



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
MESTRADO EM GESTÃO E POLÍTICAS AMBIENTAIS**

**MARIA DE FÁTIMA**

**ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA INTERAÇÃO DA  
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM A  
ARBORIZAÇÃO URBANA NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO  
METROPOLITANA DO RECIFE**

**RECIFE - PE  
2005**

**ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA INTERAÇÃO DA  
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM A  
ARBORIZAÇÃO URBANA NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO  
METROPOLITANA DO RECIFE**

**MARIA DE FÁTIMA**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pernambuco  
para obtenção do título de Mestre em Gestão e Políticas Ambientais.**

**Orientadores: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Martins Sobral  
Prof. Dr. Joaquim Correia Xavier de Andrade Neto  
(in memoriam)**

**RECIFE - PE  
2005**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Divisão de Biblioteca e Documentação – UFPE**

Fátima, Maria.

Estudo dos Impactos Ambientais da Interação da Rede de Distribuição de Energia Elétrica com a Arborização Urbana nos Municípios da Região Metropolitana do Recife

Qualificação e Quantificação/ aspectos fitotécnicos e impactos

Maria de Fátima,-- Recife, 2005-02-14

143 p.:il.

Dissertação (mestrado).—Universidade Federal de Pernambuco, 2005-03-14

Bibliografia.

1. Arborização
2. Poda
3. Práticas Ambientais
4. Rede de distribuição de energia elétrica.

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
Curso de Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Estudos dos Impactos Ambientais da Interação da Rede de Distribuição de  
Energia Elétrica com a Arborização Urbana nos municípios da Região  
Metropolitana do Recife**

**Maria de Fátima**

Dissertação apresentada e aprovada em 14 / 03/ 2005, pela banca examinadora constituídas pelos professores:

\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Martins Sobral**  
(Presidente da Banca)

\_\_\_\_\_  
**Professora Dr<sup>a</sup>. Rosa Ester Rossini**  
Universidade de São Paulo (USP)

\_\_\_\_\_  
**Professor Dr<sup>o</sup>. Luiz Carlos Marangon**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

\_\_\_\_\_  
**Professora Dr<sup>a</sup>. Edvânia Torres Aguiar Gomes**  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

*Dedico  
aos meus pais, Otacílio e Ângela  
(in memoriam) pelo incentivo à  
busca do conhecimento e do respeito  
à natureza, a Paulo, Érica, Deygles  
e Paulo Filho, meus amores.*

**Prof. Dr. Joaquim Correia Xavier de Andrade Neto**  
(in memoriam)

*“Eu poderia suportar, embora não sem dor, que tivesse morrido todos os meus amores, mas enlouqueceria se morressem todos os meus amigos! Alguns deles não procuro, basta-me saber que eles existem. Esta mera condição me encoraja a seguir em frente pela vida... mas é delicioso que eu saiba e sinta que os adoro, embora não declare e não os procure sempre”*

**Vinicius de Moraes**

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

Ao meu companheiro eterno “DEUS”, por estar presente na minha vida, sempre guiando meus passos na busca do crescimento pessoal através do saber.

Ao meu companheiro de luta, Paulo, pela compreensão, paciência e incentivo.

Aos meus filhos - Érica, Deygles e Paulo Filho - pelo incentivo e por terem preenchido minha vida com amor e carinho.

À Professora Maria do Carmo Martins Sobral, por quem tenho estima e admiração, pela orientação, dedicação e por ter me dado a oportunidade de participar do Grupo de Pesquisa que deu origem a este trabalho.

À EMLURB, em particular ao Presidente Dr. Roberto Gusmão, à Diretora de Departamento de Praças, Parques e Áreas Verdes, Dr<sup>a</sup> Beatriz, Dr. José Carlos e Dr. Jansen, pela compreensão.

Aos funcionários e colegas da CELPE -Recife- Eng<sup>o</sup>. Ciarline, Eng<sup>a</sup>. Anapaula Nobre, Zilene Rodrigues - que contribuíram com informações preciosas, subsídios para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos funcionários da CELPE – Cabo de Santo Agostinho – Givaldo Soares de Lima, Jailson José do Nascimento e Almir Moraes dos Santos pelo desprendimento nas informações fornecidas e apoio durante a pesquisa naquele município.

À Professora Graça Ataíde, pelo incentivo e paciência, dedicação e compreensão, características dos grandes mestres.

Ao Professor Dr. Sérgio Peres da Universidade de Pernambuco (UPE), pelo incentivo à pesquisa, ao trabalho e à determinação em busca do saber.

Ao Professor Luís Cordeiro, aquele que sabiamente me fez acreditar que vale a pena lutar por aquilo em que acredito.

À Professora Edvânia Torres, pelo carinho e atenção que sempre me dispensou.

Aos Professores integrantes da Banca Examinadora do Exame de Seleção para o mestrado: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Maria do Carmo Sobral, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Eugênia, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>. Vitória.

Aos professores da Banca Examinadora da conclusão deste curso, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Rosa Ester Rossini ( USP), Prof. Dr. Luis Carlos Marangon (UFRPE) pelas correções e sugestões no trabalho escrito e os Suplentes Prof. Dr. Sérgio Peres (UPE) e Prof. Dr. Jean Bittur (UFPE).

Aos Professores Márcia e Batista, do Centro de Educação da Universidade Federal de Pernambuco, a quem tenho grande admiração e respeito pelo carinho dedicado aos alunos.

Ao Professor Zanon, aos colegas Filipe José Roberto, Rosalva e Vilalba, pelos momentos alegres nas aulas práticas no Rio Ariquindá.

Ao Colega Engenheiro Agrônomo da Companhia Energética Minas Gérias (CEMIG), Pedro Mendes, pela atenção e colaboração durante a minha visita técnica a Belo Horizonte.

Ao colega Edinilson dos Santos, da Prefeitura de Belo Horizonte, pelas sugestões.

Aos colegas da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), em particular ao Eng<sup>º</sup>. Marcelo Matos e Fernando, pelas informações fornecidas, além do carinho e atenção com que me receberam em Campinas,SP.

Aos colegas que tiveram participação neste trabalho, meus eternos e sinceros agradecimentos: Flávia Gama, Cynthia Suassuna, Pierson Barretto, Jorge Luiz Araújo, Audrey Oliveira, Sérgio Ximenes, Rita de Cássia, Carlos Medeiros, Fernanda, Zé Roberto, Ronaldo Cavalcante e Eduardo Cavalcante.

À amiga Débora, em especial, pela colaboração e paciência nas análises realizadas.

Aos colegas do Departamento de Praças, Parques e Áreas Verdes da EMLURB - João Lima, Dulcinéa Maia , Ricardo Martins, Agenor, Miguel, Maurício e Bivar - pela colaboração e pelas informações dadas.

À Secretaria do Mestrado de Gestão e Políticas Ambientais, Solange, pelo carinho e esmero que dedica a todos.

A todos os colegas e funcionários do Mestrado de Gestão e Políticas Ambientais, pela amizade e companheirismo, os quais tornaram mais agradável esta empreitada.

Aos amigos Davi, Rosana, Ferreira e Amujacy, pelo incentivo e pelo companheirismo nos finais de semana, amenizando a tensão e o peso da responsabilidade.

As amigas Márcia Jatobá, Sueli Serpa, Eliane Moura, Dalva Lúcia, Edinha pelo incentivo ao longo dos anos de convivência e amizade.

Aos “amigos para sempre”, Geralda Farias, Conceição Silva e Sr. Domingos, que estão sempre presentes nos meus desafios.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE TABELA.....	xviii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xix
RESUMO .....	xxi
ABSTRACT .....	xxii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	5
2.1 Objetivo geral .....	5
2.2 Objetivos específicos.....	5
3. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS PARA COMPREENSÃO DO TEMA .....	6
3.1 ASPECTOS DA GESTÃO AMBIENTAL .....	6
3.2 ASPECTOS DA POLÍTICA AMBIENTAL NO BRASIL.....	8
3.3 CARACTERIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA URBANA .....	8
3.4 CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO OS SUBSISTEMAS TÉCNICOS SETORIAIS .....	9
3.5 ASPECTO CONCEITUAL DA ARBORIZAÇÃO URBANA .....	11
3.5.1 Histórico da arborização urbana no mundo .....	12
3.5.2 Histórico da arborização urbana no Brasil.....	13
3.5.3 Histórico da arborização urbana no Recife.....	14
3.5.4 Funções e benefícios da arborização urbana.....	17
3.5.4.1 Benefícios econômicos.....	17
3.5.4.2 Possibilidade de uso arquitetônico .....	18
3.5.4.3 Melhoria do clima.....	20
3.5.4.4 Melhoria das condições do ciclo hidrológico e do solo.....	23
3.5.4.5 Redução da poluição.....	23
3.6 MANEJO DA ARBORIZAÇÃO URBANA .....	26
3.6.1 Processos de poda .....	30
3.6.2 Tipos de podas efetuadas para desvio das redes de serviços .....	31
3.6.3 Poda de raiz.....	32
3.6.4 Compartimentalização .....	33
3.6.5 Dendrocirurgia .....	34
3.6.6 Ferramentas e equipamentos de poda .....	35
3.6.7 Manejo dos resíduos da poda.....	35

3.6.8	Custo dos serviços de plantio e poda das árvores urbanas .....	36
3.7	CARACTERIZAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	39
3.7.1	Redes aéreas protegidas ou isoladas (RDP).....	41
3.7.2	Redes de distribuição subterrânea (RDS) .....	43
3.7.3	Árvores urbanas e sua interação com as redes de distribuição de energia elétrica	45
3.8	ASPECTOS LEGAIS .....	46
3.8.1	O bem ambiental .....	48
3.8.2	O dano ambiental .....	49
3.8.3	Plano da arborização urbana no município de Recife.....	50
3.8.4	Lei de uso e ocupação do solo .....	52
3.8.5	Plano diretor do município do Recife .....	54
4	METODOLOGIA.....	56
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO AMOSTRAL.....	57
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA PILOTO.....	60
4.3	COLETA DOS DADOS.....	64
4.3.1	Material de Campo.....	64
4.3.2	Período de realização da coleta em campo .....	64
4.3.3	Processo de amostragem.....	64
4.4	VARIÁVEIS AMBIENTAIS .....	65
4.4.1	Variáveis qualitativas relacionadas ao aspecto fitotécnico das árvores.....	65
4.4.2	Variáveis quantitativas dos impactos verificados .....	66
4.4.3	Estatística descritiva e índices ecológicos .....	69
4.4.3.1	Análises estatísticas .....	69
4.4.3.2	Análises dos índices ecológicos .....	69
4.4.3.3	Diversidade e equitabilidade .....	69
4.4.3.4	Índices de similaridade .....	70
4.4.3.5	Método de distribuição de espécies raras, intermediárias e comuns nos seis municípios estudados da RMR pelo método de Palma .....	70
4.5	ASPECTOS DA ARBORIZAÇÃO .....	71
4.6	RISCOS AMBIENTAIS .....	71
4.7	IMPACTOS RESULTANTES DOS CONFLITOS EXISTENTES ENTRE A ARBORIZAÇÃO E AS REDES DE SERVIÇOS .....	72
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	744
5.1	Análise dos índices ecológicos.....	766
5.1.1	Análise dos índices de diversidade e equitabilidade das espécies registradas.....	766

5.1.2	Análise do índice de similaridade de Jaccard .....	777
5.1.3	Análise do índice de similaridade Morisita .....	788
5.1.4	Análise do resultado da distribuição das espécies pelo método de Palma.....	788
5.1.5	Análise da abundância e riqueza das espécies .....	799
5.2	ANÁLISE ESTATÍSTICAS DESCRITIVA REFERENTE AOS ASPECTOS FITOTÉCNICOS DA ARBORIZAÇÃO URBANA .....	81
5.2.1	Impactos resultantes dos serviços podas.....	83
5.2.2	Aspecto fitotécnico das árvores .....	84
5.3	ANÁLISE DOS IMPACTOS RESULTANTES DOS CONFLITOS EXISTENTES ENTRE A ARBORIZAÇÃO E REDES DE SERVIÇOS PÚBLICOS .....	89
5.3.1	Redes de distribuição de energia.....	89
5.3.2	Rede de gasoduto .....	96
5.3.3	Rede de comunicação .....	97
5.3.4	Análise de riscos ambientais.....	100
5.4	IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA REDE ELÉTRICA SOBRE A ARBORIZAÇÃO .....	103
5.4.1	– Matriz de avaliação de impactos ambientais da RDE.....	105
5.5	ANÁLISE DOS ASPECTOS DA ARBORIZAÇÃO URBANA X REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA NOS MUNICÍPIOS DA RMR .....	110
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	137
6.1	APLICAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS .....	140
6.2	GERENCIAMENTO DOS SERVIÇOS PARA FACILITAR A COEXISTÊNCIA DA REDE COM AS ÁRVORES .....	142
6.3	PROCEDIMENTOS PARA COMPARTILHAMENTO DE POSTE DE REDE ELÉTRICA.....	142
6.4	PLANO DE AÇÃO .....	144
6.4.1	Ações de caráter organizacional .....	144
6.4.2	Ações de caráter técnico/científico .....	145
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	147
8.	ANEXOS	

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Vista aérea parcial do Recife .....	21
Figura 2 - Mapa da Energia Radiante de sua superfície – Município .....	21
Figura 3 - Raiz superficialinjurada pelo conflito com o espaço disponível .....	29
Figura 4 – Formação de pseudo-caules provenientes das raízes aéreas.....	29
Figura 5 – Demonstrativo da biodinâmica da espécie .....	29
Figura 6 – Espécie apresentando inclinação acentuada .....	29
Figura 7 - Rede primária multiplexada.....	42
Figura 8 - Rede secundária multiplexadas.....	42
Figura 9 - Mapa da Região Metropolitana do Recife (RMR) .....	58
Figura 10 – Foto da Av. João de Barros com Av. Visconde de Suassuna.....	60
Figura 11 – Mapa do Município do Recife .....	61
Figura 12 – Mapas da Rua Amélia e Av. Visconde de Suassuna .....	62
Figura 13 – Mapa da localização da Av. Visconde de Suassuna .....	62
Figura 14 – Mapa da RMR.....	63
Figura 15 - Índice de diversidade e equitabilidade das espécies nos municípios amostradas..	77
Figura 16 – Dendograma da similaridade de Jaccard.....	77
Figura 17 – Dendograma da similaridade de Morisita .....	78
Figura 18 – Gráfico da Distribuição de espécies raras, intermediárias e comuns .....	79
Figura 19 – Gráfico da abundância de indivíduos e riqueza das espécies.....	80
Figura 20 – Registro da avaliação de risco por poda mal executada .....	81
Figura 21 – Registro de Injúrias praticadas na arborização urbana .....	81
Figura 22 - Registro de espécies com inclinação acentuada .....	82
Figura 23 – Conflito da arborização com calçadas (exposição de raízes).....	82
Figura 24 – Registro de injúrias provocado por poda .....	82

Figura 25 – Conflitos dos elementos urbanos .....	82
Figura 26 – Poda em “V” .....	83
Figura 27 – Poda de desvio .....	83
Figura 28 – Registro de Broca em caule e raiz .....	87
Figura 29 – Fuste degenerado pelo cancro bacteriano .....	87
Figura 30 – Percentual do aspecto fitotécnico da arborização na RMR .....	88
Figura 31 – Equipamentos elétricos em área de risco .....	90
Figura 32 – Poda realizada com equipamento adequado em rede desenergizada.....	90
Figura 33 – Conflito da árvore com passeio público.....	91
Figura 34 - Conflito da árvore com calçadas, poste e passeio .....	91
Figura 35 – Identificação de conflitos em potencial registrado.....	92
Figura 36 – Percentual dos conflitos registrados no município do Recife.....	92
Figura 38 - Percentual dos conflitos registrados no município do Olinda .....	94
Figura 38 - Percentual dos conflitos registrados no município de Jaboatão dos Guararapes...94	
Figura 39 - Percentual dos conflitos registrados no município de Moreno.....	97
Figura 40 - Percentual dos conflitos registrados no município do Cabo de Santo Agostinho .95	
Figura 41 - Percentual dos conflitos registrados no município de Ipojuca .....	96
Figura 42 – Escavação para passagem de gasoduto.....	97
Figura 43 – Sistema radicular comprometido pelo gasoduto.....	97
Figura 44 - Espécies com inclinação acentuada .....	97
Figura 45 – Registro de impacto visual .....	98
Figura 46 – Compartilhamento da posteação por redes de serviços .....	98
Figura 47 – Registro da altura da rede de comunicação em via pública.....	98
Figura 48 – Conflito árvore x redes aéreas e subterrâneas.....	98
Figura 49 – Fiação quebrada após execução de poda .....	99
Figura 50 – Compartilhamento da posteação pelas RDE e RC.....	99

Figura 51- Percentual do conflito registrado da RDE com a arborização nos municípios ...	110
Figura 52 – Rua Amélia (Recife).....	111
Figura 53 – Av.Visconde de Suassuna .....	111
Figura 54 – Av. João de Barros .....	111
Figura 55 – Av. Visconde de Suassuna.....	111
Figura 56 – Árvore injuriada (podas s/técnica) .....	113
Figura 57 – Poda mal executada.....	113
Figura 58 – Conflito entre equipamentos urbanos.....	113
Figura 59 – Conflito com transformador e redes.....	113
Figura 60– Conflito entre arvore e as redes de energia .....	115
Figura 61 – Plantio inadequado/ inclinação da árvore devido a poda de desvio.....	115
Figura 62 – Conflito da RDE com arborização – morte do galho .....	115
Figura 63 - Conflito da árvore com equipamentos urbano.....	115
Figura 64 - Árvore de grande porte próximo a rede AT .....	117
Figura 65 - Ausência de árvores no centro comercial.....	117
Figura 66 - Conflito entre a arborização e as redes de comunicação .....	117
Figura 67 - Conflito da arborização com as RDE .....	117
Figura 68 – Ausência de árvore em via pública.....	119
Figura 69 – Ausência de arborização sob a RDE .....	119
Figura 70 - Presença de Cabo multiplexado - Arborização escassa.....	119
Figura 71 – Registro de conflito arvores x redes x calçadas.....	119
Figura 72 - Calçadas largas com arborização em conflito com as redes de AT .....	120
Figura 73 – Presença de RC e RBT conflitando com arborização.....	120
Figura 74 – Ausência de árvores sob as RDE .....	121
Figura 75 – Ausência de poda em árvore sob a RDE e posteação .....	121
Figura 76 – Avenida Central desprovida de arborização e de iluminação pública .....	123

Figura 77 - Logradouros desprovidos de arborização.....	123
Figura 78 – Presença de árvore em praça e redes de BT lado contrário. ....	123
Figura 79 – Espécie arbórea em conflito com o muro.....	123
Figura 80 – Rua sem calçada, pista de rolamento , grande quantidade de placas de sinalização e fruteiras junto a casas sem muros.....	124.
Figura 81 - Rua sem calçadas, redes de serviços de iluminação pública com ausência de árvores sob as redes.....	125
Figura 82- Presença de árvores de grande porte em conflito com as RDE de AT e BT ....	126
Figura 83 - Espécie injuriada devido poda de desvio – redes com espaçadores .....	126
Figura 84 – Canteiro central com arborização, em conflito com redes de serviços.....	126
Figura 85 – Conflito da arborização x poste e redes.....	126
Figura 86 – Plantio de espécie inadequada sob a rede de serviço em calçada estreitas .....	128
Figura 87 – Ausência de arborização no centro comercial. ....	128
Figura 88 - Árvores de grande porte em conflito com as redes de serviços e poda drásticas.	128
Figura 89 - Árvores sob as redes , ausência de poda, conflito com redes de serviços.....	128
Figura 90 - Árvores em conflito com a posteação, presença de cabo ecológico .....	129
Figura 91 - Árvores de grande porte x cabo ecológico x redes de comunicação.....	129
Figura 92 – Árvores descortçadas, com podas drásticas, infectada de psilideos.....	129
Figura 93 - Conflito das redes com a rede de AT, espécies injuriadas e infectadas.....	129
Figura 94 - Plantio de espécie inadequado sob a rede.....	131
Figura 95 - Conflito com rede de comunicação e posteação.....	131
Figura 96 – Área desprovida de arborização.....	131
Figura 97 – Poda de desvio resulta espécie com inclinação irreversível .....	131
Figura 98 - Árvore sem condução conflitando com equipamentos urbanos.....	132
Figura 99 – Rua Padre Cromácio Leão – poda de desvio acentuada.....	132
Figura 100 – Plantio inadequado sob rede com espaçadores.....	132
Figura 101 Conflito de árvore com redes de serviços e edificação .....	132

Figura 102- Conflito registrado entre a arborização, ,posteação, placa de sinalização.....	134
Figura 103 – Rua s/ calçadas, plantio junto a construção sob a rede de serviços.....	134
Figura 104 - Espécie injuriada, atacada pelo cancro bacteriano.....	134
Figura 105 – Árvore com galhos mortos devido a poda drástica.....	134
Figura 106 – Conflito registrado com espécies sob a rede, poda de rebaixamento.....	135
Figura 107 – Ausência de arborização viária sob a rede .....	135
Figura 108 - Espécies parasitas sobre as redes de BT.....	137
Figura 109- Presença de redes de AT e BT, conflitando próximo aos coqueiros.....	137
Figura 110 - Conflito registrado com coqueiros e as redes de comunicação e energia.....	137
Figura 111 - Conflito registrado com e as redes de energia de BT e arborização.....	137
Figura 112 – Arborização de grande porte com podas de desvio laterais.....	139
Figura 113 – Espécies em áreas particulares conflitando com as redes de BT e comunicação.....	139
Figura 114 – Redes de baixa tensão com conflito em algumas áreas.....	139
Figura 115 – Ausência de arborização viária .....	139

**LISTA DE TABELA**

Tabela 1 - Custo do plantio de árvore em via pública da cidade de Recife-PE.....	37
Tabela 2 - Custo dos Serviços de Poda (CELPE/EMLURB) .....	38
Tabela 3 - Afastamentos verticais mínimos entre circuitos secundários isolados e outros circuitos.....	40
Tabela 4 - Afastamentos verticais mínimos entre circuitos secundários isolados e o solo.....	40
Tabela 5 - Valores estimados para instalação de redes isoladas (R\$ / Km) .....	44
Tabela 6 - Valores estimados de cedex convencionais ( R\$ / Km) .....	44
Tabela 7- Municípios da RMR .....	59
Tabela 8 -Diagnóstico da arborização e redes de energia (ficha) .....	68
Tabela 9 – Quantificação do aspecto e impactos registrados na arborização da RMR.....	73
Tabela 10 -Espécies registradas na RMR, quantidade de indivíduo e sua frequência .....	75
Tabela 11 - Cálculo do índice de diversidade e equitabilidade .....	76
Tabela 12- Distribuição de espécies nos municípios estudados .....	79
Tabela 13 - Número de espécies amostradas nos seis municípios da RMR .....	80
Tabela 14 - Frequência dos tipos de poda .....	83
Tabela 15 - Conflito em potencial dos elementos construtivos do espaço urbano .....	91
Tabela 16 - Matriz da composição do risco ambiental na execução da poda junto a RDE....	101
Tabela 17 - Impactos potenciais na fase de construção e montagem das RDE.....	103
Tabela 18 - Impactos potenciais na fase de operação das RDE.....	104
Tabela 19 - Matriz de avaliação dos impactos ambientais .....	109
Tabela 20 - Serviços executados na arborização urbana pela Prefeitura do Recife ( 2004)..	155
Tabela 21 - Serviços executados na arborização urbana - Prefeitura do Recife ( 2003).....	156

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AT	Alta Tensão
BT	Baixa Tensão
CAP	Circunferência medida da superfície a altura do peito
CELPE	Companhia de Eletricidade de Pernambuco
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CESP	Companhia Energética de São Paulo
cm	Centímetro
CO	Sigla de Identificação da posteação pela CELPE
CONDEPE	Instituto de Planejamento de Pernambuco
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
DAP	Diâmetro à Altura do Peito
dB	Decibéis
DPPA	Departamento de Praças, Parques e Áreas Verdes
ELETROPAULO	Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo
EMLURB	Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife
FIDEM	Fundação de Desenvolvimento Municipal
Hz	Hertz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISA	International Society of Arboriculture
Kg	Quilograma
Kgf	Quilograma força
Km	Quilômetro
KV	Quilovolt
LIGHT	Cia. de Eletricidade do Rio de Janeiro
m	Metro
m <sup>3</sup>	Metro Cúbico
MDU	Mapa do Desenvolvimento Urbano
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássio
OMS	Organização Mundial de Saúde

ONU	Organização das Nações Unidas
PCR	Prefeitura da Cidade do Recife
PIB	Produto Interno Bruto
RC	Rede de Comunicação
RDA	Rede Aérea Convencional
RDE	Rede de Distribuição de Energia
RDI	Rede Aérea Isolada
RDP	Rede Aérea Protegida
RDS	Rede de Distribuição Subterrânea
RDS	Rede de Serviços
RM	Região Metropolitana
RMR	Região Metropolitana do Recife
RP	Rede Primária
RPC	Rede Primária Compacta
RPI	Rede Primária Isolada
RS	Rede Secundária
SAS	Statistical Analysis System
SEPLANDES	Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Social
SP	São Paulo
TV	Televisão
UPGMA	Método não Ponderado de Agrupamento aos Pares por Média Aritmética
V	Voltagem
XLPE	Isolação de estrutura de polietileno termofixo
ZDE	Zona de Diretrizes Específicas
ZEA	Zona Especial de Aeroporto
ZEAI	Zona Especial de Atividade Industrial
ZEC	Zona Especial de Centro
ZEIS	Zona Especial de Interesse Social
ZEPA	Zona Especial de Proteção Ambiental
ZEPH	Zona Especial de Preservação do Patrimônio Histórico-Cultural
ZUM	Zona de Urbanização de Morro
ZUP	Zona de Urbanização Preferencial
ZUR	Zona de Urbanização Restrita

## RESUMO

A ausência de um planejamento adequado do processo de crescimento urbano, nas grandes cidades, tem provocado problemas de interferência da arborização com a infra-estrutura urbana e redes de serviços localizadas nas vias públicas. Ressaltam-se as redes aéreas de distribuição de energia elétrica, telecomunicação, gasoduto, água e esgoto que, na maioria das vezes são implantadas após o desenvolvimento da espécie arbórea no local. Podas sucessivas e mal executadas aumentam o número de desligamentos da rede e comprometem o estado vegetativo dos elementos arbóreos. Esta pesquisa objetiva o estudo da quantificação e qualificação dos impactos ambientais da atividade de distribuição de energia elétrica relacionados ao manejo da arborização urbana nas vias públicas dos 14 municípios que compõem a Região Metropolitana do Recife. Foram estudadas 1572 árvores, dentre essas, 764 foram diagnosticadas na cidade do Recife e o restante nos outros municípios. Foram feitas análises estatísticas descritivas e análise dos índices ecológicos dos municípios que alcançaram o quantitativo de 100 árvores sob as redes de energia. Os maiores impactos registrados foram das redes de energia elétrica, telecomunicações e gasoduto, tendo como causa o não-cumprimento das distâncias de segurança, o tipo de poda efetuado, a deficitária fiscalização na implantação e manutenção dos serviços de infra-estrutura urbana, como também o plantio de espécies inadequadas nas vias públicas.

Palavras chaves: arborização urbana, poda, rede de distribuição de energia elétrica, impactos ambientais

## ABSTRACT

The lack of adequate planning of urban growth in large cities has caused problems with relation to trees affecting the urban infra-structure and public service networks found on public highways. Overhead electricity distribution and telecommunication networks, gas pipelines, and water distribution and sewage systems are usually installed after an area's tree growth is underway. Over-pruning or improperly performed pruning increase the danger of trees causing blackouts and damage the growth of the trees themselves. This research focuses on a study, carried out in the 14 municipalities that make up the Recife Metropolitan region of the quantification and qualification of the environmental impact of the electricity distribution network's tree management activities on public highways. 1572 trees were studied, 764 of them in the city of Recife and the rest in the other municipalities. Statistical descriptive analyses and an analysis of the ecological standards of the municipalities which have at least 100 trees under the electricity network were carried out. The strongest impact was found to be on the electricity distribution and telecommunication networks and gas pipelines and was a result of minimum safety distance guidelines not being respected, and a consequence of the pruning work done. A lack of supervision of the installation and maintenance of the urban infrastructure services and the planting of species unsuitable for public highways were also seen to be causes of the problems.

Key words: urban forestry, pruning, electricity distribution network, environmental impact

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo passou a discutir os problemas ambientais após o ano de 1968, com a criação do clube de Roma, cujo objetivo era debater sobre a crise atual e o futuro da humanidade. Em 1972, com a publicação do relatório *The limits to growth* (Os limites do crescimento), foram estabelecidos modelos globais baseados nas técnicas pioneiras de análise de sistemas, projetados para prever como seria o futuro se não houvesse modificações ou ajustamentos nos modelos de desenvolvimento econômico adotados. Estava iniciada a busca de modelos de análise ambiental global (USP, 2004).

No mesmo ano, a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu a primeira conferência sobre o meio ambiente. Essa ficou conhecida como a Conferência de Estocolmo e chamou a atenção do mundo para os problemas ambientais. Os estudos realizados e contidos no Relatório Nosso Futuro Comum, elaborado pela Comissão Brundtland, serviu de subsídios para diversas conferências, estudos e pesquisas sobre a degradação do planeta Terra, consequência das agressões sofridas ao longo dos anos, devido à incapacidade humana de gerenciar os recursos naturais (DIAS, 2001).

Essa discussão tem tomado direções diversas, no entanto a crise ambiental nas áreas urbanas tem sido relegada ao segundo plano, tanto na teoria como na prática. Ao realizar investigações a respeito do tema, verifica-se um número reduzido de trabalhos desenvolvidos e publicados. Vale, porém, registrar um despontar de alguns pesquisadores imbuídos da missão de estudar os impactos sobre os ecossistemas urbanos, com relação à expansão demográfica crescente nas grandes metrópoles.

O crescimento desordenado, aliado à ocupação de espaços na malha urbana, impróprios para habitações, nas últimas décadas, tem provocado alterações significativas neste ecossistema. A falta de planejamento dificulta e inviabiliza a integração dos elementos construídos com a vegetação, excluindo áreas destinadas à implantação de parques ou mesmo aquelas que ainda conservam as áreas verdes existentes.

A evolução das cidades que constituem a Região Metropolitana do Recife (RMR), tem proporcionado modificações quantitativas e qualitativas na gama de atividades urbanas e, conseqüentemente, surge a necessidade de adequação tanto dos espaços necessários a essas atividades quanto da acessibilidade desses espaços, e da própria infra-estrutura que a eles servem.

Portanto, o espaço urbano não se constitui simplesmente da tradicional combinação de áreas edificadas e áreas livres, as quais estão interligadas através de sistemas viários. Existem outros sistemas desenvolvidos para melhorar o desempenho desse espaço, de forma que se eleve a qualidade de vida da população, como a implantação da arborização urbana e o fornecimento de energia. Tanto um quanto outro proporcionam conforto e devem ser vistos como serviços essenciais.

A arborização urbana caracteriza-se como um dos mais importantes elementos que compõem o ecossistema das cidades. E, pelos benefícios que produz, deveria ser uma preocupação permanente de todo e qualquer planejamento urbano (VERAS, 1986).

No entanto, verifica-se que os planejamentos e os trabalhos de manutenção, tanto da arborização urbana como das redes de energia, são realizados de forma independente, sem respeitar as legislações, normativas e procedimentos. Isso contribui para o conflito entre as redes de serviços públicos.

A competição entre as árvores e os elementos construídos é, sem dúvida, um dos principais problemas existentes na arborização viária. Isso leva as entidades gestoras a efetivarem plantio sob redes elétricas, muitas vezes de espécies não compatíveis com o espaço disponível. Outro aspecto a ser verificado é o plantio de espécies de pequeno porte que não desempenham a função desejada para aquela área como outra espécie de maior porte o faria.

