	-	-	2	-	-	<b>2</b>
<i>Cestrum nocturnum</i>	2	-	-	-	-	<b>2</b>
<i>Nerium oleander</i>	1	-	1	-	-	<b>2</b>
<i>Schizolobium parahiba</i>	2	-	-	-	-	<b>2</b>
<i>Caesalpineia ferrea</i>	-	-	2	-	-	<b>2</b>
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	-	-	2	-	-	<b>2</b>
<i>Chamaecyparis sp.</i>	2	-	-	-	-	<b>2</b>
<i>Calliandra sp.</i>	1	-	-	-	-	<b>1</b>

<i>Spondias purpurea</i>	-	-	1	-	-	<b>1</b>
<i>Ficus sp.</i>	-	-	1	-	-	<b>1</b>
<i>Syzygium cumini</i>	-	-	1	-	-	<b>1</b>
<i>Citrus sp.</i>	-	-	1	-	-	<b>1</b>
<i>Pachyra aquatica</i>	1	-	-	-	-	<b>1</b>
<i>Chorisia speciosa</i>	1	-	-	-	-	<b>1</b>
<b>Ausentes</b>	-	-	-	-	-	<b>1.231</b>
<b>Espécies não identificadas</b>	66	8	58	1	-	<b>133</b>
<b>Total</b>	<b>1.216</b>	<b>745</b>	<b>4.187</b>	<b>43</b>	<b>3</b>	<b>7.425</b>
Sem Aflor. – Sem afloramento						
Aflor. Área L. – Afloramento área livre						
Interf. Calçada – Interferência Calçada						
Construção – Construção						
Rede Subt. – Rede subterrânea						

### 6.1.5.5 Podas

Em relação às podas realizadas nas árvores de acompanhamento viário na Zona 7, foram levantados que 54% das árvores não possuíam poda anterior<sup>3</sup>, 36% com poda anterior<sup>4</sup> (figura 6.3).



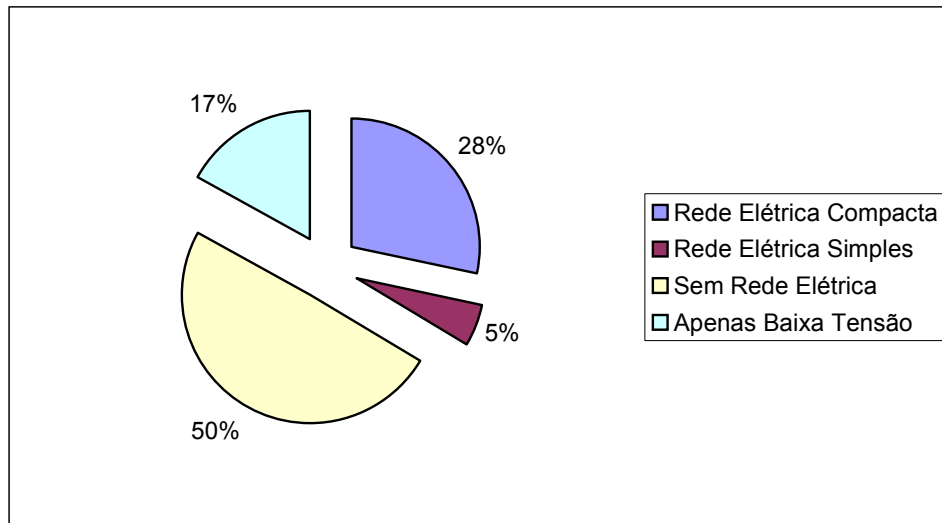
**Figura 6.3 Característica das árvores de acompanhamento viário da Zona 7 com relação ou não à condução de poda**

**Fonte: Sampaio (2006), modificada**

Das 6.061 árvores encontradas na Zona 7, 50% não estão sob a rede de distribuição de energia elétrica, 28% estão sob a rede de distribuição de energia elétrica (alta tensão) compacta, 17% estão sob a rede de distribuição de energia elétrica de baixa tensão, lembrando que as redes de baixa tensão têm 100% de cabos nus, e 5% estão sob a rede de distribuição de energia elétrica (alta tensão) simples, ou seja, cabos nus (figura 6.4).

<sup>3</sup> Sem Poda Anterior: quando não está evidente que ocorreu retirada de galhos.

