

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA**

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO
GESTÃO AMBIENTAL E NEGÓCIOS NO SETOR ENERGÉTICO**

**RELAÇÃO ENTRE ARBORIZAÇÃO URBANA E SISTEMA DE
DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, UM BREVE ESTUDO**

**FERNANDO MIRAGAIA PERUZZO
SILMA REGINA CARMELO**

**SÃO PAULO
2008**

2008

ESPECIALIZAÇÃO - GESTÃO AMBIENTAL

MONOGRAFIA

USP

FERNANDO MIRAGAIA PERUZZO
SILMA REGINA CARMELO

RELAÇÃO ENTRE ARBORIZAÇÃO URBANA E SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA, UM BREVE ESTUDO

Monografia apresentada ao Instituto de Eletrotécnica
e Energia da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Especialista em Gestão
Ambiental e Negócios no Setor Energético.

Orientação: Profa. Dra. Maria Silvia Romitelli

São Paulo
2008

AUTORIZAMOS A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Carmelo, Silma Regina – Peruzzo, Fernando Miragaia

Relação entre arborização urbana e sistema de distribuição de energia elétrica, um breve estudo./ Fernando Miragaia Peruzzo, Silma Regina Carmelo; orientador: Maria Silvia Romitelli. – São Paulo, 2008.
60 p.. Il.; 30cm.

Monografia (Curso de Especialização Gestão Ambiental e Negócios no setor energético) Instituto de Eletrotécnica e Energia Universidade de São Paulo.

1. Arborização urbana 2.Redes elétricas I. Relação entre arborização urbana e sistema de distribuição de energia elétrica, um breve estudo.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE
ELETROTÉCNICA E ENERGIA

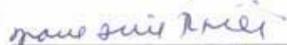
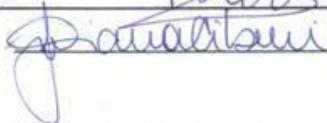
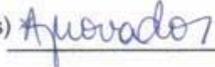
3

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL E NEGÓCIOS NO
SETOR ENERGÉTICO

ATA DE DEFESA – MONOGRAFIA

CANDIDATOS: Fernando Miragaia Peruzzo e Silma Regina Carmelo

Aos dois dias do mês de abril de 2009, às 19h30, realizou-se no Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo a defesa de monografia das alunas Fernando Miragaia Peruzzo e Silma Regina Carmelo, nível especialização, intitulado: "Relação entre Arborização Urbana e Sistema de Distribuição de Energia Elétrica, Um Breve Estudo", sendo a banca constituída pelos Professores: Maria Sílvia Romitelli – Orientador e Presidente da Comissão Examinadora, Lineu Bérico dos Reis e Juliana Cibim.

Manifestação dos membros da banca:	Assinatura	Conceito
		(Aprovado / Reprovado)
Prof. Sílvia Romitelli		(Aprov.)
Prof. Lineu Bérico dos Reis		(Aprov.)
Prof. Juliana Cibim		(Aprovada)
Os candidatos foram considerados (Aprovados / Reprovados)		Aprovados

RESUMO

CARMELO, S. R. e PERUZZO, F.M. **Relação entre arborização urbana e sistema de distribuição de energia elétrica, um breve estudo**. 2008. 60 p. Monografia curso Especialista em Gestão Ambiental e Negócios no Setor de Energia. Universidade de São Paulo.

A poda das árvores próximas às redes aéreas de energia é hoje o maior problema decorrente da incompatibilidade entre a arborização e o sistema elétrico.

A atual situação da arborização urbana advém da falta de planejamento em sua implantação e também das práticas de manejo inadequadas às quais as árvores são submetidas.

As concessionárias de energia elétrica, visando à manutenção da rede aérea, fazem podas sistemáticas, quase sempre sem utilização de técnicas adequadas, acarretando severos danos às árvores.

Essas podas são feitas normalmente por profissionais sem capacitação para o ofício, o que ajuda a piorar ainda mais a situação.

As prefeituras municipais, por não disporem de equipes e profissionais adequadamente treinados e qualificados, contribuem para o agravamento do quadro, isentando-se de formular subsídios para a regulamentação da questão da arborização urbana e deixando de fiscalizar as podas realizadas pelas concessionárias. Em alguns casos, as podas realizadas pelas prefeituras ou por seus contratados são de qualidade tão baixa que mereceriam atenção e cobranças mais firmes por parte da sociedade civil organizada.

Entretanto, há casos em que as prefeituras apresentam legislação específica e corpo técnico capacitado, como se dá com a prefeitura de São Paulo, porém há limitações na atuação e na fiscalização.

A carência de planejamento permite o plantio de espécies inadequadas sob as redes aéreas já existentes.

Vale, no entanto, observar que providências estão sendo tomadas por algumas concessionárias, visando compatibilizar a existência das redes e a arborização urbana, podendo-se destacar, entre elas, (1) a substituição das redes tradicionais por redes compactas, que causam menor dano às árvores, já que exigem menor área e frequência de podas e (2) a melhoria de sua capacitando os seus funcionários e terceiros.

A publicação de Guias de Arborização e Manuais de Poda também é realização louvável em busca da harmonização da convivência.

No entanto, a solução para o problema está na adoção de parcerias entre as concessionárias e as prefeituras municipais, pela procura de medidas definitivas para o assunto. Dentre estas destacam-se a necessidade de uma política clara de gestão de arborização urbana, a adoção de padrões de qualidade de mudas e substituição gradual das redes convencionais por redes compactas, adoção e intensificação de boas práticas de poda, conscientização ambiental, além do planejamento conjunto na expansão das cidades.

Palavras-chave: arborização urbana, poda, redes de distribuição de energia elétrica, gestão de arborização.

ABSTRACT

CARMELO, S. R. and PERUZZO, F.M. **Relation between urban arborization and electric energy distribution system**, a brief study. 2008. 60 p. Monograph of the course in Environmental Management and Business Specialist in the Sector of Energy. University of São Paulo.

Tree trimming near energy wire are nowadays the bigger problem resulting of the incompatibility between the arborization and the electric system.

The urban arborization is a product of the absence of planning of your implementation and also of the inadequate management practices to which trees are submitted.

The electric distribution companies realize systematic tree trimming aim the maintenance of the electric system, and most of the time without adequated techniques, causing severe damage to trees.

Normally, these pruning are made by professionals that do not have the correct training, which cause worse scenarios.

The municipalities contribute for the worsening of this picture, by not having sufficient and qualified professionals, not formulating specific urban arborization regulation and not inspecting the pruning made by the electric distribution companies. In some cases, the lack of quality of the pruning realized by the municipalities and its contractors is high that it would deserve better attention by civil society.

However, there are cases in that the municipalities present specific legislation and technically qualified teams, as happens in São Paulo City, however there are limitations in the action and in the inspection.

The lack of management allows the planting of inadequate species under existing electric distribution wires.

It is important to observe that, focusing that problem, some actions are being taken by some electric distribution companies, aiming the harmonization between the electric distribution system and the urban arborization. Some of these actions include the substitution of traditional electric wires by compact ones. This and the training of their teams and contracts in adequated tree trimming techniques, allows lower frequency of pruning (and when realized a correct pruning), consequently the health of the trees is not so impacted.

The publication of Arborization Pruning Guides and Manuals are also is laudable achievement in search of an harmonic coexistence.

However, the solution for the problem still depends in the adoption of partnerships between the electric distribution companies and the municipalities and the search of definite measures for this matter. It is necessary a specific urban arborization management policy, adoption of quality standards for seedling, gradual replacement of electric distribution wires, adoption and intensification of the best practices of tree trimming, environmental awareness and also a joined planning for the city expansion.

Key-words: urban arborization, pruning, electric distribution wires, arborization management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cartão postal colorizado da Rua Maranhão, Higienópolis, São Paulo – 1910.	13
Figura 2: Exemplar de sibipiruna – LORENZI (2002)	17
Figura 3: Av. Rio Branco, no Rio de Janeiro, 1906. Início da implantação de iluminação urbana e arborização (oitis)	20
Figura 4: Fluxograma de sistema elétrico, da geração ao fornecimento de energia aos consumidores, segundo Kagan, Barioni, Robba, 2005.....	21
Figura 5: Índices DEC e FEC da Região Sudeste. Fonte: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica	23
Figura 6: Ilustração do Sistema Elétrico da AES Eletropaulo.....	24
Figura 7: Foto de linha de subtransmissão	25
Figura 8: Foto de uma subestação de distribuição.....	25
Figura 9: Foto de alimentadores na saída da subestação de distribuição com rede convencional e “spacer-cable” ou rede compacta, a qual ocupa espaço aéreo reduzido.....	26
Figura 10: Foto de alimentadores radiais paralelos	26
Figura 11: Foto de rede primária de distribuição convencional	27
Figura 12: Foto de uma rede primária de distribuição com cabos pré-reunidos ou multiplexada	28
Figura 13: Foto de uma rede primária de distribuição compacta ou “spacer cable”	28
Figura 14: Foto de um transformador de distribuição, 13,8kV/ (220/127)V, em rede convencional.....	29
Figura 15: Foto de uma rede secundária de distribuição convencional.....	30
Figura 16: Foto de rede secundária de distribuição com fios pré-reunidos ou multiplexada...	31
Figura 17: Foto de um ramal de serviço em alta tensão	32
Figura 18: Foto de um ramal de serviço em baixa tensão	32
Figura 19: Foto de uma entrada de serviço de consumidor em baixa tensão em região arborizada	32
Figura 20: Foto de uma entrada de serviço de consumidor em baixa tensão em região pouco arborizada	32
Figura 21: Foto de iluminação pública convencional com braço metálico, projetor em alumínio, protegido com refletor de vidro e relé fotoelétrico coletivo.....	33
Figura 22: Foto de iluminação pública ornamental em praças com baixa densidade de vegetação, na qual se utilizam torres metálicas com luminárias em pétalas.	34
Figura 23: Foto de iluminação pública ornamental em canteiro central de avenidas, utilizando torres metálicas com luminárias em pétalas	34
Figura 24: Foto de iluminação pública ornamental em praças com média densidade de vegetação, na qual são utilizadas luminárias abaixo da vegetação.....	34

Figura 25: Causa de desligamento na AES Eletropaulo em 2005.....	37
Figura 26: Causa de desligamentos na AES Eletropaulo em 2006	37
Figura 27: Esquema de gestão ambiental	40
Figura 28: Guias de arborização de algumas concessionárias.....	41
Figura 29: Árvore de grande porte, que já sofreu rebaixamento. O galho foi rompido na forquilha, indicando que o motivo provavelmente tenha sido a poda.	45
Figura 30: Árvore com aparência saudável, mas a base do tronco estava recoberta por cimento sem nenhum espaço permeável. Tinha como sustentação um poste de sinalização de trânsito. Com a chuva e o vento forte o peso da copa aumentou e a árvore veio a cair, desligando a rede secundária.	46
Figura 31: Rede compacta em logradouro arborizado.....	46
Figura 32: Rede compacta passando entre os galhos de uma árvore.....	47