As publicações existentes, em sua maioria, sugerem o plantio, nas vias públicas, de espécies exóticas e frutíferas, nativas da mata atlântica. No entanto, verifica-se pouco aprofundamento a respeito do assunto. Além do estudo das espécies, é aconselhável o estudo edáfico, morfológico e climático da região onde se deseja efetuar o plantio. Deve-se levar em consideração que o habitat natural de uma espécie da Mata Atlântica é diferente do espaço disponível dentro da malha urbana.

Os diversos fatores que compõem esta malha, além da tipologia da construção estão ligados ao meio ambiente interno e externo, e são apoiados em equipamentos sociais, urbanos, em redes de infra-estruturas e serviços correspondentes. Também devem ser vistos segundo características econômicas, educacionais e culturais da população.

A destruição dos equipamentos urbanos é fato incontestável nas grandes metrópoles, especialmente no que diz respeito à arborização urbana e às redes de distribuição de energia.

Estudo realizado em ruas do Recife constatou que, durante o ano de 2001, de mil árvores plantadas, 30% sofreram injúrias provenientes de vandalismo, acarretando morte, atrofiamento, crescimento desuniforme (FÁTIMA, 2002). Por outro lado as concessionárias de energia têm tido prejuízo não só devido ao desvio (furto) de cabos condutores - constituídos de cobre e utilizados nas redes de transmissão de energia, além dos riscos de acidentes decorrentes dessa ação ilegal.

Nas cidades da Região Metropolitana do Recife, o ambiente da arborização urbana é bastante restritivo para o crescimento das árvores. Compactação, contaminação do solo, podas drásticas, diversidade, espécies com tamanho inadequado ao plantio de rua, depredação, estresse hídrico, temperaturas extremas e iluminação noturna, são alguns fatores que colaboram para uma saúde comparativamente menor dessas árvores e que requerem identificação e uso de um maior número de espécies resistentes e adaptáveis.

A ausência de gerenciamento no processo de crescimento urbano na cidade do Recife tem provocado problemas de interferência da arborização na infra-estrutura urbana e redes de serviços localizadas nas vias públicas. Ressaltam-se as redes de distribuição de energia elétrica, telecomunicação, gasoduto, água e esgoto que, na maioria das vezes, são implantadas após o desenvolvimento da espécie arbórea no local.

Em Recife - cidade que se expandiu para os morros, alagados e espaços livres existentes, ocorreu o aterramento de áreas de mangues para construção de moradias e outras, sem a preocupação com a preservação dos ecossistemas sobrevivente, e sem a perspectiva de aproveitamento, nos projetos executados, de árvores de grande porte, característica da arborização das ruas recifenses, existentes nesses locais. Podas sucessivas e mal executadas aumentam o número de desligamentos da rede e comprometem o estado vegetativo dos elementos arbóreos. Isso tem levado ao tombamento ou a mutilações e tem provocado o surgimento de brotações epicórnica. Essas, por conta da fragilidade, podem provocar acidentes para os técnicos que realizam a poda.

Para garantir a confiabilidade e segurança da rede de distribuição, é fundamental que haja um planejamento na execução da poda, assegurando o uso de ferramentas adequadas e a capacitação dos técnicos e fiscais, bem como um constante monitoramento e fiscalização da qualidade dos serviços prestados pelas entidades gestoras. Além disso, é necessário que seja pesquisada a possibilidade de uma agenda de compatibilização de serviços realizados nas vias

públicas. A fragilidade e a complexidade do gerenciamento dos serviços de manutenção da arborização e das redes de energia, a serem administrados, requerem planejamento cuidadoso que tenha como objetivo maximizar as funções da arborização e reduzir os custos dos serviços realizados.

Como empresa de distribuição de energia elétrica, a Companhia de Eletricidade de Pernambuco (CELPE), vem sendo penalizada pelos impactos negativos decorrentes da poda inadequada. Dentre as conseqüências advindas desses impactos têm-se os custos dos desligamentos ocorridos, além do comprometimento da imagem da empresa associada aos danos sofridos pela arborização urbana, com visíveis degradações de caráter estético e estrutural. Além desses aspectos, a atividade de poda é significativa para a CELPE, uma vez que em 2002 foram efetuadas 404.000 interferências na arborização, correspondendo a uma despesa de R\$ 3.000.000,00, segundo dados registrados pela equipe de meio ambiente da empresa.

Este trabalho é resultante de um programa de Pesquisa e Desenvolvimento - P&D, criado pela Lei nº 9991 de 24/07/00, com objetivo de apoiar esforços focados na inovação tecnológica no Brasil, estimulando as atividades de criação e conhecimento necessários ao Setor de Energia Elétrica, regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, cuja concessionária é a CELPE.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é o estudo da quantificação e qualificação de aspectos e impactos ambientais dos serviços de manutenção das redes de distribuição de energia elétrica relacionados ao manejo da arborização urbana nas vias públicas da Região Metropolitana do Recife.

### 2.2 Objetivos específicos

- Analisar aspectos legais relacionados com a arborização e a rede de distribuição de energia elétrica.
- Analisar aspecto visual fitossanitário das espécies utilizadas na arborização e que estão sob as redes de distribuição de energia.
- Identificar os riscos ambientais, resultantes da manutenção da rede de energia relativos à arborização urbana.
- Caracterizar e quantificar os aspectos e impactos ambientais potenciais sobre a arborização pública na RMR.
- Elaborar uma matriz dos impactos ambientais significativos que afetam o fornecimento de energia elétrica e que estejam relacionados com a atividade de poda da arborização urbana.
- Levantar índices ecológicos e realizar análise estatística descritiva das espécies encontradas nas vias públicas nas cidades que compõem a Região Metropolitana do Recife, sob a rede de distribuição de energia.
- Verificar os custos-benefício da utilização de redes protegidas com vistas à otimização dos processos de poda relativo à redução de danos sobre a arborização urbana.

### 3. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS PARA COMPREENSÃO DO TEMA

#### 3.1 ASPECTOS DA GESTÃO AMBIENTAL

O termo gestão ambiental se encontra nos procedimentos e normativos das empresas que desejam implementar políticas, programas, práticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde, a segurança dos seus funcionários e da comunidade, e a proteção ao meio ambiente. Esse processo é realizado através da eliminação ou minimização de impactos e danos ambientais decorrentes do planejamento, implantação, operação, ampliação, desativação de empreendimentos ou atividades.

A gestão ambiental busca permanentemente a melhoria da qualidade dos serviços, produtos e ambiente de trabalho de qualquer organização. Em última análise, a gestão ambiental é a busca do equilíbrio entre o homem e o seu ambiente, seja natural ou urbano. Esse equilíbrio se manifesta por meio da expressão desenvolvimento sustentável. Sustentável quando se trata de metas que deverão ser atingidas. Sustentado quando já é aplicado na prática (BRUNA & PHILIPPI JR., 2004).

O termo qualidade ambiental tornou-se parte do cotidiano das pessoas e das empresas preocupadas – agora mais que antes – com o uso racional de energia e com o desperdício após o período de 30 anos do pós-guerra (1945-1975) que representou a fase áurea do capitalismo. A economia mundial alcançou as maiores taxas de sua história. O consumo de energia da economia mundial atingia taxas semelhantes às do PIB, tanto dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Impulsionados com o crescimento industrial os centros urbanos se expandiam e a trajetória tecnológica energo-intensiva passava a enfrentar sérios limites: por um lado, a disponibilidade de recursos naturais para atender à sede sempre crescente da sociedade industrial por energia; por outro, a capacidade do meio ambiente em reciclar a emissão exponencial de resíduos (FURTADO, 1985).

Nos anos 70, o mundo começou a se inquietar com os efeitos danosos da poluição, porque as empresas não se preocupavam com as fontes geradoras, mas apenas com as formas de minimizá-las. Ações devastadoras passaram a tomar grandes dimensões na década de 80. Em Bophal, na Índia, em 1984, o incêndio de uma indústria química provocou o vazamento de isocianato de metila e poluiu o rio Reno. Em decorrência desse desastre, morreram 2.800 pessoas. Daí em diante, verificou-se que apenas o controle não era suficiente: algo teria de ser feito. A pressão popular foi crescendo e atitudes foram sendo tomadas, como a implantação de Sistemas Integrados de Gestão, diretamente associados aos aspectos, perigos e impactos relacionados a atividades, produtos e serviços de uma organização (SILVA *et. al.*, 2001).

Entretanto, afirma Philippi jr. & Silveira (2004), esses fatos não foram suficientes para gerar novos conceitos na ciência da economia. A poluição sempre foi considerada como uma externalidade ao sistema econômico e, para os economistas clássicos, era o resultado de mercados imperfeitos que se corrigiriam ao longo do tempo com ajustes macro e microeconômicos. Mais recentemente vários economistas agrupados em uma área de conhecimento que se denominou Economia Ecológica, vêm fazendo uma série de ponderações em que os sistemas econômicos pertencem a um sistema maior natural e devem obedecer às leis naturais que os regem, senão estarão fadados ao desaparecimento pela sua própria ineficiência.

As questões ambientais estão fortemente interagidas com as questões urbanas, econômicas políticas e sociais, necessitando porém, da implementação e utilização dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

Os empreendimentos do setor elétrico têm provocado grandes discussões, devido aos grandes impactos produzidos pelas obras de construção. Seja na geração, pois essa necessita de grandes áreas para reservatórios, seja na transmissão, devido à implantação das linhas, como também nas áreas urbanas, devido às linhas de distribuição de energia elétrica que afeta com maior intensidade a área urbana, devido aos conflitos registrados.

Atualmente tem se verificado que muitas concessionárias de energia elétrica estão procurando a certificação, através da utilização de novas tecnologias para as redes de energia, de forma a compatibilizar os serviços de manutenção com a arborização urbana.

Devido ao interesse da população em preservar o meio ambiente e à necessidade de arborizar cada vez mais as cidades, as empresas de energia passaram a ser fiscalizadas; Agora, elas necessitam manter os índices de confiabilidade do sistema elétrico dentro de valores estabelecidos pela ANEEL – (Agência Nacional de Energia Elétrica) agência reguladora do sistema que tem o poder de concessão – de acordo com os padrões de qualidade exigidos pelos consumidores.

### 3.2 ASPECTOS DA POLÍTICA AMBIENTAL NO BRASIL

O termo política ambiental pode ser definido como um conjunto de objetivos prioritários e medidas designadas para regular as interações dos sistemas sociais com o meio ambiente biofísico e construído. Esse conjunto de metas, estratégias e instrumentos da política abrangem dimensões da conservação, restauração e gestão ambiental. Partindo do pressuposto de que a reprodução dos sistemas ecosociais depende, a longo prazo, das limitações e das potencialidades do meio natural, uma política ambiental entendida em sentido amplo implica a consideração do conjunto de regras sociais que governam a apropriação e os usos que diferentes atores sociais fazem da base de recursos naturais, do espaço e do habitat, em contextos históricos específicos. (CAVALCANTI, 2001).

No Brasil, as políticas ambientais implementadas têm tomado medidas que não levam em conta um desenvolvimento regional e urbano voltado, principalmente, para o controle da poluição, gestão da qualidade do ar, das águas e criação de áreas de preservação. Por isso os ambientalistas protestam, a mídia constantemente denuncia os efeitos das queimadas, a derrubada de árvores no Norte e Centro-Oeste do Brasil, o derramamento de óleo nos oceanos. Todos esses fatos têm contribuído de forma decisiva para o reenquadramento de políticas ambientais em várias cidades do país.

Essas políticas são adotadas de forma a prevenir ou avaliar os impactos ambientais e, segundo Sánchez (1991), só poderiam ser consideradas eficientes se desempenhassem quatro papéis complementares: o de instrumento de ajuda à tomada de decisão política, o de instrumento de concepção de projetos e de planejamento, o de instrumento de negociação social e o de instrumento de gestão ambiental.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA URBANA

As redes de infra-estrutura urbana das cidades apareceram inicialmente com as redes viárias nas antigas vias romanas, onde se percebe a evolução do perfil dos calçamentos até o surgimento do automóvel, quando se produz a maior evolução dos tipos de pavimentos. A seguir, aparecem as redes sanitárias, das quais existem excelentes exemplos em Jerusalém e

na Roma antiga. Finalmente, surgem as redes energéticas em fins do século XIX (MASCARÓ, 1987).

Zmitrowicz (1997), define assim infra-estrutura urbana:

*Como um sistema técnico de equipamentos e serviços necessários ao desenvolvimento das funções urbanas, podendo estas funções ser vistas sob os aspectos social, econômico e institucional. Sob o aspecto social, a infra-estrutura urbana visa promover adequadas condições de moradia, trabalho, saúde, educação, lazer e segurança. No que se refere ao aspecto econômico, a infra-estrutura urbana deve propiciar o desenvolvimento das atividades produtivas, isto é, a produção e comercialização de bens e serviços. E sob o aspecto institucional, entende-se que a infra-estrutura urbana deve propiciar os meios necessários ao desenvolvimento das atividades político-administrativo. entre os quais se inclui a serência da própria cidade.*

Na realidade, o sistema de infra-estrutura urbana é composto de subsistemas, e cada um deles tem como objetivo final a prestação de um serviço. Isso é fácil perceber quando se nota que qualquer tipo de infra-estrutura requer, em maior ou menor grau, algum tipo de operação e alguma relação com o usuário, o que caracteriza a prestação de um serviço.

### 3.4 CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO OS SUBSISTEMAS TÉCNICOS SETORIAIS

A Engenharia Urbana, de acordo com Zmitrowicz (1997), “é a arte de conceber, realizar e gerenciar sistemas técnicos”. O termo “Sistema Técnico” tem dois significados: o primeiro denota rede suporte, isto é, uma dimensão física; e o segundo, rede de serviços. Nessa ótica, portanto, procura-se integrar, no conceito de sistema técnico, sua função dentro do meio urbano, o serviço prestado à população, seus equipamentos e a rede física.

A classificação a seguir reflete a visão de como a cidade funciona, e todos os subsistemas técnicos integrados são denominados no seu conjunto de sistemas de infra-estrutura urbana:

- subsistemas viários: consistem as vias urbanas;
- subsistemas de drenagem pluvial;
- subsistema de abastecimento de água;
- subsistema de esgotos sanitários;

- subsistema energético;
- subsistemas de comunicações.

Verifica-se que a arborização urbana entremeia todos esses subsistemas. Quando inserida no subsistema viário, deve conjugar, sem conflitos ou interferências antifuncionais, a circulação interna com os outros subsistemas, amoldados à configuração topográfica, propiciando as melhores condições técnicas e econômicas para implantação dos equipamentos necessários a prestações de serviços.

Segundo Puppi, citado por Zmitrowicz (1977), o subsistema viário urbano deve se amoldar à configuração topográfica a ser delineada, tendo-se em vista:

- os deslocamentos fáceis e rápidos, obtidos com percursos os mais diretos possíveis;
- o propiciamento das melhores condições técnicas e econômicas para a implantação dos equipamentos necessários aos outros subsistemas de infra-estrutura urbana;
- a constituição racional dos quarteirões, praças e logradouros públicos;
- a conjugação sem conflitos ou interferências antifuncionais da circulação interna com o subsistema viário regional e interurbano, e
- a limitação da superfície viária e seu desenvolvimento restrito ao mínimo realmente necessário, em ordem a se prevenir trechos supérfluos e se evitarem cruzamentos excessivos ou muito próximos.

Verifica-se que, de todos os subsistemas de infra-estrutura urbana, o viário impõe alguns cuidados por ser o mais caro. Normalmente, o valor desse subsistema abrange mais de 50% do custo total de urbanização; Além disso, ocupa uma parcela importante do solo urbano, cerca de 25%, e traz dificuldades de operação. Contudo é o subsistema que está vinculado ao usuário, conduz pessoas, enquanto os outros conduzem fluidos.

Outro subsistema importante para esta pesquisa são os energéticos, constituídos por dois tipos de energia: gás e elétrica, Esta última é o enfoque desta análise. Essas duas formas de energia são as mais utilizadas no mundo, por serem econômicas e limpas.

Com relação às redes que compõem o subsistema energético, elas podem ser aérea ou subterrânea. Esta última é a mais cara, principalmente quando os processos de ocupação desordenados do solo nos centros urbanos já se encontram bastante avançados. Por isso, opta-

se normalmente pelas redes aéreas. Embora elas apresentem menor segurança que a subterrânea e causem maior impacto visual, custam menos.

Para que ocorra o fornecimento de energia, é necessário um conjunto de equipamentos interligados que desempenham várias funções: captar energia primária, convertê-la em elétrica, transportá-la até os centros consumidores e distribuí-la neles. É pois, através dos Sistemas de Geração, Transmissão e Distribuição que se dá todo o processo.

Os sistemas de distribuição necessitam de duas redes de distribuição: uma primária, geralmente composta por três fios paralelos na horizontal; e outra secundária, composta por três fios na vertical. Possuem, quando aéreas, o inconveniente de disputar espaço com a copa das árvores e, quando subterrâneos, com as raízes das árvores e outras redes de serviços.

Outro componente do sistema aéreo é a posteação, que serve de sustentação para a rede e base para os elementos da iluminação pública. Geralmente são de forma tubular ou retangular, com medições de 7 - 9,00m de comprimentos para as redes secundárias (Baixa Tensão - BT) e de 10,00 – 14,00 m para as redes primárias (Alta tensão -AT), Deve-se optar por postes maiores, dependendo da quantidade de redes dos serviços prestados.

### 3.5 ASPECTO CONCEITUAL DA ARBORIZAÇÃO URBANA

O termo “arborização urbana” é conceituado por Grey & Deneke (1978) como o “conjunto de terras públicas e particulares, com cobertura arbórea, que uma cidade apresenta”. Considerando esse conceito restrito, por referir-se apenas às espécies arbóreas, admite como Arborização Urbana, outras áreas que, independentemente do porte da vegetação urbana, apresentam-se, predominantemente, naturais e não ocupadas (LIMA *et al*, 1994).

Por outro lado, Sanchotene (1994) define arborização urbana “como o conjunto de vegetação arbórea natural ou cultivada que uma cidade apresenta. E que essa vegetação está representada em áreas particulares, parques, praças, vias públicas e outros verdes complementares”.

Recentemente, Paiva & Gonçalves (2002), adotando uma percepção paisagística mais moderna, mencionaram uma nova conotação para o conceito de arborização urbana, considerando o significado do termo floresta urbana. Assim sendo, ressaltaram que a

arborização urbana é um conceito que se prende mais ao indivíduo árvore, muitas vezes, como mera composição estética no tecido urbano. Já a floresta urbana é um termo mais condizente para se referir a uma cobertura vegetal que possa trazer melhor qualidade de vida aos cidadãos. Dessa forma, concluíram que a arborização urbana diz respeito a árvores isoladas, enquanto floresta urbana representa as árvores agrupadas.

Pode-se acrescentar ainda, conforme Fátima (2004), que a arborização urbana é a prática da arboricultura como o cultivo de espécies arbóreas em áreas públicas ou privadas com o propósito de prestação de serviço à comunidade pela necessidade de melhoria da qualidade de vida que exerça a função química (absorção de gás carbônico e liberação de oxigênio), a função física (estabilidade climática, diminuição de temperatura e aumento da umidade do ar), melhoria das condições do solo urbano, do ciclo hidrológico, redutor de poluição (atmosférica, acústica), a função paisagística (pela mudança de textura do elemento construído e aspectos estéticos), a psicológica (pelo conforto e bem-estar que ela reproduz) e ecológica (abrigo e alimentação da avifauna, além de contribuir para o aumento da diversidade e da quantidade).

### 3.5.1 Histórico da arborização urbana no mundo

A utilização da árvore como elemento de composição do meio urbano não é recente. A importância estética e até espiritual das árvores foi registrada na história da civilização pelos egípcios, fenícios, persas, gregos, chineses e romanos, na medida em que foram compondo jardins, bosques sagrados, destacando e emoldurando templos, e determinando conhecimentos rudimentares sobre as árvores e sua manutenção (MILANO & DALCIN, 2000).

Nas cidades do século VI a.C., a estrutura de ocupação do espaço refletia o sistema político vigente. A cidade articulava-se em torno da “Agora” (praça central), que tinha a função de congregar a população, para que se pudesse discutir a política da república. Reunia também templos das diversas divindades que, ao contrário do que muitos acreditam, eram arborizadas. Suas árvores eram uma homenagem aos deuses que representavam e, certamente, tinham a função de melhorar as condições microclimáticas, pois eram de grande porte e proporcionavam sombreamento intenso, podendo amenizar as temperaturas locais. (LIMA et al. 1994; DEMATTÊ, 1997).

Na Renascença, a praça e a estrutura urbana passaram a adaptar-se uma à outra, e foi nesse período que surgiram as cidades burguesas. No período Barroco, a praça era formada de planos estabelecidos por eixos, ressaltando infinitos caminhos pela sua monumentalidade e traçados radioconcêntricos.

Em 1578, na Antuérpia, uma ordem do Conselho dessa cidade determinava o plantio de três linhas de árvores nos passeios e nas fortificações da cidade, com largas vias de circulação. O jardim e o parque público, criações marcantes na urbanização europeia a partir do século XVI, não negam, em sua formação, o envolvimento estético e mitológico com a natureza. O primeiro grande espaço aberto europeu e a mais impressionante e influente contribuição peninsular foi a Piazza Oblíqua de São Pedro de Roma, obra de Lorenzo Bernini, realizada entre 1647 a 1651 (SEGAWA, 1996).

Por volta de 1700, as árvores passaram a ser cada vez mais marcantes nas cidades, principalmente como elemento da composição urbana. Finalmente, estabeleceram presença nas “urbes” por volta de 1800, com os “squares” de Londres e os “boulevards” de Paris, seguindo até os dias de hoje como componentes obrigatórios do ambiente urbano (GREY & DENEKE, 1978; MILANO & DALCIN, 2000).

### 3.5.2 Histórico da arborização urbana no Brasil

Para Meira Filho, 1976; Wallace, 1939 e Blossfeld, 1983 (in LIMA, 1993), a primeira notícia sobre arborização no Brasil data do século XVIII, quando o arquiteto e naturalista Antônio José Landi teria plantado mangueiras em Belém do Pará. Esses autores também assinalam como data provável o início do século XIX, no Rio de Janeiro, época em que os plantios de árvores nas cidades se difundiam pelo mundo.

Conforme Mesquita (1996) e pesquisa realizada durante a execução deste trabalho, verificou-se que Recife foi provavelmente o primeiro núcleo urbano a dispor de arborização de rua no continente americano. Isso ocorreu durante a colonização holandesa, no século XVII, por iniciativa do Conde João Maurício de Nassau. A presença de coqueiro em duas ruas foi confirmada por documentos pictóricos do final da década de 1630 de Frans Post.

Em 1808, foi criado o Real Horto (atual Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro) com a finalidade de aclimatação e cultivo de especiarias vindas da Índia. Porém só

a partir de 1822 a visitação da área, até então privilégio da corte, foi aberta ao público em geral (MILANO& DALCIN, 2000).

No Rio de Janeiro, em 1861, o paisagista francês Auguste François Marie Glaziou, por ordem de D. Pedro II, realizou a reforma do Passeio Público, reordenando também a flora do jardim. Assim introduziu novas espécies, incluindo árvores exóticas de grande porte, como *Ficus mysorensis* B. Heyne e *Ficus calyptroceras* (Miq.) Miq. , além de espécies arbustivas de pequeno porte.

A arborização de ruas é registrada, na segunda metade do século XIX, em São Paulo, por iniciativa particular, como a do Barão de Souza Queiroz, que arborizou a Avenida São Luiz com jacarandá mimoso.(Goya, 1992).

No Passeio de hoje, sobrevivem ainda grande parte das espécies arbóreas assim como o desenho dos canteiros projetados por Glaziou. Moreira de Azevedo fez um detalhado relato do Passeio Público após a reforma Glaziou:

*Vê-se em frente do portão um extenso tabuleiro de grama com maciços de árvores e arbustos, tendo em uma das extremidades um tanque circular e na outra a estátua de Diana..*

Já no início do século XX, os projetos de reforma urbanística atribuíam grande importância à vegetação na composição urbana (MARX, 1980, in LIMA, 1993, p. 6). Não obstante, somente há pouco tempo, às plantas passaram a fazer parte da imagem do espaço público das cidades brasileiras. Até o século XIX, a vegetação era limitada pelos muros dos quintais, pois seria uma atitude incoerente reintroduzi-la no tecido urbano depois de “árdidas batalhas” para manter as ruas e praças livres do “mato”. No início do século XX, essas cidades são bem cuidadas e arborizadas, com um número impressionante de parques, praças e jardins. Infelizmente, esse conjunto se perde devido à introdução da “ditadura do automóvel”, ao previsível e conseqüente alargamento das vias públicas, resultando na retirada da arborização e destruição de parques. A diminuição das áreas verdes também se deu pela implantação de sistemas de distribuição elétrica e de bondes (GOYA, 1994).

### 3.5.3 Histórico da arborização urbana no Recife

Com o resgate da historia da presença dos judeus em Pernambuco, há registro da época de Mauricio de Nassau, através dos estudos realizados pelo historiador pernambucano José Antonio Gonsalves de Mello, junto com o descobrimento do local onde funciona a

primeira sinagoga das Américas, veio também um pouco da história do surgimento da arborização com o projeto “Terreiro dos Coqueiros”, que visava à evolução da área urbana, conhecida como Mauritsstadt, a Cidade Maurícia – atual bairro de Santo Antônio, centro da cidade, visto como um dos mais importantes empreendimentos de Maurício de Nassau.

O plano, seguindo a concepção da arquitetura renascentista, em modelos clássicos, tinha como núcleo uma grande praça de cujo traçado fluíam as ruas. Essa praça era conhecida pelos holandeses como “De Groot Marckt”, o Grande Mercado de Maurícia. Esse largo, para onde foi transplantado o coqueiro adulto, era então, um agitado centro de vida urbano, cenário de comércio e atividades sociais. Próxima a esse espaço, estava a Sinagoga Maguen Abraham, a segunda das Américas, que certamente foi um local de interação social da comunidade judaica, especialmente devido à atividade mercantil ali promovida (ARQUIVOS JUDAICOS DE PERNAMBUCO, 2004).

Outro registro pode ser verificado nos documentos pictóricos de Frans Post, no final da década de 1630, expostos na Sinagoga. Nesses quadros, duas fileiras paralelas de coqueiros, plantados com aproximadamente um metro de altura, destacam-se pela disposição retilínea utilizada no plantio, reafirmando a citação feita por Mesquita (1996).

No que diz respeito a arborização em Recife, o Professor Manuel Correia faz referências, no vídeo “Recife cidade das águas”, aos testemunhos dos que viram o Recife nascer. Nesses depoimentos, marcante a impressão das águas e dos espaços verdejantes para os mais idosos. Essa impressão permanece ainda hoje na evocação dos sítios e quintais, das praças e jardins públicos frondosos, no apelo à sobrevivência dos manguezais, bem como das matas remanescentes de Dois Irmãos, Curado, do Barro e da Várzea, de Dois Unidos, da Guabiraba e de Pau-Ferro.

A arborização do Recife obteve destaque em três épocas distintas, abordadas com riqueza de detalhes nos cadernos de Meio Ambiente do Recife. Nesses cadernos, Mesquita (1996) considera o início do primeiro período a implantação do Parque de Friburgo com fins paisagísticos ao redor do palácio do mesmo nome. Numa planta baixa dos jardins do Parque de Friburgo, datada de 1637-1642 vê-se o palácio como ponto focal das alamedas de coqueiros, horta, pomares cítricos, pérgulas de videiras, romãs e bananeiral.

A metade do século XIX marca a retomada da arborização pública do Recife, sob a influência européia. Nessa época os espaços públicos receberam pavimentação, bancos, fontes e estátuas, com a presença de plantas arbóreas, arbustivas e herbáceas.

Em 1934-1937, Burle Marx cria um novo estilo, deixando de lado os modelos

européus até então dominantes. Desenvolve assim projetos de parques e jardins ornamentados por espécies autóctones. Valorizou pois, as espécies da caatinga, como é o caso da praça Euclides da Cunha no Benfica. Já em outros espaços exhibe espécies exóticas, além de plantas amazônicas, palmeiras e de espécies da mata atlântica.

Desde então, têm surgido diversos profissionais que, influenciados por Burle Marx, vêm construindo jardins, parques e áreas verdes da Região Metropolitana do Recife a partir de propostas de humanização desses espaços. Na

análise feita em 1998, Mesquita e Carneiro constataram que, da vegetação cultivada nas ruas do Recife, pelo menos das 45 espécies apresentadas, 91% são constituídas de plantas arbóreas. As espécies de grande e médio porte prevaleciam, enquanto 9% correspondiam a espécies arbustivas do total que se plantou nas ruas.

Atualmente, verifica-se que, em alguns bairros do Recife, a *Licania tomentosa* e outras espécies de grande porte resistem à invasão dos seus espaços por redes elétricas, telefônicas, serviços de água e esgoto. Essas transformações ameaçam a sobrevivência dessas espécies, devido às constantes podas ou mesmo à ausência de manutenção e reposição, devido ao fato de os espaços estarem se tornando limitados.

No entanto, em áreas do bairro do Recife Antigo, verifica-se alguma supressão da vegetação tradicional, como é o caso das palmeiras do Marco Zero e de alguns exemplares de *Licania tomentosa*. Também no bairro das Graças, *Mangifera indica* e *Terminalia catappa*, vêm desaparecendo devido à expansão das redes de serviços, como foi citado, dando espaço a espécies de menor porte.

Em pesquisa realizada por Fátima (2002), verificou-se que as espécies mais plantadas nos anos de 2001 e 2002, em Recife, foram: *Nerium oleander* L (espirradeira), *Hibiscus rosa sinensis* (papoula), *Thevetia neriiifolia* Juss (Chapéu de Napoleão), *Bauhinia monandra* Kurz (mororó), *Senna Siamea* Lam., *Tecoma Stans* Juss (Paudarquinho), *Felicium decipiens* Thw (felício), predominando as espécies de pequeno porte. Os procedimentos adotados pelo DPPA, nos últimos dois anos, são de orientar o plantio com espécies compatíveis com os espaços, aumentando o plantio de espécies de grande porte, nas avenidas largas e de pequeno porte em áreas com espaços restritos, excluindo as *Nerium oleander* L (espirradeira), *Hibiscus rosa sinensis* (papoula), desses locais.

### 3.5.4 Funções e benefícios da arborização urbana

A Sociedade Internacional de Arboricultura (*International Society of Arboriculture* – ISA, 1991) desenvolveu, em parceria com o Serviço Florestal Norte-Americano e com outras entidades, uma agenda de pesquisa para os anos 90, naquele país.

Essa agenda considera o estudo dos benefícios ecológicos das florestas urbanas como prioridade máxima. Acha que deve ser aprofundado visando atender à necessidade de se avaliar: a quantidade de árvores urbanas capazes de balancear a produção de dióxido de carbono pelos elementos da cidade; que componentes (gases, particulados) de poluição são fixados pelas espécies, em que arranjo de biomassa e a que custo biológico para as plantas; os efeitos da vegetação no microclima, como temperatura, vento, umidade; os efeitos da arborização urbana no ciclo da água, na diminuição do escoamento superficial e no aumento da infiltração.

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

#### 3.5.4.1 Benefícios econômicos

Um estudo em San Luis Obispo, Califórnia, calcula os benefícios estimados que uma árvore adulta proporciona. Segundo Hasna *et al* (1994), uma espécie de 40 anos de vida promove, em média, economia de energia na ordem de 20 dólares/ano, uma conservação de água no solo de 75 dólares/ano, uma melhoria na qualidade do ar de 50 dólares/ano, uma valorização de propriedade privada de 85 dólares/ano e de propriedade pública de 25 dólares/ano. A soma desses benefícios mostra que uma árvore nessa idade, em média, proporciona um benefício equivalente a 225 dólares/ano.

Uma árvore isolada pode transpirar, em média, 400 litros de água/dia, provocando um significativo resfriamento do ambiente, equivalente a cinco condicionadores de ar funcionando 24 horas/ dia (ELETROPAULO, 1995).