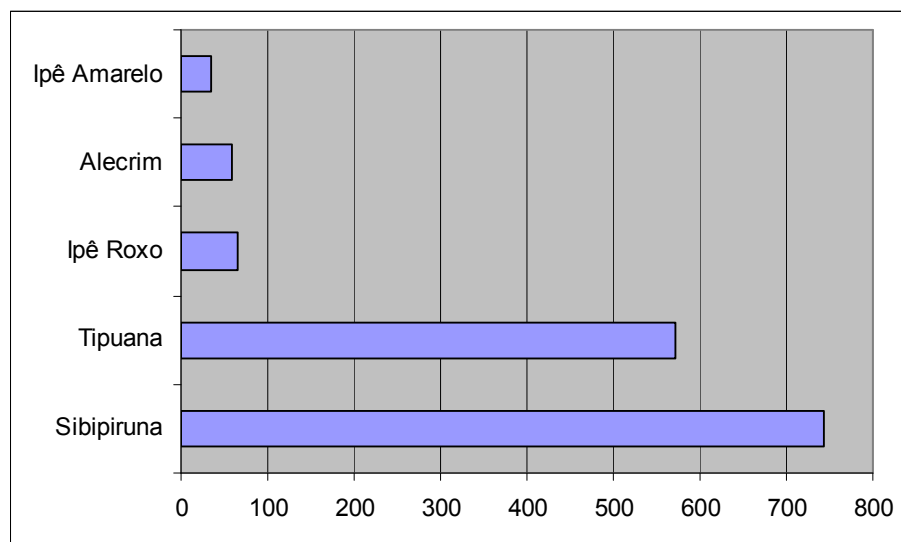
<sup>4</sup> Com Poda Anterior: quando é visível que foi retirado galhos da árvore que esta sendo verificada, mas nenhum desses galhos possuem rebrotas.



**Figura 6.4** Frequência das árvores que estão sob a rede de distribuição de energia elétrica Zona 7

Fonte: Sampaio (2006), modificada

Sob a rede de distribuição de energia elétrica compacta de alta tensão e convencional de baixa tensão, constatou-se que as cinco espécies mais encontradas foram sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), tipuana (*Tipuana tipu*), ipê roxo (*Tabebuia avellaneda*), alecrim (*Holocalix balansae*) e ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) (figura 6.5).

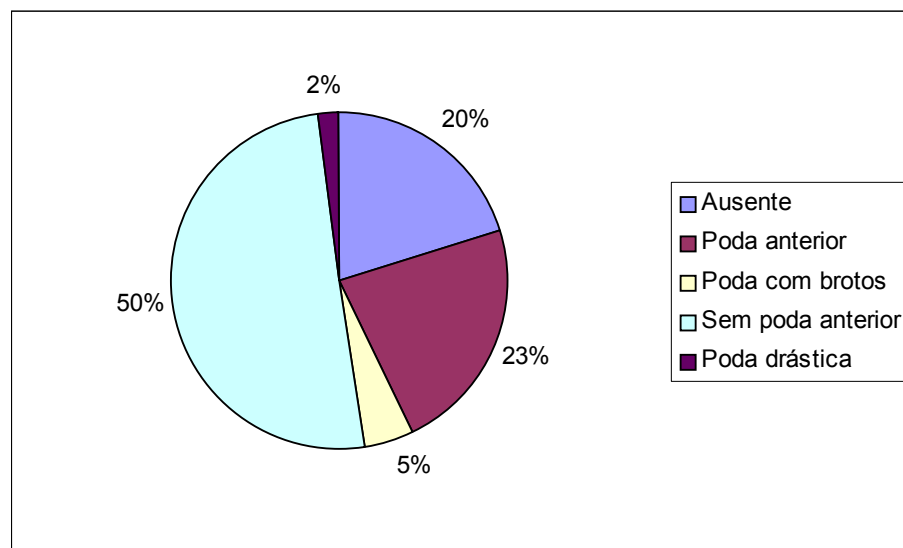


**Figura 6.5** Cinco espécies mais encontradas sob a rede compacta de alta tensão Zona 7

Fonte: Sampaio (2006), modificada

Já na rede de distribuição de energia elétrica simples (alta tensão), ou seja, cabos nus, viu-se que a tipuana (*Tipuana tipu*) e a sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*) foram as espécies mais encontradas, com a quantidade de 94 e 137 unidades respectivamente.