SUMÁRIO

RESUMO	4
LISTA DE FIGURAS	8
1. Introdução	12
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1. Arborização urbana	15
2.2. Sistema elétrico - histórico.....	18
2.3. Sistema elétrico – caracterização	20
2.3.1. Subestações de distribuição.....	24
2.3.2. Alimentadores de distribuição.....	25
2.3.3. Rede primária de distribuição	26
2.3.3.1. Rede convencional:	26
2.3.3.2. Rede com cabos pré-reunidos ou multiplexada:.....	27
2.3.3.3. Rede compacta ou “spacer cable”:	28
2.3.3.4. Rede subterrânea:	29
2.3.4. Transformadores de distribuição	29
2.3.5. Rede secundária de distribuição	30
2.3.5.1. Convencional:	30
2.3.5.2. Redes com fios pré-reunidos ou multiplexada:	31
2.3.5.3. Subterrânea:.....	31
2.3.5.4. Ramal de serviço:	31
2.3.5.5. Entrada de serviço de consumidores:	32
2.3.6. Iluminação pública	33
2.3.6.1. Convencional:	33
2.3.6.2. Ornamental:.....	33
2.4. Interações entre a arborização urbana e o sistema elétrico: principais problemas	35
2.4.1. Poda de árvores.....	35
2.4.2. Incompatibilidade da arborização urbana com as redes elétricas	36
2.4.3. Falta de capacitação na gestão e execução da poda	38
2.4.4. Utilização de mudas inadequadas	39
2.4.5. Gestão da arborização pelas prefeituras municipais	39
3. PROPOSTAS DE COMPATIBILIZAÇÃO	41
3.1. Guias de arborização	41
3.2. Certificação dos arboristas	42

3.3.	Poda direcional.....	43
3.4.	Padronização e qualificação da mudas.....	43
3.5.	Planejamento da arborização em função das redes existentes	43
3.6.	Utilização de novos tipos de rede: “spacer cable”	44
3.7.	Eliminação dos passivos existentes.....	44
3.8.	Parcerias entre prefeituras e concessionárias	46
4.	CONCLUSÕES	48
	REFRÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. Introdução

A urbanização é um fato irreversível em todo o planeta, uma vez que, conforme discorre Sirkis (2005, p.215 – verificar se a citação está correta), no início do século 20 apenas 10% da humanidade vivia em áreas urbanas, e hoje, no início do século 21, mais de 50% da população reside em cidades.

O mesmo autor conclui que a evolução ou migração da população para os grandes centros urbanos já ressaltam a importância da ecologia urbana na atenção de todos, principalmente porque a relação entre o ambiente natural e o ambiente construído sempre foi observada sob o prisma do conflito.

Assim, não poderia ser diferente a relação entre as árvores e os elementos estruturais presentes nas cidades. No entanto, Sirkis (2005, p.215) reitera que mesmo as cidades, por mais concreto, vidro e asfalto que tenham nada mais são do que a natureza transformada em um novo ecossistema integrado, modificado, diferente do natural, mas de modo nenhum fora dele, com seus ciclos, dinâmicas e reações específicas.

Por este prisma, a arborização urbana é parte integrante da dinâmica do ecossistema presente nas cidades, que ainda não deixa de representar parte do natural em uma natureza transformada e modificada.

Mas o fato é que a prática da arborização urbana nas vias públicas, ruas, avenidas, praças e parques no Brasil é relativamente nova em comparação aos países europeus, visto que aqui ela foi iniciada há pouco mais de 130 anos, depois que o Rio de Janeiro passou a ser sede da monarquia portuguesa no Brasil. (Guia de Arborização Urbana da Eletropaulo, 1995 - p.04). A ilustração do cartão postal abaixo já demonstra a inclusão da arborização urbana na paisagem das cidades.



Figura 1: Cartão postal colorizado da Rua Maranhão, Higienópolis, São Paulo – 1910. Acervo: Fundação Biblioteca Nacional (RJ). Reprodução fotográfica por Beto Felício

Conforme Velasco (2003, p. 04), os benefícios da arborização nas áreas urbanas vão além da ornamentação, passando pela melhoria no microclima da região, reduzindo a poluição sonora, visual e atmosférica, proporcionando sombras, trazendo, como diz o Guia de Arborização Urbana da Eletropaulo, (1998, p.09), uma notável melhoria nas condições do meio ambiente urbano. Em resumo, a arborização urbana é um bem ambiental que compõe a complexa estrutura da cidade (Guia de Arborização Urbana da Enersul, 2005, p.08).

No entanto, a arborização urbana é um reflexo das características sociais, ambientais e de desenvolvimento do local em que está inserida, e no Brasil, em muitos casos, reflete também o crescimento desordenado das cidades. (ANDRADE ¹, 2004 APUD SILVA, 2005, p.16).

De modo semelhante, o aspecto de cada indivíduo arbóreo é reflexo das condições a ele oferecidas durante o seu desenvolvimento, fatores ambientais relacionadas ao meio físico, clima e solo (principalmente) e relação com o meio biótico, onde se encaixam as relações com

¹ ANDRADE, R. de. A construção da paisagem urbana no Brasil: processos e prática da arborização. In: TERRA, C.; ANDRADE, R. de TRINDADE, J.; BENASSI, A. Arborização ensaios historiográficos. Rio de Janeiro: EBA, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004. p.76-129.

o ser humano. O padrão espacial de árvores pode até ser encarado como uma questão chave para estudos de ecologia florestal, pois o nível de organização espacial das árvores em um determinado ambiente depende de diversos processos ecológicos e características próprias de cada ambiente, conforme observa Carpretz (2004, p. IX).

Nos dias atuais, um grande desafio enfrentado pelas empresas de infra-estrutura das cidades, tal como empresas de saneamento básico, distribuidoras de gás e, principalmente, empresas de telefonia e de distribuição de energia elétrica, é a necessidade de prestação do serviço de qualidade em harmonia com a arborização urbana existente.

Enfrentam tal desafio todas as empresas de energia que, por conta da necessidade de compatibilizar a arborização urbana e as redes de distribuição de energia elétrica, desenvolvem desde meados dos anos 1950 tecnologias que melhor se aplicam para as áreas de densa arborização ou vegetação.

Nos últimos anos, a arborização das cidades passou a ser vista com mais atenção por órgãos ambientais, entidades não-governamentais, instituições de pesquisas e empresas que interagem cotidianamente com o “verde”. O aumento da impermeabilização dos solos e o aquecimento devido ao armazenamento de radiação solar têm seus efeitos atenuados com a arborização; daí sua grande importância na qualidade de vida da população.

Diversos estudos já foram realizados para demonstrar que a utilização de redes específicas para a convivência entre os serviços essenciais e a arborização urbana é economicamente viável. Um desses estudos é a dissertação de mestrado², defendida pela engenheira agrônoma Guiliana Velasco. O que este enfoca, porém, é o levantamento de dados coletados pela Eletropaulo, a maior empresa de distribuição de energia em clientes assistidos, ressaltando a real dimensão do impacto que a arborização ou a convivência com as árvores urbanas vêm causando à prestação de serviço. Verificando, dessa forma, se somente a viabilidade econômica para instalação de redes compactas é suficiente para sua aplicabilidade na distribuição de energia elétrica.

² Arborização Urbana x sistemas de distribuição de energia elétrica, avaliação dos custos, estudo das podas e levantamento de problemas fitotécnicos. Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, para obtenção de título de Mestre em Agronomia.

O presente trabalho tem como principais objetivos:

1. Analisar os principais problemas relativos à interação arborização x sistema elétrico nos ambientes urbanos, com vistas a contribuir para a melhoria da relação existente entre eles.
2. Compilar as ações que estão sendo tomadas pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica, com o objetivo de promover a difusão das técnicas que vêm obtendo êxito.
3. Auxiliar a implementação de sistemas de gestão da arborização urbana, com a introdução de técnicas e conceitos já experimentados por algumas concessionárias e prefeituras.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Arborização urbana

A arborização urbana no Brasil é considerada como uma prática comum desde os tempos coloniais, sendo que no passado distante, quando as ruas quase sempre eram estreitas, essa prática se limitava ao uso de árvores e arbustos de pequeno porte. (Guia de Arborização Urbana da Eletropaulo, 1998 - p.08).

Segundo o Guia de Planejamento e Manejo da Arborização Urbana da Eletropaulo (1995, p. 05), a primeira experiência ou tentativa de implantação da arborização urbana ocorreu nas ruas do Rio de Janeiro, capital do Império, para os preparativos do casamento de D. Pedro I.

Ainda conforme o mesmo manual, em meados do tempo do Brasil colonial, a prática da arborização urbana era muito dificultada pelo fato de as sombras das árvores serem apontadas como causadoras de uma série de doenças, como maleita, febre-amarela, sarampo e até mesmo a sarna dos escravos.

A “arborização urbana”, segundo Andrade (2004) APUD Silva, (2005, p. 17), é justificada como um conceito ou disciplina indispensável na organização da cidade. No entanto, o mesmo autor reconhece que, apesar de nos meados do século XIX surgirem os primeiros planos de melhoramentos urbanos, somente nos primeiros anos do século XX se iniciaram os

projetos que definiam a implantação ordenada de árvores em seus espaços livres públicos, principalmente nas cidades de Rio de Janeiro, Belo Horizonte e São Paulo.

Deve-se lembrar, porém, que as plantas nativas do território brasileiro estão intimamente ligadas à história e ao desenvolvimento econômico e social do País, uma vez que a mais antiga relação é com o próprio nome da nação “Brasil”, oriundo do nome da árvore conhecida popularmente como pau-brasil e denominada cientificamente como *Caesalpinia echinata*. Lam, conforme discorre Lorenzi (2002, p.11).

O referido autor reforça ainda que, do mesmo modo que o País, dezenas de suas cidades também têm o nome emprestado das árvores nativas que eram freqüentes e importantes para as localidades, como, por exemplo, as cidades de Guarantã, Imbuia, Louveira, Guaiçara, Angicos, Cabreúva, Cedro, Orindiúva, Castanhal, Buriti, e tantas outras.

Apesar de o Brasil possuir a flora arbórea mais diversificada do mundo, conforme faz notar Lorenzi (2002, p.11), a maioria das espécies arbóreas cultivadas em ruas, avenidas, praças e jardins das cidades brasileiras é trazida de outros países, espécies essas conhecidas como exóticas.

Lorenzi ainda comenta que, apesar da diversidade e da grande riqueza e qualidade paisagística das espécies nativas, essas não foram ainda descobertas pelos planejadores, paisagistas e jardineiros. Além de as espécies nativas proporcionarem alimentação à avifauna (pássaros) já habituada aos frutos, o cultivo de essências nativas, mesmo que em cidades, permitiria resgatar muitas espécies que se encontram no limiar da extinção, possibilitando que as futuras gerações as conheçam.

Lorenzi (2002, p.12) incentiva o uso de espécies nativas para a prática da arborização urbana, salientando novamente que desde o início da colonização do Brasil as espécies exóticas são utilizadas para esse fim. Ressalta, entretanto, que nem todas as árvores são aptas a serem instaladas nas cidades, pois muitas delas, além de apresentarem porte de copa muito elevado, possuem ainda raízes muito volumosas, dão frutos de grande porte e estão sujeitas a rompimento ou quebra de galhos com facilidade, trazendo riscos à população.

Em consonância com os dizeres das concessionárias de energia elétrica, principalmente com o conteúdo dos manuais de poda e de arborização urbana, Lorenzi também acredita que as melhores espécies para o plantio em zonas urbanas, principalmente com vistas à convivência harmônica com as redes aéreas de distribuição de energia, são aquelas que apresentam altura de copa máxima de 10 m.

Contradizendo o uso de árvores de pequeno porte, iniciado no período colonial, as árvores “domesticadas” primeiramente foram as sibipirunas, paus-ferros, cássias, paineiras, flamboyants e jacarandás (Guia de Planejamento e Manejo da Arborização Urbana da Eletropaulo, 1995, p. 05).