De acordo com Klaus Neumann *et al* (2003), uma árvore alemã, uma faia (*Fagus sylvatica*), espécie da família das fagáceas, produz 1,7 Kg de oxigênio em uma hora, absorve 2,3 Kg de dióxido de carbono e pode evaporar 500 litros de água/ dia. Um hectare de área verde natural pode produzir 600 Kg de oxigênio, absorver 900 Kg de dióxido de carbono.

Outro fator a se considerar é a área livre do entorno da árvore, que permite a infiltração das águas pluviais e contribuindo positivamente para a recarga de águas subterrâneas. Isso evitaria problemas de alagamento e enchentes nas épocas de chuvas. Por isso, há necessidade de áreas ajardinadas com gramados nos centros urbanos.

Ressaltando-se que metade da população mundial vive nas cidades, e em alguns países como é o caso do Brasil, 80% da população estão nos centros urbanos (IBGE 2002), ocorreram mudanças profundas no desenho das cidades. Essas mudanças promoveram uma demanda de serviços que, na maioria das vezes, são realizados, sem planejamento. Isso implica o déficit das árvores nos grandes sistemas viários e conseqüentemente, a redução dos benéficos oferecidos. A árvore, no conjunto dos fatores ambientais, desempenha várias funções que agem diretamente na saúde física e mental do homem, e no metabolismo da cidade (MELO FILHO, 1985).

#### 3.5.4.2 Possibilidade de uso arquitetônico

Para Serpa & Muhar (1996), as características visuais das plantas podem alterar a percepção de um usuário no espaço aberto. Plantas de textura fina, por exemplo, aparentam ser maiores e estarem mais distantes do observador. Desse modo dão a impressão de um espaço ser maior do que de fato o é. Essa ilusão de ótica pode ser usada a favor do planejador, quando este seleciona a vegetação adequada aos espaços os quais planeja, evitando que os usuários possam desenvolver sensações de claustrofobia devido ao pouco espaço, ou de desolação por estarem em área muito grande.

A vegetação urbana pode ser usada como “cortina”, bloqueando visões indesejadas, ou separando espaços que possuem utilizações diversas (REETHOF & HEISLER, 1976, apud SMARDON, 1988; LEMENHE, 1997; CAVALHEIRO, 1994; MILANO, 1994). Além disso os vegetais podem ainda direcionar o movimento através da paisagem. A arborização de vias públicas possibilita a orientação de motoristas, fornecendo-lhes perspectiva (LIMA, 1993).

Entre os principais usos arquitetônicos da vegetação (BOOTH, 1983; LEMENHE, 1997; SANTOS & CARVALHO, 1997 e LACOMBE, 1993), estão a organização do ambiente externo e a criação de espaços. A vegetação pode ser usada como muros, tetos e pisos numa paisagem, ou definir e organizar o espaço. O senso de espaço depende de delimitações criadas por modificações, seja no nível do solo ou em outro plano. Sem uma

definição física por barreiras, é possível serem criados no nível do solo, espaços implícitos com o uso de grama ou arbustos de pequeno porte.

No plano vertical, as plantas podem influenciar a percepção do espaço de diversos modos. Conjuntos de árvores com troncos largos possibilitam a criação de muros, tão perceptivos quanto maior for a largura dos troncos. A folhagem das árvores é outra maneira de se criarem esses muros. A densidade e altura das folhas afetam a sensação de cerceamento. Quanto mais altas forem as árvores, mais próximas e maiores suas folhas, maior é essa sensação.

No plano aéreo, acima da altura média de um ser humano, podem ser criados tetos que obstruem total ou parcialmente a visão do céu, afetando a escala vertical do espaço. A sensação de teto é mais forte quando a copa das árvores está sobreposta.

Outro uso interessante da vegetação no ambiente construído é a estruturação de espaços. No caso dos espaços semi-abertos, o campo de visão do usuário é parcialmente obstruído, de um ou mais ângulos, a partir do uso de plantas de maior porte, atuando como muros que remetem à visão precisamente aos ângulos desejados. Esses espaços são apropriados para residências, onde a privacidade é requerida em uma direção, e não em outras.

Os espaços fechados são obtidos pelo uso de conjuntos de árvores com copas densas. Desse modo, serão obtidos tetos fechados, com a vista orientada para as aberturas entre os troncos. Pode ser criado um túnel de árvores ao longo de uma estrada, contribuindo para a orientação do tráfego. Para obtenção de privacidade, arbustos podem ser plantados entre as árvores de copas densas, obstruindo a visão do usuário e de observadores externos a ele. Espaços verticais são criados com árvores de copas afiladas, que orientam a vista para o céu.

Em resumo, o paisagista pode criar diferentes tipos de espaço usando plantas como elemento de definição. Ele pode ainda usar as plantas para criar espaços seqüenciais interligados. Pode negar ou acentuar espaços criados pelo relevo. As plantas podem ser usadas para modificar espaços criados pelas edificações, originando subespaços em uma escala mais aprazível e humana, o que é recomendável para grandes espaços abertos.

As plantas também podem ser usadas como pontos focais dominantes, como conexões visuais entre espaços. Podem ser usadas para complementar as definições espaciais e/ou organização de edificações. Destaca-se nesse caso, o cerceamento, que é o cercamento de espaços próximos a edificações. Vegetais podem conectar espaços, ao defini-los e separá-los de espaços mais externos ao entorno da edificação. Conjuntos de edificações podem ligar-se

através do plantio no seu entorno imediato (BOOTH, 1983, p. 69-82; LEMENHE, 1997, p. 165-166).

#### 3.5.4.3 Melhoria do clima

Um dos relevantes benefícios proporcionado pela arborização é a sua capacidade de alterar o clima das cidades. O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização, sendo constituído por um conjunto de microclima existente no interior do espaço urbano.

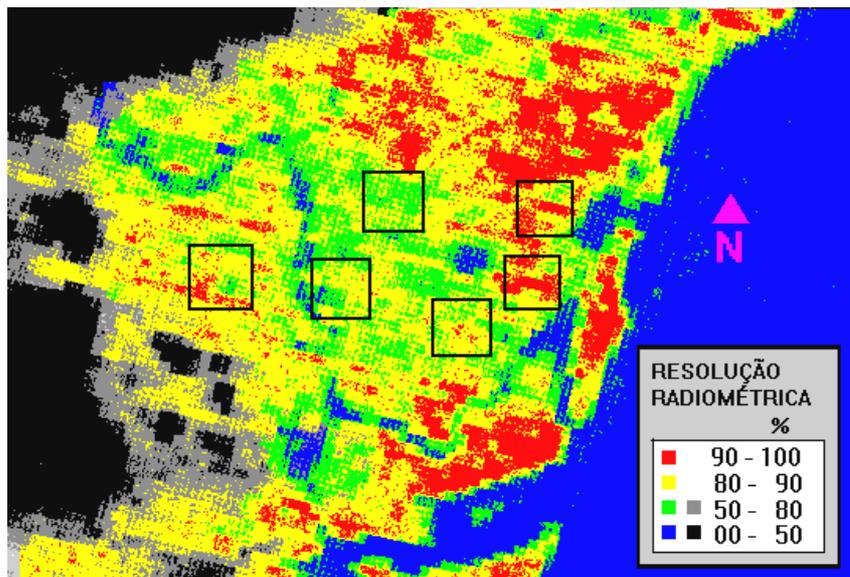
Dentre as principais modificações climáticas produzidas pela urbanização destacam-se: i) a alteração das características térmicas da superfície pela substituição de áreas verdes por áreas construídas, que absorvem mais energia térmica e impermeabilizam a superfície, gerando uma menor evaporação das águas da chuva, que escorrem rapidamente pelo sistema de esgoto pluvial; ii) o aumento da rugosidade urbana que dificulta a penetração do ar da periferia para o interior da cidade; e iii) as atividades humanas, processos produtivos, deslocamentos diários dos habitantes, climatização dos prédios que adicionam calor e materiais particulados à atmosfera, alterando-a, e contribuindo para a intensificação do efeito estufa (MONTEIRO, 1976, apud HASENACK, 1985).

A vegetação contribui significativamente para o estabelecimento de microclima mais aprazíveis, reduzindo variações climáticas induzidas pelas atividades urbanas, entre outros fatores, pelo processo de fotossíntese, que auxilia na umidificação do ar através do vapor d'água que libera. Para um adequado balanço térmico 30% de cobertura vegetal é o índice recomendado para um adequado balanço térmico. Geralmente a vegetação tende a estabilizar o clima sobre seus arredores imediatos, nivelando extremos ambientais (SATTLER, apud SANCHOTENE, 1994; BERNATZKI, 1980; apud DETZEL, 1994; NAGINO, 1995; GATTI, 1999 e ANDRADE, 2000).

Estudos realizados por Barreto (1997), através do mapeamento da energia radiante relativa da superfície do Recife (fig.1), registraram áreas de alta e baixa emissão radiométrica relacionadas à presença e à ausência de vegetação urbana. Com o auxílio de fotos de baixa altitude (fig. 2), destacaram-se os elementos que exercem efeito para a baixa da emissão radiométrica. Revelaram-se regiões com forte presença de elementos ambientais que marcaram os baixos índices de emissão radiométrica. Esse mesoclima das ilhas frias foi identificado como *ilhas de amenidade*, conceito simétrico às ilhas de calor.



**Fig.1 - Vista aérea parcial do Recife**  
**Fonte: Barreto (1997)**



**Fig. 2 - Mapa da Energia Radiante de sua superfície – Município**  
**Fonte: Barreto (1997)**

A vegetação pode reduzir as despesas com condicionamento térmico nos ambientes construídos (MASCARÓ 1996; SANCHOTENE, 1994). Em outras palavras, uma arquitetura de exteriores conseguinte contribui efetivamente para a economia de energia elétrica.

A demanda crescente de energia produz impactos, representados pela construção de hidroelétricas e pelos milhares de hectares de terras de interesse agrícola, social e ecológico que são inundadas.

A vegetação urbana possui grande capacidade de alterações no microclima, pois produz sombra e filtra ou bloqueia a claridade do sol, além de ser uma grande produtora de vapor d'água, contribuindo para manter o ar dos ecossistemas urbanos mais úmidos; e ainda, as grandes massas de vegetação, como as florestas urbanas, têm a capacidade de atuar como termostato, amenizando altas e baixas temperaturas.

O fenômeno “ilha de calor urbana”, assim denominada porque em geral as temperaturas decrescem do centro para a periferia, ocorre com maior intensidade com o céu límpido e sem vento. A destruição das matas, aliada ao irregular alinhamento de ruas e construções, favoreceu a alteração do relevo e clima, gerando a formação de ilhas de calor (ROCHA, 1996).

Akbari (1988, apud KIELBASO, 1994) demonstrou que as árvores têm um efeito positivo no fenômeno das ilhas urbanas de calor. Spirn (1995) relaciona as ilhas de calor a um aumento dos derrames cerebrais e mortes, no verão, quando as cidades são atingidas por prolongadas ondas de calor. Além disso, as árvores proporcionam conforto lumínico, pois protegem as pessoas do ofuscamento, comuns em dias de acentuada luminosidade.

Não somente as áreas vegetadas, mas também a arborização viária pode abrandar as ilhas. Árvores de copa rala interceptam até 80% da radiação solar, e as de copa espessa, 98% (HEISLER, 1974, in LIMA, 1993). Para abrandar o calor das ilhas, Sattler, (1992) apud (LIMA, 1993) recomendam que as árvores sejam locadas o mais próximo possível das superfícies refletoras.

Um estudo desenvolvido em Piracicaba - São Paulo, verificou que, em ruas arborizadas, o interior das residências tende a mostrar uma menor temperatura, nas manhãs e tardes, em relação às casas de ruas não arborizadas (CARVALHO, 1982, apud LIMA, 1993).

Ruas arborizadas não somente proporcionam proteção da radiação solar, como também protegem as pessoas das radiações de ondas longas emitidas pelas construções. Tal proteção é particularmente importante durante as tardes de verão (HEISLER, 1974, apud LIMA, 1993).

#### 3.5.4.4 Melhoria das condições do ciclo hidrológico e do solo

Perdas por erosão são atenuadas na maioria dos solos devido à proteção representada pela cobertura vegetal. A manutenção dessa cobertura pode reduzir as perdas por erosão em 98%, em relação ao solo descoberto, proteger rios e mananciais, estabilizar o solo e renovar a água subterrânea (MACEDO, 1997).

As áreas verdes diminuem o escoamento superficial de áreas impermeabilizadas, embora esse efeito seja de pequeno alcance (CAVALHEIRO, 1994). Além disso, a influência da vegetação na temperatura do ar está relacionada ao controle da radiação solar, do vento e da umidade do ar. Sob grupamentos arbóreos, a temperatura do ar é menor que nas áreas expostas à radiação solar direta. A diferença se acentua com o aumento do porte da vegetação. A vegetação também altera a concentração da umidade na atmosfera e nas superfícies adjacentes. A umidade dos ambientes vegetados está relacionada com a evapotranspiração.

Na ocorrência de uma chuva torrencial é possível observar a quantidade de água que fica acumulada na copa das árvores. Observa-se, ainda, que, aos poucos, parte dessa água desliza vagarosamente sobre as folhagens, pelos galhos e troncos, amortecendo os pingos da chuva e atingindo o solo sem muito impacto.

#### 3.5.4.5 Redução da poluição

A arborização influencia diretamente na redução da poluição acústica, visual e atmosférica.

##### A - Poluição acústica

A poluição acústica, conforme Mota (2003), envolve três componentes: a existência de uma fonte geradora de ruídos, um meio propício à transmissão e um receptor. Algumas medidas preventivas de controle da poluição acústica em áreas de uso sensíveis tem sido eficientes.

A Organização Mundial de Saúde, no Relatório Técnico nº 297, de 1965, considerou os cinturões verdes entre áreas industriais e residenciais como um meio de proteção contra a indesejável propagação dos ruídos. Muitos pesquisadores consideram o efeito de absorção das árvores como um aspecto minimizador do barulho.

De acordo com Branch, citado por Mota (2003), “densas filas de árvores ou arbustos grandes plantados nas margens de uma rodovia podem reduzir o barulho cerca de 1db, para cada 1,20m de espessura, além de evitarem as visões diretas, indesejáveis, do tráfego”.

Para Wood (apud MOTA, 2003), a vegetação tem efeito, principalmente, em termos de afastamento. Segundo ele, o gramado produz alguma absorção de sons, enquanto superfícies pavimentadas tendem a refletir o ruído. Uma barreira de 50m de largura proporciona uma redução de 10 dB.

Vilaça e Vieira (apud MOTA, 2003) realizaram estudos sobre o comportamento acústico de oito espécies vegetais tropicais, do tipo perene e normalmente utilizadas em paisagismo, com o objetivo de verificar o funcionamento das mesmas de modo a atenuar a poluição sonora. As principais conclusões desse trabalho foram:

- os vegetais atenuam predominantemente as altas frequências (acima de 1000Hz);
- o fator mais importante na atenuação é a densidade (compacidade) da barreira, sobrepondo-se às características morfológicas e anatômicas, como forma e tamanho das folhas, presença de pêlos e outros;
- as touceiras apresentam as melhores atenuações, abrangendo baixas (250Hz) e altas frequências (1000 a 4000 Hz). Esse é um fato interessante, pois a maioria dos vegetais não apresenta atenuação em 250 Hz. Disso se conclui que a densidade da barreira é um fator importante nessa região de espectro;
- dentre as espécies, destaca-se *Chrysalidocarpus lutescens* (palmeira bambu) e, em seguida, *Bambusa multiplex* (bambu),; também *Dombeya wallichii* (vergonha-de-estudante) mostra atenuações significativas que abrangem regiões de baixa e alta frequência, próprias do meio urbano.
- 

## B - Poluição visual

A ocupação desordenada de uma área urbana ou o desmatamento de uma área rural podem resultar na desfiguração da paisagem, constituindo a poluição visual. Normalmente, as alterações estéticas do meio ambiente influem sobre o bem-estar das pessoas, pela forma agressiva como ocorrem, seja numa poda drástica, seja na eliminação de espécies vegetais para construção de grandes edifícios, seja na extinção de plantas nativas como resultado de transformações de meio rural em urbano. Podem, portanto ser consideradas uma modalidade de poluição (MOTA, 2003).

A disposição das redes aéreas de energia elétrica, telecomunicação, TV a cabo, de forma desordenada, formam verdadeiros emaranhados de fios que têm atuado de forma negativa no meio urbano, sob o ponto de vista ecológico. A arborização serve então como barreira, encobrendo esses “traços” vistas desagradáveis da paisagem, proporcionando ao homem um bem estar mental e social próprios do lazer contemplativo.

### C - Poluição Atmosférica

A arborização constitui um eficaz filtro de ar, exercendo uma ação purificadora por fixação de poeiras, partículas residuais e ar tóxico, proporcionando a depuração de microrganismos e a reciclagem do ar através da fotossíntese.

Muito importante é a capacidade da vegetação urbana em interceptar e reduzir a presença de partículas sólidas em suspensão no ar. A vegetação no ambiente urbano tem a capacidade de fixar a poeira através do processo de fotossíntese e a partir de seus próprios elementos constitutivos, materiais oleosos em suspensão nas folhas. Cortinas vegetais implantadas dentro das cidades indicam que as árvores são capazes de diminuir em 10% o teor de poeira do ar. Estima-se em 68,2 e 31,9 toneladas de pó por hectare a capacidade de remoção dos gêneros *Fagus* e *Picea*, respectivamente. Cada hectare das folhas de árvores, arvoretas e arbustos podem fixar dezenas de quilogramas de poeira/ano. Ruas arborizadas apresentam até 70% menos poeira em suspensão em relação às ruas não arborizadas. (SMARDON, 1988; SMITH & DOCHINGER, 1976, apud MILANO, 1988; MILANO, 1994)

Quanto aos poluentes químicos, as espécies vegetais têm a capacidade de biofiltração e mesmo metabolização de compostos tais como SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e derivados de cloro e flúor.

Spirn (1995) recomenda “a criação de uma zona tampão formada por árvores entre áreas residenciais e ruas, como forma de diminuir a concentração de poluentes no ar. É preferível que as árvores estejam plantadas em áreas não pavimentadas, pois o solo também é um eficiente absorvente de poluentes”.

Estudos franceses indicam que a arborização pode diminuir a taxa de CO<sub>2</sub> na atmosfera, bem como a quantidade de níquel, cloro, azoto, cádmio; além de reter de 30 a 40% de poeiras e fumaças no ar (MACEDO, 1997; YOKOHARI & KATO, 1995; VALE & VALE, 1996).

Árvores com pecíolos grandes, numerosas folhas e folhas com pelos têm uma maior capacidade de absorção de poluentes. Árvores e folhas mais velhas ou árvores de folhas largas resistem mais à poluição (LIMA, 1993).

Uma redução do nível médio de poluição por partículas inaláveis na atmosfera até o patamar de 50g/m<sup>3</sup> implicaria evitar a morte de 6,7% pessoas que hoje chegam a óbito por doenças respiratórias (FELDMANN, 1996).

Além da capacidade de retirar poluentes da atmosfera, LAPOIX (1979, apud MILANO, 1988) afirma que as árvores possuem também uma ação antimicrobiana. Comparando a quantidade de germes no ar de uma floresta em Fontainebleau, com a quantidade existente no ar de uma grande loja de Paris, o autor chegou aos seguintes resultados: 50 germes / m<sup>3</sup> na floresta, contra 4.000.000 germes / m<sup>3</sup> na loja.

O conhecimento científico, comenta Bononi (2004), é um suporte fundamental para o controle e a gestão ambiental de áreas verdes rurais ou urbanas. Não é possível controlar a flora e a fauna de qualquer lugar, sem conhecer a biologia das espécies, a relação entre elas e a relação com os demais equipamentos dos ecossistemas.

### 3.6 MANEJO DA ARBORIZAÇÃO URBANA

A maioria das cidades brasileiras não foi planejada; portanto, nem a arborização urbana. Conseqüentemente, apresenta sérios problemas de manejo, assim como outras cidades que, apesar de terem tido um planejamento da arborização, permitiram que ocorresse a expansão das redes de serviços de forma independente.

Planejar, implantar e manter a arborização de uma cidade pressupõe, além de obter melhoria estética e visual do meio urbano, propiciar vários outros benefícios à sua população. Entretanto, assim como os benefícios variam de qualidade e quantidade, em função das características dos espaços arborizados, diferem de potencialidades de espaços arborizáveis de cidade para cidade. (MILANO, 1990).

O efeito do ambiente urbano sobre a arborização tem levado as árvores a níveis acentuados de estresse, acarretando ciclo de vida mais curtos. A falta de adaptação ao meio enfraquece a árvore. Pequenos períodos de estresse são recuperados também com dificuldade. Os mecanismos de defesa são prejudicados. Assim, a planta fica mais sensível ao ataque de organismos, tais como insetos xilófagos, cancro, fungos, vírus e micoplasmas. Isso pode levá-la à morte. Esse processo é chamado de declínio (MILANO & DALCIN, 2000).

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

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

A compactação e conseqüente baixa de aeração das raízes é comprovadamente determinante para o desenvolvimento de raízes superficiais em espécies sem essa característica, resultando danos às calçadas e pavimentos.

Quando a poda é intensa (poda drástica), a seiva acumulada nas raízes tenderá a restabelecer o equilíbrio biológico da planta com maior intensidade e rapidez. Isso favorece o aparecimento de novos ramos em pouco tempo, chamados de ramos ladrões, ramos epicórnicos que atingirão rapidamente a rede de energia.

O vigor das plantas depende, em grande parte, da equidade na distribuição da seiva em todos os seus ramos principais. Assim sendo, para se conseguirem plantas saudias e bem conformadas e imprimir-lhes a forma desejada, é necessário manter-se sempre o perfeito equilíbrio e simetria para que a seiva tenha uma distribuição uniforme. Isso não acontece nas podas parciais de urgência executadas por eletricitistas, sem o devido preparo, que imprimem um formato irregular na copa das árvores, nunca corrigido por um técnico capacitado.

A seiva circula sempre com mais intensidade nos ramos posicionados verticalmente. Isso dá a eles mais vigor; o que não ocorre com os que ficam inclinados para baixo. A tensão seivosa chega, em certos casos, a reduzir-se ao mínimo. A seiva atuará com mais intensidade nas gemas (olhos) dos ramos em que se aplicar uma poda intensa (drástica), que naquela que se executar uma poda leve, isto é, dividida em etapas. Pela supressão de um ou mais ramos, a seiva destinada a sua nutrição fluirá para os ramos restantes, beneficiando-os.

O vigor de crescimento de um ramo está sempre na razão do inverso da sua predisposição para florescer e frutificar, e sempre na razão direta da sua predisposição para aumentar a produção de limbo e folhas.

Como as folhas são os órgãos de respiração e elaboração da seiva, suprimindo-lhes totalmente esses órgãos, a planta morrerá, salvo em se tratando de plantas de folhas caducas e durante o seu período de hibernação. Quando se amputa um ramo qualquer de uma planta normal, as gemas que mais prontamente se desenvolvem são as que passam a ocupar parte apical do referido ramo. Nos ramos situados horizontalmente, são as gemas situadas na face superior (as mais ensolaradas) que prontamente se desenvolvem. Mantendo-se a superfície cortada às escuras, evitar-se-á o quanto possível a projeção dos raios solares sobre a mesma. Assim, ocorrerá a cicatrização e conseqüentemente a regeneração dos tecidos. Ainda assim, aconselha-se a aplicação de um cicatrizante na parte cortada (CPFL,2003).

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

Segundo Matheck *et. al.*(1995), apud Meneghetti (1996) têm sido desenvolvidos estudos de biomecânica para avaliar riscos de queda ou níveis de comprometimento da saúde de árvores urbanas. A simples detecção de uma cavidade ou do apodrecimento no tronco não significa que a árvore esteja com sua saúde e segurança comprometidas. É sabido que árvores podem sobreviver e se mostrar seguras mesmo com mais de 50% de uma secção transversal do tronco comprometida.

Ainda conforme o autor, as árvores se desenvolvem de maneira a manter um equilíbrio de forças mecânicas que distribuídas em sua estrutura, determinam sua forma externa, cujos fatores são: o vento, a declividade do terreno, a poda drástica, o transplântio, a perda parcial de galhos, assim como cavidades e apodrecimentos internos no tronco, provocando inclinações que acentuam-se ao longo dos anos (figura 3).

Conforme Larcher,(2000) a duração da atividade cambial e o tipo de formação da madeira(diferenciação entre lenho tardio e lenho primaveril) são afetados por fatores ambientais. Esses fatores exercem influências diretas e indiretas sobre a largura e a aparência dos anéis de crescimento, incluindo a radiação, a temperatura, a disponibilidade de nutrientes minerais, o suprimento hídrico e a duração do fotoperíodo, bem como todos os tipos de injúrias causados pelo ambiente. Este último fator pode ser exemplificado pelo ataque de parasitas, *predação*, calor excessivo, congelamento ou ainda, pela absorção de poluentes.

Para refinar essa avaliação, quando as árvores apresentam sinais de perigo, devido a cavidades e apodrecimento do tronco, Matheck *et al* (1995) testaram o uso de fractômetro, aliado a modelos de mecânica da madeira. Esse método se mostrou bastante simples e capaz

de auxiliar arboristas a preverem o efeito do apodrecimento de forma a monitorar ou a interferir com segurança no desenvolvimento da árvore.

Verificou-se, no entanto, que as espécies de *ficus bejamina*, além de possuir raízes superficiais (fig.3) desenvolvem verdadeiras artérias, (fig.4) que se aglomeram formando pseudo-caules de sustentação e de condução da seiva. Apesar de a planta estar inclinada, atingindo um ângulo de aproximadamente 40° (fig. 5 e .6), manteve o equilíbrio. Foi, porém, erradicada por medida de segurança e por não se saber o grau de comprometimento da raiz.



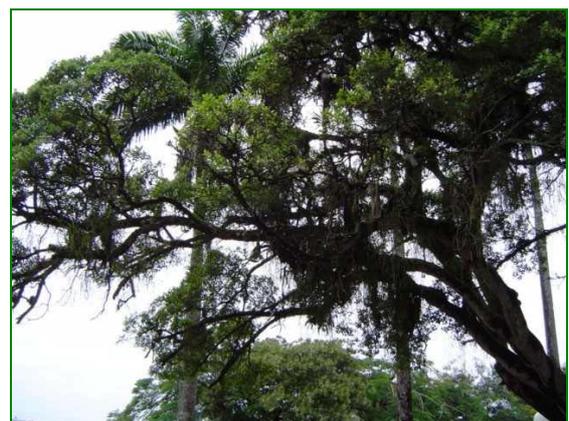
**Fig. 3 – Raiz superficial injuriada pelo conflito com o espaço disponível (Fátima, M,2004)**



**Fig. 4 – Formação de pseudo-caules provenientes das raízes aéreas que se formam nos galhos (Fátima.2004)**



**Fig. 5 – Demonstrativo da biomecânica da espécie Fonte: Fátima,M. (2004)**



**Fig. 6 – Espécie com inclinação acentuada irreversível Fonte: Fátima,M. (2004)**

### 3.6.1 Processos de poda

A poda das árvores urbanas é uma prática constante seja para proporcionar mais vitalidade às árvores, seja por questões de segurança - para evitar o contato de galhos com a rede elétrica e conseqüente interrupção do fornecimento de energia elétrica para os consumidores -, seja simplesmente por estética. Essa prática consiste na retirada de ramos, galhos ou mesmo de parte das raízes. Os trabalhos de poda devem ser realizados com os cuidados necessários para que sejam minimizados impactos visuais e danos às árvores.

A poda provoca desequilíbrio entre a superfície assimilatória, localizada nas folhas, e a superfície de absorção de água e nutrientes, localizadas nas raízes. Isso desencadeia processos metabólicos diferenciados, acionando sistemas de reação bastante específicos.

Na prática, a poda inicia-se ainda no viveiro, com o objetivo de direcionar o desenvolvimento da copa contra a tendência natural do modelo arquitetônico da espécie. Isso é feito para compatibilizar a árvore com os espaços urbanos, ou para promover sua conformação estética. Esse tipo de poda é chamado de poda de formação e deve ser realizado o mais cedo possível para evitar cicatrizes profundas. Por essa razão, os galhos baixos, que dificultarão a passagem de pedestres ou o estacionamento de veículos, deverão ser retirados quando a planta ainda é jovem. Além desses, galhos com inserção defeituosa também deverão ser retirados.

Depois de alcançado o objetivo da configuração arquitetônica da copa, as árvores necessitam de cuidados, como a retirada de galhos secos e a eliminação de focos de fungos ou plantas parasitas. Então, é realizada a poda de manutenção com a qual são eliminados basicamente galhos senis ou secos. A atenção, nesse caso, é dada para a base do galho. Essa possui duas regiões de intensa atividade metabólica, que apresentam rápida multiplicação de células: a crista, na parte superior, e o colar, na parte inferior do galho.

Os galhos com até 2,0 cm de diâmetro são eliminados em corte único, com auxílio de tesoura de poda ou serra manual. Na base do galho, inserção do galho no tronco, pode-se observar as duas estruturas: a crista de casca na parte superior, e o colar, na parte inferior da base do galho. No momento da poda, essas duas estruturas deverão permanecer intactas.

Quando o galho tem mais de 5 cm de diâmetro, para a realização da poda, é necessário adotar o tradicional método denominado de três cortes. Primeiramente, faz-se um corte na parte inferior do galho, a uma distância do tronco equivalente ao diâmetro do galho, ou no

mínimo 30 cm. Este corte não precisa ser profundo, sendo 1/3 do diâmetro do galho suficiente. O próprio peso do galho dificultará a ação da serra.

O segundo corte é feito na parte superior do galho, distante de 2 cm a 3 cm acima do corte inferior, até a ruptura do galho. O terceiro corte visa eliminar o toco remanescente. Sem estar sendo forçado pelo peso do galho, esse corte muitas vezes deve ser feito de baixo para cima, preservando-se o colar e a crista de casca intacta. Isso porque a serra nem sempre pode ser corretamente posicionada na parte superior do galho, devido ao fato de o ângulo de inserção ser muito pequeno.

O corte dos galhos pesados sem os três cortes provocará danos ao tronco, logo abaixo do galho, apresentando descascamento ou extração de lascas do lenho. Além disso, por meio do primeiro e do segundo cortes, pode-se direcionar a queda do galho.

Mesmo após esses procedimentos, podem ocorrer alterações do ambiente urbano que demandem a realização de outra modalidade de poda, a de segurança, com o objetivo de prevenir acidentes. Essa é semelhante à de manutenção. A diferença é que, nesse caso o galho não está preparado para a poda, pois, quando o mesmo perde a vitalidade, o que popularmente se chama de "morto", ocorre a redução dos processos bioquímicos dentro do lenho junto à sua base. Isso prepara os mecanismos de defesa para a futura perda do galho. Uma alternativa para essa eventualidade é o corte em etapas, preparando o galho para a poda.

Na primeira poda, o galho é cortado a uma distância que pode ir de 50 cm a 100 cm do tronco. O galho, assim debilitado, provocará a ativação dos mecanismos de defesa. Após um ou mais períodos vegetativos, procede-se a uma segunda poda, agora junto ao tronco, concluindo a operação de remoção do galho. Nunca se deve realizar a poda em mais de 2/3 da copa.

### 3.6.2 Tipos de podas efetuadas para desvio das redes de serviços

As concessionárias desenvolvem os serviços de poda de várias formas, como a poda em furo (túnel), que é a modalidade da poda em "V", com o desenvolvimento da copa acima e ao redor da fiação. Essa poda aumenta os custos dos serviços devido à de remoção constante das brotações desenvolvidas ao redor dos fios.

Outra modalidade utilizada é direcionada para formação de copa alta, 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; então, normalmente, realiza-se uma poda de contenção, de forma a reduzir a altura da copa, com o

objetivo de mantê-la abaixo da fiação aérea. É bastante utilizada principalmente em árvores plantadas sob fiação primária energizada.