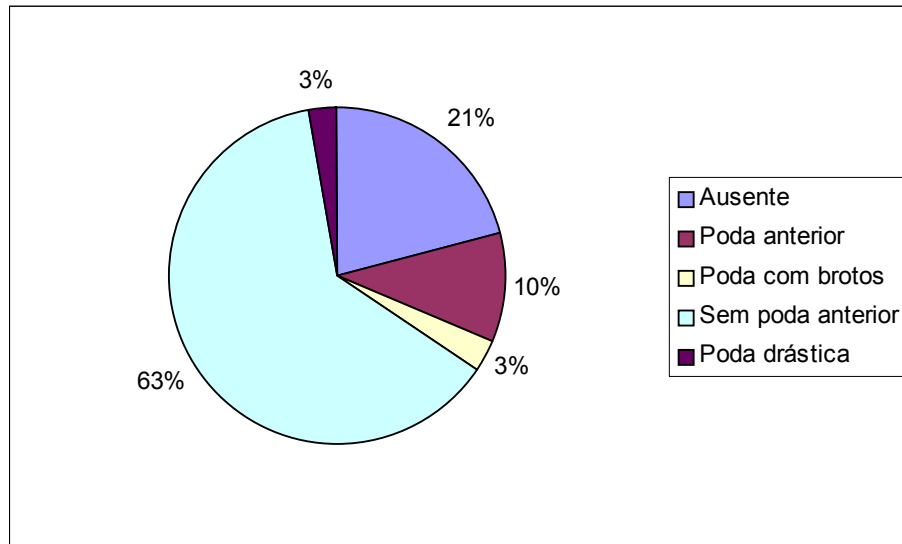
Viu-se também que entre as árvores que estão sob a rede de distribuição de energia elétrica compacta, 50% destas árvores não possuem podas anteriores, 23% possuem podas anteriores, 20% estão ausentes, 5% tem podas com brotos e 2% estão com podas drásticas (figura 6.6).



**Figura 6.6 Característica das árvores com relação à condução ou não de poda sob a rede compacta Zona 7**

**Fonte: Sampaio (2006), modificada**

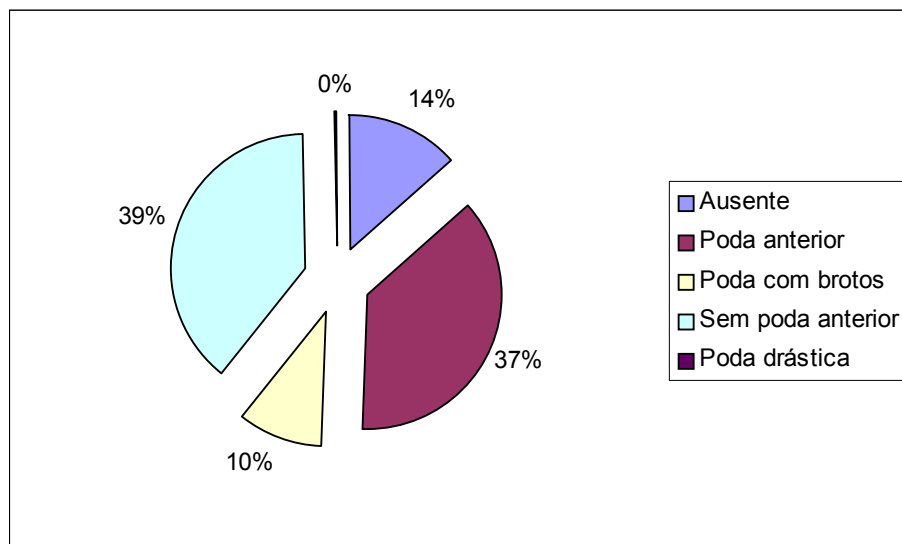
Já na rede simples de distribuição de energia elétrica há um pequeno acréscimo nas podas drásticas, ou seja, 3% (figura 6.7).