Por outro lado, bem diverso do que se pensava antigamente, hoje a arborização urbana assumiu uma especial importância para a qualidade de vida das pessoas, trazendo conseqüências benéficas para a saúde e o bem-estar humano. (Guia de Arborização Urbana da Enersul, 2005, p.08).

Em reforço a esse posicionamento, aceita-se hoje que os benefícios da arborização no meio urbano são inúmeros, principalmente com relação ao conforto ambiental proporcionado pelas árvores, favorecendo melhorias no microclima, controle de poluição sonora, atmosférica (Guia de Arborização Urbana da Eletropaulo, 1998 - p.08; VELASCO, 2005, p. 04).

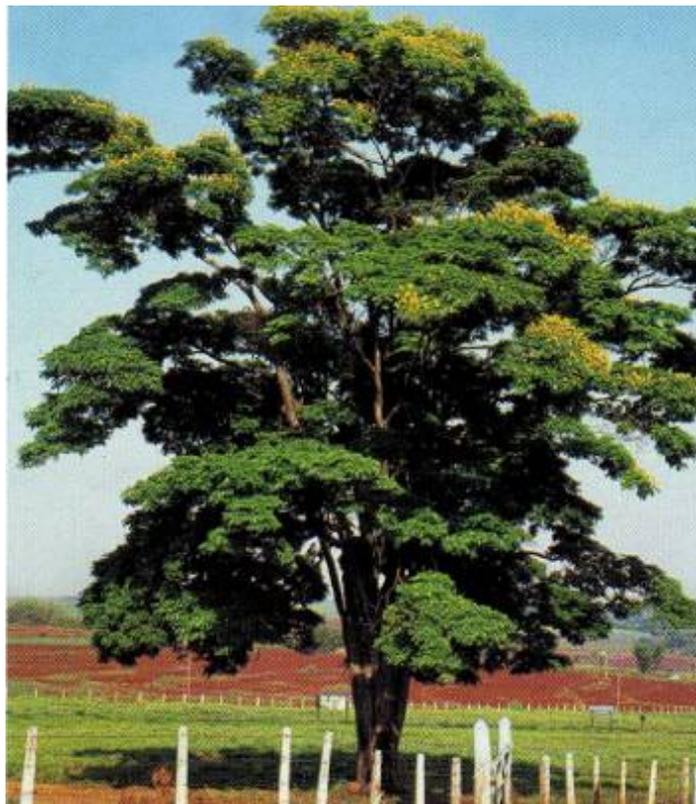


Figura 2: Exemplar de sibipiruna – LORENZI (2002)

Mello Filho³ (1985) **APUD** Velasco (2005, p. 04) caracteriza os benefícios trazidos pela arborização urbana, por meio das funções químicas, como a absorção de gás carbônico e liberação do oxigênio e, também, o aumento da umidade do ar, com a melhoria, assim, da qualidade do ar urbano; funções físicas, trazendo sombra, exercendo proteção térmica e absorvendo os ruídos; funções paisagísticas, com a quebra da monotonia da paisagem pelos diversos aspectos, cores, texturas; funções ecológicas, proporcionando abrigo e alimentação à fauna urbana (pássaros, insetos) e finalmente as funções psicológicas, acarretando o bem-estar às pessoas.

Além disso, a arborização ainda favorece a caracterização do meio urbano, principalmente em praças, parques e jardins, contribuindo para dar noção de espaço ao ser humano e realçando o ambiente físico da cidade. (LOMBARDO, 1990; citado por VELASCO, 2005, p. 04).

Conforme discorre, Silva (2005, p.19) a floresta urbana é um ramo especializado de floresta, que tem como o objetivo o cultivo e manejo de árvores, como potencial para a contribuição no psicológico, sociológico e bem estar econômico da sociedade urbana.

Segundo Corrêa (Revista Pesquisas, Botânica Nº 57, p.304, 2006), a arborização urbana interfere de forma significativa no mercado imobiliário (preços de terrenos e imóveis), na saúde pública (utilização de espécies alergênicas, tóxicas ou com espinhos) e bem-estar geral, com a redução da poluição urbana, fornecimento de sombra e frutos para a avifauna e para a população.

Entretanto, apesar de conferir inúmeros benefícios à população, as árvores de ruas e avenidas continuam sendo danificadas, mutiladas e até mesmo eliminadas quando se trata de alargamento de ruas e avenidas, conserto de redes subterrâneas (água e esgoto), manutenção de fiação aérea, construção e reforma de imóveis entre outros (Lima, 1993).

2.2. Sistema elétrico - histórico

Histórico da eletrificação urbana no Brasil

Em 1879, ano da primeira demonstração pública da lâmpada elétrica de Edison, foi inaugurada, na cidade do Rio de Janeiro, a iluminação elétrica da estação central da Estrada de Ferro D. Pedro II (atual Central do Brasil). Seis lâmpadas de arco, do tipo Jablockhov,

³ MELLO FILHO, L.E. Arborização urbana. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana 1., Porto Alegre, 1985. Anais. Porto Alegre, Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 1985. p117-127.

acionadas a partir da energia gerada por dois dínamos, substituíram os 46 bicos de gás que até então iluminavam o local, funcionando durante pelo menos sete anos. Esta iniciativa marcou o início do emprego, no Brasil, de energia elétrica produzida mecanicamente, de acordo com Dias⁴.

Contudo, além das aplicações experimentais ou de curta duração, ocorreram, também, ainda na década de 1880, algumas iniciativas de caráter permanente, que tiveram continuidade (Dias, 1988).

Em junho de 1883, foi inaugurado o primeiro serviço de iluminação pública municipal do Brasil e da América do Sul, em Campos, Rio de Janeiro. Inaugurada pelo imperador Pedro II, essa instalação era térmica e funcionava com uma máquina motriz a vapor que, acionando três dínamos, tornava possível a iluminação com 39 lâmpadas. A partir dessa data, Campos pôde contar com serviços de iluminação elétrica, praticamente sem solução de continuidade, tendo havido apenas rápidas interrupções motivadas por defeitos apresentados nas máquinas e na rede distribuidora (Dias, 1988).⁴

Em 1885, dois anos depois da inauguração dos serviços de iluminação elétrica em Campos, teve início em Rio Claro, São Paulo, o fornecimento de energia elétrica, visando à iluminação pública da cidade. Os serviços foram iniciados com 10 lâmpadas de arco, que funcionavam com a energia produzida por uma máquina a vapor acionando um dínamo idêntico aos que operavam em Campos (Dias, 1988).

Em 1895, foi concluída a usina hidrelétrica de Corumbataí, cujo principal objetivo era melhorar a qualidade da iluminação de Rio Claro. Devido, entretanto, a problemas técnicos, suas atividades foram paralisadas no dia seguinte ao da inauguração. O investimento realizado, virtualmente, não teve retorno e a Companhia Mecânica Rio Clarense, empresa responsável pelo empreendimento, viu-se obrigada a leiloar seus bens (Dias, 1988).

Somente em 1900 foram retomados os serviços de iluminação, que haviam deixado de funcionar cinco anos antes, agora sob a direção da firma alemã Theodor Wille e Cia., uma das maiores casas exportadoras de café do País, que também se dedicava à importação de máquinas e tecidos. Nessa ocasião, a companhia fornecedora passou a chamar-se Central Elétrica Rio Claro (Dias, 1988).

⁴ DIAS, R.F. ; CABRAL, L.M.M. ; BRANDI, P. ; LAMARÃO, S. no Brasil. Rio de Janeiro, 1988. 333p.

A foto abaixo mostra que a convivência da arborização urbana e do sistema elétrico de distribuição já vem daquele tempo e que não foi prevista na época a necessidade de planejar este futuro conflito urbano.



Figura 3: Av. Rio Branco, no Rio de Janeiro, 1906. Início da implantação de iluminação urbana e arborização (oitis)

2.3. Sistema elétrico – caracterização

Caracterização do sistema de distribuição de energia elétrica em áreas urbanas

Pode-se classificar o sistema de distribuição de energia elétrica em áreas urbanas de acordo com o final do fluxograma abaixo, na área delimitada em vermelho. É compreendido por Subestações de Distribuição, Sistema de Distribuição Primária, Transformadores de Distribuição, Sistema de Distribuição Secundária, Consumidores em Tensão de Distribuição Primária e Consumidores de Distribuição em Tensão Secundária.

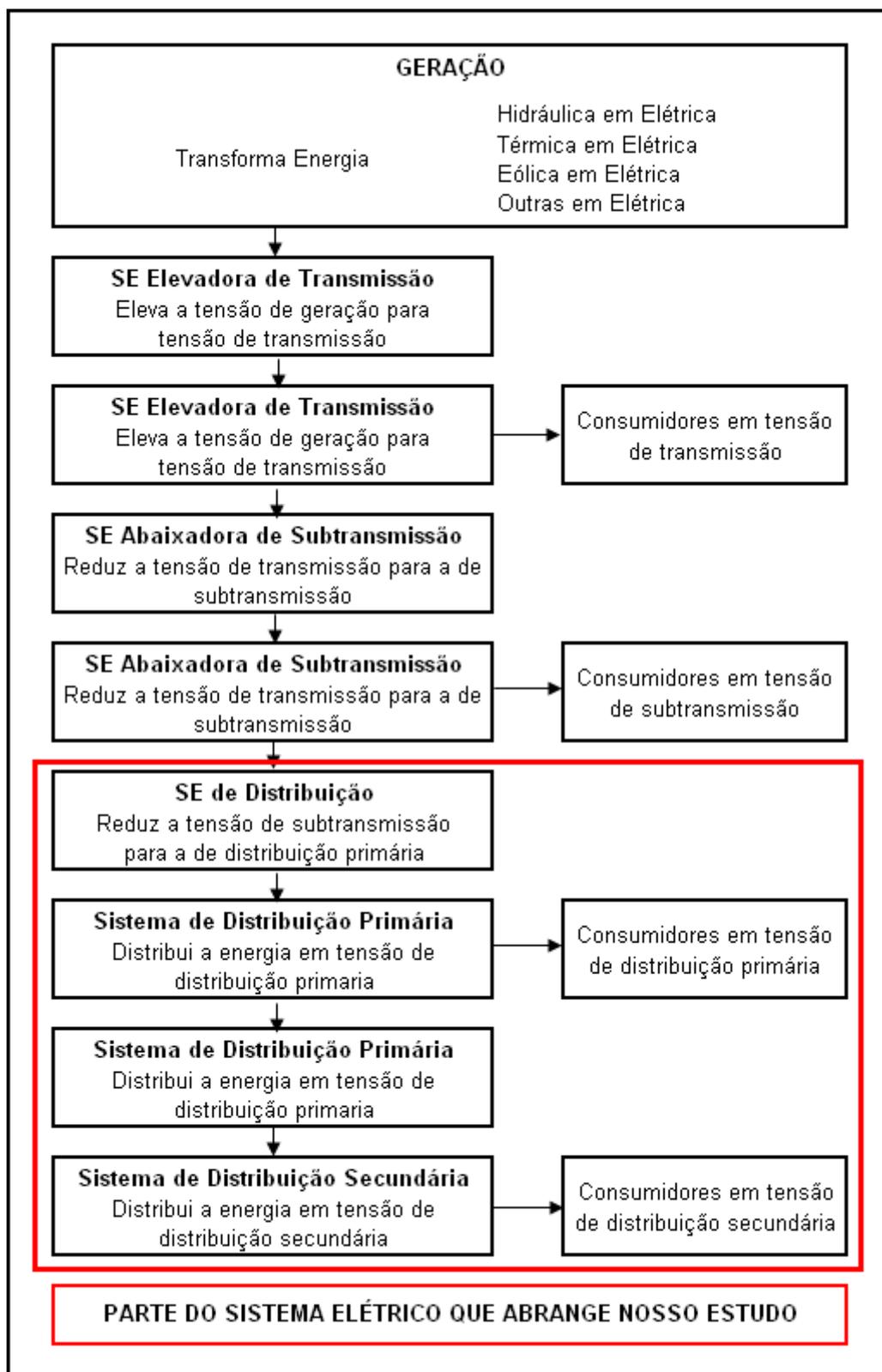


Figura 4: Fluxograma de sistema elétrico, da geração ao fornecimento de energia aos consumidores, segundo Kagan, Barioni, Robba, 2005.