Quando não há orientação técnica, essas podas tomam características drásticas, optando-se por remoção total da copa, permanecendo acima do tronco os ramos principais com menos de 1,0 metro de comprimento nas árvores adultas; remoção total de um ou mais ramos principais, resultando no desequilíbrio irreversível da árvore; remoção total da copa de árvores jovens e adultas, restando apenas o tronco. As podas drásticas deverão ser evitadas, sendo a sua utilização permitida apenas em situações emergenciais ou quando precedida de parecer técnico de funcionário municipal autorizado.

As espécies cujo principal atributo são as flores, não deverão ser podadas nos meses que antecedem a época de floração. Para as espécies que apresentam floração pouco significativa, do ponto de vista paisagístico, a poda deverá ser feita no final do período de repouso vegetativo que, para condições climáticas da RMR, ocorre nos meses de agosto e setembro.

### 3.6.3 Poda de raiz

A poda de raiz é uma técnica bastante empregada na fruticultura e na horticultura, realizadas nas sementeiras por ocasião do plantio. No entanto, na arboricultura, essa técnica é bastante usada com relação à raiz principal ou peão da muda e das raízes pioneiras ou laterais, importante para que suas pontas não dobrem durante o plantio, o que compromete o desenvolvimento das plantas.

Esse tipo de poda evita o perfilhamento do peão. Quando o peão perfilha, ou seja, brota, originando diversos peões, o desenvolvimento da planta é reduzido depois de alguns anos. Isso porque as múltiplas guias do peão competem por espaço e crescem umas sobre as outras, causando estrangulamento, desprendendo tempo e energia, sem contribuir para o aumento real da circunferência do eixo principal da planta, o que é fundamental para a translocação de água e seiva elaborada.

A maioria das árvores urbanas são produzidas em recipientes incompatíveis com o desenvolvimento das espécies. Essas mudas, quando vão para o plantio, já se encontram com o sistema radicular bastante desenvolvido, muitas vezes formado em novelos. Isso prejudica a sua fixação no solo, desenvolvendo-se superficialmente. O enovelamento pode ser resolvido com a produção de muda em recipientes grandes, utilizando métodos de produção de mudas com peão único, sem perfilhamento, que são resistentes à seca. Na maioria dos casos, o peão

perfilhado resulta em diversos peões mais finos, que penetram menos profundamente no solo, originando um sistema radicular mais superficial.

Em Recife, este problema é verificado quando passa a época de plantio, além do que, as árvores têm uma especificidade diferenciada com relação ao desenvolvimento de suas raízes. Devido ao fato de o lençol freático ser localizado próximo à superfície, estas se desenvolvem na zona de topo, sem aprofundamento suficiente, acarretando tombamentos constantes, principalmente em épocas chuvosas. Normalmente, os *Flamboyants* apresentam essa característica; por isso, quebram as calçadas, levantam e racham os muros.

A poda de raiz em árvore urbana não é aconselhável. Em casos de extrema necessidade, no entanto, deve ser realizada por técnico especializado de forma cautelosa. Isso porque a capacidade de regeneração das raízes é bem mais limitada que a regeneração da copa. Quanto maior for a dimensão da raiz cortada, mais difícil e demorada sua regeneração, maiores também os riscos para a estabilidade e sustentabilidade do vegetal. Deve-se evitar o corte de raízes grossas e fortes, principalmente próximas ao tronco (raízes basais).

A maneira mais eficiente de evitar problemas com raízes é o plantio em espaço adequado para o desenvolvimento da árvore, embora cada espécie tenha modelo de arquitetura radicular próprio, levando em consideração que o meio físico é o principal modelador das raízes.

#### 3.6.4 Compartimentalização

Como todo ser vivo, a árvore tem mecanismos de defesa que visam reduzir os riscos de morte, isolando-as das infecções que possam entrar-lhes no tronco através dos ramos infectados ou mortos, ou para reduzir os riscos após uma lesão. Mas, diferentemente dos organismos animais, as árvores não cicatrizam com a substituição das células afetadas. No tecido vegetal, são processadas alterações químicas e físicas que constituem mecanismos de defesa com a formação de novas células para recompor a estrutura afetada. Esse processo é denominado de compartimentalização. A compartimentalização é fundamental para a poda, pois evita a degradação da madeira após o corte. É importante observar que quanto mais ativo for o metabolismo, mais rapidamente se processará a compartimentalização. (Trabalho publicado em 1977 por Shigo e Marx (apud MILANO E DALCIN, 2000) intitulado *Compartmentalization of Decay in Trees*. O resultado dessa pesquisa de dezesseis anos de duração detalha todo o processo de compartimentalização. A partir desse estudo, iniciaram-se

então as técnicas de corte levando em consideração e respeitando os mecanismos de defesas naturais identificados.

Conforme Ebert (apud SEITZ, 1990), quatro etapas constituem a compartimentalização. Primeiramente, as células limítrofes à área afetada, produzem substâncias adstringentes, como tanino, para dificultar a ação de agentes fitopatogênicos. A partir de polifenóis hidrossolúveis em combinação com aminoácidos, alcalóides e íons-metálicos, são formados complexos polifenólicos pouco solúveis que recobrem as paredes celulares, provocando alterações na cor do lenho. Além disso, as células expostas pela lesão recebem depósitos de substâncias repelentes à água, como cutina e suberina, para posteriormente secarem. Numa segunda reação, os condutos de seiva são bloqueados pelo desenvolvimento de células parenquimáticas que crescem para dentro do espaço vazio e pela deposição de resinas ou látex. A etapa seguinte é caracterizada pelo aumento do metabolismo celular na região da lesão, onde são aportados açúcares para a síntese do calo cicatricial. O câmbio inicia a produção de células não especializadas cujo metabolismo é direcionado para a síntese de substâncias antibióticas, criando-se, assim, uma barreira para a expansão de organismos patógenos. Por fim, numa quarta reação, o câmbio e o parênquima floemático procuram recobrir a lesão com células ricas em tanino. A presença da suberina, um composto orgânico que protege a célula contra microorganismos, permite a formação de células sadias, diretamente em contato com as infectadas, possibilitando assim o recobrimento da lesão(MILANO e DALCIN, 2000, p 124-126).

### 3.6.5 Dendrocirurgia

A dendrocirurgia é uma técnica que objetiva a recuperação de árvores por meio da eliminação de tecidos necrosados, especialmente na região do tronco, realizando a desinfecção através de fungicidas à base de cobre. A prática de utilização de alvenaria, geralmente o cimento, é muito contestada e tem sido pouco utilizada no Brasil, pois os fungicidas geralmente são ineficientes ou causam danos ao processo natural de compartimentalização. Segundo a IAS (*International Society Arboriculture*), a prática da dendrocirurgia deve ser abandonada.

Outras alternativas têm surgido, como aplicação de pó de coco misturado com o mastique, produto à base de asfalto elastomérico, solventes especiais e agentes tixotrópicos com alto teor de sólidos. Por possuir elasticidade em baixas temperaturas e estabilidade em

temperaturas elevadas, tem sido bastante utilizado devido a sua aderência em madeiras; Não é, porém, comprovada cientificamente a utilização deste produto.

No entanto, o conhecimento das características das espécies mais utilizadas na arborização de ruas, das técnicas de poda e das ferramentas corretas para a sua execução, permitem que essa prática seja feita de forma a não danificar a árvore, sendo ainda a forma mais eficiente de se conseguir conciliar as ações.

A maioria das concessionárias de distribuição de energia realiza a poda no sentido de evitar o contato dos galhos com a rede, enquanto as Prefeituras realizam a poda com a função de adaptar a árvore e seu desenvolvimento ao espaço que ela ocupa. Entretanto, a poda sempre será uma agressão à árvore; por isso, a técnica correta é indispensável para que ocorra a cicatrização. 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).

#### 3.6.6 Ferramentas e equipamentos de poda

A poda exige técnica e utilização de ferramentas adequadas, como também profissionais treinados. O ideal é uma condução da árvore ainda jovem, desde o viveiro até o transplante no campo, devido à sua capacidade de regeneração, orientando seu crescimento de forma que adquira uma conformação adequada a sua fisiologia e o espaço disponível para o seu desenvolvimento. Evita-se, dessa forma, a necessidade de poda de formação, condução.

As ferramentas e equipamentos principais para os serviços de poda são: tesoura de poda, serras manuais ou motosserra. Deverão ser evitadas as ferramentas de impacto, como: machado, facão e foice.

Os equipamentos acessórios são as escadas, cordas e plataformas elevatórias ou cestos. Os equipamentos de segurança são: capacete com fixação no queixo, óculos para evitar serragem nos olhos, protetores auriculares para os operadores de motosserra, luvas de couro e sapatos com solado reforçado.

#### 3.6.7 Manejo dos resíduos da poda

Fátima (2003), em pesquisa referente aos resíduos produzidos no Recife, quando da execução dos serviços de poda, que são descartados no Aterro Controlado da Muribeca,

detectou a não-utilização dos resíduos quanto ao seu potencial energético e a não-utilização da matéria-prima na composição de substrato. Por isso, procurou-se identificar possíveis alternativas de uso desses resíduos em função do desperdício e da necessidade de minimizar os impactos causados ao meio ambiente.

Com base no índice de geração e na caracterização do material podado, a pesquisa desenvolveu-se em duas etapas: a primeira, destinada a compostagem; e a segunda etapa, uma pesquisa exploratória da viabilidade econômica da utilização da lenha como combustível pelas indústrias, além de diversas formas de uso, como fabricação de carvão e artefatos torneados. Nas análises obtidas do composto final, a que foi adicionada a fibra de coco e a terra retirada da área de descarrego da poda no Aterro da Muribeca, verificou-se que os fertilizantes contidos na amostra possuem uma boa reserva química de bases com predominância dos cátions cálcio e magnésio, importante para a nutrição dos vegetais.

O composto apresentou um alto teor de fósforo, devido ainda à existência de material em decomposição. Concluiu-se que o composto pode ser utilizado como adubação orgânica pois, conforme experimento realizado em espécies arbustivas, promoveu um bom índice de germinação - 90% contra 60% atingido pelo esterco de gado -, bom desenvolvimento de mudas - o que demonstrou uma boa assimilação dos nutrientes, nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) e sua disponibilidade no composto - além do aproveitamento da lenha como combustível.

Além disso, Martins (2001), diagnosticou a prática de erradicação, que se tornou tão constante no Recife, devido a diversos fatores, cuidadosamente analisados, como manejo e como crime ambiental à arborização. Um dos itens selecionados nesta pesquisa foi à análise dos motivos que levam a população a solicitar a erradicação das árvores. Dentre os principais destacam-se: árvores causando danos às calçadas e muros; árvores inclinadas devido à falta de tutoramento, poda de formação e condução; árvores com doenças; árvores mortas; fatores climáticos e abertura de portões. O estudo demonstrou ainda a necessidade de planejamento no plantio, manutenção das espécies e ações integradas, de modo a reduzir a necessidade de erradicação de árvore nas vias públicas.

### 3.6.8 Custo dos serviços de plantio e poda das árvores urbanas

Tanto a Prefeitura do Recife como a Companhia de Eletricidade de Pernambuco (CELPE) têm um custo elevado nos serviços de poda das árvores que disputam o mesmo

espaço com as redes de distribuição, no entanto o poder municipal adiciona além desses custos os de serviços de plantio, vistoria. Os serviços de poda geralmente são realizados por empresas terceirizadas, mas a responsabilidade de manter a arborização é do município. A legislação permite, porém, que as concessionárias, de posse da autorização concedida pelo poder municipal, realizem o serviço durante a manutenção das redes. Isso deve subentender a aplicação de técnicas corretas e funcionários capacitados.

O custo do plantio de uma árvore nas vias públicas do Recife (tabela 1) é, em média, de R\$ 36,53, o que permite fazer uma avaliação positiva da utilização de viveiros municipais e da mão-de-obra disponível e do valor gasto, estimado em 2003, com o plantio de 17.000 árvores.

O valor pago pelas podas efetuadas diferencia de uma entidade para outra, seja pela forma de contrato de serviços, seja pela quantidade dos serviços realizados. A Prefeitura do Recife trabalha com serviços determinados, como: poda nos morros, podas programadas, equipe volante, limpeza de palmeiras e coqueiros, além da equipe de plantio, que efetua a poda de formação, e a equipe de destoca. Por outro lado, a CELPE efetua o pagamento por árvore podada durante a manutenção da rede, como é caracterizado o serviço definido nos contratos.

A tabela 2 apresenta o valor total pago pelos serviços de poda pela CELPE e pela Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife - EMLURB. Este valor é bastante elevado; o que poderia ser minimizado com a implantação de redes protegidas (cabos ecológicos); por outro lado a Prefeitura do Recife tem um gasto que poderia ser reduzido se houvesse planejamento e compatibilização dos equipamentos urbanos, que não necessitasse a poda de árvores.

Tabela 1 - Custo do plantio de árvore em via pública da cidade de Recife-PE (2004)

Componentes do Plantio / muda	Valor (R\$)
Solo preparado (cova = 40x40x40 cm)	5,24
Gradil de madeira (ripas de maçaranduba)	17,79
Varão de 2,00m (tutor)	2,60
Estacas	2,90
Muda arbórea (altura = 1,50)	8,00
TOTAL	36,53

Fonte: Valores retirados da Tabela de Preço (EMLURB/PCR-2004)

Tabela 2 - Custo dos Serviços de Poda realizados entre janeiro e dezembro de 2004

Órgãos	Valor R\$
EMLURB (Prefeitura do Recife)	2.821.664,00*
CELPE	2.996.581,00

Fonte: CELPE/EMLURB (2004)

\* Valor aproximado (Incluindo Mão-de-obra + aluguel de veículos)

Cabe lembrar que além dos serviços operacionais de manutenção das redes, deve-se ainda levar em consideração o custo social e o lucro cessante, que segundo a CEMIG (1998), os custos sociais são aqueles calculados quando ocorre uma interrupção no fornecimento de energia, seja programada ou acidental. Durante o período de desligamento verifica-se uma queda na atividade produtiva, que na maioria das vezes, gera elevadas perdas econômicas para o consumidor (VELASCO, 2003). O lucro cessante é um valor referente à perda de faturamento da empresa durante ocorrências de desligamento na rede.

### 3.7 CARACTERIZAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A transmissão da energia elétrica ocorre em alta tensão. Para distribuir essa energia, é necessário reduzir a tensão para um valor compatível, por exemplo, com 13,8 KV ou 11,95 KV. Essa redução é feita pelo transformador instalado na subestação abaixadora, geralmente localizada na periferia dos centros urbanos. Após a redução, a energia elétrica é transmitida através das linhas de distribuição, que formam a rede primária.

A distribuição da energia elétrica para esses consumidores se dá pela rede secundária (por exemplo: 220 V e/ou 127 V). A redução de tensão da rede primária para a tensão da rede secundária é feita pelo transformador de distribuição instalado no poste, cujo tamanho pode ser de 7 a 9m para BT e de 10 a 14m para AT, e postes especiais de 1500 a 3.000 kgf.

O modelo adotado pelo Brasil para a distribuição da energia elétrica, através de postes e cabos aéreos, baseou-se principalmente no binômio menor custo e boa confiabilidade do sistema. Algumas cidades entretanto, já se encontram em processo de mudança com alternativas ecológicas bem avançadas, visando à economia a médio e longo prazo, a exemplo da CEMIG, CPFL e a Companhia de Eletricidade da Bahia - COELBA.

Uma das alternativas encontradas é a instalação dos postes e as fiações da rede elétrica primária e/ou secundária em pelo menos um dos lados da rua. Outra é o investimento nos tipos de cabos utilizados e o geoprocessamento das árvores junto aos postes de forma que se possa monitorar e controlar as podas das árvores e a manutenção das redes.

Analisou-se o panorama real da rede secundária de transmissão de energia (aquela que chega até as residências) e da rede primária e verificou-se que esta propicia melhores condições de transmissão, devido à altura, as distâncias entre as outras redes e as árvores. A transição entre a rede primária e secundária que se dá nos transformadores instalados ao longo das ruas e avenidas, é outro desafio a ser superado uma vez que esses transformadores fazem o isolamento físico entre as duas redes (transmissão e distribuição) e, muitas vezes, se encontram localizados próximos às árvores, semáforos e edificações.

As áreas urbanas necessitam da energia como também necessitam da arborização, pois ambos influenciam na qualidade de vida. A arborização viária, quando planejada, protege as edificações no horário de maior incidência solar. Portanto, a implantação do sistema elétrico deverá ser do lado contrário, de forma a compatibilizar a rede e as árvores. Quando já existem árvores no local de implantação de novas redes de serviços, é necessário seguir alguns critérios de distanciamento, conforme tabelas 03 e 04.

Em casos em que são exigidas condições especiais de instalação - devido a espaçamentos críticos, arborização histórica, áreas de preservação ambiental, necessidade de aproveitamento de posteação existente, congestionamento de saídas de alimentadores de subestações -, poderão ser projetadas, além da Rede Primária Compacta (RPC) com condutores cobertos, instalados com espaçadores, as Redes Primárias Isoladas (RPI) com cabos isolados multiplexados 15 ou 23kV, ou rede subterrânea.

A utilização de redes de distribuição primária isoladas deverá ser decidida de acordo com as áreas onde se registram maiores ocorrências de acidentes e desligamentos por queda de galhos das árvores.

Tabela 3 - Afastamentos verticais mínimos entre circuitos secundários isolados e outros circuitos

CIRCUITOS	TENSÃO E (KV)	AFASTAMENTO VERTICAL MÍNIMO (m)
Elétricos com condutores nus ou protegidos	$E < 0,6$	0,20
	$0,6 < E < 15$	0,80
	$15 < E < 35$	1,00
Elétricos com condutores isolados	$E < 0,6$	0,40
	$0,6 < E < 15$	0,80
	$15 < E < 35$	0,20

Fonte: ABRADDEE/ 2000

Tabela 4 - Afastamentos verticais mínimos entre circuitos secundários isolados e o solo

Natureza do Logradouro	Afastamento vertical mínimo no ponto de flecha máxima (m)
Rodovias e Ferrovias não eletrificadas	6,00
Ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis	9,00
Ruas e Avenidas	5,50
Entradas de prédios e demais locais de uso restrito a veículos	4,50
Ruas e Vias exclusivas a pedestres	3,50

Fonte: ABRADDEE/1990

Nota: Em travessias sobre faixas de domínio de outros órgãos, deverão ser obedecidas as distâncias mínimas exigidas pelos mesmos.

### 3.7.1 Redes aéreas protegidas ou isoladas (RDP)

As redes aéreas convencionais (RDA), desenvolvidas há mais de 50 anos, são caracterizadas por condutores nus. Por estarem desprotegidas contra as influências do meio, apresentam altas taxas de falhas, como a interrupção no fornecimento de energia provocada pelo contato dos galhos das árvores, a queima de eletrodomésticos, o comprometimento da iluminação pública, além de representarem riscos para os transeuntes e requererem drásticas e constantes podas.

Segundo Sardeto (apud VELASCO, 2003), a rede convencional é caracterizada por condutores nus, apoiados sobre isoladores de vidro ou de porcelana, fixados horizontalmente sobre cruzetas de madeira, nos circuitos de média tensão, e, verticalmente, nos de baixa tensão.

A solução encontrada pelas concessionárias foi desenvolver e aplicar novos tipos de rede de distribuição - a exemplo da CEMIG, CELPE e CPFL -, denominadas redes ecológicas, que são as redes aéreas protegidas (RDP) de média tensão e redes aéreas isoladas (RDI) de baixa e média tensão. Assim obtêm resultados satisfatórios.

As redes aéreas protegidas são constituídas de espaçadores plásticos, instalados de oito a dez metros, que têm a função de apoiar os condutores, dispendo-os num arranjo triangular. Um cabo mensageiro sustenta esses espaçadores, absorvendo todo o esforço mecânico e deixando os condutores apenas ligeiramente tracionados.

As redes aéreas isoladas são utilizadas em razão das exigências requeridas pelo meio ambiente, ou seja, em áreas densamente arborizadas, com galhos em contato permanente com os condutores. Essas redes reduzem os impactos e dispensam as manutenções e podas constantes.

As redes protegidas de baixa e média tensão utilizam os seguintes materiais:

Cobertura protetora de baixa tensão – é uma cobertura em polietileno de baixa densidade, de cor preta e resistente aos raios ultravioleta, aplicada sobre os cabos nus da rede secundária 127/220V. Apesar de os condutores de alumínio serem cobertos por uma camada de polietileno, as RDP devem ser consideradas redes nuas para a segurança do pessoal, pois esse tipo de cobertura não confina o campo elétrico em seu interior, mas permite contatos eventuais de galhos e folhas sem que ocorra a interrupção de energia.

Cabo coberto de média tensão – é um condutor dotado de cobertura estruturada à base de polietileno termofixo (XLPE) para redes primárias de 13,8 KV e 23,1 KV.

Já nas redes isoladas os condutores podem ser:

Cabos multiplexados para baixa tensão – são cabos de potência, isolados para tensão de 0,6/1kV, constituídos de 3 condutores-fase dotados de isolamento de polietileno termofixo (XLPE), trançados em torno de um condutor mensageiro nu (neutro).

Cabos multiplexados para média tensão – são também cabos de potência, isolados para 8,7/15 e 15/25KV, constituídos de três condutores-fase dotados de isolamento de polietileno termofixo (XLPE) e blindagens semicondutoras e metálicas, trançados em torno de um condutor mensageiro nu (neutro).

As redes compactas de média tensão possuem configuração inovadora, com arranjo triangular, utilizando espaçadores confeccionados com material polimérico, eliminando a cruzeta de madeira. Seus condutores são de cabos cobertos, descritos a seguir (fig.7). A rede secundária é toda isolada, utilizando cabos multiplexados (fig. 8). Essas redes oferecem maior confiabilidade e qualidade no fornecimento de energia, pois reduzem em até três vezes a duração das interrupções. São mais seguras para o público em geral, convivem mais harmoniosamente com o meio ambiente e requerem menor número de intervenções no sistema.



**Fig. 7 – Redes primárias multiplexadas**  
Fonte: Fátima,M (2004)



**Fig.8-Redes secundárias multiplexadas**  
Fonte: Fátima,M (2004)

### 3.7.2 Redes de distribuição subterrânea (RDS)

Conforme Zmitrowicz (1997), as redes localizadas no subsolo - como subsistema de drenagem pluvial, de água, esgoto, de gás canalizado, energia elétrica e comunicações - são de difícil organização devido às possibilidades de congestionamento e interferências recíprocas entre os diversos subsistemas. Além disso, a organização desse espaço exige articulação institucional, já que cada um dos subsistemas que compõe a infra-estrutura urbana é, em geral, gerido por diferentes órgãos, de distintas instâncias do governo, que nem sempre atuam de forma coordenada.

Além do mais, com a expansão da demanda dos serviços públicos, as interferências técnicas dos subsistemas são inevitáveis; desde a contaminação da rede de água em decorrência do vazamento de esgotos, como os de energia elétrica e gás canalizado, que podem provocar explosões devido a faíscas da rede elétrica na presença de vazamento nas tubulações de gás, até rompimento da tubulação de água por conta de raízes de árvores localizadas no sistema viário.

A utilização de rede de distribuição de energia subterrânea vem sendo bastante utilizada em canteiros centrais de grandes avenidas, a exemplo de Belo Horizonte, também em condomínios residenciais fechados. Dados da LIGHT (apud VELASCO, 2003) confirmam que o custo da rede nua subterrânea é cerca de 22 vezes maior que o custo da rede aérea convencional, ou 08 vezes o custo da rede aérea com cabos multiplexados.

O benefício é que esse investimento favorece a valorização do imóvel individual, quando situado em área em que a rede subterrânea é utilizada. Além de a manutenção ser raríssima, o aspecto estético e a segurança são bem melhores (BEMIS, apud VELASCO, 2003).

Os valores gastos, estimados pela CELPE, na implantação das redes isoladas é comparavelmente maior que nas de redes convencionais (Tabela 5 e 6). No entanto, deve-se levar em consideração o custo/benefício, como foi citado anteriormente, além da segurança dos técnicos durante a manutenção das redes.

Tabela 5 - Valores estimados para instalação de redes isoladas (R\$ / Km) - 2004

Rede Isolada	Condutor	R\$ / km
Extensão de BT Multip.	Multiplexado 3 x 35 mm <sup>2</sup>	25.344,68
Extensão de BT Multip.	Multiplexado 3 x 70mm <sup>2</sup>	32.475,24
Extensão de BT Multip.	Multiplexado 3 x 120mm <sup>2</sup>	48.844,89
Ext AT Cb Protegido	XLPE 35mm <sup>2</sup>	53.512,93
Ext AT Cb Protegido	XLPE 70mm <sup>2</sup>	63.887,12
Ext AT Cb Protegido	XLPE 185mm <sup>2</sup>	106.987,57

Fonte: CELPE/2004

Tabela 6 - Valores estimados de redes convencionais (R\$ / Km) - 2004

Rede Equiv. Convencional	Condutor	R\$ / km
Extensão de BT nua	Cabo nu 16mm <sup>2</sup> e Al 4 CA	20.993,22 / 11.866,66
Extensão de BT nua	Cabo nu 16mm <sup>2</sup> e Al 4 CA	20.993,22 / 11.866,66
Extensão de BT nua	Cabo nu 16mm <sup>2</sup> e Al 4 CA	20.993,22 / 11.866,66
Extensão AT nua	Cabo nu Al 4 CAA	29.353,54
Const. Al	Cabo nu Al 1/0CAA	35.817,05
Const. Al	Cabo nu Al 4/0	59.767,89

Fonte: CELPE/2004

### 3.7.3 Árvores urbanas e sua interação com as redes de distribuição de energia elétrica

Estudos realizados por Biondi (1985) destacaram alguns aspectos relevantes entre as redes de distribuição e o manejo da vegetação nas vias públicas da cidade do Recife, tais como: a altura da árvore, que é determinada pelo espaço urbano disponível, considerando-se sempre a altura de árvores adultas; as raízes; e a altura das redes de energia, entre outros. Esses fatores continuam contribuindo para os conflitos entre as árvores e as redes de energia.

As áreas disponíveis para o enraizamento dos vegetais no sistema viário são restritas. Isso permite o desenvolvimento desse processo. Além disso, as árvores são prejudicadas pelos distúrbios causados pelos serviços de alargamento de ruas, reparos das linhas subterrâneas, entradas de garagem, implantação de telefone público, posteação e placas.

Para o desenvolvimento de árvores na zona urbana, a área livre na base deve ser de  $6\text{m}^2$  por árvore. Isso necessitaria de uma rua planejada, com calçadas largas e distanciamentos recomendados entre os outros elementos urbanos. A companhia energética de São Paulo - CESP, entretanto, sugere apenas  $1\text{m}^2$ ; e a companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG sugere que o espaço livre ao redor da árvore não deve ser inferior a  $1\text{m}^2$  (ABRADEE, 1990).

A área de crescimento da árvore deve ser preferencialmente gramada e mantida livre de ervas daninhas, de modo a evitar a competição que possa facilitar a aeração e penetração da água.

Tradicionalmente, a forma de canteiros usada nas cidades americanas é retangular. Essa forma é mais conveniente porque combina com as divisões das quadras e lotes, com grades de ferro no entorno, como galerias, de maneira a facilitar o manejo das espécies e drenagem da água. Na Região Metropolitana do Recife, os canteiros são, porém, circulares, quadrados (com e sem alegretes) e muitas vezes o espaço do entorno da árvore não ultrapassa 50 cm.

As cidades brasileiras, de um modo geral, não planejam a arborização viária, nem mesmo cuidam dos projetos de implantação e de expansão das redes de distribuição. Ocorrem, portanto, conflitos quando um elemento vivo - árvore - neutro, toca em um elemento fase - rede energizada. O atrito entre esses dois elementos pode causar curto-circuito, dependendo da parte do vegetal. No caso das folhas e galhos, estes podem ser condutores se, no momento em que a umidade é alta, se encontram com gotas de água na superfície, tornando-se uma fonte ionizada. Apesar de que a madeira é considerada um mau condutor, as ocorrências registradas têm provado que os índices de desligamentos são maiores na época chuvosa.

Esse risco é menor quando as redes são protegidas ou são colocados espaçadores para que se evite o curto quando um galho cai sobre a rede e os fios se tocam. Isso provoca o desligamento automático do disjuntor, devido ao acionamento de proteção.

Quanto às redes de alta tensão ou média tensão, como são classificados, os perigos são maiores quando não são obedecidas às distâncias mínimas - o chamado Limite de Segurança - entre a extremidade da vegetação e o condutor elétrico. Esse limite deve ser constituído por uma distância de 2m para as redes primárias e 1m para as redes secundárias que representam respectivamente, tensões de 13.800V e 220/127 V(CPFL, 2004).

Outra alternativa encontrada, que deve ser considerada, para que ocorra interação das árvores com as redes, refere-se a iluminação pública. Como em áreas densas a iluminação das ruas fica prejudicada, realiza-se o rebaixamento ou avanço do ponto de luz, através de fixação do braço da luminária no poste. Essa alternativa deve ser adotada até o limite em que as alterações no nível de iluminância e no grau de uniformidade sejam toleráveis. Este serviço poderá ser executado nas ocasiões de manutenção, sem necessidade de programação específica (ABRADEE, 1990).

### 3.8 ASPECTOS LEGAIS

Com a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente, pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, o meio ambiente foi consagrado como patrimônio público a ser assegurado e protegido. Também se formularam normas e planos a fim de orientar o poder público quanto à preservação da qualidade ambiental.

Dessa forma, como toda cidade metropolitana, Recife encontra-se com grande concentração de população necessitando de ordenamento no seu espaço territorial, a partir de uma legislação municipal direcionada à proteção das árvores urbanas, buscando maior consonância com a Constituição Federal.

Com a urbanização, surge a necessidade de expansão dos serviços essenciais - como energia, água e esgoto -, além dos serviços de infra-estrutura, como pavimentação, telefones públicos, placas de sinalização. Há também a necessidade de uma regulamentação conjunta para disponibilização e uso das áreas onde esses serviços são implantados.

Nos dois artigos existentes na Constituição Brasileira (artigos 182 e 183), voltados para o estabelecimento de uma disciplina de ocupação do solo urbano e para as políticas

públicas, comenta Antunes (2002) a necessidade de se assegurar uma ocupação racional e socialmente justa dos territórios de nossas cidades.

Diante da necessidade de aplicação das legislações vigentes, surgiu o Direito Ambiental, definido como a ciência que estuda as questões ambientais e suas relações com o homem. Essa área do Direito tem como objetivo a proteção do meio ambiente para a melhoria da qualidade de vida, como um todo, da atual e da futura geração. A expressão meio ambiente já está consagrada na doutrina, jurisprudência e na própria consciência da população, e pode ser conceituada como sendo o conjunto de condições, leis, influências, alterações e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas ( art. 3º., inciso I, da Lei nº 6.938/81).

Um dos princípios fundamentais do Direito Urbanístico é o da função social da propriedade. Esse princípio é citado, por diversas vezes, pela Constituição Federal ( art. 5º, XXIII, art. 156, § 1º, art. 170, II, art. 182, caput, art. 184, caput, art. 185, parágrafo único, e art. 186). É, sem dúvida, uma limitação ao direito de propriedade, devendo esta exercer uma função social e não somente individual. Em outras palavras a propriedade privada não pode ser utilizada inadequadamente (MEDEIROS, 2003)

Esse princípio deve estar em consonância com a necessidade também de proteger o meio ambiente. Isso está previsto no art. 225, caput, da CF, que declara: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Cabe ainda ao Município definir espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, sendo vetada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção (art. 225, § 1º, inc. III, da CF).

Os procedimentos legais necessários para se ter a autorização de implantação dos projetos de arborização urbana, como também para a manutenção através do processo de poda, são de responsabilidade do poder público municipal, em atendimento aos Planos Diretores e aos planos específicos de Arborização Urbana e o de Uso e Ocupação do Solo.