**Figura 6.7** Característica das árvores com relação à condução ou não de poda sob a rede simples Zona 7

Fonte: Sampaio (2006), modificada

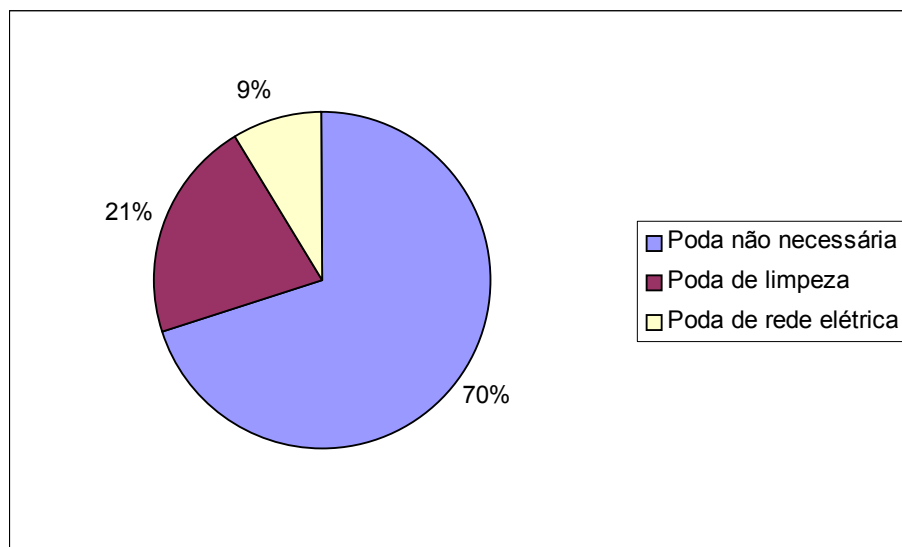
Onde não há redes de distribuição de energia elétrica, não se constata a presença de podas drásticas (figura 6.8).



**Figura 6.8** Característica das árvores com relação à condução ou não de poda onde não há rede distribuição de energia elétrica Zona 7

Fonte: Sampaio (2006), modificada

Em relação às podas recomendadas<sup>5</sup> nas árvores que estão sob a rede de distribuição de energia elétrica, percebeu-se que a maior parte da arborização urbana da Zona 7 não necessita de podas (figura 6.9).



**Figura 6.9 Podas recomendadas na arborização urbana da Zona 7**

**Fonte: Sampaio (2006), modificada**

---

<sup>5</sup> Poda recomendada: recomendação das podas mais importantes na arborização.

## 7 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO

---

O elemento da paisagem que mais se destaca em Maringá é a sua arborização. Estas cobrem ruas, avenidas, praças. Porém, quando se faz um estudo mais detalhado, vê-se que estas árvores trazem problemas, entre eles, o contato com as redes de distribuição de energia elétrica, pois a altura destas árvores está classificada como de médio e grande portes. Desta forma não é aconselhável para a arborização que está sob a rede de energia elétrica serem de porte médio a grande, pois podem causar prejuízos tanto para a concessionária de energia elétrica, como para consumidores que podem sofrer interrupção no fornecimento de energia elétrica, e ter equipamentos queimados ou até, considerando que o consumidor seja uma indústria, e ter a produção interrompida causando prejuízos para ambos os lados.

Na Zona 7, como foi observado na pesquisa, a maior incidência é de árvores de grande porte. Entre elas podemos destacar a Sibipiruna (*Caesalpinia Peltophoroides*) com 27,5% na população total de indivíduos, Tipuana (*Tipuana tipu*) com 25,7% e Ipê Roxo (*Tabebuia avellanedae*) com 9,5%, juntas somam 62,7% do total de árvores encontradas na pesquisa. Esse valor é um dado muito preocupante, pois de acordo com Milano (1988), a existência de árvores da mesma espécie facilita a propagação de pragas e doenças, e considerando que uma praga atinja estas duas espécies, a Zona 7 ficará apenas com 50% da sua arborização atual.

Entre as árvores pesquisadas, a incidência de árvores que estão sob a rede de distribuição de energia elétrica é de 50%, sendo a maioria destas árvores de porte médio e grande, e apresentando uma altura que varia entre 10m e 20 m, uma altura que não é recomendada para o tipo de rede elétrica encontrado sobre as copas, pois os galhos tocam nestes condutores, ocorrendo falha no fornecimento de energia elétrica.