Pires (2000) relata que a base geradora de energia elétrica brasileira tem a característica de ser eminentemente hidráulica (95%), com a geração térmica exercendo a função de complementaridade nos momentos de pico do sistema.

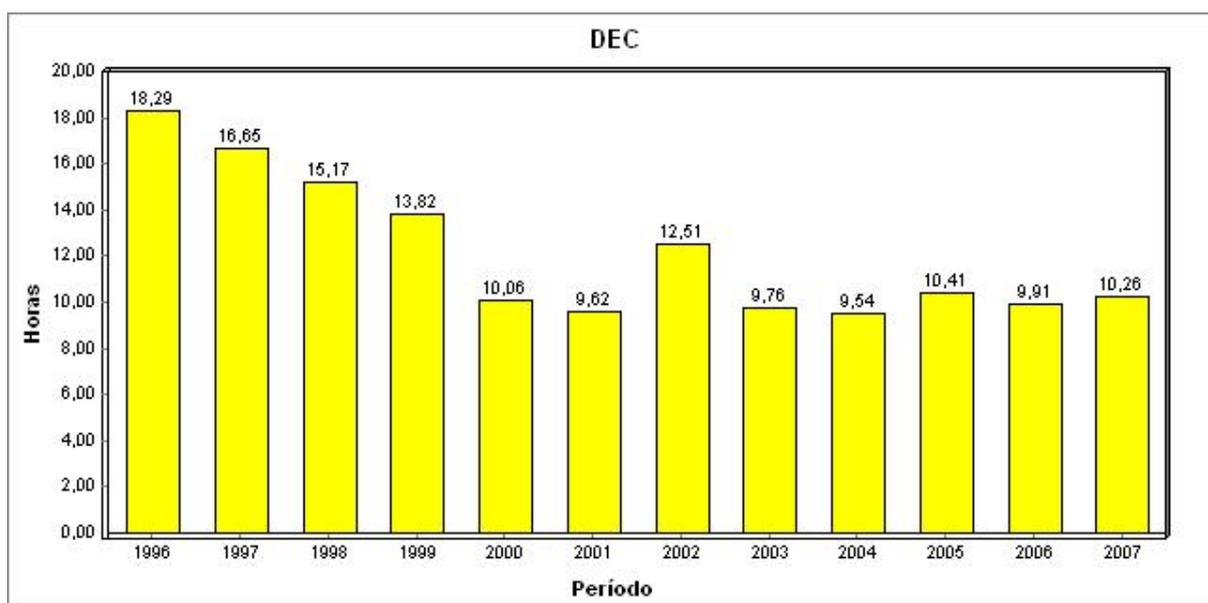
O sistema elétrico brasileiro é regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, órgão responsável por regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, bem como a atuação dos agentes envolvidos com essas atividades (concessionários, permissionários ou autorizados, nos termos da legislação e em conformidade com as políticas e diretrizes do Governo Federal) (Tavares, 2003).

A ANEEL monitora o desempenho das concessionárias, dentre outras formas, por meio da apuração dos índices DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora), FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora), DIC (Duração de Interrupção por Unidade Consumidora – que na prática é igual ao DEC), FIC (Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora – na prática é igual ao FEC) e DMIC (Duração Máxima de Interrupção por Unidade Consumidora) (ANEEL).

Atendo-nos à finalidade deste estudo em particular, adotaremos os indicadores DEC e FEC.

Em caráter ilustrativo, seguem abaixo os índices DEC e FEC para a Região Sudeste, no período de 1996 a 2007.

Região Sudeste - Anual



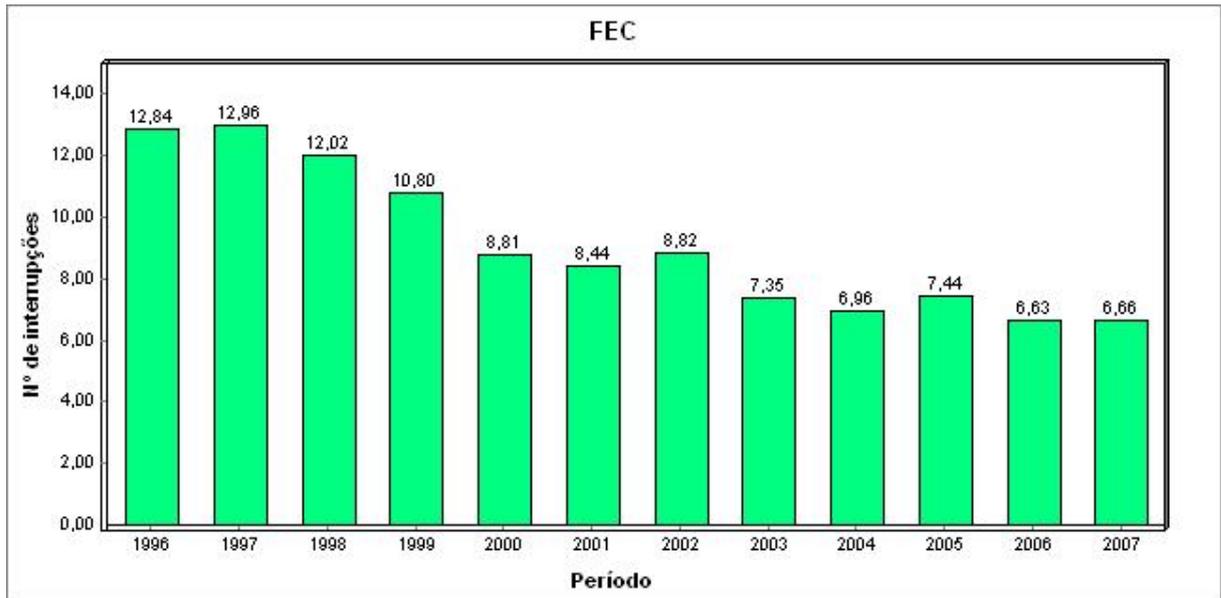


Figura 5: Índices DEC e FEC da Região Sudeste. Fonte: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

Dentre as ações realizadas pelas concessionárias para melhorar os índices DEC e FEC estão as melhorias físicas das redes existentes e a manutenção preventiva do sistema elétrico, a qual engloba a poda das árvores.

Para nosso estudo de caso, consideramos o Sistema Elétrico da AES Eletropaulo como modelo, levando em conta que ele pode ser extrapolado para as demais concessionárias, visto se tratar de um sistema amplamente difundido no Brasil.

A figura abaixo exemplifica o Sistema Elétrico da AES Eletropaulo, de forma gráfica.

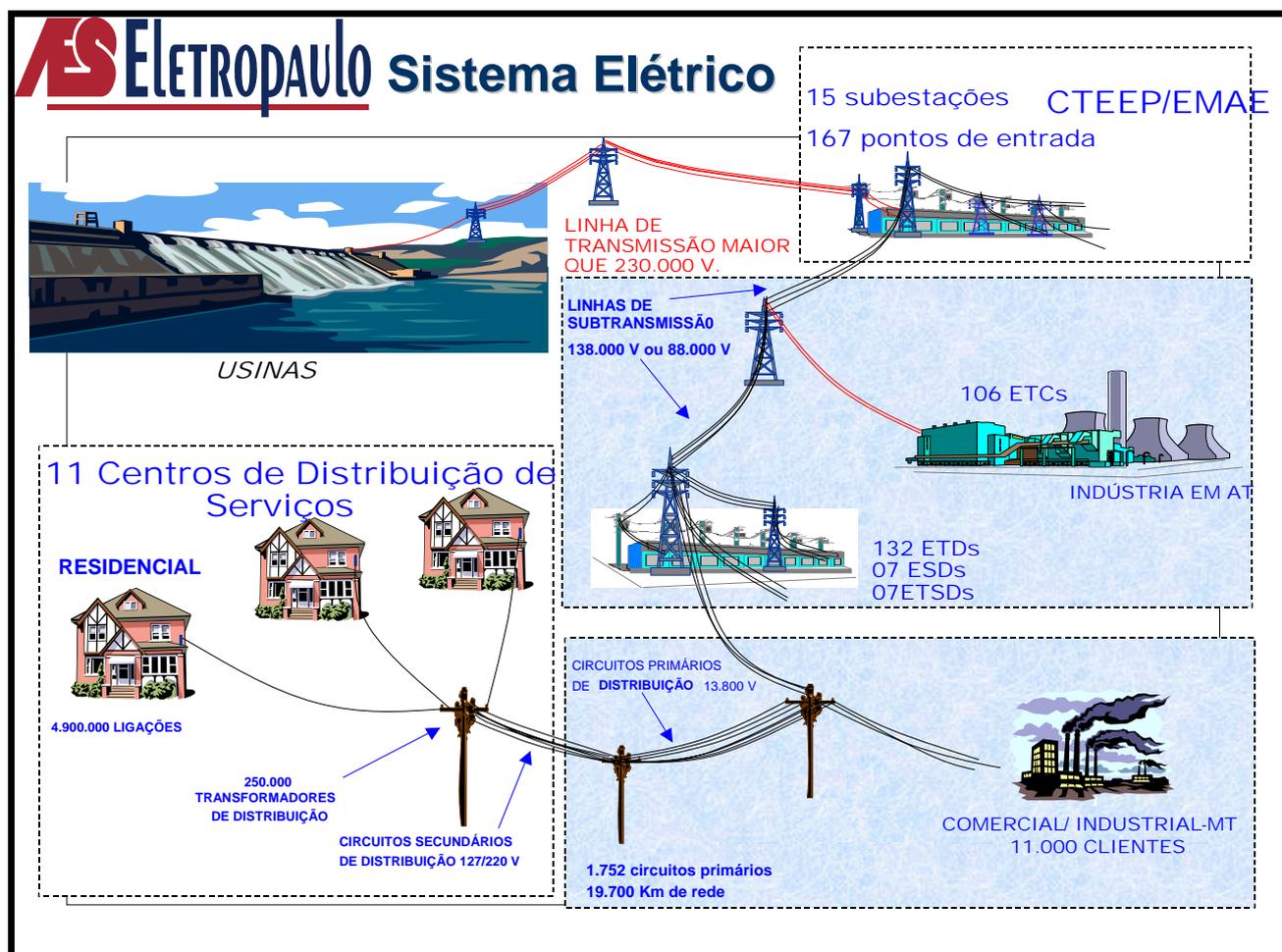


Figura 6: Ilustração do Sistema Elétrico da AES Eletropaulo

2.3.1. Subestações de distribuição

São instalações onde ficam instalados os transformadores de energia que convertem a alta tensão de transmissão, igual ou maior que 230 kV, ou subtransmissão, entre 69kV até 138kV, para níveis de alta tensão mais seguras e economicamente viáveis em torno de 13,8kV. Podemos dizer que a subestação é o início do sistema de distribuição urbano (AES Eletropaulo)⁵.