Entretanto, a Legislação Ambiental - seja Federal, Estadual ou Municipal -induz o cidadão, como elemento da sociedade, a uma conscientização ambiental. O cidadão, por princípio do direito público ou privado, tem responsabilidade civil pelos danos causados ao meio ambiente (art. 225, § 3 da Constituição 1988).

Assim exposto, qualquer atividade humana que seja lesiva ao meio ambiente, está sujeita a penalidades legais, como também será facultada, por competência comum, o direito de proteger o meio ambiente e preservar a flora.

Como instrumentos para uma gestão e implantação de projetos de arborização, faz-se necessário o cumprimento das leis e de normas ambientais Federal, Estadual ou Municipal.

### 3.8.1 O bem ambiental

Conforme Medeiros (2003), é questão relevante saber equacionar os problemas resultantes da geração de bens para o homem, que implicam depredação do meio ambiente. Isso se deve ao dever de preservar os recursos naturais, de forma a disponibilizá-los para as presentes e futuras gerações, com fim de qualificar a vida.

Diante da necessidade de melhor contextualizar os direitos da sociedade moderna, a Constituição Federal de 1988 criou o direito difuso, definido como trans individual. Nessa ótica, o texto Constitucional define meio ambiente como um bem de uso comum a todos, dentro dos limites constitucionais, encontrando-se difuso na sociedade.

Conforme Fiorillo (apud MEDEIROS, 2004), após o advento da Carta Maior, o ordenamento jurídico contempla a existência de três distintas categorias de bens: o público, o privado e o difuso. O bem difuso atribui à coletividade apenas o seu uso, e ainda assim o uso que importe assegurar às próximas gerações as mesmas condições de que as presentes desfrutam. Trata-se de um bem que não é público nem privado e se caracteriza justamente pelos critérios da indivisibilidade do objeto, além da indeterminabilidade dos titulares, interligados apenas por circunstâncias de fato.

Outrossim, cita Medeiros, no entender de Lyra (1997), o meio ambiente tem uma concepção ampla que vai além dos limites estreitos fixados pela Ecologia, abrangendo toda natureza original (natural) e artificial, bem como os bens culturais correlatos. Isso quer dizer que nem todos os ecossistemas são naturais.

Para Fink e Pereira (apud MEDEIROS, 2004) a doutrina normalmente classifica o meio ambiente como natural, artificial e cultural. Elementos naturais são os encontrados em seu estado natural, sem processo de transformação artificial, como o solo, a água, o ar atmosférico, a flora e a fauna. Os elementos artificiais estão compreendidos no espaço urbano construído: edificações, praças, rede de esgoto, ruas, áreas verdes e todos os assentamentos e infra-estrutura de reflexos urbanos. Já os elementos culturais, que ora se constituem de

elementos naturais, ora de elementos artificiais, são: os patrimônios artísticos, arquitetônicos, históricos, turísticos, paisagísticos, arqueológicos e espeleológicos.

### 3.8.2 O dano ambiental

Por se constituir um bem comum a todos, qualquer degradação que o meio ambiente venha a sofrer implicará lesão a esse conhecido patrimônio da humanidade. “Assim, toda e qualquer atividade que cause alteração do ambiente, a ponto de afetar o seu equilíbrio ecológico, será considerada poluidora e o seu produto, dano ambiental” (LYRA, 1997, p.53).

O art. 225 da Constituição da República, no seu caput, preceitua ser dever de todos manter o meio ambiente ecologicamente equilibrado. Outrossim, no § 3º do mencionado artigo, há a obrigatoriedade da reparação dos danos ambientais. Assim, as condutas e atividades consideradas lesivas ao bem ambiental sujeitarão os infratores a sanções cíveis, penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados (Medeiros, 2004).

O dano ambiental caracteriza-se pela pluralidade difusa de vítimas, mesmo quando certos aspectos particulares da sua danosidade atingem individualmente determinados sujeitos. Isso se deve à conformação que o Direito dá ao bem ambiental, considerado bem de uso comum do povo (MILARÉ, 1996).

Outrossim, no entendimento de Fiorillo (2000), se ocorrer lesão a um bem ambiental resultante de atividade praticada por pessoa física ou jurídica, pública ou privada, que de forma direta ou indireta seja responsável pelo dano, há caracterização deste, assim como a identificação do poluidor, aquele que terá o dever de indenizá-lo.

Todavia, nem sempre é possível se valorar a lesão a um bem ambiental, sendo o mesmo considerado de difícil reparação. A doutrina menciona duas formas principais dessa reparação: a primeira é o retorno ao statu quo ante, ou seja, a reparação ou recuperação do meio ambiente lesado; a segunda é a reparabilidade através de indenização pecuniária pelo dano causado. A recuperação do dano é o modo mais adequado para ressarcir o prejuízo causado ao meio ambiente. Entretanto, vê-se, na prática, que essa forma de reparar o meio ambiente é sempre inviável. Nesse caso, então, é admitida a indenização pela via financeira, Medeiros (2004).

Nessa perspectiva o § 1º, do art. 14, da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) prevê a reparação da modalidade de dano ambiental exercível

coletivamente. Ademais, este tipo de dano que diz respeito aos interesses difusos e coletivos strictu sensu, tem sua reparabilidade feita de forma indireta, através do denominado Fundo para Reconstituição dos Bens Lesados, conforme o art. 13, da Lei da Ação Civil Pública (Lei nº 7.347/85), haja vista que precipuamente o meio ambiente é um bem de uso comum do povo, portanto, com sujeitos indetermináveis.

Quanto à sua extensão, o dano ambiental pode ser ordenado como Dano Patrimonial Ambiental, quando diz respeito à restituição, recuperação, ou indenização do bem ambiental lesado; Dano Extrapatrimonial ou Moral Ambiental, que está relacionado a todo prejuízo não-patrimonial ocasionado à sociedade ou ao indivíduo, em virtude de lesão do meio ambiente em face de valores de ordem espiritual, ideal ou moral, o que se configura como dano moral (LEITE, 2000).

Para Paccagnella (1999), é juridicamente possível o ressarcimento de danos morais difusos e coletivos, inclusive com possibilidade de cumulação entre indenizações por danos materiais e danos morais, conforme a Súmula 37 do Superior Tribunal de Justiça. Para tanto se faz necessário caracterizar a ofensa ao sentimento difuso ou coletivos, constituídos de dores, sofrimentos, ou desgosto de uma comunidade.

Buscando atender a legislação é que os Municípios e as Concessionárias têm criado Leis e Procedimentos com respeito ao Manejo da Arborização Urbana, algumas com a preocupação de manutenção dos ecossistemas urbanos e da valoração ambiental.

Referente ainda aos danos ambiental no que concerne a arborização urbana, no art. 49 da Lei Federal 9.605/98 – Lei de Crimes Ambientais – determina explicitamente a penalização para quem destruir, danificar, lesar ou maltratar plantas de ornamentação de logradouros públicos, por qualquer modo ou meio. Desta forma a legislação federal protege a arborização, cabendo no entanto aos municípios elaborarem suas próprias leis de forma a coibir o vandalismo e degradação do arboreto em vias públicas de acordo com suas realidades.

### 3.8.3 Plano da arborização urbana no município de Recife

A Lei 16.680/2001 dispõe sobre o Plano de Arborização Urbana do Município do Recife, contemplando as ações de planejamento, plantio, monitoramento, avaliação e conservação da arborização urbana. Nessa Lei, destaca-se o Art. 6º, em que fica determinado

que as podas das árvores públicas são de responsabilidades do Poder Público Municipal e só poderão ser executadas por pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, devidamente credenciadas junto ao órgão municipal responsável. Por outro lado, o artigo 151 do Código de Águas, Decreto 24.643 (1934), no capítulo I, das concessões, diz que:

*Para executar os trabalhos definidos no contrato, bem como para explorar a Concessão, o concessionário terá, além das regalias e favores constantes das leis fiscais e especiais, os seguintes direitos: utilizar os terrenos de domínio público e estabelecer as servidões nas mesmas e através das estradas, caminhos e vias públicas, com sujeição aos regulamentos administrativos.*

Dessa forma, o espaço aéreo onde estão instaladas as redes aéreas, constituem uma limitação legal à propriedade, pela servidão. Há, assim, servidão aérea sobre o bem municipal e, como tal, o detentor da servidão pode fazê-la valer administrativa ou judicialmente (ABRADEE, 1990).

Sendo assim, reforça-se a idéia de que é das prefeituras municipais a responsabilidade pela poda de árvores, podendo, no entanto, as concessionárias executá-las, quando as árvores próximas às redes vierem a constituir riscos iminentes de acidentes para as pessoas, instalações da empresa e/ou interrupções de energia elétrica, como está previsto no parágrafo terceiro do Plano de arborização do Recife:

*§ 3º. Art. 6º. – Serão permitidas as podas quando comprovadamente necessárias, mediante laudo técnico responsável, evidenciando a existência de galhos mortos, atacados por pragas ou doenças ou sejam fonte iminente de perigo ou prejuízo a pessoas veículos ou edificações, ou ao fornecimento de serviços essenciais, desde que balizados por critérios que permitam compatibilizar a necessidade de poda com a redução de prejuízos morfofisiológicos, estéticos, fitossanitários, a estabilidade e segurança da árvore.*

As penalidades são previstas, no Art. 130 da referida Lei que define o plano de arborização no seu art.8º. são considerados infratores aqueles que, provocam danos e injúrias às arvores das vias públicas, inclusive praticando podas não autorizadas ou mal executadas. Assim, pessoa física ou jurídica são infratores.

### 3.8.4 Lei de uso e ocupação do solo

Outrossim, a Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife (Lei nº 16.176/96, de 09/04/1996) determina a organização do espaço urbano da cidade do Recife, dividindo o território municipal em 04 (quatro) tipos de Zonas: de Urbanização Preferencial – ZUP; de Urbanização de Morros – ZUM; de Urbanização Restrita - ZUR; de Diretrizes Específicas – ZDE.

As ZUP são áreas que possibilitam alto e médio potencial construtivo compatível com as condições geomorfológicas, de infra-estrutura e paisagísticas. Já a ZUM é constituída de áreas que, pelas suas características geomorfológicas, exigem condições especiais de uso e ocupação do solo de baixo potencial construtivo. Quanto as ZUR, estas se caracterizam pela carência ou ausência de infra-estrutura básica e densidade de ocupação rarefeita, na qual será mantido um potencial construtivo de pouca intensidade de uso e ocupação do solo.

As ZDE compreendem as áreas que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores de uso e ocupação do solo, e classificam-se em: Zonas Especiais de Preservação do Patrimônio Histórico-Cultural – ZEPH; Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS; Zonas Especiais de Proteção Ambiental – ZEPA; Zonas Especiais de Centros – ZEC; Zona Especial do Aeroporto – ZEA; e Zonas Especiais de Atividades Industriais – ZEAI.

No entanto, na prática, verifica-se que, apesar da legislação existente, os ecossistemas são degradados, os grandes empreendimentos continuam sendo executados, sobrepondo-se à necessidade de preservação da fauna e da flora, em especial, do mangue que está sendo aterrado para satisfazer a interesses políticos e financeiros que levam à ocupação e liberação dos espaços urbanos. Contraria-se, assim, a Lei de uso e ocupação do solo do Município de Recife, no capítulo das disposições preliminares que diz:

*Art. 3º - A regulação urbanística de que trata esta Lei considera as características geomorfológicas do território municipal, a delimitação física entre morros e planície, bem como a infra-estrutura básica existente, o solo e as paisagens natural e construída.*

Em complemento ressaltam-se os artigos do Capítulo IV que tratam do solo natural. Anteriormente, afirmou-se que a árvore necessita de espaço ao seu redor. Isso consta explicitamente nos artigos abaixo transcritos:

*Art. 66 - Na ZUP 1, a Taxa de Solo Natural será de 25% (vinte e cinco por cento), admitindo-se uma parte tratada com revestimento permeável, desde que sejam preservadas as árvores existentes, na proporção de 10 m<sup>2</sup> (dez metros quadrados) por árvore, não podendo o somatório dos valores correspondentes às arvores exceder a 5% (cinco por cento) da área total do terreno.*

*Art. 67 - Na ZUP 2, a Taxa de Solo Natural será de 50% (cinquenta por cento) admitindo-se uma parte tratada com revestimento permeável que não ultrapasse 10% (dez por cento) da área total do terreno, ressalvado o disposto no parágrafo único deste artigo.*

**Parágrafo Único** - *Poderá ser concedida uma ampliação da área a ser tratada com revestimento permeável, desde que sejam preservadas as árvores existentes, na proporção de 10m<sup>2</sup> (dez metros quadrados) por árvore, desde que o somatório dos valores correspondentes às árvores não exceda a 10% (dez por cento) da área total do terreno.*

*Art. 68 - A área resultante do índice determinado nos artigos 66 e 67,deverá ser tratada com vegetação, sendo que uma parte , equivalente a 50% (cinquenta por cento), deverá ter plantio de árvores de porte.*

Portanto, observa-se que a responsabilidade por dano ambiental não se fixa na culpa, mas tão-somente na relação causal entre risco e dano, entre a conduta e a lesão. Dessa forma, qualquer que seja a conduta do poluidor que resulte em prejuízo ao ambiente, o agente estará automaticamente obrigado a indenizar, satisfazendo, assim, os desejos da sociedade. Ademais, a Lei contempla apenas a interesse privado mas, sobretudo, o público, pois trata da lesão de um bem geral pertencente a toda a coletividade.

Também é regra da responsabilidade civil ambiental, na modalidade do risco integral, não admitir qualquer excludente de responsabilidade, como o caso fortuito e a força maior.

Outrossim, a responsabilidade civil situa-se em dois ramos do Direito, de conformidade com a natureza do dano ou de seu causador. Assim, poderá revestir-se de princípios tanto do Direito Público quanto do Direito Privado.

A responsabilidade civil pública ou a responsabilidade da administração pública ocorrem por ação ou omissão no dever constitucional de agente do Poder Público em evitar prejuízo ao meio ambiente. Pode o Estado também ser responsabilizado em face de danos ambientais causados por terceiros, desde que se caracterize desleixo por parte da esfera governamental no impedimento da ocorrência de tais danos.

Sendo o Estado promotor da defesa do meio ambiente na sociedade, quando elabora e executa políticas públicas ambientais e quando exerce o controle e a fiscalização das atividades potencialmente degradadoras do meio ambiente, é também, em muitas circunstâncias, responsável direto ou indireto pela degradação da qualidade ambiental. Isso decorre da omissão do dever de adotar as medidas administrativas necessárias à preservação e à restauração de bens e recursos ambientais, inclusive quanto à proteção do patrimônio cultural. Mas a gestão do meio ambiente, embora se constitua num dever do Poder Público, não é monopólio do Estado, que deve administrar a qualidade ambiental com a participação direta da sociedade e em sintonia com as expectativas desta.

### 3.8.5 Plano diretor do município do Recife

Muitos municípios criaram e aprovaram os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, muitos mais restritivos do que a Lei Federal. Em Recife, o referido plano se encontra no processo final de discussão. Esse documento se apresenta como um dos principais instrumentos da gestão municipal, com vistas ao enfrentamento dos problemas urbanos, mas também como potencializador dos recursos disponíveis. As gestões municipais têm enfrentado enormes desafios na regulação e orientação da produção do espaço da cidade e na promoção do desenvolvimento sócio-econômico, como se têm constatado no Recife, como nas grandes cidades brasileiras, o crescimento se realiza sem que haja um adequado ordenamento, dificultando as respostas às demandas dos diversos atores sociais que interagem na cidade, comprometendo assim, a perspectiva de construção de uma cidade mais justa e igualitária.

Dentre os problemas do Recife, que são discutidos reconhecidamente são:

- descontinuidade das redes de infra-estrutura;
- grande demanda metropolitana pelas infra-estruturas municipais;
- degradação do meio ambiente causada pela deficiência dos serviços de saneamento ambiental;
- degradação da paisagem e do ambiente construído;
- desvalorização dos espaços públicos;
- degradação de edificações e sítios de valor histórico;

- degradação de assentamentos habitacionais;
- desequilíbrio no acesso aos equipamentos e serviços urbanos;
- ocupação intensiva de áreas de risco; e
- processo histórico de desarticulação entre os diversos canais de participação e instrumentos de planejamento.

No entanto, o Recife dispõe de diversos recursos naturais, materiais e imateriais, os quais necessitam de ações e estratégias que precisam ser potencializadas.

## 4 METODOLOGIA

A metodologia aplicada consistiu no levantamento bibliográfico de pesquisas relativas ao estudo dos impactos ambientais das redes de energia elétrica sobre a arborização, procedimentos e normativos adotados pelas Concessionárias – CELPE, CEMIG, CPFL -, contratos de serviços terceirizados na manutenção das redes de distribuição de energia, relatórios dos serviços realizados pela Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife, durante os últimos quatro anos, no município, relativo à manutenção da arborização urbana, de forma a criar uma base de dados como subsídio para o estudo a ser realizado.

A prática constituiu do trabalho em campo, que constou de um diagnóstico contendo cadastro das árvores que estavam localizadas sob as redes aéreas. Foram enfatizadas as redes de energia por causar riscos de acidentes, e causar impacto de maior intensidade na arborização urbana.

Esse levantamento de campo foi realizado por uma equipe composta de uma engenheira agrônoma, um arquiteto, um estudante de biologia e um estudante de geografia. A pesquisa prática foi desenvolvida da seguinte forma:

- análise dos dados comparativos - Como forma de pesquisa, foi necessária a realização de um comparativo das ações praticadas pelas concessionárias de energia no que diz respeito aos conflitos registrados entre as redes de serviços e a arborização. Com essa finalidade, realizou-se uma visita técnica às cidades onde se localizam as concessionárias, (Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG), em Belo Horizonte, e (Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL), em Campinas –S.Paulo. Tomou-se como parâmetro a CELPE, de forma a subsidiar os estudos realizados;
- definição do espaço amostral de cada município;
- elaboração de planilha para diagnóstico realizado em campo com vistas aos aspectos e impactos ambientais;
- ajuste da planilha após diagnóstico realizado em área piloto;
- levantamento dos dados;
- levantamento dos riscos ambientais decorrentes da manutenção das árvores e redes de distribuição de energia;
- sistematização e análise dos dados;

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO AMOSTRAL

Para caracterização do espaço amostral dentro do conceito definido pelos sistemas de engenharia na utilização de territórios, é necessária à compreensão do conjunto de infra-estruturas, do dinamismo da economia e da sociedade, o envolvimento e o movimento da população. Deve-se, ainda, compreender a distribuição da agricultura, da indústria e dos serviços, o arcabouço normativo, em que se incluem as legislações civis, fiscais e financeiras que, juntamente com o alcance e a extensão da cidadania, configuram as funções do espaço geográfico.

Enquanto procedimento para entender essa proposta de espaço amostral baseado na perspectiva de território e de redes, faz-se necessário compreender as formas geográficas materiais, tais como: o tipo e a classificação do sistema viário, enquanto local, regional, estadual, nacional, por exemplo, assim como a largura das faixas de rolamento, a existência de canteiros, bem como do mobiliário e demais equipamentos, estruturas e sistemas de redes urbanas presentes.

Ao mesmo tempo, é importante identificar as formas sociais, jurídicas e políticas que regem esses territórios, ou seja, os principais utilizadores, consumidores desses territórios, bem como as relações legais que os disciplinam e os mecanismos de gestão e intervenção a que estão submetidos.

O levantamento da situação atual dos territórios, voltados ao estudo dos eixos de circulação implicam a consideração do estudo de povoamento relacionado à:

- ocupação econômica;
- sistemas de movimento de homens, capitais, produtos, mercadorias, serviços, mensagens e ordens;
- fluidez do território

Nesse estudo, atentar-se-á para os arcabouços técnicos relativos aos sistemas de urbanização viária, em especial para as técnicas que tornem compatível o desenvolvimento tecnológico das telecomunicações, linhas de abastecimento de gás, de energia elétrica e as tecnologias de manejo da arborização pública, de forma que ocorra a convivência harmônica desses elementos que constituem essas redes (GOMES, 2004).

A Região Metropolitana do Recife é entendida neste estudo, como espaço físico sobre o qual foram observadas as características quantitativas e qualitativas de unidades amostrais constituídas por parcelas de área fixa, pontos amostrais, como árvores, redes de distribuição de energia e outros componentes do sistema urbano.

Em todos os municípios a arborização e as redes de distribuição de energia foram caracterizados e estão analisados posteriormente nesse trabalho.



**Fig. 9 ( mapa da RMR)**

**Fonte: CPRH (2004)**

Quatorze municípios fazem parte RMR. Recife, o principal deles é encontrada a Região Metropolitana e, coincidentemente, a divide em duas sub-regiões ecologicamente distintas e, portanto, com aptidões naturais e respostas ao manejo do meio físico, também, diferenciadas. Essa característica natural favorece a subdivisão geográfica da área em duas partes: Região Metropolitana - parte Norte, englobando os municípios de Araçoiaba, Igarassu, Itapissuma, Itamaracá, Paulista, Olinda, Abreu e Lima, Camaragibe, São Lourenço da Mata e a capital do Estado, Recife; e a Região Metropolitana - parte Sul, formada pelos municípios de Moreno, Jaboatão dos Guararapes, Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho (fig.9).

A Região Metropolitana do Recife-RMR perfaz uma área de 2.742,4 km<sup>2</sup>, o que equivale a 2,82% do Estado de Pernambuco. Embora totalizando um pequeno percentual do Estado, a população que a região abriga, de 3.350.654 habitantes, corresponde a aproximadamente 40% do total do Estado, segundo dados do Censo do IBGE, de 2001; conforme pode ser visto na tabela 7.

Tabela 7– Municípios que compõem a RMR

Municípios	Área	Pop.Total	Pop.Urbana	Pop.Rural	IDH	IDH
	(Km2)	(2000)	(2000)	(2000)	(1991)	(2000)
1-Abreu e Lima	128,5	89.039	77.696	11.343	0,668	0,730
2-Araçoiaba	96,5	15.108	12.447	2.661	0,514	0,637
3-Cabo de S.Agostinho	446,5	152.977	134.486	18.491	0,630	0,706
4-Camaragibe	48,1	128.702	128.702	-	0,678	0,747
5-Igarassu	302,9	82.277	75.739	6.538	0,627	0,718
6-Ilha de Itamaracá	65,1	15.858	12.930	2.928	0,651	0,743
7-Ipojuca	512,6	59.281	40.310	18.971	0,530	0,657
8-Itapissuma	73,9	20.116	16.330	3.786	0,589	0,695
9-Jab.dos Guararapes	256,2	581.556	568.474	13.082	0,700	0,776
10-Moreno	191,3	49.205	38.294	10.911	0,618	0,693
11-Olinda	37,9	367.902	360.554	7.348	0,731	0,792
12-Paulista	101,8	262.237	262.237	-	0,739	0,799
13-Recife	217,8	1.422.905	1.422.905	-	0,740	0,797
14-S.Lourenço da Mata	263,3	90.402	83.543	6.859	0,613	0,707
<b>Total RMR</b>	<b>2.742,4</b>	<b>3.337.565</b>	<b>3.234.647</b>	<b>102.918</b>	<b>0,716</b>	<b>0,783</b>
<b>Pernambuco</b>	<b>98.588,3</b>	<b>7.918.344</b>	<b>6.068.249</b>	<b>1.860.096</b>	<b>0,614</b>	<b>0,692</b>

Fonte: IBGE – Censo Demográfico 2000; DATASUS – 2000; DATASUS-SIM/SINASC – 2000; FIDEM: Metr pole Estratégica, 2002; Estudos dos Impactos Socioeconômicos e Espaciais do Projeto de Duplica o da BR – 232 – 2002, Condepe, Seplandes e Ipea.

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA PILOTO

Para efeito da pesquisa, tomou-se como área piloto o trecho da Av João de Barros e Avenida Visconde de Suassuna (fig, 10), onde foi realizado o georreferenciamento das árvores com GPS, com auxílio do Mapa (Mapa do Desenvolvimento Urbano - MDU), cuja posteação foi cadastrada pelo número de referência utilizado pela CELPE, e realizado um diagnóstico da arborização conforme aspectos observados contidos na planilha de coleta de dados. Essa área foi escolhida de forma que se pudesse aprimorar a ficha cadastral para pesquisa de campo.



**Fig. 10 - Foto aérea - Av. João de Barros c/Av Visconde de Suassuna Recife –PE ( Fonte: Prefeitura do Recife - 2004)**

A árvore denominada de nº 1 foi uma *Mangifera indica* L. (mangueira) localizada em frente ao Prédio da CELPE, servindo como referencial para o georreferenciamento das demais. Ao todo, foram georreferenciadas 97 árvores, na maioria *Licania tomentosa*, e os diagnósticos se encontram nas análises dos resultados.

A figura 11 refere-se ao mapa das Regiões Político-Administrativo – RPA, do município do Recife de forma que se possam identificar os bairros cujas áreas foram pesquisadas.

## REGIÕES POLÍTICO-ADMINISTRATIVAS - RPA

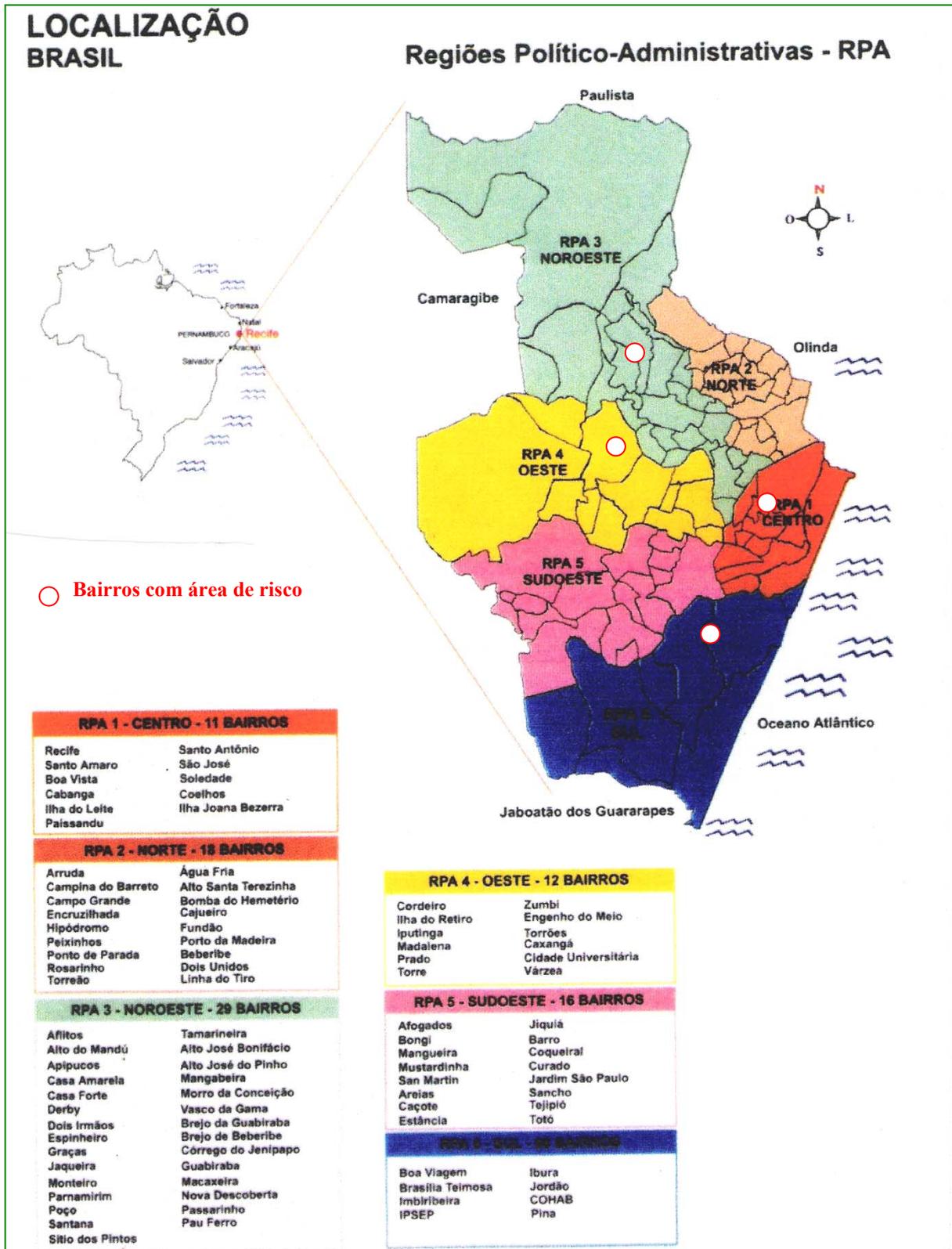
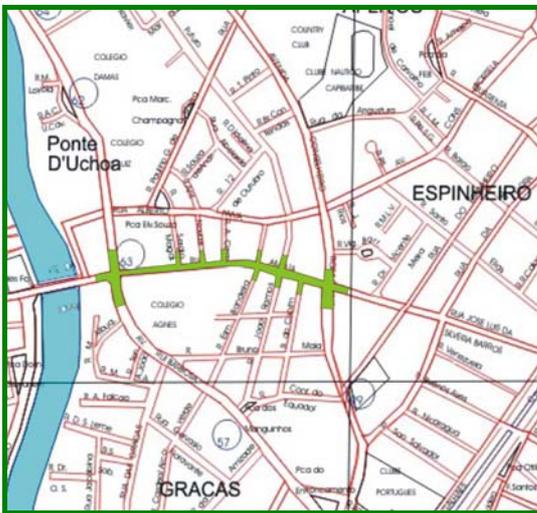


Figura 11 – Mapa do Município de Recife -PE  
Fonte: Prefeitura do Recife (2000)

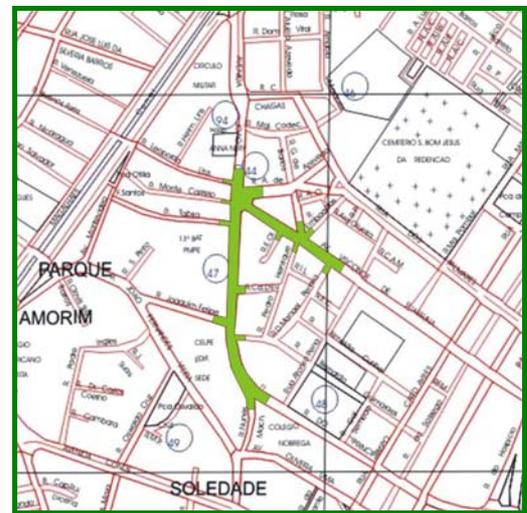
A área estudada é constituída predominantemente de construções verticais, algumas residências, consultórios e comércio. Nela há uma demanda de serviços e, conseqüentemente de redes e equipamentos urbanos. Os subsistemas, como as calçadas e pista de rolamento, não foram planejados para comportar as árvores, os postes de iluminação, telefones públicos, comerciantes ambulantes, estacionamentos. Torna-se deficiente e precária a infra-estrutura existente.

Outras áreas de relevância também foram incorporadas na pesquisa por se tratar de área com árvores em situação de risco como: Avenida Abdias de Carvalho, Rua Amélia e algumas ruas localizadas no Bairro de Boa Viagem.

Mapas de localização dos espaços amostrais cuja arborização observada – 2004



**Fig. 12 – R. Amélia (Espinheiro), trecho que vai da Av. Rui Barbosa ao cruzamento com Av. Rosa e Silva – Recife.**



**Fig. 13 - Av. Visconde de Suassuna (B.Vista) trecho que vai do cruzamento da Rua Com Manuel Pereira ao cruzamento da Av. João de Barros – Recife**



Figura 14 – Mapa da Região Metropolitana do Recife

## 4.3 COLETA DOS DADOS

### 4.3.1 Material de Campo

Utilizou-se, para levantamento dos dados uma máquina fotográfica, um “lap top”, um GPS (utilizado na área piloto), trena de 50 m e planilha de coleta de dados (tabela 8).