Percebeu-se que por esta região ter a maior parte de sua arborização de grande porte, viu-se que as podas drásticas são consideradas pequenas, sendo de 2% no total das podas realizadas na região, e que se comparado com a quantidade de podas sugerida para uma rede de alta tensão do tipo convencional seria maior.

Contudo, as podas não foram totalmente eliminadas, pois 23% das árvores tiveram podas anteriores e 5% tiveram podas em brotos, o que não é aconselhável, pois uma poda em



broto mostra que estas podas não foram executadas de maneira correta e podem causar um desequilíbrio na árvore.

A rede compacta utilizada na região é constituída por cabos isolados e espaçadores entre os postes. Os espaçadores são do tipo losangular e suportam voltagens de 13,8 e 34,5 kV. O conjunto formado pelos materiais formam a rede de distribuição de energia elétrica compacta, diminuindo o espaço necessário para a passagem dos cabos entre as copas das árvores, reduzindo assim, o espaço necessário para a passagem da rede compacta é de 1m de diâmetro para as podas nas árvores que estejam no caminho da rede.

Com a implantação da rede compacta, é possível perceber a diminuição dos impactos da arborização sobre a rede de distribuição de energia elétrica. Entre as melhorias que podem ser observadas, está a melhora no fornecimento de energia elétrica, pois os cabos da rede compacta são protegidos por uma capa protetora (isolante). Outro fator a ser considerado para a rede compacta é a possibilidade da aproximação da fiação e posterior redução da poda em árvores evitando podas drásticas, diminuição do número de interrupções de energia elétrica (desligamento da rede) e a diminuição nos gastos com manutenções e podas emergenciais e corretivas.

Como foi observado na pesquisa, na Zona 7, predomina para a rede de alta tensão (AT) o modelo de rede compacta, com 85% e para rede de baixa tensão (BT) predomina o modelo da rede simples, com 100%.

Em relação aos custos para implantação de novas redes aérea de AT, BT e transformador em novos loteamentos, há pouca diferença de valor entre a rede convencional e compacta. Ou seja, para a implantação de uma rede convencional, o custo gira em torno de 49 mil reais/ Km, e para uma rede compacta, este custo é de 52 mil reais/ Km. Nestes valores foi considerado as redes de AT, BT e transformador, e a pouca diferença é devido a maior utilização de redes de BT do que a de AT, o que acaba igualando os valores, já que as redes de BT tem um custo menor em relação a redes de AT. Veja tabela 6.1 página 59. Lembrando que para implantação de novos loteamentos, a prefeitura exige a rede de AT compacta e rede de BT isolada. A implantação de redes compactas de AT é vantajosa, pois além de reduzir a poda em árvores, este tipo de rede por ser protegida por um material isolante, melhora a qualidade do fornecimento de energia elétrica.

No caso de substituição da rede convencional de AT para a rede compacta de AT existe um custo maior em relação aos cabos. Isto porque as redes de AT têm um custo mais elevado

comparado com redes de BT, devido ao tipo de bitola que é utilizado nas redes de AT, pois para uma rede comum, o custo gira em torno de 53 mil reais por Km, e para uma rede alimentadora, o custo chega a 92 mil reais por Km. Este custo poderia ser bem maior se não fosse possível reaproveitar os postes. Porém, isto é possível visto que para a transformação de rede convencional para compacta pode-se utilizar o mesmo traçado e quase a totalidade de postes já em uso, praticamente não existindo necessidades de obras civis. O trabalho de desmontagem da rede antiga e montagem da nova é relativamente simples e rápido, além de poder ser feito em etapas programadas.

Percebeu-se também que os custos de manutenção e poda variam muito, pois a empresa terceirizada cobra 6 reais por árvore podada sem a manutenção. Já o custo para podas e manutenção para “linha morta” apresenta o custo de 19 reais homem/hora e “linha viva” 25 reais homem/hora. Nesta última o valor é mais elevado devido a estes profissionais serem especializados e também por utilizarem equipamentos mais especializados, uma vez que, este faz podas e manutenções em redes energizadas, pois há locais onde não pode haver interrupção da energia elétrica, como por exemplo em hospitais, tanto a “linha morta” ou a “linha viva” pode ser realizado tanto por funcionários da concessionária como por uma empresa terceirizada. Os custos de manutenção e podas variam muito também devido aos períodos críticos, ou seja, meses em que há muita chuva (tempestades), por exemplo, terá uma necessidade maior de manutenção nas redes.