Para cidades de grande porte pode existir mais de uma subestação, sendo elas interligadas por linhas de subtransmissão (AES Eletropaulo)⁵.

⁵ AES Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. Comunicação Pessoal, 2008.

Cidades de pequeno porte podem necessitar apenas uma subestação ou, dependendo das distancias entre elas, uma única subestação pode alimentar mais de uma cidade, por meio de linhas de distribuição que chamamos de alimentadores de distribuição (AES Eletropaulo)⁵.



Figura 7: Foto de linha de subtransmissão



Figura 8: Foto de uma subestação de distribuição

2.3.2. Alimentadores de distribuição

Os alimentadores são ramais em média tensão de distribuição radiais não seccionados, ou seccionados em pontos pré-determinados. (AES Eletropaulo)⁶.

Em grandes centros urbanos com mais de uma subestação também existem os alimentadores para suprir os diversos bairros atendidos por cada uma das subestações.

Para grandes consumidores podem existir alimentadores exclusivos, para assegurar a qualidade e confiabilidade de energia previstas nos contratos de fornecimento.

⁶ AES Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. Comunicação Pessoal, 2008.



Figura 9: Foto de alimentadores na saída da subestação de distribuição com rede convencional e “spacer-cable” ou rede compacta, a qual ocupa espaço aéreo reduzido.



Figura 10: Foto de alimentadores radiais paralelos

2.3.3. Rede primária de distribuição

É o conjunto de equipamentos necessários para efetuar o serviço de distribuição de energia elétrica em diferentes áreas com diferentes capacidades. Tal serviço de distribuição é realizado em médias tensões elétricas. A maioria dos sistemas elétricos das concessionárias utiliza como padronização a tensão de 13.800/13.200 volts. Consumidores de médio e grande porte são atendidos diretamente por ramais seccionados diretamente da rede primária de distribuição (AES Eletropaulo)⁷.

2.3.3.1. Rede convencional:

Rede elétrica aérea trifásica composta por cabos nus ou semi-isolados, tensionados sobre isoladores instalados em travessas de madeira, aço ou concreto, sustentadas por postes de madeira ou concreto. (AES Eletropaulo)⁷.

São considerados usuais os vãos primários de até 80 m e secundários os de até 40 m. Em projetos especiais, admitem-se vãos secundários de até 80 m, alterando-se convenientemente o espaçamento normal da rede secundária.

⁷ AES Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. Comunicação Pessoal, 2008.



Figura 11: Foto de rede primária de distribuição convencional

2.3.3.2. Rede com cabos pré-reunidos ou multiplexada:

Rede elétrica aérea trifásica composta por cabos isolados, blindados e aterrados, sustentados por cabo guia de aço e tencionados em suportes metálicos afixados em postes geralmente de concreto (AES Eletropaulo)⁸.

⁸ AES Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. Comunicação Pessoal, 2008.

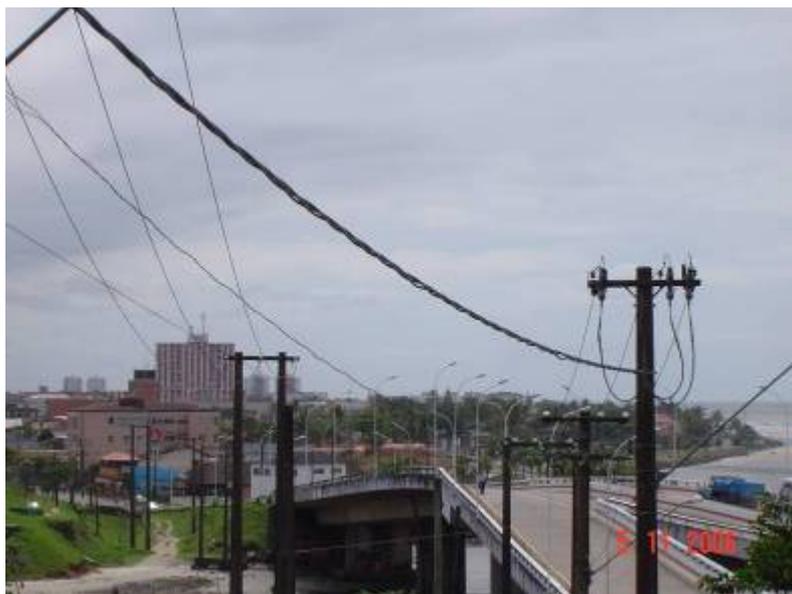


Figura 12: Foto de uma rede primária de distribuição com cabos pré-reunidos ou multiplexada

2.3.3.3. Rede compacta ou “spacer cable”:

Rede elétrica aérea trifásica composta por cabos semi-isolados, espaçados com isoladores de PVC em formato de cruz, sustentada por cabo guia de aço tensionado por suportes metálicos afixados em postes, geralmente de concreto (AES Eletropaulo).



Figura 13: Foto de uma rede primária de distribuição compacta ou “spacer cable”

2.3.3.4. Rede subterrânea:

Rede subterrânea é uma rede elétrica trifásica, composta de cabos isolados, blindados e aterrada. São instaladas em eletrodutos, calhas ou diretamente na terra sob solo, rios ou oceanos (AES Eletropaulo)⁹

2.3.4. Transformadores de distribuição

Por motivo de limitações impostas por fatores técnicos, econômicos e de segurança, é necessário rebaixar os níveis de tensão para que a energia seja entregue aos consumidores de pequeno porte na tensão segura e adequada para esta classe de usuários de energia.

Para tal são instalados transformadores de distribuição, em postes do sistema de distribuição aérea, e câmaras de transformação para sistemas de distribuição subterrânea.

Normalmente estes transformadores são alimentados pela tensão de 13.800/ (220/127) volts.

As saídas dos transformadores de distribuição alimentam os setores de rede de distribuição secundária.

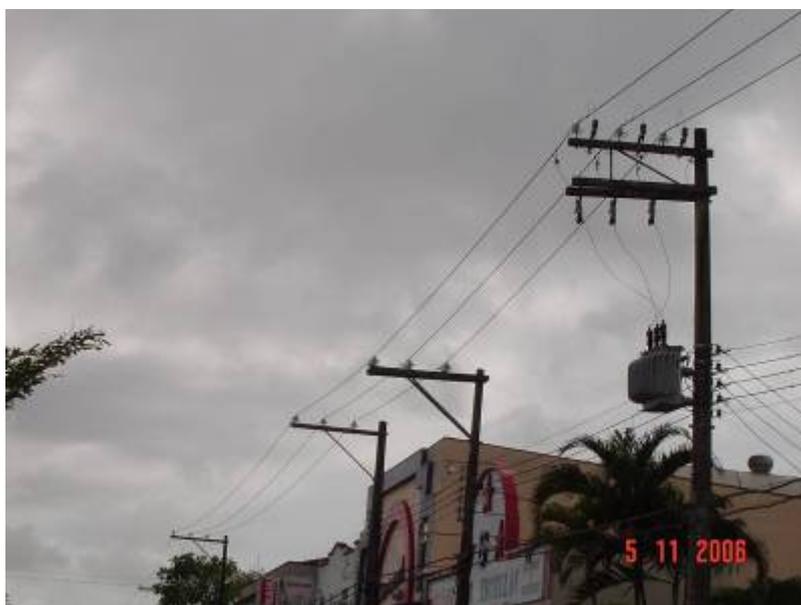


Figura 14: Foto de um transformador de distribuição, 13,8kV/ (220/127)V, em rede convencional.

⁹ AES Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. Comunicação Pessoal, 2008.

2.3.5. Rede secundária de distribuição

Essa rede pode ser do tipo convencional, compacta e subterrânea. A estrutura das redes secundárias pode ser radial (mais comum), em anéis ou em malhas. Os comprimentos encontrados em cada rede secundária derivada de um transformador de distribuição são pequenos (inferiores a 1000m) (Lineu B. Reis, material didático apresentado em aula, 2007). Tal serviço de distribuição é realizado em baixas tensões elétricas, no Brasil são padronizadas em 220/127 volts.

2.3.5.1. Convencional:

É a rede com cabos nus, sustentada por conjuntos de isoladores fixados nos postes a uma distância aproximada de 35m entre postes. Na maioria das vezes essa rede convencional é instalada na posição vertical. Em determinadas situações especiais ela poderá ser com cabos isolados, porém isso acarreta um significativo aumento nos custos (AES Eletropaulo)¹⁰



Figura 15: Foto de uma rede secundária de distribuição convencional

¹⁰ AES Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. Comunicação Pessoal, 2008.

2.3.5.2. Redes com fios pré-reunidos ou multiplexada:

Rede elétrica aérea trifásica composta por cabos isolados, sustentados por cabo guia que atua com o neutro em sistema composto de fase e neutro, ou apenas como sustentação para sistemas trifásicos sem neutro. São tensionados em suportes metálicos afixados em postes geralmente de concreto (AES Eletropaulo)¹⁰.



Figura 16: Foto de rede secundária de distribuição com fios pré-reunidos ou multiplexada

2.3.5.3. Subterrânea:

Rede subterrânea é uma rede elétrica trifásica, com neutro em sistemas trifásicos com fase e neutro, composta de cabos isolados e aterrada. É instalada em eletrodutos, calhas ou diretamente na terra sob o solo (AES Eletropaulo)¹¹.

2.3.5.4. Ramal de serviço:

É o ramal da rede elétrica que vai do poste da concessionária até a divisa do consumidor, que pode ser um poste ou por isoladores fixados na fachada do prédio. Usualmente é ramal com fios pré-reunidos ou multiplexado. Dependendo da carga instalada no consumidor pode ser trifásica, bifásica ou monofásica composta por cabos isolados, sustentados por cabo guia que

¹¹ AES Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. Comunicação Pessoal, 2008.

atua com o neutro em sistema composto de fase e neutro, ou apenas como sustentação para sistemas sem neutro (AES Eletropaulo)¹¹.

O ramal poderá também ser subterrâneo, descendo do poste da concessionária no interior de um conduíte, que enterrado leva o ramal até a propriedade do consumidor.



Figura 17: Foto de um ramal de serviço em alta tensão



Figura 18: Foto de um ramal de serviço em baixa tensão

2.3.5.5. Entrada de serviço de consumidores:

É o local, usualmente uma caixa metálica, onde ficam instalados o medidor de energia e a proteção do ramal de serviço, A partir da proteção a rede é derivada para os diversos circuitos das instalações do consumidor.



Figura 19: Foto de uma entrada de serviço de consumidor em baixa tensão em região arborizada



Figura 20: Foto de uma entrada de serviço de consumidor em baixa tensão em região pouco arborizada

2.3.6. Iluminação pública

São equipamentos compostos de braços metálicos, luminárias, lâmpadas, relés fotoelétricos destinados a proporcionar iluminação aos logradouros públicos.

2.3.6.1. Convencional:

Normalmente são instaladas em braços metálicos fixados nos postes da rede de distribuição existente.