A planilha contém dados referentes às espécies encontradas na RMR. Esses dados dizem respeito à frequência com que as espécies interferem na fiação, altura das árvores e das redes, circunferência medida da superfície à altura do peito (CAP – cm), nº de poste e/ou nº. do imóvel, e parâmetros que foram selecionados para diagnosticar os aspectos e impactos mais representativos para realização do diagnóstico da arborização. Foi realizado o levantamento fotográfico com a finalidade de retratar as situações reais descritas.

### 4.3.2 Período de realização da coleta em campo

A pesquisa de campo realizou-se entre os meses de janeiro e novembro de 2004, com objetivo de recolher subsídios para elaboração de um diagnóstico da arborização e das redes de distribuição de energia elétrica.

### 4.3.3 Processo de amostragem

Os estudos realizados foram analisados pelo método estatístico descritivo e pelo índice ecológico em árvores situadas sob as redes de distribuição e próximas à posteação. Foram utilizadas como amostragem estratificada as ruas com arborização.

Essas ruas foram identificadas, tanto no Recife como nas demais cidades da RMR, como áreas potencialmente de risco devido à presença das redes e da arborização disputando o mesmo espaço viário. Essa identificação foi realizada inicialmente junto a CELPE e, em seguida, junto a Prefeitura do Recife através do Departamento de Parques e Áreas Verdes, onde são registrados os pedidos de poda ou erradicação de árvores, através de petições formalizadas.

Foram registradas 1572 árvores nos 14 municípios da RMR. Dentre estas 764 foram diagnosticadas na cidade do Recife, e as outras, nos demais municípios. Como alguns municípios apresentaram uma menor dominância de estrato composto por árvores com distâncias esparsas, isoladas ou fora do domínio das redes, elas foram excluídas dos índices tratados, porém analisados de forma diferencial. Os municípios cujos extratos somaram 100 árvores - isso por conter quantitativamente as variáveis capazes de serem representadas por valores numéricos obtidos por intermédio da análise de amostras (o que se denomina Inferência Estatística descritiva) - foram os municípios selecionados.

Como o município de Recife possui uma maior densidade arbórea e registra os maiores índices de reclamação da população com relação à poda executada pelas concessionárias de energia e telecomunicação foi estudada um maior número de árvores.

#### 4.4 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

A abundância das espécies é expressa em número de árvores por extrato nos municípios, e isso é considerado como variável principal, já que os impactos significativos ocorridos pelas redes de distribuição de energia estão relacionados às áreas predominantemente arborizadas.

##### 4.4.1 Variáveis qualitativas relacionadas ao aspecto fitotécnico das árvores

- mutilada sem recuperação – espécies danificadas por vandalismo, poda drástica;
- mutilada com recuperação – espécies danificadas com indícios de recuperação, como brotações, coloração da folhagem;
- ataque de praga – visivelmente atacada;
- ataque de doença – sintomas identificados, como vigor, aspectos fisiológicos;
- inclinação sem solução – provocado por poda que desequilibra as espécies, sem reação metabólica;
- inclinação com recuperação – desenvolvimento de sistemas biodinâmicos capazes de regeneração;
- corte severo de raízes – identificado visivelmente e causador da ação;

- descortificada – degeneração da camada externa do fuste com alcance do floema;
- árvore morta – proveniente de vandalismo, ou poda drástica;
- árvore sadia (espécie adequada) – compatibilidade da árvore com relação ao local de plantio; árvore identificada sem nenhuma injúria, nem ocorrência de conflitos;
- muda recém-plantada – identificação de plantio realizado recentemente;
- poda de desvio – poda realizada para livrar os galhos da fiação;
- plantio inadequado – espaço inadequado e presença de outros equipamentos urbanos sem obedecer às normas de distâncias;
- poda de rebaixamento – identificação de podas de contenção constantes;
- poda drástica – identificação da ação de degradação da espécie.

#### 4.4.2 Variáveis quantitativas dos impactos verificados

- conflito – rede energizada *versus* galhos em contato com as redes de energia;
- conflito – rede de água/esgoto *versus* competição das raízes com as caixas de serviços e canalizações;
- conflito – telecomunicação *versus* redes de telefonia, tv a cabo, fora da padronização;
- conflito – calçadas *versus* falta de espaço para desenvolvimento das espécies;
- presença de cabo ecológico – áreas com utilização de cabo ecológico em convivência das redes com as árvores;
- presença de rede multiplexada – utilização das redes de forma que mesmo em contato com a árvore, o risco de desligamento é menor devido ao afastamento das linhas;
- cabo nu – presença de cabo nu junto às árvores, indicando área de risco;
- rede de esgoto – presença de rede de esgoto próxima às raízes;
- rede de água – interferência das raízes próximo na rede de água;
- gasoduto – área identifica com corte de raízes para passagem de gasoduto;
- Rede de telefone – danificação da copa das árvores pela instalação das redes, caixas, junto à arborização;

- Passeio danificado – área obstruída devido a plantios inadequados;
- Construções inadequadas – instalações de barracas, comércio, junto à arborização;
- Alegretes nas árvores – presença de canteiros no entorno do caule da raiz;
- Semáforo – interferência da arborização no semáforo;
- Placa de sinalização – próxima às árvores, ou no tronco das árvores;
- Erradicação sem substituição – espaço com restos de troncos e raízes, necessitando de destoca para plantio;
- Plantio próximo ao meio fio – árvores plantadas sem obedecer à distância mínima do meio fio;
- altura dos cabos telefônicos (0,0 m – 4,5 m) – identificação da irregularidade;
- altura da rede secundária (4,5 a 6,7) - verificação dos padrões;
- altura da rede primária (6,7 – 8,20m);
- altura da rede primária acima de 8,20.

Os parâmetros levantados para subsidiar este estudo, baseou-se num programa de manutenção e cadastro da arborização do Recife, que fazia parte do plano de tratamento ecológico dos logradouros, cuja área de estudo incorporava todo o centro expandido, do Recife antigo até Av. Agamenon Magalhães, somando, aos relatórios resultantes do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento – P&D, da CELPE e da UFPE/2004.

Admitindo-se que os índices quantitativos das espécies, localizadas sob as redes de distribuição de energia são pouco significativos, procurou-se obter avaliações - qualitativas –, a distribuição da vegetação no meio urbano, suas características fitotécnicas e sua interação com as redes de distribuição de energia.

Todos esses caracteres encontram-se na tabela 8, que foi o instrumento de registro, de cada espécie, durante a pesquisa realizada e analisada posteriormente.

Tabela 8 – Modelo de ficha utilizada no levantamento de dados em campo

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO					Ficha n°.: _____					
-Diagnóstico da Arborização e Redes de Energia					Técnico: Maria de Fátima					
					Bairro:		Cidade:		Data	
N°.	Poste	N° do imóvel	N° da Calç.	Altura da Rede	Espécie	obstáculo	CAP	Diagnóstico	N°.	Aspecto Geral
									1	Mutiladas s/recuperação.
									2	Mutiladas c/recuperação.
									3	Ataque de praga
									4	Ataque de doença
									5	Inclinação s/solução
									6	Inclinação c/recuperação
									7	Corte severo de raízes
									8	Epicórnica
									9	Descortçada
									10	Morta
									11	Sadia
									12	Muda recém-plantada
									13	Conflito - rede energizada
									14	Conflito - rede de água/esgoto
									15	Conflito – telecomunicação
									16	Conflito – calçadas
									17	Poda de desvio
									18	Plantio inadequado
									19	Cabo ecológico
									20	Rede Multiplexada
									21	Cabo nu (descoberto)
									22	Rede de esgoto
									23	Rede de água
									24	Gasoduto
									25	Rede telefônica
									26	Passeio danificado
									27	Construção inadequada
									28	Alegretes nas árvores
									29	Semáforo
									30	Placa de sinalização
									31	Erradicação s/substituição
									32	Próximo ao meio fio
									33	Altura 0 a 4,5 cabos telefônicos
									34	4,5 a 6,7 - rede secundária
									35	6,7 - 8,20 - rede primária
									36	Acima de 8,20 - da RP
									37	poda de rebaixamento
									38	poda drástica

#### 4.4.3 Estatística descritiva e índices ecológicos

Para análise estatística descritiva o estudo abrangeu todos municípios da RMR, e para levantamento dos índices ecológicos apenas os municípios (Recife, Olinda, Jaboatão, Moreno, Ipojuca e Cabo) que apresentaram uma quantidade significativa de árvores sob a rede de distribuição, que graficamente fosse representado.

##### 4.4.3.1 Análises estatísticas

Para a análise dos dados foi utilizado o sistema SAS (Statistical Analysis System) e o programa Microsoft Excel 2002. Utilizou-se ainda, a Estatística Descritiva que se refere ao conjunto de técnicas analíticas, adotado para resumir o conjunto de todos os dados coletados na investigação.

##### 4.4.3.2 Análises dos índices ecológicos

Margalef (1958), citado por Pinto-Coelho (2000), sugeriu o uso da teoria da informação (que mede o grau da ordenação e desordenação dentro de qualquer sistema) para comunidades biológicas. Basicamente, utilizam-se dois tipos de informações:

- número de espécies;
- número de indivíduos de cada espécie.

Para esse estudo, utilizou-se a Diversidade e Equitabilidade, o Índice de Similaridade, a percentagem de espécies (comuns, intermediária e rara) e o percentual relativo ao aspecto geral das árvores e aos impactos dos serviços públicos sobre a arborização.

##### 4.4.3.3 Diversidade e equitabilidade

Foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (Krebs 1989), que permite ao investigador identificar a área com maior diversidade e melhor equitabilidade em relação às espécies arbóreas. O índice de diversidade leva em consideração a distribuição de cada espécie por sua abundância relativa (composição) e a riqueza de diversidade das espécies. A equitabilidade de Shannon-Wiener varia de 0 a 0,5 e é empregada em dados de riqueza e abundância (Krebs 1989; Valentin 2000).

#### 4.4.3.4 Índices de similaridade

As medidas de similaridade são muito usadas em ecologia de comunidades. São muito peculiares, uma vez que constituem de coeficientes descritivos e não de parâmetros estatísticos. Não existem, por isso, intervalos de confiança ou erros estimados. Os registros das espécies de árvores dos seis municípios selecionados foram comparados a partir do índice de similaridade de Jaccard e Morisita (Krebs, 1989). As matrizes e o dendograma de similaridade foram calculados pelo método de agrupamento UPGMA – Método não ponderado de agrupamento aos pares por média aritméticas (VALENTIN, 2000).

O índice de Morisita varia de 0 a 1, sendo o valor 1 o máximo de similaridade. Este método é basicamente empregado para quantificar dados de abundância (RICKLEFS, 1996).

O índice de Jaccard varia de 0 a 1, sendo o valor 1 o máximo de similaridade. Esse método é basicamente empregado em dados de abundância com presença e ausência de espécies (VALENTIN 2002, RICKLEFS 1996).

#### 4.4.4.5 Método de distribuição de espécies raras, intermediárias e comuns nos seis municípios estudados da RMR pelo método de Palma

Este método baseia-se na abundância de indivíduos, relacionando a ocorrência e a média de dominância por espécie registrada nas áreas estudadas (ABREU E NOGUEIRA, 1989), referente às espécies comuns encontradas em todos os estratos, as intermediárias em menor proporção e as raras que normalmente não são encontradas em arborização de vias públicas. Os municípios representativos da RMR foram: Recife, Olinda, Jaboatão, Cabo, Moreno e Ipojuca.

#### 4.5 ASPECTOS DA ARBORIZAÇÃO

Para análise desses dados, alguns aspectos foram observados e selecionados pelo grau de interferência e comprometimento das espécies levou-se em consideração o seu aspecto fitossanitário - verificando-se a presença de pragas, doenças, parasitas -, a qualidade da copa (frondosa, epicórnica, clorótica), a qualidade do tronco - como íntegro, descorticado, com cavidades visíveis (oco), com fendas longitudinais (fendido), anelado, furado e cortado -, além da inclinação e registro de ausência ou efetuação de poda.

#### 4.6 RISCOS AMBIENTAIS

Por intermédio de um levantamento dos riscos ambientais de uma atividade, podem-se identificar os problemas, e indicar as providências para eliminação do agente de risco.

A Norma Regulamentadora NR 9 - Riscos Ambientais, de 20/08/1992, estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implantação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA, por parte de todos os empregados. Ela visa à prevenção de problemas de saúde e à segurança dos trabalhadores, através do levantamento dos riscos ambientais existentes nos locais de trabalho.

O mapeamento de riscos ambientais é um instrumento para a gestão do risco. Ele permite a identificação dos locais de maior ou menor probabilidade de ocorrências e pode, assim, fundamentar a tomada de decisão e aumentar o nível de consciência sobre os perigos que ameaçam a sociedade. Com o mapa de risco, várias medidas preventivas podem ser tomadas, reduzindo o risco e melhorando a eficiência do planejamento.

Nesse sentido, buscou-se identificar os possíveis riscos provenientes dos serviços de manutenção relativos à poda de árvores, durante o processo de manutenção das redes.

#### 4.7 IMPACTOS RESULTANTE DOS CONFLITOS EXISTENTES ENTRE A ARBORIZAÇÃO E AS REDES DE SERVIÇOS

Nesta análise, levou-se em consideração a compatibilidade da árvore em relação ao local de plantio e instalações das redes de serviços como: espécie escolhida, presença de fiação, localização das espécies (relativa à proximidade ou distância do meio fio, da placa de sinalização), largura das calçadas quanto ao CAP, raízes e altura das árvores, tomando como referência as redes de serviços.

As redes de serviço observadas foram definidas a partir dos subsistemas já identificados como:

- subsistema viário – formados pelas vias locais, coletores, arteriais e expressas, devido à expansão ou mesmo à abertura de avenidas;
- subsistema de drenagem pluvial - constituído de duas partes : pistas de rolamento e redes de tubulações e seus sistemas de captações ( meios-fios, sarjetas, boca-de-lobo, galerias, poços de visitas, bacias de estocagem, quando próximas às raízes) interferindo no desenvolvimento radicular dos vegetais;
- subsistema de abastecimento de água – que ocorre principalmente na distribuição devido às canalizações e suas localizações;
- subsistema de comunicação – rede de telefonia, TV a cabo, NET e gasoduto;
- subsistema de energia – especialmente as redes de distribuição de energia nas áreas urbanas.

Na tabela 9, encontra-se o quantitativo dos aspectos e impactos observados das espécies estudadas nos municípios selecionados. Essas espécies estão localizadas sob as redes de distribuição de energia. Buscou-se focalizar o problema em escala macro, de forma a subsidiar os dados para análise do diagnóstico referido.

Tabela 9 - Quantificação do aspecto e impactos registrados da arborização urbana

<b>ASPECTO GERAL DA ARBORIZAÇÃO NA RMR</b>		
	<b>Aspecto Geral</b>	<b>QUANTIDADE</b>
1	Mutiladas s/recuperação.	45
2	Mutiladas c/recuperação	37
3	Ataque de praga	201
4	Ataque de doença	130
5	Inclinação s/solução	90
6	Inclinação c/recuperação	42
7	Corte severa de raízes	151
8	Epicórnica	14
9	Descortiçada	169
10	Morta	3
11	Sadia	353
12	Muda recém-plantada	43
13	Conflito - rede energizada	202
14	Conflito - rede de água/esgoto	14
15	Conflito – telecomunicação	490
16	Conflito – calçadas	150
17	Poda de desvio	90
18	Plantio inadequado	132
19	Cabo ecológico	31
20	Rede multiplexada	54
21	Cabo nu	3
22	Gasoduto	561
23	Rede telefônica	23
24	Passeio danificado	113
25	Construção inadequada	12
26	Alegretes nas árvores	54
27	Semáforo	5
28	Placa de sinalização	29
29	Errad. s/substituição	4
30	Próximo ao meio fio	94
31	Altura zero a 4,5 cabo telefônico	23
32	4,5 a 6,7 rede secundária	62
33	6,7 - 8,20 - rede primária	59
34	Acima de 8,20 - da RP	7
35	Poda de rebaixamento	41
36	Poda drástica	110

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos índices estatísticos descritivos e índices ecológicos foi realizada nos municípios de Recife, Olinda, Jaboatão, Moreno, Ipojuca e Cabo de Sto. Agostinho, devido à quantidade de árvores significativas diagnosticadas sob a rede de distribuição. A amostra composta correspondeu a 43% do tamanho dos extratos.

Verifica-se (tabela 10) que a espécie de maior frequência foi a *Terminalia catappa* (amendoeira), originária de Ásia. É uma espécie caducifólia, de grande porte, tronco reto e raízes superficiais. Suas folhas são simples, a filotaxia é alterna, limbo obovado. Os frutos são do tipo drupas elipsóides. Tem casca parda fissurada longitudinal, apresenta ramos verticilados copa estratificada, apresentando densidade foliar intermediária. É uma árvore bastante utilizada devido à sombra que oferece. Apresenta rápido crescimento, mas, quando podada, perde a forma original. Não deve, pois, ser plantada nas ruas e avenidas devido a sua morfologia. Em segundo lugar, vem a *Licania tomentosa* (oiti), espécie de grande porte, cuja ocorrência vai de Pernambuco até Espírito Santo. Possui folhas simples, filotaxia alterna, copa densifoliada, tronco reto, base dilatada, madeira pesada (densidade 0,98g/cm<sup>3</sup>), resistente. Foi bastante utilizada na arborização urbana em Recife, no século passado, mas é incompatível com as redes de serviços públicos devido ao espaço que necessita para o seu desenvolvimento (MARANGON, L.C., 2005).

O plantio de espécies exóticas em ruas, avenidas, parques e praças públicas de nossas cidades é uma prática antiga, porém insignificante diante da riqueza de nossa flora. Isso ocorre exclusivamente por falta de pesquisa sobre o assunto e o desconhecimento de nossas espécies. Acredita-se que mais de 80% das árvores cultivadas nas ruas das cidades brasileiras são da flora exótica. Evidentemente nem todas as espécies de árvores da nossa flora prestam-se para o plantio em áreas urbanas. Muitas apresentam porte muito elevado ou raízes muito volumosas, outras possuem frutos muito grandes ou quebram galhos facilmente com o vento oferecendo risco a população. Mesmo nessas condições extremas, existem muitas espécies nativas que podem ser plantadas. Sua principal restrição está na altura máxima quando adulta, principalmente se existe redes de distribuição de energia.

Tabela 10 - Espécies registradas na RMR, quantidade de indivíduo e sua frequência

N	ESPÉCIES	NOME CIENTÍFICO	QUANT.	f (%)
1	Amendoeira	<i>Terminalia catappa</i> L.	251	16,00
2	Oitizeiro	<i>Licania tomentosa</i> (Benth) Fristsh	134	8,50
3	Acácia semea	<i>Senna siamea</i> (Lam)	122	7,80
5	Acácia mimosa	<i>Pithecolobium Dulce</i> (Roxb.) Benth.	104	6,60
4	Figueira	<i>Ficus bejamina</i> L.	103	6,50
5	Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i> Benth.	103	6,50
6	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	97	6,10
7	Mangueira	<i>Mangifera indica</i> L.	95	6,00
8	Flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Boj. Ex Hook.) Raf	88	5,60
9	Algodão de Praia	<i>Hibiscus tiliaceous</i> L.	63	4,00
10	Craibeira	<i>Tabebuia caraiba</i> Bur.	57	3,63
12	Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> Lam.	52	3,30
13	Angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	43	2,70
14	Mulungu	<i>Erithrina velutina</i> Willd.	43	2,70
15	Coqueiro	<i>Cocus nucifera</i> L.	39	2,48
15	Algaroba	<i>Prosopis juliflora</i> D.C.	35	2,20
16	Ipê roxo	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo.	31	1,90
17	Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i> L.	20	1,20
18	Acácia rosa	<i>Cassia javanica</i> L.	19	1,20
19	Pau Brasil	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	13	0,80
20	Ficus italiano	<i>Ficus elástica</i> Roxb.	10	0,60
22	Tamarindo	<i>Tamaraindus indica</i> L.	9	0,57
23	Palmeira leque	<i>Latania commersonii</i> J.F.Gmel.	9	0,57
24	Espatódia	<i>Spathodea nilotica</i> Seem	8	0,51
25	Gameleira	<i>Ficus calyptroceras</i> Miq.	8	0,51
26	Azeitona	<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reissek	5	0,32
27	Jaqueira	<i>Artocarpus integrifolia</i> L.	3	0,19
28	Carolina	<i>Adenanthera pavonina</i> L.	3	0,19
29	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth	2	0,13
30	Cajá	<i>Spondias venulosa</i> Mart.	2	0,13
31	Baobá	<i>Adansonia digitata</i> L.	1	0,06
	<b>TOTAL</b>		<b>1572</b>	<b>100</b>

Fonte: Fátima, M. (20004)

## 5.1 Análise dos índices ecológicos

Como toda ciência, a Ecologia necessita adotar subdivisões de seu objeto de estudo (a natureza) Para tanto, faz uso da teoria dos sistemas. Um sistema é um conjunto cujos elementos se unem por meio de propriedades calcadas na interação, na interdependência e na sensibilidade a certos mecanismos reguladores, de tal modo que formam um todo unificado (ODUM, 1963).

O estudo dos índices ecológicos é de natureza ecofisiológica ou comportamental. Está voltado para o acompanhamento individual dos organismos dentro de uma população, identificados pela espécie, hábitat, diversidade e nicho ecológico. Portanto o estudo dos índices ecológicos é importante dentro dos ecossistemas urbanos, pois diagnostica a arborização urbana, em que são tratados os coeficientes descritivos de similaridade, diversidade, equitabilidade e abundância das espécies.

### 5.1.1 Análise dos índices de diversidade e equitabilidade das espécies registradas

Através do índice de diversidade de Shannon-Wiener, foi verificado que Recife registrou o maior índice de diversidade (2,97) e equitabilidade (0,82), devido ao fato de ter o maior número de espécies e maior variabilidade de indivíduos. Os demais municípios registraram uma oscilação no índice de diversidade e equitabilidade, e o que mais se aproximou de Recife foi Moreno com o índice de 2.85 devido ao fato de possuir espécies de árvores semelhantes às de Recife, apesar de um número menor de indivíduos (Tabela 11 e Figura 15).

Tabela 11 - Cálculo do índice de diversidade e equitabilidade - 2004

Municípios	Recife	Olinda	Jaboatão	Moreno	Ipojuca	Cabo
Índice de Diversidade	2,97	2,49	2,27	2,85	2,69	2,79
Índice de Equitabilidade	0,82	0,62	0,55	0,7	0,65	0,67

Fonte: Fátima, M. (2004)

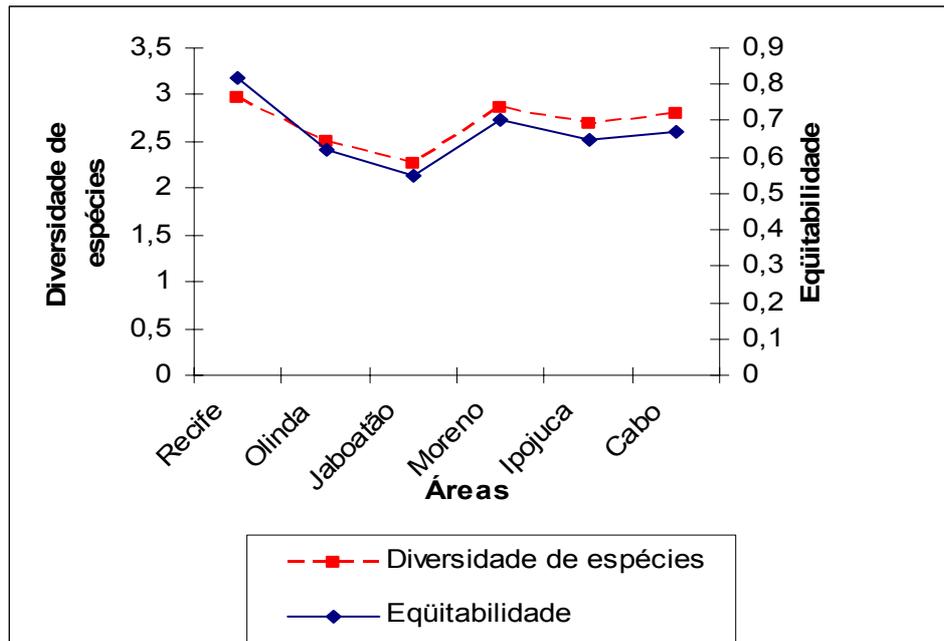


Fig. 15 - Índice de diversidade e equitabilidade das espécies nos municípios amostrados

### 5.1.2 Análise do índice de similaridade de Jaccard

Com a utilização do coeficiente de similaridade de Jaccard ( $r$ ) constatou-se que as áreas dos municípios de Recife, Moreno e Cabo de Sto. Agostinho (figura 16) foram as mais similares em diversidade de espécies arbóreas, com um coeficiente  $>0,6$  e  $p < 0,5$ , com 4000 replicações. Resultando em um  $r = 0,862$ . Olinda, Ipojuca e Jaboatão apresentaram baixa similaridade em relação às três áreas agrupadas, e tornaram-se mais próximos entre si.

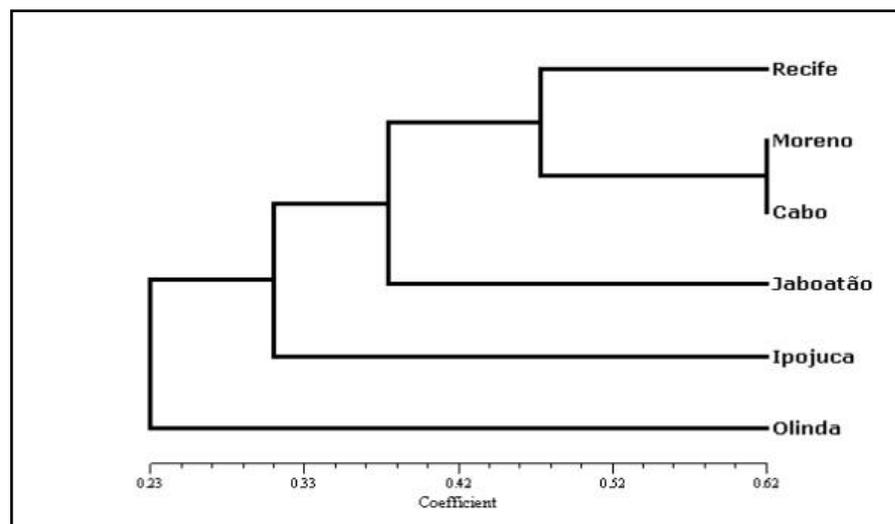


Fig. 16 - Dendrograma de similaridade de Jaccard das árvores registradas nas vias públicas dos municípios da RMR amostrados.

### 5.1.3 Análise do índice de similaridade Morisita

Os estratos foram agrupados pelo método de ligação simples, e apresentaram índices de similaridade  $>0,8$  e  $<0,75$ ; com 4000 replicações obtendo-se  $r=0,87$  e verificou-se que os dados estão bem ajustados (Fig.17). Olinda e Jaboatão mostraram similaridade, assim como Moreno e Cabo de Sto. Agostinho. Em Ipojuca observou-se menor índice de similaridade entre as áreas agrupadas. Já Recife ficou isolado de todos eles nos dois estudos, de Jaccard e Morisita, devido ao maior numero de espécies e de indivíduos.

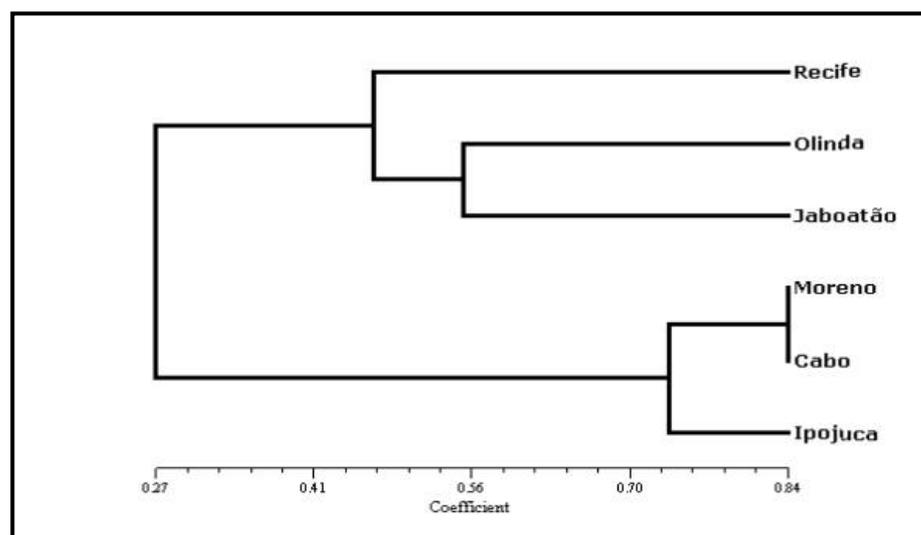


Fig. 17 - Dendrograma de Similaridade Morisita

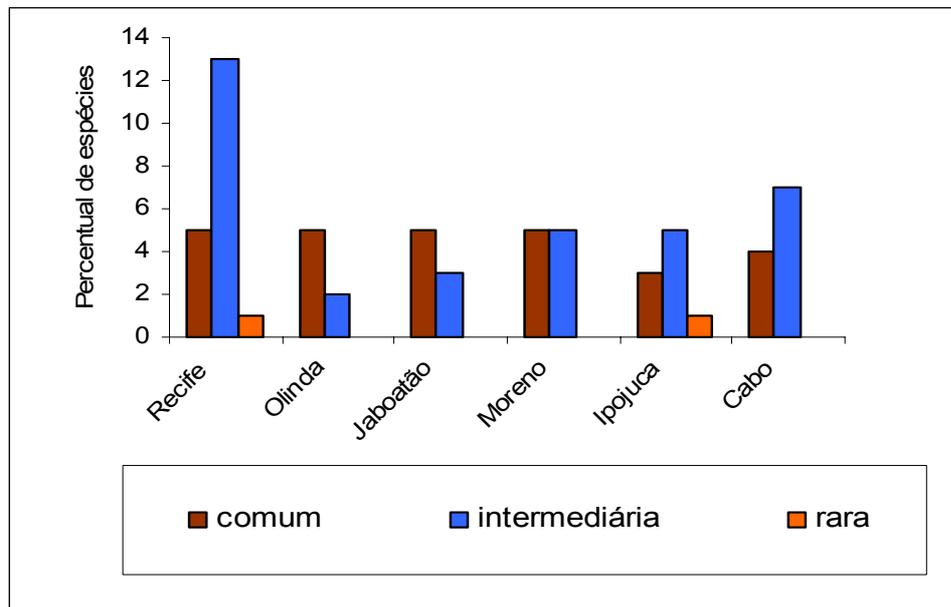
### 5.1.4 Análise do resultado da distribuição das espécies pelo método de Palma

Baseados nos critérios propostos por Palma, 1975 (apud Abreu e Nogueira, 1989), do total geral das espécies de árvores, 5% delas foram comuns para os municípios de Recife, Olinda, Jaboatão e Moreno. Dentre as espécies consideradas intermediárias, foram registradas, nas áreas dos municípios de Moreno e Ipojuca, 5%, seguidas dos municípios do Cabo de Sto. Agostinho e Recife em ordem crescente com maior número de espécies (tabela 12). Entretanto, as espécies consideradas raras foram encontradas apenas em Recife e Ipojuca (Figura 18).