Com a análise dos custos, verifica-se que a implantação de uma rede compacta tem um valor inicial muito superior à rede convencional, e que este valor pode ser diluído nas manutenções realizadas após a implantação das redes. E também pode ser diluído no conforto fornecido para o usuário final e para arborização, pois com a rede compacta, a ocorrência de contato entre a fiação e as árvores são menores se comparado à rede convencional. Outro fator é a diminuição da poda na manutenção das redes, causando um melhor aspecto nas árvores sob a rede energizada.

## 8 CONCLUSÃO

---

O modo como a arborização urbana é planejada, pode afetar positivamente ou negativamente a qualidade de vida de uma cidade. Com o crescimento das cidades, muitas espécies tornaram-se inadequadas para as vias urbanas, e são necessárias alterações na arborização para que a rede elétrica não seja prejudicada devido à ela. Porém, estas alterações precisam ser realizadas com todo critério necessário, para que seja feita uma adequação das espécies arbóreas, e não seu extermínio indiscriminado.

Após a verificação dos dados coletados, verificou-se que grande parte da rede de distribuição de energia elétrica de Alta Tensão da Zona 7, já está adequada para a rede compacta, sendo que 85% das redes estão montadas sobre rede compacta. Em contrapartida, 100% da rede de Baixa Tensão, ainda encontra-se montada em rede convencional, tendo seus cabos nus (não isolados).

Como grande parte da rede já é rede compacta, verificou-se que mesmo com a grande quantidade de espécies de árvores e a maioria de grande porte, a quantidade de podas exigidas pelas redes diminui em pequena proporção, ou seja, de 3% para 2% tornando esse efeito um dos impactos mais visíveis. A manutenção das árvores alterou o formato das copas, podendo ser notado que as árvores envolvidas na rede não sofrem muito e não são desgastadas violentamente para os ajustes necessários para a passagem de cabos.

Em relação aos efeitos provocados pela rede elétrica, pode-se verificar que as redes compactas reduzem a poda de 5 m<sup>2</sup> para 1 m<sup>2</sup>, pois os cabos possuem um material isolante e assim automaticamente ficam mais próximos entre si, reduzindo a poda e melhorando a qualidade do fornecimento de energia elétrica em 80%, e conseqüentemente reduzindo a quantidade de desligamentos necessários para a manutenção de algum cabo ou interrupções sofridas nas redes por contato com árvores.

Na análise dos custos, as redes compactas possuem um custo um pouco mais alto que as redes convencionais, mas que na média geral do custo para a implantação (AT, BT, TR), suas somas ficam menores que para a instalação das redes convencionais, as quais acabam gastando mais durante o período de manutenção de sua estrutura. Os custos ficam mais aparentes quando se verifica a instalação da rede compacta para a rede de

Alta Tensão, onde os custos com cabos de bitolas mais altas elevam o custo total da instalação.

E ainda as redes compactas exercem um fator positivo sobre o meio ambiente, sendo considerada uma estética visual e também pelo fato de utilizarem ferragens de fixação menores e mais leves do que as cruzetas das redes convencionais apresentam um menor dispêndio de matéria-prima.

Um outro fator analisado é que a concessionária responsável pelo fornecimento de energia da região está aumentando o interesse no uso de redes compactas ou que prejudiquem menos o meio ambiente e que melhorem o fornecimento para os consumidores, visando assim, aumentar os índices de confiabilidade do sistema elétrico.

Com isto, apesar da rede elétrica ser composta por cabos protegidos, a vegetação sempre foi a principal causa de desligamento e interrupção no fornecimento de energia.

Como sugestão para uma melhor harmonia entre as redes de distribuição de energia elétrica e a arborização urbana quando não se possui redes compactas protegidas, pode-se citar:

- Plantio de espécies adequadas: plantio de árvores de porte compatível com a rede elétrica evitando-se assim, aumento no índice de cortes de energia elétrica;
- Substituição de árvores incompatíveis com o espaço urbano: substituição de árvores de porte incompatível, existentes sob a rede elétrica, onde são geralmente realizadas podas drásticas, comprometendo a estética natural, e ainda árvores que se encontram em estado precário ou em idade avançada. Essa substituição pode ser feita plantando-se novas mudas nos locais anteriormente ocupados por espécies de grande porte;
- Treinamento da equipe de podas: técnicas na execução de podas de árvores evitando que as árvores que sofreram podas inadequadas morram, tendo assim um intenso rebrotamento ou apresentem dano estético grave.