Figura 21: Foto de iluminação pública convencional com braço metálico, projetor em alumínio, protegido com refletor de vidro e relé fotoelétrico coletivo

2.3.6.2. Ornamental:

Tal iluminação é instalada em torres metálicas ou de concreto em alturas superiores às convencionais, com luminárias tipo pétalas, ou braços especiais. Quase sempre é instalada em canteiros centrais de vias duplas, praças públicas com pouca arborização, viadutos, etc.



Figura 22: Foto de iluminação pública ornamental em praças com baixa densidade de vegetação, na qual se utilizam torres metálicas com luminárias em pétalas.



Figura 23: Foto de iluminação pública ornamental em canteiro central de avenidas, utilizando torres metálicas com luminárias em pétalas

Em praças arborizadas são mais indicadas luminárias decorativas de baixa estatura, de modo a prover de iluminação apenas o espaço abaixo das árvores.



Figura 24: Foto de iluminação pública ornamental em praças com média densidade de vegetação, na qual são utilizadas luminárias abaixo da vegetação

2.4. Interações entre a arborização urbana e o sistema elétrico: principais problemas

A compatibilidade da rede elétrica com a arborização urbana tem sido objeto de estudo de universidades, pesquisadores, concessionárias de energia, entre outros.

Para que o sistema elétrico possa funcionar de modo contínuo, há a necessidade de eliminar o contato dos galhos das árvores com os cabos elétricos. Essa adequação da arborização junto ao sistema elétrico é feita por meio da poda das árvores, em que são eliminados os galhos que causam interferência e também alguns outros, com o intuito de harmonizar e equilibrar a copa das árvores.

A poda também é necessária para minimizar os riscos à população, visto que há perigo de rompimento dos cabos nos pontos onde os galhos encostam, já que o atrito constante deles nos cabos reduz sua resistência.

Outra razão importante para se realizar a poda das árvores é a necessidade de garantir a confiabilidade do sistema, pois a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) exige das concessionárias a manutenção de índices de desempenho (DEC e FEC). E um dos principais motivos de interrupção do sistema é o contato das árvores com a rede.

Elencamos, item por item, os principais problemas existentes nesta relação de convivência. São eles:

2.4.1. Poda de árvores

Buscando a convivência pacífica entre as árvores e as redes aéreas de distribuição, as concessionárias lançam mão de um recurso amplamente difundido no setor, que é a poda.

Do ponto de vista fitotécnico e silvicultural, a poda é a remoção de partes da planta para estimular o crescimento, a floração ou a frutificação, a fim de que se obtenha o máximo efeito decorativo e/ou de produção (Brickell, 1979).

Na arborização urbana a poda é usada para adequar a planta ao interesse do homem que habita a cidade, sendo, assim, executada para corrigir os conflitos existentes entre as árvores e os equipamentos e/ou edificações da cidade (Santos, 2000).

Segundo Seitz (1996), árvores na zona urbana e poda são uma relação tão arraigada na mente das pessoas, que muitas vezes se cometem grandes erros sob a ilusão de estar realizando a prática mais acertada.

Ainda de acordo com o mesmo autor, a poda muitas vezes é utilizada para limitar o crescimento da árvore e este não deve ser o seu objetivo. Árvores que por seu modelo de crescimento são incompatíveis com o espaço disponível não devem ser plantadas ou mesmo ser eliminadas. É o caso de palmeiras ou uma *Araucaria angustifolia* plantadas em calçadas com redes aéreas de distribuição de energia elétrica. Neste caso, ou as árvores ou a rede.

2.4.2. Incompatibilidade da arborização urbana com as redes elétricas

As cidades arborizadas no Brasil não contaram com o devido planejamento e nem contam com a devida manutenção (Milano, 1994).

A relação entre a arborização e os demais elementos do espaço urbano, em especial e energia elétrica, vem, a maioria das vezes, sendo processada de modo extremamente conflituoso, no qual cada um dos indivíduos passa a representar obstáculo à presença do outro (Carvalho, 1996).

Essa incompatibilidade entre a arborização e as redes elétricas ocasiona desligamentos temporários e acarretam o comprometimento dos indicadores de confiabilidade de sistema elétrico (DEC e FEC), com inequívocas conseqüências sobre a imagem da empresa (Carvalho, 1996).

Como exemplo do citado acima, reforçando que as conseqüências são não só sobre a imagem, demonstramos dois quadros de causas de desligamento na AES Eletropaulo. Referem-se a causas de ocorrências por um período de tempo em um dia (2005 e 2006).

CAUSAS DOS DESLIGAMENTOS

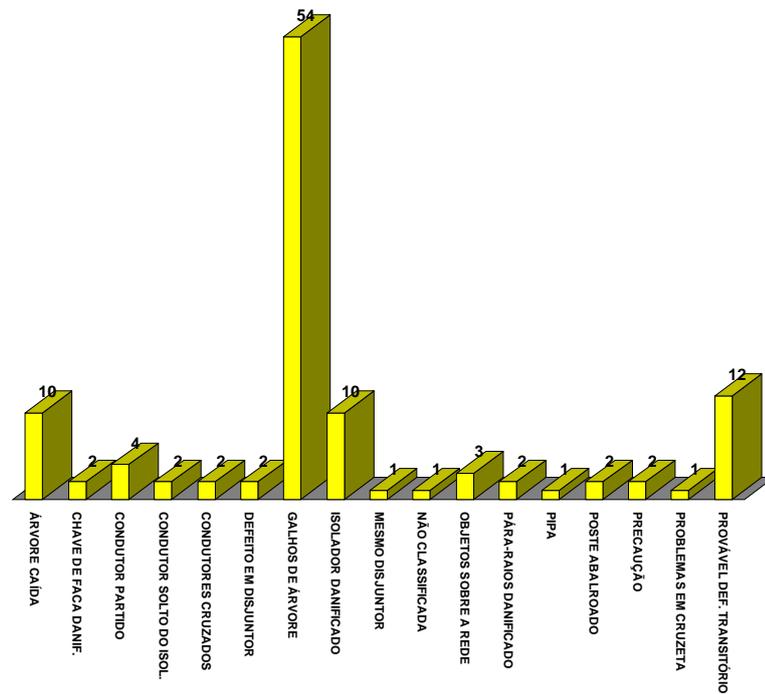


Figura 25: Causa de desligamento na AES Eletropaulo em 2005

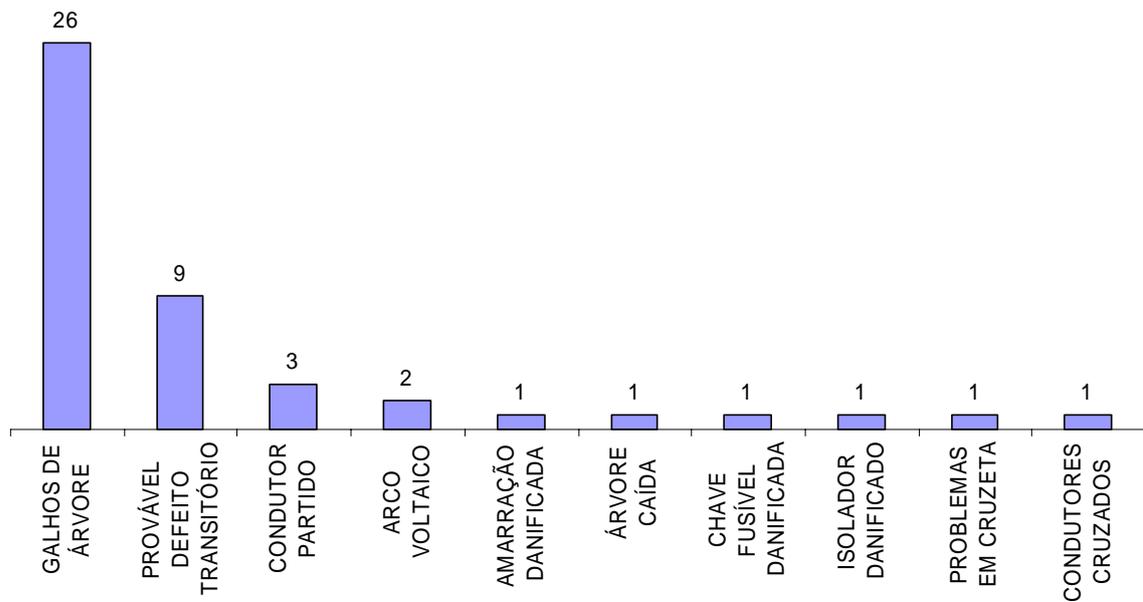


Figura 26: Causa de desligamentos na AES Eletropaulo em 2006

2.4.3. Falta de capacitação na gestão e execução da poda

A poda de árvores nas áreas urbanas é uma prática permanente, que visa garantir um conjunto de árvores vitais, seguras e de aspecto visual agradável. Para sua correta utilização é necessário reconhecer os três tipos básicos de poda em árvores urbanas e utilizar aquele que for mais recomendado para cada caso (Seitz, 1996). Os tipos são: poda de educação, realizada na formação da muda ou condução da copa da árvore de acordo com seu modelo arquitetônico; poda de manutenção, na qual são eliminados galhos senis ou secos; e a poda de segurança, praticada em galhos normalmente vitais e não preparados pela árvore para o corte.. Esta última é utilizada para a compatibilização da árvore com a infra-estrutura.

Apesar de todo o conhecimento já disponibilizado sobre o tema, a poda vem sendo, sistematicamente, realizada por profissionais sem nenhuma capacitação profissional. Não raro, encontramos equipes realizando a poda sem nenhum critério técnico, com um único objetivo: livrar a rede aérea das interferências causadas pelos galhos das árvores.

A crescente conscientização da população civil tem ocasionado constantes reclamações com relação à qualidade das podas executadas pelas concessionárias e prefeituras, demandando uma melhora na execução e maior qualificação dos executantes.

Um dos motivos para a baixa qualidade desta mão-de-obra talvez possa ser explicado pelos valores do serviço praticados no mercado.

Segundo Velasco (2003), para a concessionária CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz) uma poda na rede secundária no ano de 2001 tinha o valor estipulado em R\$ 6,00 (seis reais). Já na rede primária, este valor era de R\$ 20,00 (vinte reais).

Corrigindo esses valores utilizando o IGP-M, com juros de 12% ao ano, teríamos hoje R\$ 12,58 (doze reais e cinquenta e oito centavos) para a poda em rede secundária e R\$ 41,92 (quarenta e um reais e noventa e dois centavos) para a feita na rede primária.

Se levarmos em consideração os custos trabalhistas e de insumos necessários à atividade, concluímos que os empresários do setor não vão abrir mão de seus lucros em busca de melhor qualificação profissional.

Uma saída para esse embate seria a parceria entre essas empresas e a concessionária. A exemplo disso, temos a iniciativa da AES Eletropaulo, que mediante um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) realizou o curso “Técnicas de Poda” para todos os funcionários (próprios e terceirizados) envolvidos na atividade.

2.4.4. Utilização de mudas inadequadas

A escolha da muda a ser plantada é fator primordial no sucesso da arborização.

Segundo Rodrigues (2002), a escolha da espécie a ser plantada no ambiente urbano é o aspecto mais importante a ser considerado. Para isso é extremamente importante que se leve em conta o espaço disponível que se tem, tendo em vista a presença ou ausência de fiação aérea e de outros equipamentos urbanos, largura da calçada e recuo predial. Dependendo deste espaço, a escolha ficará vinculada ao conhecimento do porte da espécie a ser utilizada.