**Tabela 12 - Distribuição de espécies nos municípios estudados (2004)**

Espécies	Recife	Olinda	Jaboatão	Moreno	Ipojuca	Cabo
Comum	5	5	5	5	3	4
intermediária	13	2	3	5	5	7
Rara	1	0	0	0	1	0

Fonte: Fátima, M. (2004)



**Fig.18 - Distribuição de espécies raras, intermediárias e comuns nos Municípios amostrados (FÁTIMA, M.2004)**

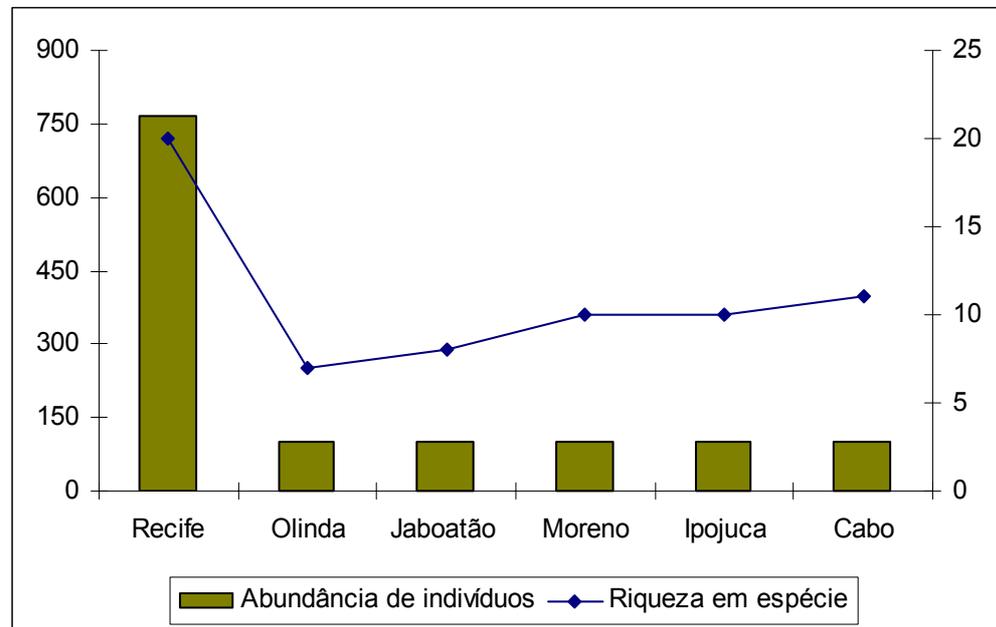
#### 5.1.5 Análise da abundância e riqueza das espécies

Dentre as 1572 árvores amostradas, foram identificadas 31 espécies. Recife apresentou o maior índice de abundância de indivíduos que estão proporcionais à riqueza das espécies, no entanto verificou-se em algumas áreas, como Rua Amélia, Visconde de Suassuna e João de Barros, a predominância de uma única espécie. Isso não é aconselhável pois, segundo (MOLL,1987), a frequência por espécies em áreas próximas deverá variar, não sendo superior a 10. Os municípios de Cabo, Moreno e Ipojuca, apesar de limitado o número de espécies nas vias públicas apresentam a riqueza de espécies mais bem distribuída nas áreas estudadas (Tabela 13 / Figura19).

**Tabela 13 - Número de espécies amostradas nos seis municípios da RMR (2004)**

Local	Abundância de indivíduos	Riqueza em espécie
Recife	764	20
Olinda	100	7
Jaboatão	100	8
Moreno	100	10
Ipojuca	100	10
Cabo	100	11

Fonte: Fátima, M. (2004)



**Fig. 19- Representação da Abundância de indivíduos e riqueza das espécies (FÁTIMA, M. 2004)**

## 5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICAS DESCRITIVA REFERENTE AOS ASPECTOS FITOTÉCNICOS DA ARBORIZAÇÃO URBANA

Quanto às mutilações das árvores registradas neste estudo observaram-se as seguintes causas: vandalismo, acidentes com automóveis, utilização inadequada da árvore como suporte de placa, cabo de aço, fiação, acarretando o anelamento ou descorticação do fuste e podas mal executadas (figuras 20 e 21). Essas injúrias interferem na saúde da planta.



**Fig. 20 – Registro de podas mal executada ( risco)**  
(FÁTIMA, M. 2004)



**Fig. 21 Injúrias praticadas na arborização urbana**  
(FÁTIMA, M. 2004)

A inclinação das espécies localizadas em vias públicas (figura 22), na sua maioria foi provocada pela busca de luminosidade devido ao ambiente competitivo, isto é, local inadequado ao seu desenvolvimento, ou devido às podas de desvio ou podas drásticas, sobrecarregando parte da planta e provocando um desequilíbrio no seu sistema de sustentação, muitas vezes com levantamento das raízes que danificaram o passeio (figura 23). Muitas dessas espécies, quando cortadas severamente, correm o risco de tombamento ou inclinação sem solução. Isso inibe o processo de desenvolvimento da árvore.

Constatou-se predominância de espécies exóticas, na sua maioria descaracterizadas pela ação do homem. E, em todos os municípios, exceto no Cabo de Santo Agostinho, inexistente a poda por parte das Prefeituras, sendo esta realizada pela CELPE ou pelos próprios munícipes.



**Fig. 22 - Espécies inclinadas devido ao sistema de poda (FÁTIMA,M 2004)**



**Fig. 23– Exposição dr raízes, danificando o canteiro Município do Cabo de Sto. Agostinho – PE**

Nos Municípios que utilizam o sistema de poda junto à concessionária para manutenção das redes - como Recife, Olinda, Cabo e Ipojuca - em algumas localidades, verificou-se, na maioria das vezes, o uso de podas de rebaixamento e de desvio, sem a preocupação de proteção da arborização, mutilando-se as espécies com poda drástica nas copas (Figura 24). As podas de raízes geralmente são realizadas por empresas terceirizadas das prefeituras, quando da construção de calçadas, pavimentação de ruas ou implantação de serviços essenciais de abastecimento de água, semáforo, esgoto, gasoduto e implantação de postes, ocasionando conflitos entre os elementos urbanos. (Figura 25).



**Fig. 24 -Injúria provocada por poda,fuste danificado Recife – PE ( FÁTIMA,M. 2004)**



**Fig. 25 – Conflito entre os elementos urbano Recife – PE ( FÁTIMA,M. 2004)**

### 5.2.1 Impactos resultantes dos serviços podas

A maioria das árvores que não apresentaram qualquer tipo de poda, concentra-se mais nos municípios da região, excetuando Recife, Olinda, Jaboatão e Cabo, onde se verificam os maiores índices de poda de rebaixamento, seguidos de poda drástica (Tabela 14). As podas de rebaixamento, em túnel e “V”, só favorecem a fiação (Figura. 26), como a poda de desvio (Figura 27), porque a estrutura da planta é totalmente modificada. Além das cicatrizes profundas, atrofiamento, podridões de galhos, inclinações, ocorre, muitas vezes, a queda, ocasionando acidente, ou quebra de fios que resulta na interrupção de energia.

Tabela 14 - Frequência dos tipos de poda (2004)

Tipos	Freq. abs.	Freq.rel. (%)	OBS
Poda de desvio	90	5,70	Construções e redes de serviços
Poda de Rebaixamento	131	8,40	Redes de energia
Poda drástica	110	7,00	Rede de Energia/ Prefeitura e Muncípe
Ausência de Poda	1102	71,40	Falta de Manutenção das Prefeituras
Outros tipos	118	7,50	Poda em túnel, poda em “V” e topiaria

Fonte: Fátima (2004)



**Fig. 26 – Registro de Poda em “V” caracterizando a passagem da RE (Fátima, M. 2004)**



**Fig. 27 – Registro de árvore inclinada sem solução devido à poda de desvio (Fátima,M. 2004)**

### 5.2.2 Aspecto fitotécnico das árvores

Nas áreas em que as árvores disputam o espaço aéreo com as redes elétricas e de comunicação, verificou-se um maior índice de ataque de doenças e pragas, devido às podas realizadas sem critérios, sem técnicas, com lascamento dos galhos. Isso, como se sabe permite a entrada de patógenos.

Vale ressaltar que os itens “ataque de pragas”, doenças e “espécies sadias” foram avaliados visualmente pelo mesmo observador para evitar discordância nos resultados. Considerou-se doença o estado nutricional da planta: coloração da folha, murchamento, presença de manchas, aspecto do fuste e presença de broca.

A maioria das doenças está associada ao tipo de podas executada. Isso confirma a opinião de autores como Biondi (1985), segundo ela, a facilidade com que as pragas e doenças atacam as plantas é resultante dos ferimentos provocados pela poda sem as técnicas adequadas.

Verificou-se que às espécies sadias, apenas 2,2%, de toda área estudada foram consideradas saudáveis; isso sem levar em consideração as espécies recém-plantadas. O cálculo do percentual só faz sentido para as árvores sadias, já que os outros itens sobrepõem os aspectos e impactos diagnosticados, isto é, uma espécie pode ao mesmo tempo que apresenta mutilações sem recuperação, estar inclinada, com ataque de praga e outros aspectos relativos aos parâmetros estudados, enquanto as espécies sadias não apresentam inconformidade alguma.

Quanto às pragas, foram encontradas cupins, formigas e espécies parasitas, como erva de passarinho, além de espécies brocadas,ocas.

- **Cupins**

Os cupins ou térmitas constituem a ordem *Isoptera*, que são insetos sociais e predominantemente tropicais. Portanto, climas quentes e úmidos como os do Brasil lhes são favoráveis. Atualmente, estão descritas 2.861 espécies de cupins, das quais 287 ocorrem no Brasil e pertencem a cinco famílias (CONSTANTINO, 2002 apud AMARAL, 2002).

A fonte de alimentação dos cupins é a matéria orgânica vegetal. As espécies xilófagos atacam a madeira mesmo quando esta se encontra em ótimas condições de sanidade, enquanto que outras espécies somente utilizam o material vegetal quando se encontra com certo grau de deterioração causada por fungos (OLIVEIRA,1986 apud AMARAL, 2002).

Os cupins subterrâneos, por sua vez, apresentam ninhos mais elaborados que se desenvolvem preferencialmente no solo, interno ou externo à edificação, em madeira em contato com o solo, em árvores, revestimento de cabos elétricos. As espécies mais atacadas por esta praga foram os *Delonix régia*, *Senna Siamea* e *Terminalia catappa*.

- **Formigas Cortadeiras**

A engenheira florestal Denise Dolores Moreira, professora da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), compartilha com o pensamento de outros autores quando afirma que “conhecer mais o inseto, sua biologia, ecologia e comportamento ajuda no sucesso de seu controle. A saúva ainda é a pior praga da agricultura brasileira, visto que seu ataque se dá ao longo do ano e não em surtos, como ocorre com outras pragas” (Brasília - Agência Brasil – Abr, 2003)

A saúva (*Atta spp*), é originária do continente americano. Alimenta-se basicamente da seiva que as plantas (flores e folhas) liberam enquanto são cortadas. Pedacos do material vegetal são levados até o formigueiro, onde está um fungo que elas cultivam e com o qual vivem em simbiose. Envoltas neste fungo, são encontradas as larvas que dele se alimentam. As saúvas são considerados insetos sociais, ou seja, não são predadores de outros insetos.

De acordo com Moreira (2003), a saúva ocorre em todo o país, mas segundo a literatura, não é encontrada na ilha de Fernando de Noronha. Existe cerca de 10 espécies e três subespécies no Brasil. São várias as características que as distinguem, explica a bióloga. Uma delas é a estrutura externa dos ninhos, e outra, o material que cortam (algumas espécies cortam só gramíneas), "além das diferenças taxonômicas próprias de cada espécie". A saúva ataca, principalmente, as culturas de arroz, cana-de-açúcar, capins, milho, algodão, eucalipto, mandioca, goiaba, pinheiro e palmeira.

- **Erva de passarinho**

Planta daninha do gênero *Phoradendron*, pertencente a família *Rubiaceae*, a erva de passarinho é um vegetal parasita que possui inúmeras espécies. Ela é transmitida de uma árvore a outra através do excremento dos passarinhos, que se alimentam da semente da planta e fabricam suco gástrico que favorece a germinação.

De difícil combate, a erva emite raízes especiais, denominadas haustórios, que penetram no caule e nos ramos da planta hospedeira, sugando-lhe a seiva e causando sua degeneração. É uma planta superior, que tem preferência por plantas tropicais, lenhosas, sugando sua seiva e podendo causar até a morte da planta se não for retirada. As espécies mais atacadas na área em estudo foram: *Mangifera indica*, *Licania tomentosa* e *ficus bejamina*.

O combate é feito única e exclusivamente através da poda, que deve ser realizada preferencialmente durante o inverno, pois as folhas das árvores secam e a praga fica mais visível. A erva de folha graúda é mais visível e fácil de ser combatida, dificilmente volta a se manifesta sozinha na árvore após esta ser podada. Já a erva de folha miúda que foi a mais identificada nas espécies citadas, volta a se desenvolver caso seja deixada uma única folhinha. Muitas vezes, seu hospedeiro precisa, além da poda, enfrentar uma raspagem. (LORENZI, 20003).

- **Psilídeo**

Os psilídeos são insetos da ordem *Hemiptera*, subordem *Homoptera*, família *Psyllidae*. São insetos diminutos (comprimento entre 1 a 5 mm), semelhantes a pequenas cigarrinhas e de hábito sugador, tendo grande preferência por brotações e folhas novas. Foram identificados nas espécies *Clitoria racemosa* (totalmente infectadas), localizadas no município de Ipojuca.

- **Brocas**

De acordo com o especialista, os besouros atacam árvores e arbustos de florestas novas, construindo buracos nos seus troncos para o depósito de ovos. Nessas “galerias” nascem as larvas que se alimentam de material da própria planta. Essa ação pode levar as árvores atacadas ao tombamento como se verificou neste *Delonix regia* (Figura 28), cuja raiz

e caule estavam totalmente ociosos. O reconhecimento visual foi constatado devido à presença de buracos no tronco, além da serragem causada pela escavação feita na madeira.

Em alguns casos, ocorrem mudanças na coloração das folhas ou a copa inteira da árvore fica seca. No entanto, nas espécies onde foi detectada a presença de brocas, as folhas apresentaram-se viçosas em alguns casos, demonstrando danificação no caule. Outras se apresentaram com deformação proveniente de bactéria que causa a degeneração dos tecidos meristemáticos, como apresenta *Terminalia catappa* (Figura 29).

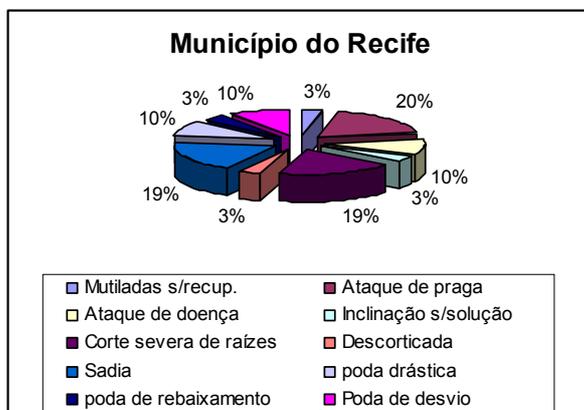


**Fig. 28 – Broca interna no caule e raiz Recife – PE (FÁTIMA,M./2004)**

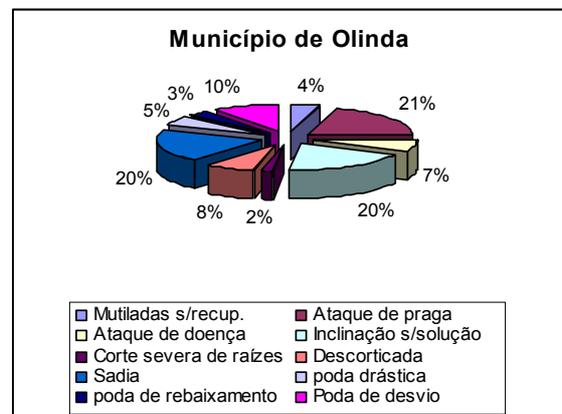


**Fig. 29 – Fuste degenerado pelo cancro bacteriano Moreno – PE (FÁTIMA/2004)**

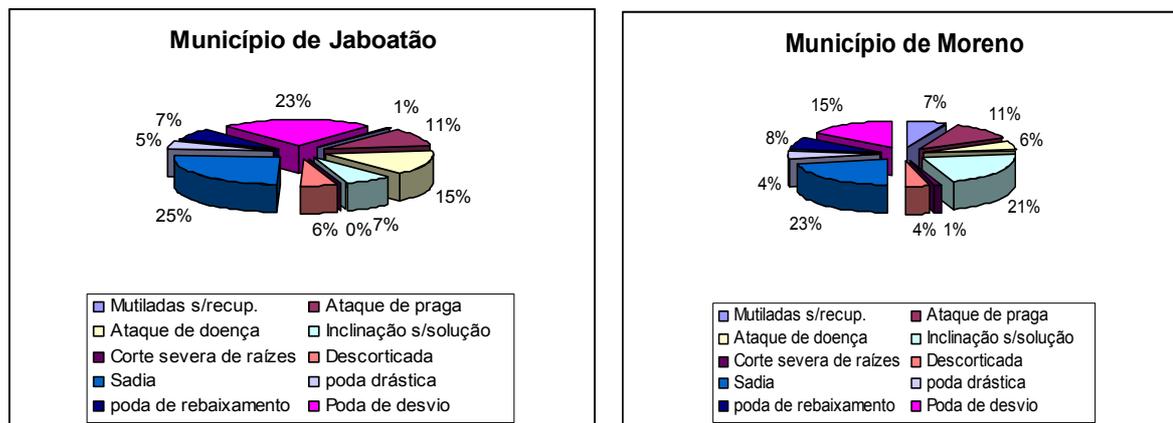
Nos municípios diagnosticados, verificou-se um grande número de espécies mutiladas sem recuperação, corte severa de raízes resultante de poda drástica, principalmente nos corredores de maiores movimentos, ocasionando injúrias aos vegetais, conforme registro gráfico (Figura 30- a,b,c,d,e,f) do percentual de cada município a seguir:



a) – Arborização do Recife (2004)

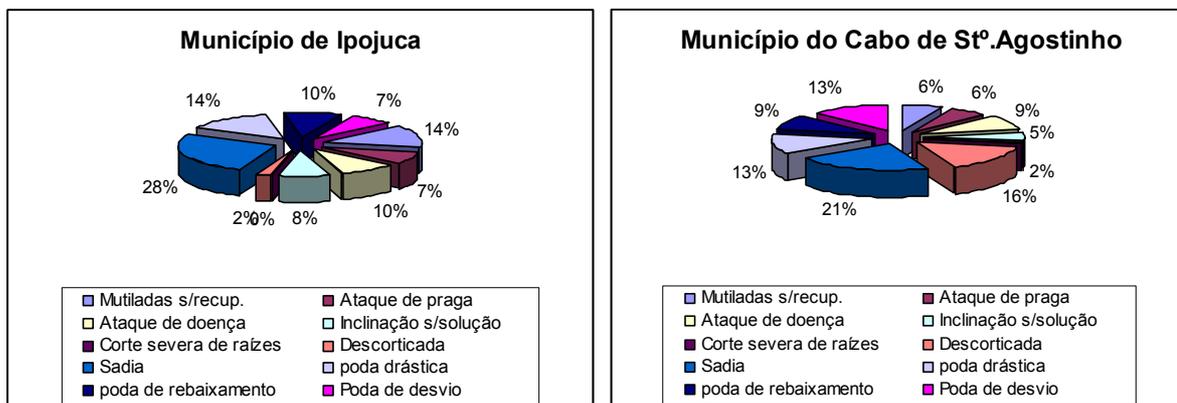


b) Arborização de Olinda (2004)



c) Arborização do M. de Jaboaão dos Guararapes (2004)

d) Arborização do M. de Moreno (2004)



e) Arborização no Município de Ipojuca(2004)

f) Arborização M. do Cabo de Santo Agostinho (2004)

**Figura 30 – Percentual do Aspecto Fitotécnico da Arborização nos Municípios da RMR**

### 5.3 ANÁLISE DOS IMPACTOS RESULTANTES DOS CONFLITOS EXISTENTES ENTRE A ARBORIZAÇÃO E REDES DE SERVIÇOS PÚBLICOS

Os conflitos identificados, cuja frequência se encontra na tabela 15, foram abordados de acordo com o grau de relevância dada por esta pesquisa. Os índices registrados estão graficamente representados na Figura 35 e nos gráficos seguintes identificados para cada município. Destaca-se por ordem de representação, o município de Recife (gasoduto, comunicação, energia e calçadas), seguido de Jaboatão (onde se evidencia o conflito das árvores com as calçadas) e o município do Cabo de Sto. Agostinho, (conflito com as redes de comunicações).

#### 5.3.1 Redes de distribuição de energia

A rede de distribuição de energia, diferentemente das redes de comunicação, oferece risco à população quando manuseada inadequadamente, ou seja, sem manutenção preventiva ou fora da distância de segurança entre as redes. A probabilidade de ocorrência de acidente é portanto, muito alta, pois pode haver uma descarga de energia (Figura 31).

O maior índice de interrupção de energia por queda de galho de árvores ocorre nos locais onde os fios condutores estão desencapados. Esses se encontram apoiados sobre isoladores de vidro ou porcelana, fixados horizontalmente sobre cruzetas de madeira nos circuitos de média tensão e, verticalmente, nos de baixa tensão. Isso exige manutenções frequentes e, conseqüentemente, maior número de podas efetuadas. Quando não se faz essa manutenção, há constantes ocorrências de falhas do sistema.

Nos locais onde as redes utilizadas são compostas de cabos protegidos ou estão isoladas, o índice de desligamento é muito baixo, e quase não se faz poda, principalmente nas cidades de Ipojuca, Paulista, Igarassu e Cabo de Sto. Agostinho. Em algumas ruas do Recife estudadas, como Rua Amélia, João de Barro, Visconde de Suassuna, onde predomina a *Licania tomentosa*, espécie de grande porte, há um índice elevado de comprometimento das espécies tanto devido a seu aspecto fitossanitário, como à necessidade de manutenção preventiva. As redes locais são predominantemente compostas de cabos multiplexados, cabos protegidos. Mesmo assim, necessitam de desligamento para efetivação de poda quando da realização de manutenção das redes ou mesmo por conta da necessidade de eliminação de galhos doentes ou da manutenção das árvores com equipamentos adequados (Figura 32).



**Fig.31– Equipamentos elétricos em área de risco, redes de AT e BT protegidos *versus* arborização - Recife – PE (FÁTIMA, M. 2004)**



**Fig. 32 - Poda com equipamento adequado com rede desenergizada Recife –PE (FÁTIMA, M. 2004)**

Nos locais onde há predominância das redes compactas, com espaçadores, onde os fios condutores são encapados, não se verifica depredação das espécies. Inclusive o período entre uma manutenção e outra é distanciado, o que traz economia para a concessionária de energia e para a Prefeitura, porque o sistema é mais confiável.

O conflito com as calçadas e passeio público (Figura 33 e 34) é outro problema para a arborização devido à ausência de planejamento dos serviços a serem executados. Isso ocorre no momento da construção de calçadas, pistas de rolamentos, caixa de serviço, como na escolha de espécies para o plantio, sem levar em consideração que a arborização também oferece serviço à população devido à influência que ela exerce no meio ambiente, citada anteriormente, ao fato de ser um bem público.

No levantamento realizado, a largura das calçadas variou de 1,10 a 3,97m e, em canteiros centrais, de 0,70cm a 1,50. Ressalta-se que a maioria dos municípios estudados, as calçadas são estreitas ou não existem. Esses números citados correspondem aos 6 (seis) municípios selecionados.

Em Recife a maioria das calçadas está comprometida, não só pela arborização como também por outros elementos como - a instalação do poste de sustentação do semáforo, as placas de sinalizações, as canalizações da rede de abastecimento de água e esgoto - Principalmente este último contribui para o impacto visual e risco de acidentes, quando os serviços de consertos são realizados e a reconstrução da calçada ou da pista de rolamento não são realizados, degradando o ambiente urbano.

Quanto ao caule das árvores, registrou-se CAP (circunferência medida da superfície à altura do peito) das árvores, que variou entre 0,19 a 3,90 cm, com exceção da *Adansônia digitata* L. (Baobá), localizada em Ipojuca, que mede 14,47m. A rua foi transformada em uma praça devido à localização da espécie.



**Fig. 33 - Conflitos com o passeio público**  
Av. Abdias de Carvalho – (FÁTIMA/2004)



**Fig. 34 - Conflito com calçadas, poste e passeio**  
Av. Abdias de Carvalho (FÁTIMA/2004)

Tabela 15 - Conflito em potencial dos elementos construtivos do espaço urbano (2004)

<b>Elementos</b>	<b>Frequência (absoluta)</b>	<b>OBS</b>
Rede de Comunicação	490	Rede desativada/ distância < 5,00
Rede de Distribuição de energia	202	Redes e posteação
Rede de água e esgoto	14	Caixa de serviços e canalizações
Gasoduto*	561	Implantação do Sistema
Calçadas	150	Larguras inadequadas ao plantio
Meio Fio	94	Plantio inadequado
Placas de sinalização	29	Violação dos normativos
Passeio danificado	113	Espécies inadequadas para o local

\* Conflito registrado somente em Recife (FÁTIMA, M. 2004)

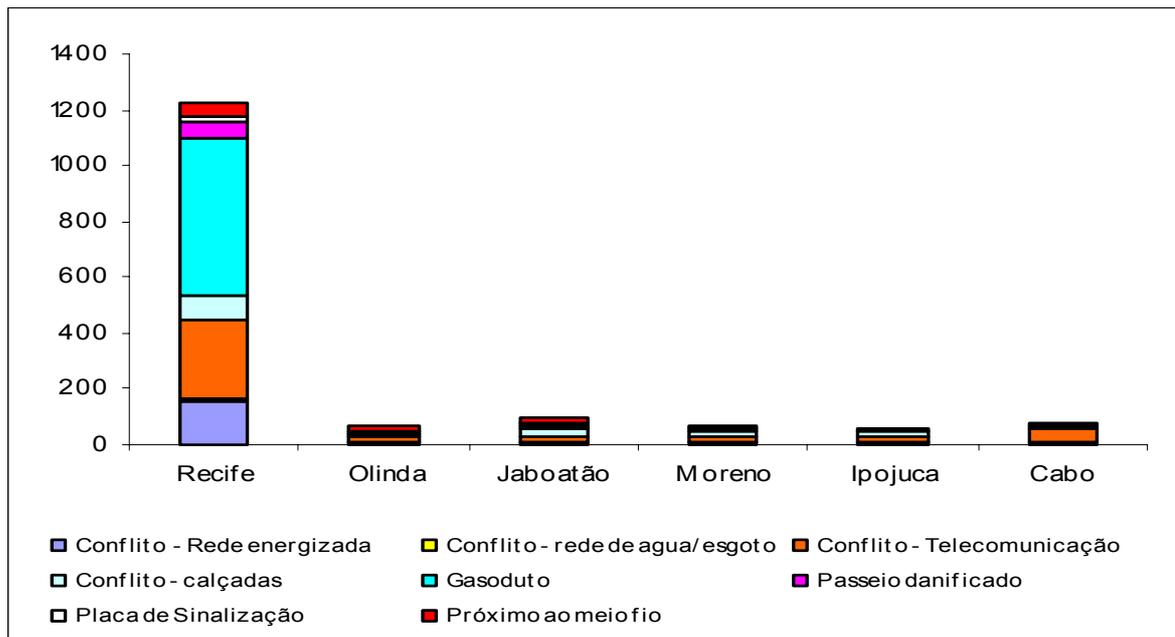


Fig. 35 - Identificação dos conflitos em potencial registrados (FÁTIMA,2004)

Na figura 36, observamos que o serviço mais impactante no contexto analisado sobre a arborização no município de Recife foi à rede de gasoduto. Este fato se deve a implantação da tubulação ao longo da Avenida Engenheiro Abdias de Carvalho, situado no canteiro central, seguido pela Rede de Comunicação, onde a rede apresenta-se compartilhando o espaço aéreo. No que diz respeito às placas de sinalizações, observou-se que, além de estarem mal localizadas, muitas vezes estão fixadas no tronco das árvores e em estado de má conservação.

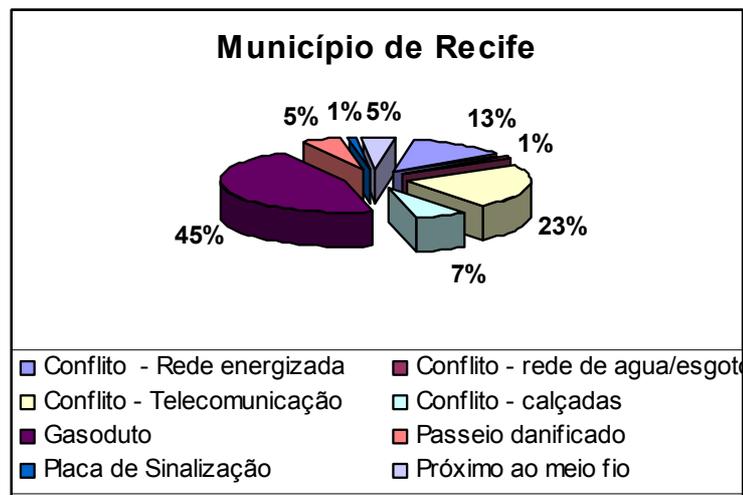
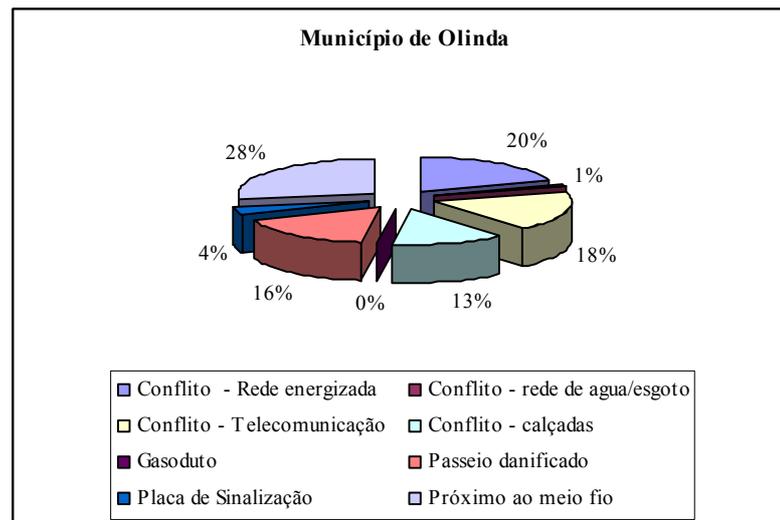


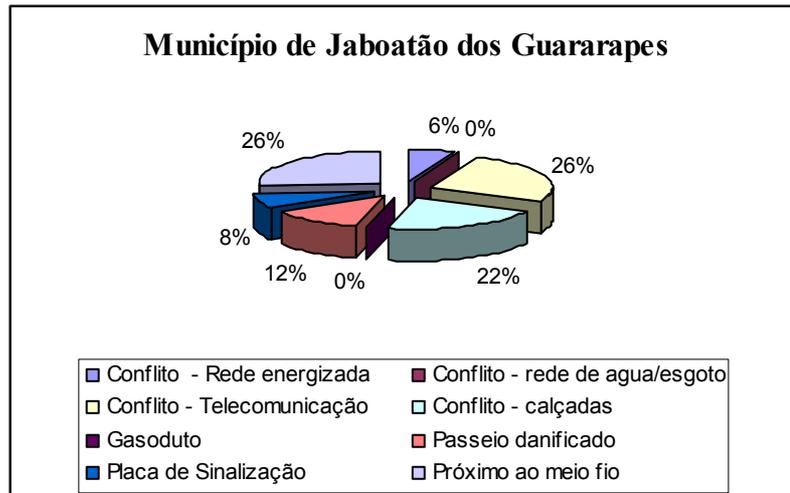
Fig. 36 – Percentual dos conflitos registrado no município de Recife

Na figura 37, no município de Olinda, a proximidade das árvores junto ao meio fio foi uma característica predominante, influenciando no desenvolvimento das espécies registrando o maior índice de conflito, acentuado com a largura insuficiente das calçadas, provocando destruição do passeio público.