Com isso, também se conclui que as espécies arbóreas Oiti (*Licania tomentosa*), Quaresmeira (*Tibouchina putchra*) e Extremosa (*Langerstroemia indica*) são muito recomendadas para arborização urbana, onde há rede de distribuição de energia elétrica, devido ao seu pequeno porte e a sombra que estas espécies podem proporcionar.

Uma outra recomendação é que a rede de distribuição de energia elétrica aérea, sempre que possível, seja implantada, preferencialmente, nas faces oeste e norte, e sob elas, árvores de pequeno porte e nas faces leste e sul, árvores de porte médio.

Observou-se também que os conflitos (toque dos galhos das árvores nas redes) entre a arborização presente na Zona 7 e a fiação de energia elétrica contínua, mas em números menores. Porém melhorou-se muito a qualidade do fornecimento (efeito), isto porque, as redes são protegidas e quando os galhos entram em contato com a fiação na maioria das vezes não se interrompe o fornecimento de energia.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ALVAREZ, I.A. **Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta do índice de avaliação**. Piracicaba, 2004. 209p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.

ANDRADE, T.O. **Inventário e análise da arborização viária da estância turística de Campos do Jordão, SP**. Piracicaba, 2002. 112p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.

BARBOSA, B. **Comunicação pessoal**. 2007. (Companhia Paranaense de Energia Elétrica, Maringá, Paraná).

BESSA, M.M.A., SILVA, I.M., SILVA, V.G.S. A arborização urbana no distrito de Tibiriçá, Bauru/SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2006, Maringá/PR. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2006. 5 p.

BORTOLETO, S. **Inventário quali-quantitativo da arborização viária da Estância de Águas de São Pedro-SP**. Piracicaba, 2004. 99p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.

BROCH, N. **Comunicação pessoal**. 2007. (Companhia Paranaense de Energia Elétrica, Maringá, Paraná).

CAVALHEIRO, F. Urbanização e alterações ambientais. In: TAUKE, S.M. (Org) **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar**, São Paulo: UNESP/FAPESP, 1991, p. 88-99.

CAVALLI, R. **Comunicação pessoal**. 2007. (Companhia Paranaense de Energia Elétrica, Maringá, Paraná).

COELBA. **Guia de arborização urbana**. 2002. 56p.

CEMIG. **Manual de arborização**. Belo Horizonte: Superintendência de Comunicação Social e Representação, 2006. 40p.

COPEL. **Como arborizar sua cidade**. Curitiba, 2006. 27p.

CPFL. **Guia de arborização**. São Paulo. 33p.

COSTA, F. P. DA S. **Evolução urbana e da cobertura vegetal de Piracicaba – SP (1940 – 2000)**. Piracicaba, 2004. 96p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.

DE ANGELIS, B.L.D. Notas de aula. Maringá, 2006. 50p. Universidade Estadual de Maringá.

DE ANGELIS NETO, G., DE ANGELIS, B.L.D. Os instrumentos urbanísticos e a arborização urbana. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2000.

DUARTE, D. H. S. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical e continental**. São Paulo, 2000. 296p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

ELETROPAULO. **Guia de planejamento e manejo da arborização urbana**. São Paulo: Eletropaulo: Gráfica Cesp, 1995. 38p.

FALKENBERG, J. R., LILGE, D. S., STANGERLIN, D. M., PAULESKI, D. T., HASELEIN, C. R. Análise quali-quantitativa da arborização das avenidas da cidade de Morro Redondo – RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2006, Maringá/PR. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2006. 9 p.

HARDER, I. C. F. **Inventário quali-quantitativo da arborização e infra-estrutura das praças da cidade de Vinhedo (SP)**. Piracicaba, 2002. 140p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.