As características físico-morfológicas da muda também irão influir diretamente na formação de uma árvore saudável. Devem ser escolhidas mudas com boa formação, livres de pragas e doenças e oriundas de viveiros certificados.

2.4.5. Gestão da arborização pelas prefeituras municipais

A indicação de espécies para a arborização urbana ainda é feita de maneira muito empírica, utilizando-se apenas informações estéticas e desprezando todas as condições desfavoráveis que o meio urbano oferece às árvores (Biondi, 1996 APUD Velasco, 2003).

Cabe também destacar a falta de orientação por parte do poder público relativamente a normas para implantação da arborização pública (Sanhotene, 1994).

Para COIMBRA (2002), duas definições de Gestão Ambiental podem ser propostas. Uma se refere à Gestão Ambiental em geral (que pode ser aplicada à administração pública e ao setor PV0), e outra é específica para a Gestão Ambiental Municipal.

“Gestão Ambiental é um processo de administração participativo, integrado e contínuo, que visa à compatibilização das atividades humanas com a qualidade e a preservação do patrimônio ambiental, por meio da ação conjugada do Poder Público e da sociedade organizada em seus vários segmentos, mediante priorização das necessidades sociais e do mundo natural, com alocação dos respectivos recursos e mecanismos de avaliação e transparência.”

“Gestão Ambiental Municipal é o processo político-administrativo que incumbe ao Poder Público local (Executivo e Legislativo) para, com a participação da sociedade civil organizada, formular, implementar e avaliar políticas ambientais (expressas em planos, programas e projetos), no sentido de ordenar as ações do Município, em sua condição de ente federativo, a fim de assegurar a qualidade ambiental como fundamento da qualidade dos cidadãos, em consonância com os postulados do desenvolvimento sustentável, e a partir da realidade e das potencialidades locais.”

Dentro deste contexto e considerando a necessidade de manter a sustentabilidade da arborização urbana e a sustentabilidade das necessidades da população que vive nos ambientes urbanos, considera-se necessário promover a interação das ações do Poder Público Municipal com os diversos órgãos prestadores de serviços públicos, conforme proposta no esquema abaixo.

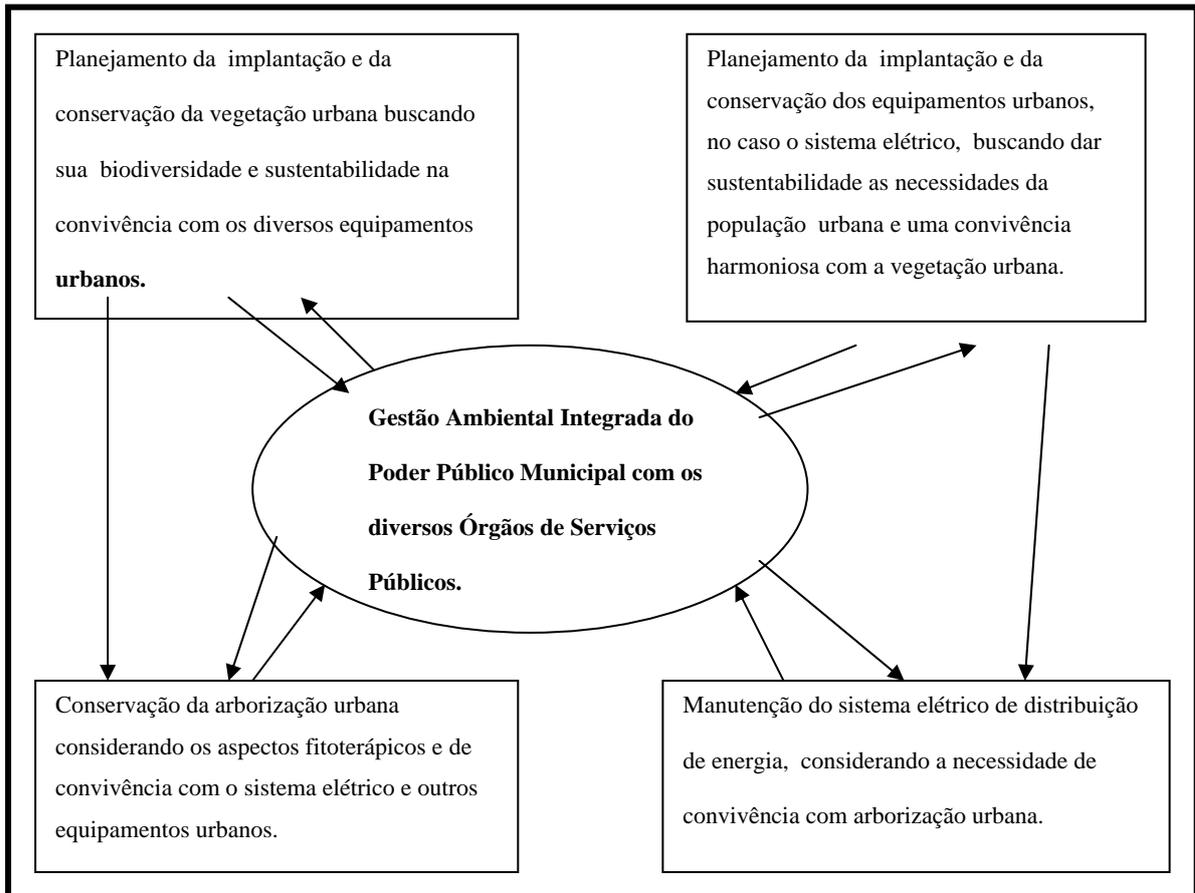


Figura 27: Esquema de gestão ambiental

3. PROPOSTAS DE COMPATIBILIZAÇÃO

Expostos os problemas relativos à compatibilização da arborização urbana e redes aéreas de energia, procuramos elencar as medidas necessárias à redução dos conflitos, as quais, após adotadas, reduziriam tais conflitos, permitindo a convivência pacífica entre as árvores e as redes.

3.1. Guias de arborização

A preocupação com a co-existência pacífica entre as redes e a arborização urbana é notadamente verificada quando são observados os diversos guias de arborização e de poda de árvores que são gerados pelas empresas de energia, conforme se pode observar nas figuras abaixo, que representam as capas dos manuais de arborização confeccionados pelas empresas de energia para a distribuição em prefeituras municipais e comunidades em geral.



Figura 28: Guias de arborização de algumas concessionárias

De acordo com Socher (2008), 100% das concessionárias possuem guia de arborização urbana (conteúdo similar); 60% possuem o guia publicado na internet e 100% orientam o plantio de espécies de pequeno porte sob a rede (este item conflita com os discursos de muitas prefeituras municipais e ONG's). Para consolidar o pensamento das concessionárias, o ideal seria publicar um manual de arborização pela SBAU (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana).

Ainda segundo Socher (2008), a questão da poda deve ser abordada de modo bem detalhado e com profundidade nos guias de arborização, incluindo as distâncias de segurança para os diferentes tipos de rede, disseminando esse conhecimento para as prefeituras municipais.

O que fica claro é que alguns passos já foram dados em direção à resolução do conflito entre a arborização e a rede aérea. O que ainda se faz necessário é a unificação de ações por parte das concessionárias e prefeituras.

3.2. Certificação dos arboristas

A vegetação urbana é componente importante de uma cidade e contribui para o bem-estar da população auxiliando na manutenção da qualidade do ambiente urbano. Para alcançar todos os benefícios inerentes à arborização, a vegetação deverá ser saudável e bem equilibrada (Seitz, 2005).

Os principais fatores de detrimento da arborização urbana são a poda mal - realizada, a diminuição da região da gola e a presença de pragas e doenças.

Com relação à poda de árvores deve ser enfatizado que a poda não recupera árvores. Ela pode reduzir o risco de um acidente, mas recuperar a árvore é muito difícil. Não existe rejuvenescimento da árvore. Quando as podas são drásticas, com remoção de grande massa de galhos, a reação da árvore se mostra com uma brotação vigorosa de gemas epicórmicas dormentes. Esses brotos aparentam vitalidade, mas em realidade têm uma fixação deficiente no seu ponto de origem. Associado ao corte de grandes dimensões que fatalmente originará uma cavidade, cria-se um futuro ponto de ruptura, debilitando portanto a árvore (Seitz, 2005).

Ainda segundo Seitz (2005), o manejo da vegetação no meio urbano requer cuidados especiais e não pode ser delegado a operários sem o mínimo de conhecimentos da matéria.

A certificação dos arboristas visa difundir os estudos relativos à matéria e unificar os procedimentos da boa poda. Nela são abordados temas como fisiologia e morfologia das plantas, técnicas de poda e ferramentas adequadas.

A certificação de arboristas já uma realidade nos Estados Unidos, onde qualquer arborista para exercer a função precisa ter o certificado.

3.3. Poda direcional

É preciso eliminar as podas em “V”, “rebaixamento de copa” e em “L”, que causam desequilíbrio da copa, enfraquecimento da árvore e as deixam com aspecto de mutiladas.

Segundo Velasco (2003), as podas estão sendo executadas cada vez mais sem critérios, causando diversos problemas, principalmente quanto ao desequilíbrio do vegetal.

A poda direcional, como o próprio nome diz, direciona o crescimento dos galhos das árvores para fora dos condutores da rede elétrica. É uma técnica utilizada por concessionárias do mundo todo e se aplica muito bem às árvores de crescimento simpodial, em que predomina o crescimento dos meristemas laterais (ipês, sibipirunas, etc.).

A utilização dessa técnica permite a convivência harmoniosa entre árvores de médio a grande porte com as redes de energia.

3.4. Padronização e qualificação da mudas

Há um consenso geral de que a qualidade das mudas é responsável por grande parte do sucesso do projeto de arborização. Então, elas precisam ser produzidas com qualidade, custo compatível e em quantidade adequada (Monteiro Júnior, 2000 APUD Gonçalves, E.O. 2004).

Mudas ideais para a arborização urbana deverão ter: sistema radicular bem desenvolvido; rusticidade; bom aspecto fitossanitário e nutricional; tronco retilíneo; copa bem formada; diâmetro mínimo à altura do peito superior ou igual a 3 cm; caule perpendicular em relação ao nível do solo; volume de torrão adequado e isento de plantas daninhas; e embalagem adequada, podendo ser sacos plásticos, latas, balaio, caixotes de madeira, etc. (Gonçalves, 2004).

Conforme a necessidade local, a altura e o diâmetro à altura do peito (DAP) poderão ser majorados em relação ao especificado no estudo acima citado.

3.5. Planejamento da arborização em função das redes existentes

Nos casos em que a rede elétrica é pré-existente, deve-se optar por uma arborização compatível com tal pré-requisito. A escolha de espécies adequadas inclui a observância de critérios como: tipo de crescimento, altura alcançada na fase adulta e tolerância a podas.

O plantio de árvores de pequeno porte sob as redes é senso comum das concessionárias, mas abordada de forma leve. Tal posicionamento vai contra a posição de algumas prefeituras e ONG's, mas deve ser reforçado com embasamento técnico (índices de desligamento e riscos de acidentes com a população). Plantio de árvores de grande porte deve ser incentivado pelas concessionárias, porém longe da rede de distribuição de energia (Socher, 2008).

3.6. Utilização de novos tipos de rede: “spacer cable”

A utilização da rede tipo “spacer cable”, ou compacta, já é uma realidade nas concessionárias brasileiras.

A AES Eletropaulo, a CEMIG e A LIGHT SESA já utilizam esta tecnologia em 100% das novas redes projetadas (urbanas).¹²

Conforme expõe Velasco (2003), devido à satisfatória classificação quanto ao aspecto geral das árvores, maior porcentagem de árvores sem presença de podas, praticamente o mesmo custo de implantação e redução nos custos de manutenção, é totalmente viável a utilização de redes compactas de distribuição de energia elétrica.

3.7. Eliminação dos passivos existentes

Consoante todas as ações para melhoria da convivência entre a arborização urbana existente e as redes aéreas, faz-se necessária a adoção de medidas para a correção de situações de risco iminente ou ainda de risco pressuposto.

Muitas árvores presentes em nossas cidades apresentam algum grau de comprometimento, seja resultante de podas mal conduzidas, seja em decorrência de pragas ou doenças, danos ao sistema radicular ou ainda em função da senescência natural da espécie.

É imprescindível a adoção de técnicas de Avaliação de Risco.

¹² AES-Eletropaulo – Comunicação pessoal. 2008

CEMIG (Companhia Energética de MG) – Pedro Mendes Castro. Comunicação pessoal. 2008

LIGHT SESA (RJ) – André Velloso. Comunicação pessoal. 2008.

Seitz¹³ desenvolveu em conjunto com a AES Eletropaulo um projeto de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) para Avaliação Visual de Árvores de Risco – AVR, no qual são verificados em campo:

1. a copa
2. o tronco
3. a base do tronco e raízes
4. os alvos (rede primária, secundária e ramal; rua e avenida movimentada ou não; pedestres; ônibus)
5. a pontuação – que indicará o grau de risco

De acordo com a pontuação atingida, é indicada a supressão da árvore, com vistas a evitar acidentes que podem prejudicar a população.

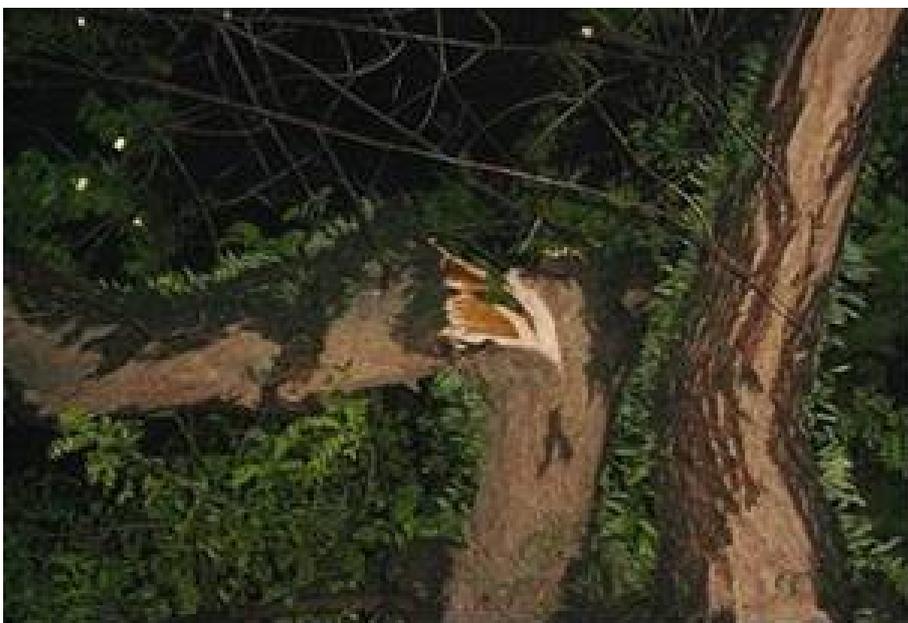


Figura 29: Árvore de grande porte, que já sofreu rebaixamento. O galho foi rompido na forquilha, indicando que o motivo provavelmente tenha sido a poda.

¹³ Rudi Arno Seitz Pesquisador UFPR (in memoriam)



Figura 30: Árvore com aparência saudável, mas a base do tronco estava recoberta por cimento sem nenhum espaço permeável. Tinha como sustentação um poste de sinalização de trânsito. Com a chuva e o vento forte o peso da copa aumentou e a árvore veio a cair, desligando a rede secundária.

3.8. Parcerias entre prefeituras e concessionárias

Segundo Barcelos (1997) APUD Velasco (2003), a possibilidade para uma diminuição na frequência da poda nas árvores localizadas nas vias públicas está 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.



Figura 31: Rede compacta em logradouro arborizado



Figura 32: Rede compacta passando entre os galhos de uma árvore

Baseado no artigo 65 do Código Civil, as ruas são bens públicos e as árvores nelas plantadas pertencem aos municípios. Dessa forma, a poda das árvores é de responsabilidade destes, os quais devem zelar pela manutenção dos bens públicos (Velasco, 2003).

Logo, concluímos que a responsabilidade pela manutenção da arborização urbana é das prefeituras, que devem, em comum acordo com as concessionárias elétricas, buscar soluções para harmonizar o convívio entre as redes e as árvores. As concessionárias, por sua vez, não devem se isentar das suas responsabilidades de contratar empresas capacitadas para a gestão da arborização.

Ações em conjunto devem buscar a melhoria da arborização, por meio de escolha adequada de espécies, padronização das mudas plantadas, capacitação das equipes de poda, substituição gradativa das redes tradicionais para redes compactas.

4. CONCLUSÕES

Diante dos benefícios da arborização nas cidades e da importância da infraestrutura urbana, dentre esta a energia elétrica, é indiscutível a necessidade da melhoria da gestão da arborização urbana, considerando todas as partes que interagem com ela..

Diversas iniciativas e ações em desenvolvimento foram identificadas, assim como soluções para minimizar os conflitos de convivência, visando o bem-estar da população.

A busca da convivência pacífica é objeto de estudos e pesquisas por diversos setores, entre eles universidades, prefeituras municipais, concessionárias de energia elétrica e pesquisadores independentes.

A incompatibilidade existente entre as árvores e as redes elétricas é decorrente da falta de planejamento na implantação da arborização ou das redes, sendo a poda realizada por profissionais sem capacitação e a falta de políticas públicas para regulamentação da arborização urbana fatores que agravam o problema.

Entretanto, algumas concessionárias e prefeituras estão mudando esse quadro com a qualificação de suas equipes por meio de cursos e palestras de capacitação, quadro técnico especializado e projetos de pesquisa específicos voltados à arborização.

A publicação de guias de arborização pelas concessionárias de energia elétrica foi um passo importante na busca de soluções para o problema de convivência pacífica entre redes e arborização.

Nota-se a mobilidade de algumas concessionárias para a discussão do tema, mediante a formação de um Grupo Técnico Nacional – GT Arborização para tratar de divulgar e adotar boas práticas de manejo da arborização.

Dentre as práticas de manejo, a poda direcional consegue compatibilizar a co-existência das árvores e redes, sem detrimento da primeira. Deve ser difundida como o único tipo de poda viável para as árvores próximas às redes. Adicionalmente a estas técnicas adequadas, é importante que seja adotada a padronização das mudas plantadas, visando à formação de árvores adultas saudáveis e apropriadas ao local onde estão plantadas.

Neste contexto, a certificação dos arboristas, aliada a uma política pública planejada que exija esse profissional na realização da atividade, é uma proposta que trará mais qualidade às podas, melhorando, assim, o estado geral da arborização urbana.

O planejamento da arborização deve levar em consideração a pré-existência de elementos urbanos (redes elétricas, telefônicas, postes, mobiliário urbano) para evitar conflitos futuros, assim como se deve optar pelas redes compactas (“spacer cable”) na implantação de novas redes elétricas, uma vez que diminuem a interferência sobre a arborização.

Além disso, é necessário que se adotem medidas para a redução dos passivos existentes, por meio de convênios com as prefeituras municipais, para a substituição de árvores que, por causa de podas mal-realizadas ou doenças, estejam trazendo risco à população.

Por fim, devem ser pensadas e tomadas ações que resultem em parcerias entre as prefeituras municipais e as concessionárias, visando única e exclusivamente à melhoria da arborização urbana e à manutenção do sistema elétrico, sem detrimento de nenhuma das partes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. **Acesso e uso dos sistemas de transmissão e distribuição.** Série Cadernos temáticos N° 5. 58p. : Il Brasília, 2005.

BRICKELL, C. **A poda.** Mens Martins: Europa-America. 1979 228p

CAPRETZ, R. L. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do Estado de São Paulo, através de análise de segunda ordem, como a função K de Ripley.** Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre em Ecologia de Agrossistemas. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.

CARVALHO, A.V.; OLIVEIRA, J. **Redução dos custos operacionais de empresas de distribuição de energia através da adequação da arborização urbana.** In: 1º Curso em treinamento sobre poda em espécies arbóreas florestais e de arborização urbana. IPEF/USP. 1996.

COIMBRA, J.A.A. **Do outro lado do meio ambiente: Uma incursão humanista na questão ambiental.** 2 ed. Campinas: Millenium, 2002.

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

ELETROPAULO & PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Guia de arborização urbana.** São Paulo, 2005, 79 p.

ENERSUL. **Guia de arborização urbana.** Campo Grande, 2004.

GONÇALVES, E.O.; PAIVA, H.N. de; GONÇALVES, W.; JACOVINE, L.A.G. **Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no Estado de Minas Gerais.** Revista Árvore. Viçosa-MG. v.28, n.4, p.479- 486, 2004.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Vol I. 4º Edição. Instituto Plantarum. Nova Odessa/SP 2002. 368 p.

MILANO, M. S. **Arborização urbana: Plano diretor.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. Anais. São Luiz: SBAU, p.207-15,1994.

PIRES, J.C.L. **Desafios da reestruturação do setor elétrico brasileiro.** Convênio BNDES/Pnud. Rio de Janeiro, 2000.

RODRIGUES, C.A.G. et al. **Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS.** 26p. il. - (Embrapa Pantanal. Documentos, 42), 2002.

SANCHOTENE, M. C. C. **Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil.** In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. Anais. São Luiz:: SBASU, p. 15-25, 1944.

SANTOS, E. dos **Avaliação quali-quantitativa da arborização e comparação econômica entre a poda e a substituição da rede de distribuição de energia elétrica da região administrativa centro-sul de Belo Horizonte – MG.** Viçosa, 2000 219p Tese (doutorado) Universidade Federal de Viçosa.

SEITZ, R.A. **Vegetação no meio urbano: Manejo e recuperação.** Curitiba: FUPEF, 2005.

SEITZ, R.A. **Manual de poda de árvores.** Curitiba: FUPEF, 1996.

SIRKIS, A. **O desafio ecológico das cidades.** in: Meio Ambiente no Século 21. Org. André Trigueiro. Editora Sextante. 3ª Edição. Rio de Janeiro, 2003.

SILVA, F. F. da. **Situação da arborização viária e proposta de espécies para os bairros Antônio Zanaga I e II, da cidade de Americana/SP.** Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre em Agronomia. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2006.

SOCHER, L.G. **Banco de dados sobre formas de comunicação com a sociedade em relação ao manejo de árvores e ao modelo de arborização proposto pelas concessionárias, e impactos da má arborização no desempenho do fornecimento de eletricidade.** In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. Anais. SBAU. Manaus. 2008.

TAVARES, S.R.R. **O papel da ANEEL no setor elétrico brasileiro.** Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre em Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas, SP. 2003.

VELASCO, G. **Arborização urbana x sistemas de distribuição de energia elétrica, avaliação dos custos, estudo das podas e levantamento de problemas fitotécnicos.** Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre em Agronomia. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005.