HARDER, I. C. F.; RIBEIRO, R. C. S.; TAVARES, A. R. **Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do Município de Vinhedo, SP**. *Rev. Árvore*, Abr 2006, vol.30, no.2, p.277-282. ISSN 0100-6762

JUNIOR, A.P. Planejamento da arborização urbana visando a eletrificação e as redes de distribuição. II Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Maringá/PR, 1987, 58-67p.

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

LIMA, A.M.L.P., CAVALHEIRO, F., NUCCI, J.C., SOUZA, M.A.L.B., Filho, N.O., DEL PICCHIA, P.C.D. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1994, São Luiz. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p.539-550.

LIMNIOS, G. **Repertório botânico de acompanhamento viário do bairro da City Butantã – São Paulo/SP.** São Paulo, 2006. 111p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

LOBATO, J. **Comunicação pessoal.** 2007. (Companhia Paranaense de Energia Elétrica, Maringá, Paraná).

MELLO FILHO, L.E. Arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1985, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 1985. p.51-56.

MELO, Y.M.N.C. **A verticalização como reprodução do câmpus e espaço-resposta para saturação e a fragmentação do espaço físico do campus sede da UEM – Maringá/PR.** Maringá, 2001. 193 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá.

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

MILANO, M., DALCIN, E. **Arborização de vias públicas.** Rio de Janeiro: Light, 2000. 206p.



MILANO, M.S. **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá-PR.** Curitiba, 1988. 120p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.

MONICO, I. M. **Árvores e arborização urbana na cidade de Piracicaba/SP: um olhar sobre a questão à luz da educação ambiental.** Piracicaba, 2001. 184p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.

MORESCHI, J., SAMPAIO, A.C.F. Análise das condições gerais das árvores nas vias públicas da Zona 7 de Maringá/PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2006, Maringá/PR. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2006. 12 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ. **Mapa digital da Zona 7.** Maringá, 2005, CD-ROM.

ROCHA, R. T.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; **Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: o caso dos bairros Rancho Novo e Centro.** *Rev. Árvore*, Ago 2004, vol.28, no.4, p.599-607. ISSN 0100-6762

SAMPAIO, A.C.F. **Análise da arborização de vias públicas da área do plano piloto de Maringá-PR.** Maringá, 2006. 88p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá.

SAMPAIO, A.C.F., DE ANGELIS, B.L.D. Análise da arborização de vias públicas de Maringá/PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2006, Maringá/PR. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2006. 14 p.

SARDETO, E. **Avaliação técnica, econômica e de impacto ambiental da implantação das redes compactas protegidas em Maringá.** Curitiba, 1999. 71p. Monografia (Especialização) – Universidade Federal do Paraná.

SCAPIN, C., DE ANGELIS, B.L.D., DE ANGELIS NETO, G. A arborização de acompanhamento viário na cidade de Maringá vista por seus habitantes. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2006, Maringá/PR. **Anais...** Maringá Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2006. 8p.

SILVA, L. F. **Situação da arborização viária e proposta de espécies para os bairros Antônio Zanaga I e II, da cidade de Americana/SP.** Piracicaba, 2005. 81p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.

SILVA, L.F., VOLPE-FILIK, A., LIMA, A.M.L.P., SILVA FILHO, D.F. Danos causados pela pressão exercida por equipamentos urbanos em três espécies arbóreas em Americana/SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2006, Maringá/PR. **Anais...** Maringá Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2006. 6p.

TAKAHASHI, L.T. **A arborização urbana e a distribuição de energia elétrica em dois bairros da cidade: Jardim Alvorada e Zona 5.** Maringá, 1997. 65p. Monografia para obtenção do título de especialista em Geografia do Estado do Paraná – Universidade Estadual de Maringá.

TUDINI, O.G. **A interação entre arborização de acompanhamento viário e a verticalização: os aspectos desta relação na Zona 7 de Maringá-PR.** Maringá, 2006. 98p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá.

UENO, R. **Comunicação pessoal.** 2007. (Companhia Paranaense de Energia Elétrica, Maringá, Paraná).

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

VELASCO, G. D. N.; LIMA, A. M. L. P.; COUTO, H. T. Z.. **Análise comparativa dos custos de diferentes redes de distribuição de energia elétrica no contexto da arborização urbana.** *Rev. Árvore*, Ago 2006, vol.30, no.4, p.679-686. ISSN 0100-6762