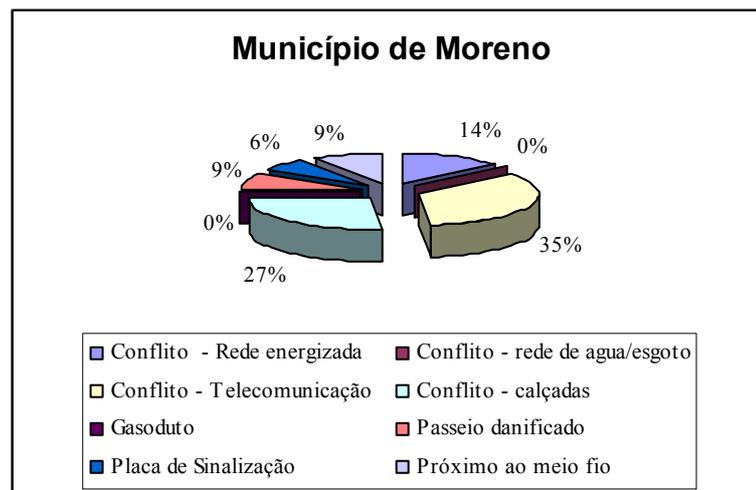
**Fig. 37 - Percentual dos conflitos registrados no município de Olinda**

No município de Jaboatão dos Guararapes (Fig. 38) existem as áreas urbanas localizadas no litoral, parte em Jaboatão Velho (área designada devido à antiga localização da Prefeitura) e parte em Jaboatão centro, onde o conflito maior registrado foi devido ao plantio próximo ao meio fio, principalmente nas avenidas e ruas estudadas, contribuindo para os conflitos dos elementos urbanos com o arboreto. Referente às redes de distribuição de energia as áreas de risco registrado foram junto a posteação, pela altura da copa das árvores, por plantio inadequado.



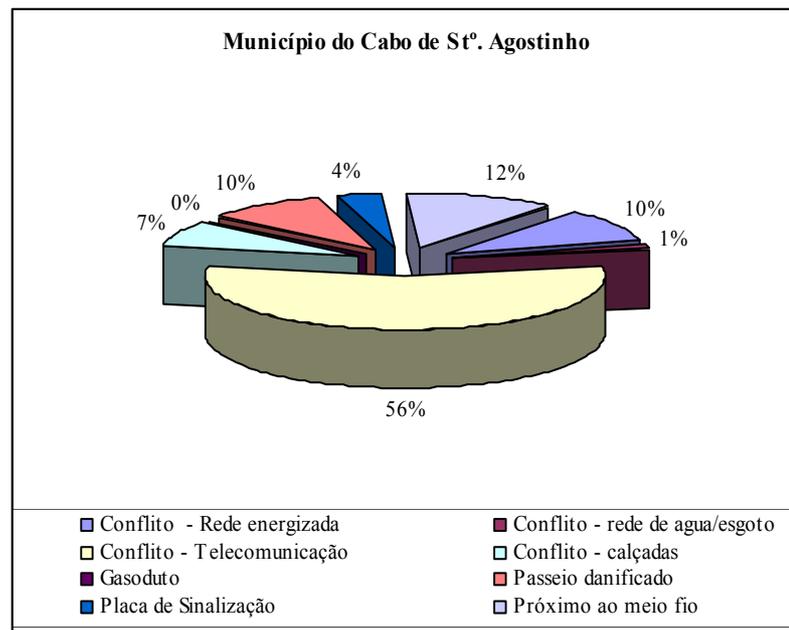
**Fig. 38 - Percentual dos conflitos registrado no município de Jaboatão dos Guararapes**

No município de Moreno, conforme figura 39, o conflito entre a arborização e as calçadas, na maioria das avenidas, deve-se ao fato do saneamento, cujo valor dos conflitos da rede de água e esgoto ser bastante expressivo, correspondendo a 9%, ter sido posterior ao plantio das árvores, e conseqüentemente a pista de rolamento, com isso prejudicando e eliminando as espécies de grande porte devido ao espaço restrito. As redes de comunicação, evidencia um conflito maior, devido ao compartilhamento das RDE e a altura que são fixadas atingindo 35%.



**Fig. 39 - Percentual dos conflitos registrado no município de Moreno**

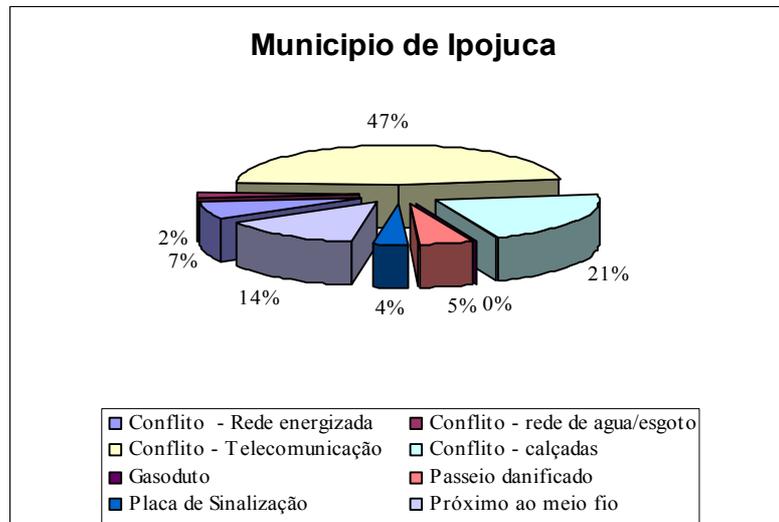
Na figura 40, as redes de comunicação do município do Cabo de Santo Agostinho, superou os demais municípios no que tange aos conflitos registrados, devendo-se ao fato que, a ausência de poda, a falta de fiscalização do município no que diz respeito aos normativos e procedimentos de distâncias que devem ser estabelecidas e cumpridas, não só entre as RDE, mais também com as árvores, tem ocasionado impactos de alta magnitude, interferindo no desenvolvimento e perda da massa arbórea da cidade.



**Fig. 40 - Percentual dos conflitos registrado no município de Cabo. St.º Agostinho**

No município de Ipojuca o diferencial entre os demais, é que embora tenha registrado um percentual elevado no conflito das redes de comunicação (Fig. 41) este resultado é de forma abrangente, uma vez que a pesquisa elegeu os espaços considerados de maior risco nos distritos pertencentes ao município de Ipojuca, como Nossa Senhora do Ó, Vila Salgado e Porto de Galinha. Apesar de algumas áreas serem desprovidas de calçadas, excetuando o município, as demais áreas possuem uma arborização presente, característica de litoral, na sua maioria de grande porte.

Outro fator observado é a falta de conservação das calçadas, plantio com espécies inadequadas e passeios danificados.



**Fig. 41 - Percentual dos conflitos registrado no município de Ipojuca**

### 5.3.2 Rede de gasoduto

Verificou-se que um dos maiores índices registrados foi o impacto da implantação do gasoduto (Figura 42), que interferiu em 561 espécies, com corte drástico de raiz e eliminação de espécies. Embora tenham sido substituídas, terão seu desenvolvimento prejudicado devido à ocupação de espaço com espécies não compatíveis com o local. Dessa forma, futuramente, irão encontrar obstáculos, levando em consideração a largura do canteiro, ou calçada onde se desenvolvem.

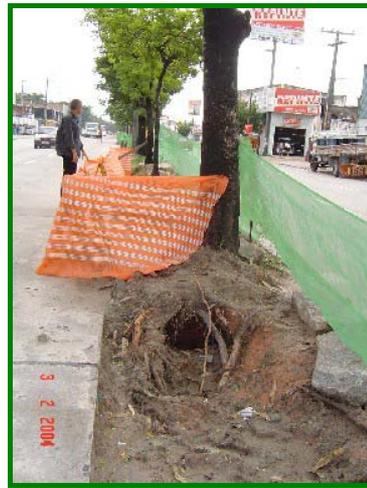
Observa-se na figura 43, o vegetal com o raizame novelado devido a compactação do solo, espaço insuficiente para o seu desenvolvimento, que teve suas raízes cortadas na parte central para dá passagem a canalização.

Em alguns lugares, verificaram-se as caixas de serviços de esgoto; por cima desta, uma caixa de serviços de eletricidade e ao lado, a canalização de gás bem próxima, com árvores de grande porte recém-plantadas. Isso certamente é um risco eminente devido ao desenvolvimento radicular da árvore e a necessidade de manutenção dos serviços num futuro próximo.

Outro aspecto observado, foi a remoção do solo compactado, da base de apoio da placa de concreto da pista de rolamento, que devido ao acúmulo de água (Fig. 44) , neste local, devido as escavações poderá vir a sofrer rachaduras, devido ao intenso movimento de veículo, ocasionado a ruptura e conseqüentemente o afundamento da pista.



**Fig. 42 – Escavação para passagem do gasoduto (Fátima,M,2004)**



**Fig. 43– sistema radicular prejudicado(Fátima,M,2004)**



**Fig. 44 – espécies com inclinação acentuada (Fátima,M,2004)**

### 5.3.3 Rede de comunicação

Constatou-se na tabela 15, que o conflito das redes de comunicação – telefonia, TV a cabo (Figura 45) -, ocupa o segundo lugar dos conflitos registrados em termo de abrangência espacial, e porque não obedecem às distâncias de segurança mínima necessária. Esse conflito é responsável, com maior intensidade, pelo impacto visual. Pode-se verificar o aglomerado de fios (Figura 46), muitas vezes sem função porque foram substituídos e permanecem dividindo espaço com os demais serviços. Os aparelhos de telefone público (orelhões), instalados próximos às árvores, competem também com a posteação. Além disso, os ramais de serviços não obedecem às normas e aos procedimentos indispensáveis à minimização de riscos de acidentes.

Foi registrada localidade onde as redes estavam abaixo de 4,00m (distância do solo a rede) e próximas às redes primárias de energia (Figuras 52 e 53).

As empresas de comunicação, em particular a TELEMAR, através do Grupo de Projetos de Rede de Acesso da Vice-Presidência de Tecnologia e Redes, elaboraram um documento-guia em dezembro de 1999, criando padronizações para elaboração de projetos de redes metálicas, ópticas e de canalizações subterrâneas - principalmente as geradas pelas padronizações de cabos, fios, materiais - e de métodos construtivos de rede.

No entanto, o documento foi elaborado sem levar em consideração a distribuição espacial que é dividida também com outras empresas. Essa distribuição deve ser compatível com a área disponível. Segundo as normas, cabos ao longo de vias públicas deve ser fixado de

forma obedecer a uma altura mínima de 3,5 no lance (flecha). Essa altura é incompatível e irreal, devido ao peso dos cabos. Assim, forma-se uma curva e em muitas áreas, a altura registrada é inferior a 3m. Dessa forma, há interferência na arborização, impactando visualmente o ambiente e conflitando com outras redes de serviços.

A distância de segurança mínima exigida entre as redes de comunicação e de energia não é obedecida. Muitas vezes, é confundida com as redes de baixa tensão (cabos protegidos). Os armários de distribuição (convencional) para distribuição de redes de assinantes são colocados em locais impróprios, sem estética, causando impacto visual.



**Fig. 45 – Impacto Visual com equipamento de comunicação – Av. Abdias de Carvalho – Recife-PE.**  
Fonte: Fátima,M. (2004)



**Fig. 46 – Compartilhamento do poste- Recife -**  
Fonte : Fátima, M. (2004)



**Fig. 47- Altura da RC inadequada (Cabo de Santo Agostinho – Fátima,M (2004)**



**Fig. 48 -Conflito entre as redes aéreas e subterrâneas (Av. Abdias de Carvalho) Recife-PE – Fátima.M (2004)**

As redes de distribuição sobrepostas geralmente ocorrem onde os cabos são antigos. São implantados novos cabos, mas permanecem os anteriores, sem utilidade já que foram desativados e substituídos por outros. Por ocasião da manutenção das redes elétricas de baixa tensão na execução da poda, os galhos são derrubados em cima dessas redes, provocando a quebra dos fios (Figura 54). E como não vêm sendo utilizados, ocorre demora na retirada ou conserto dos fios, dificultando a passagem de pedestre.

Há países onde cujas normas da instalação dessas redes são determinadas para que se implantem as subterrâneas que trazem mais vantagens, pois evitam a exposição das redes aéreas às intempéries (ventos fortes e raios), a interferência na copa das árvores, em veículos e em transeuntes.

O Compartilhamento de Postes de Redes de Distribuição de energia foi outro indicador de impacto sobre a arborização e sobre os próprios sistemas, devido à desarticulação entre as empresas de serviços públicos. A consequência disso é a desordem do espaço aéreo, problemas estéticos e urbanísticos. Há, então desperdício de material, maiores custos de expansão e operação, dificultando as necessárias renovações e ampliações das próprias redes, como observa-se na figura 50.



**Fig. 49 - Fiação quebrada após execução de poda**  
Pça. Eça de Queiroz – Recife -PE -Fátima,M



**Fig. 50 – Compartilhamento na posteação pelas RDE e RC**  
– Rua Amélia - Recife –PE -Fatima,M 2004

#### 5.3.4 Análise de riscos ambientais

A análise de riscos ambientais nos serviços de poda de árvores pode ser sintetizada em uma matriz simplificada na tabela 16, que apresenta a origem do risco em suas diversas escalas de incidências.

O mapa apresenta as áreas de risco, bem como a intensidade e os tipos, em conjunto com as recomendações para a possível eliminação. É um modelo participativo e que pode ser um aliado entre os atores envolvidos para evitar acidentes.

Tabela 16 – Matriz de composição do risco ambiental na execução da poda junto à rede de energia (2004)

<b>EXECUÇÃO DA TAREFA DE PODA</b>	
<b>Risco</b>	<b>Controle de Risco</b>
Queda da Escada	Utilizar veículo com cesta aérea para árvores de grande e médio porte. No caso de utilizar a escada, escolher galhos grossos e usar amarração à meia altura da árvore e no topo da escada, quando da utilização de escada portátil, observando o afastamento recomendado para os pés.
Queda do podador	Subir na escada com atenção, degrau por degrau, segurando os montantes com as duas mãos. Usar calçado de segurança com o solado livre de graxa, óleo ou material deslizando. Usar cinturão de segurança com travessão e cordão passados em galho resistente ou nos degraus e longarina da escada. Só passar da escada para galhos da árvore após fixar o cordão em ponto de resistência confiável e após passar o travessão.
Picadas de insetos	Não subir em árvores que tenham colméias, casas de maribondos, formigas, lagartas, vespídeos, etc. Providenciar antes sua neutralização ou retirada.
Irritação na pele e olhos provocada pela seiva da árvore	Evitar contato com árvores leitosas. Lavar a parte atingida com água corrente, usar óculos de proteção e fardamento conforme o procedimento da empresa.
Queda do electricista /podador	Usar sempre o cinturão de segurança com travessão e cordão passados no tronco, escada ou ramos que sustentem o peso do podador. Se o podador necessitar mudar de posição para dar continuidade à execução da tarefa, só fazê-lo após firmar o cordão de segurança.
Queda de ramos sobre transeuntes, veículos, animais e outras redes	Isolar a área para a execução da tarefa, não permitindo a aproximação das pessoas ou animais durante a poda. Providenciar a retirada de veículos de terceiros da área, amarrar o galho para evitar a queda em cima de outras redes e ter conhecimento sobre a morfologia da árvore.
Queda de ferramentas	Subir ou descer as ferramentas usando a corda de serviço ou a corda da carretilha fixada em estropo passado no tronco da árvore.
Choque elétrico	Desenergizar a rede, testar e aterrar.
Acidentes com ferramentas	Capacitar tecnicamente os funcionários de forma a utilizar de maneira correta de acordo com a situação exigida.

Fonte: CEMIG/2004 - Procedimentos para poda de árvore com algumas modificações.

É necessário que as Empresas e os órgãos públicos incorporem nas suas estruturas organizacionais, políticas ambientais, programa de responsabilidades socioambientais através dos seus Departamentos de Saúde e Segurança, gerenciando os serviços das atividades de riscos que geram impactos sobre o meio ambiente como: poda de árvore, implantação de redes e manutenção das RDE e áreas de servidão.

O controle dos riscos, a prevenção dos acidentes, a melhoria contínua das condições de trabalho e a preservação da arborização urbana e conseqüentemente do meio ambiente, devem estar presente nas ações, buscando a otimização da qualidade de vida dos seus empregados e da comunidade, exigindo das empresas contratadas o mesmo padrão de serviços adotados, tanto pela CELPE, como pelas Prefeituras.

#### 5.4 IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA REDE ELÉTRICA SOBRE A ARBORIZAÇÃO

A identificação dos impactos ambientais potenciais causados pela rede aérea de distribuição de energia elétrica sobre a arborização urbana estão apresentados a seguir, juntamente com algumas medidas mitigadoras. Os impactos foram classificados em duas fases: a primeira designa os impactos decorrentes da construção e montagem das redes (Tabela 17); e a segunda, todo o período de operação da rede de distribuição de energia elétrica em áreas urbanas (Tabela 18).

Tabela 17 – Impactos potenciais na fase de construção e montagem das RDE (2004)

<b>Impactos potenciais</b>	<b>Medidas mitigadoras</b>
Degradação da flora em função da remoção da vegetação natural local	Replanteio de espécies adequadas ao espaço disponível na área.
Geração de material de aterro (camadas de solo removidas)	Planejamento antecipado do local em que o material removido será colocado.
Conflitos de uso do passeio público	Realizar estudos prévios para identificar as atividades que podem (e as que não podem) ser realizada em áreas próximas a árvore.
Alteração de fluxo de veículos e tráfego local durante a execução das obras	Deve-se programar as atividades, principalmente em horário noturno, de maneira a causar menos transtornos à comunidade, prevendo inclusive a realização dos serviços por trechos de comprimentos limitados e adequados para minimizar os referidos transtornos (ação válida também para o item 5).
	A recomposição das áreas trabalhadas deve ser concluída o mais rápido possível.
Geração de poeira e ruídos decorrentes das obras.	Umedecer periodicamente os locais que geram poeira;
	Manter equipamentos em ordem e fazer isolamento acústico de equipamentos ruidosos.
Riscos de acidentes aos transeuntes envolvendo a rede de distribuição/ arborização.	Implementar programas especiais que envolvam a comunidade no conhecimento dos impactos e medidas atenuantes durante a execução das obras.

Tabela 18 – Impactos potenciais na fase de operação das RDE

<b>Impactos Potenciais</b>	<b>Medidas Mitigadoras</b>
Riscos de interrupção na distribuição de energia elétrica.	Garantia da qualidade na execução dos serviços de poda através de uma maior fiscalização das empresas prestadoras de serviços, monitoramento, cadastro das áreas de riscos e utilização de novas tecnologias de proteção à rede e às árvores urbanas.
	Programação da poda preventiva divulgado na imprensa ( horário e dia).
	Instalação de sinalização que possibilite isolar áreas com risco de acidentes.
	Garantia da qualidade na execução dos serviços de construção e montagem das redes através de uma maior fiscalização das empresas construtoras.
	Localização clara, através de mapeamento, da rede aérea e da arborização existente.
	Desenvolvimento de procedimentos de emergência, em caso de acidentes.
Ocorrência de acidentes com as redes em função dos conflitos com a arborização.	Sinalização de maneira adequada dos locais onde há risco de acidentes/ queda de árvores com possibilidade de interferência na rede elétrica ou outros equipamentos urbano.
	Utilização de redes aéreas ecológicas e/ou compactas nos locais de uso mais intenso e/ou de maior risco (arborização densa).
	Utilização de equipamento de proteção individual e coletiva para os funcionários envolvidos na manutenção da rede e nos serviços de poda.
	Fiscalização quanto à execução da poda preventiva programada.
	Exigência às empresas terceirizadas de relatórios permanente, qualitativos e quantitativos, dos serviços de poda efetuados.
	Fiscalização no cumprimento dos normativos e procedimentos relativos às distâncias de segurança entre as árvores e as redes de energia.
	Fiscalização no cumprimento dos procedimentos relativos à distância das redes de outros serviços públicos que dividem a posteação.
	Obediência às distâncias mínimas das árvores plantadas, quando da implantação de nova posteação e redes.
	Desenvolvimento de trabalho educativo junto aos usuários para não realizar plantio sob a rede de energia (utilizar as contas de energia/ telefone).

Fonte: UFPE/CELPE – P&amp;D /2004

#### 5.4.1 – Matriz de avaliação de impactos ambientais da RDE

Como instrumento de planejamento e gestão, da Política Nacional do Meio Ambiente, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), é formada por um conjunto de procedimentos, capaz de assegurar um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e a garantia de adoção das medidas de proteção ao meio ambiente (OLIVEIRA, 2005).

Esta matriz (Tabela 19) foi construída de forma a caracterizar uma obra de implantação de uma rede de distribuição de energia, nas fases de construção, montagem e operação de acordos com os seguintes critérios adotados:

- Qualificação: (positiva/ negativo)
- Abrangência espacial: (local, regional, nacional)
- Duração/periodicidade: (cíclico, temporário, permanente)
- Dinâmica da Reversibilidade: (reversível/ irreversível)
- Temporalidade: (imediato, médio prazo e longo prazo)
- Magnitude: (alta, média,baixa).

Destaca-se porém como impactos positivos à oferta de emprego, incremento de receitas e conseqüentemente a dinamização de receitas públicas além da melhoria na qualidade de vida da comunidade. Esta melhoria resulta do conforto de usufruir a eletricidade para diversos usos, sem esquecer que a arborização influencia indiretamente nos custos, pelos benefícios que ela oferece nas áreas mais expostas aos raios solares.

Outro impacto relevante ao tema é a remoção de cobertura vegetal, ou mesmo na eliminação de espécies para implantação de novas linhas, sem a reposição adequadas, ou mesmo a implantação de arboretos em área onde o espaço aéreo esteja disponível.

Com base na avaliação e comparação dos dados obtidos, o empreendedor público ou privado poderá aquilatar da necessidade ou conveniência da adoção de medidas complementares, para tornar seu empreendimento social, econômico e ambientalmente viável, com melhor aproveitamento dos recursos financeiros a serem investidos, levando em consideração o planejamento dos serviços a serem executados.

<b>REDE AÉREA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</b>																
<b>Tabela 19 - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS</b>																
<b>IMPACTOS</b>	<b>CRITÉRIOS ADOTADOS</b>															
	<b>Qualificação</b>		<b>Abrangência espacial</b>			<b>Duração / Periodicidade</b>			<b>Dinâmica Reversibilidade.</b>		<b>Temporalidade</b>			<b>Magnitude</b>		
	<b>Po</b>	<b>Ne</b>	<b>L</b>	<b>Re</b>	<b>Na</b>	<b>Ci</b>	<b>T</b>	<b>Pe</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>Im</b>	<b>Mp</b>	<b>Lp</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>B</b>
<b>FASE DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM</b>																
Oferta de empregos	X			X			X		X		X					X
Degradação da flora em função da remoção da vegetação natural local		X	X			X			X		X	X		X		
Conflitos de uso do passeio público		X	X				X		X		X					X
Remoção da cobertura vegetal		X	X				X	X	X		X	X			X	
Geração de material de aterro (camadas de solo removidas)		X	X				X		X		X					X
Alteração de fluxo de veículos e tráfego local durante a execução das obras		X	X				X		X		X			X		
Geração de poeira e ruídos decorrentes das obras		X	X				X		X		X					X
Preocupação da população local quanto a acidentes		X	X					X	X		X	X		X		
Riscos de acidentes aos transeuntes envolvendo a rede de distribuição/ arborização		X		X			X		X		X					X
<b>FASE DE OPERAÇÃO</b>																
Riscos de interrupção na distribuição de energia elétrica	X			X				X	X		X			X		
Processos erosivos na faixa de servidão		X	X			X			X		X			X		
Incremento de receitas públicas	X			X				X	X		X			X		
Dinamização da economia regional	X			X			X		X		X				X	
Ocorrência de acidentes com as redes em função dos conflitos com a arborização		X	X					X		X	X			X		
Melhoria da qualidade de vida	X		X	X	X			X	X			X	X	X		

Legenda: Po – Positivo  
Ne – Negativo

L - Local  
Re - Regional  
Na - Nacional  
Ci – Cíclico  
T – Temporário  
Pe – Permanente  
R – Reversível  
I – Irreversível  
Im - Imediato  
Mp - Médio Prazo  
Lp - Longo Prazo  
A - Alta  
M - Média  
B – Baixa

## 5.5 ANÁLISE DOS ASPECTOS DA ARBORIZAÇÃO URBANA X REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA NOS MUNICÍPIOS DA RMR

Verificou-se através da pesquisa, que Recife registrou os maiores índices de conflito com relação as redes de distribuição de energia elétrica com relação aos demais municípios (Fig. 51), devendo-se ao fato de que a densidade arbórea, isto é o número de árvore por ruas é superior aos demais municípios pesquisados, levando em consideração também o registro de maior freqüência de impactos com os elementos urbanos, proporcionalmente ao espaço amostral estudado.

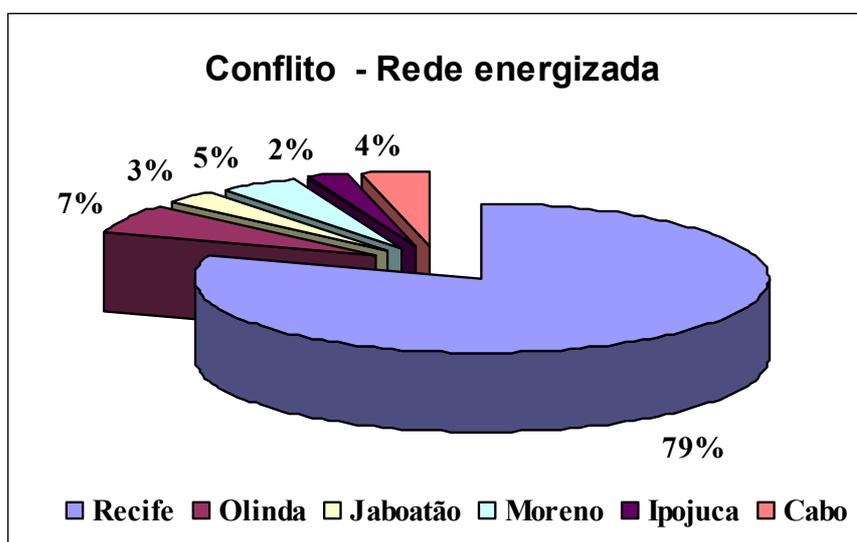


Fig. 51 – Percentual do conflito das Redes de Energia com a arborização nos municípios

## A ) Município do Recife

Região: Mesoregião Metropolitana, Microrregião do Recife

Localização: Capital do Estado

Limites: ao Norte, Olinda e Paulista; ao Sul, Jaboatão dos Guararapes; ao Leste, Oceano Atlântico; e a Oeste com São Lourenço da Mata e Camaragibe.

Espaço amostral

Rua Amélia (trecho compreendido entre a Av. Rui Barbosa e a Rua Rosa e Silva)

Trecho da Av. João de Barros e Av. Visconde de Suassuna

Av. Abdias de Carvalho

Rua Mamanguape, Rua Francisco da Cunha, Rua Bruno Veloso e Rua Sá e Souza



**Fig.52 – Convivência : árvores x redes multiplexadas - Rua Amélia (Fátima/2004)**



**Fig. 53 Conflito: árvores x caixa de serviço x poste Av. Visconde de Suassuna (Fátima/2004)**



**Fig.54 – Àrvore c/ inclinação acentuada devido a poda - Av. João de Barros**



**Fig.55 Conflito: Poste encravado num galho da árvore - Av. Visconde de Suassuna**

### **Análise da arborização e da rede de distribuição de energia**

A arborização na Rua Amélia e na Av. João de Barros é composta por *Licania tomentosa*, conhecida popularmente como oitizeiro, com alturas variando de 10 a 12 m, e o CAP (medição da circunferência à altura do peito, convencionando-se em 1,30m a partir do solo) varia entre 3,90m a 0,90, de folhagens densas. Algumas apresentam inclinação acentuada devido às sucessivas podas; outras estão brocadas devido à penetração de patógenos em áreas não cicatrizadas, fuste bastante danificado (Figura 56), devido a podas sem técnicas, que provoca o lascamento do galho (Figura 57) raízes expostas devido ao espaço incompatível com a espécie e outros elementos urbanos que interferem no seu desenvolvimento (Figura 58).

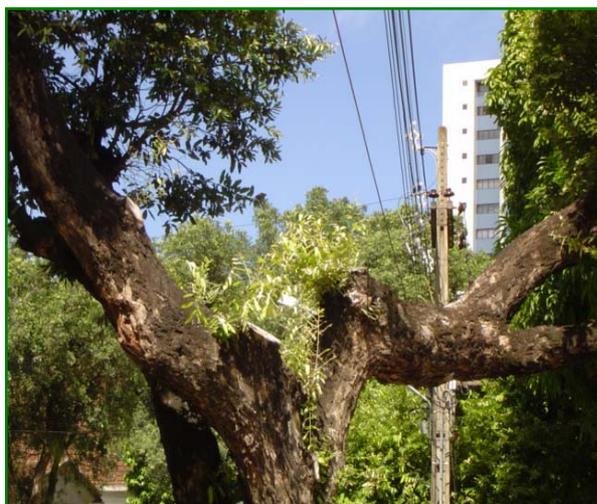
Nesta área estudada, verificou-se a presença de redes de distribuição de energia multiplexadas (cabo spacer), na linha de alta tensão e cabo protegido nas redes de baixa tensão. As podas executadas são leves, de desvio da rede, em alguns locais, poda em “V” compatibilizando as redes com as árvores.

Observa-se na figura 59, a proximidade dos galhos das árvores próxima ao transformador (trafo), podendo ser considerada área de risco.

Na área de Boa Viagem, as ruas Mamanguape e Francisco da Cunha, há predominância de *Terminalia catappa* (amendoeiras), de médio e grande porte, com presença de redes de AT e BT, ramais de serviços e telefone, algumas espécies com raízes expostas, necessitando de poda. Na rua Bruno Veloso, verificou-se a presença de algarobeiras, necessitando de poda, próximos às redes de AT e BT e telefone.

Dentre as ruas diagnosticadas a Rua Sá e Souza destaca-se pela variedade de espécies: *Terminalia catappa* (amendoeira) *Clitoria racemosa* (sombreiro), *Spathodea nilótica* (espatodia) e *Acácia podalyraeefolia* (acácia mimosa) sob a rede de BT, necessitando de manutenção.

Dados referentes aos serviços executados no período de 2003 a 2004, pelo Departamento de Parques, Praças e Áreas Verdes –DPPA da EMLURB, referente aos serviços de manutenção da arborização urbana, encontram-se nas tabelas 20 e 21, nos anexos.



**Fig. 56 – Resultado de Poda executada sem técnica (Fátima/2004)**



**Fig. 57 – Resultado de Poda sem técnica – exposição do floema (Fátima/2004)**



**Fig. 58 - Conflito entre equipamentos urbanos ( Poste junto à árvore - presença de rede protegido - Rua Amélia –**



**Fig. 59 — Conflito com Transformador – AT/BT próximo a copa das árvores - Rua Amélia (Fátima/2004)**

## **B) Município de Olinda**

Região: Mesoregião Metropolitana, Microrregião do Recife

Localização: Distante 6 Km de Recife

Limites: ao Norte, Paulista; ao Sul Recife; a leste Oceano Atlântico; e a oeste, Recife.

Espaço Amostral:

Avenida Getúlio Vargas, transversais Cel. Joaquim Antunes, 10 de Novembro, Rua Sigismundo Gonçalves, Rua Augusto Moreira; Rua do Amparo – Sítio Histórico.

Avenida Olinda, próxima à agência de atendimento da CELPE no Varadouro.

Praça do Jacaré – Carmo

### **Análise da Arborização e da Rede de distribuição de energia**

Como demonstra o registro fotográfico, Olinda possui áreas de grande densidade arbórea. Em algumas áreas do centro histórico, a exemplo da Praça do Jacaré no Carmo, em cuja avenida há espécies de grande porte, ocorrem problemas fitossanitários, inclinação sem correção, com galhos entrelaçados nas redes (Figuras 60 e 61). Nessa área, verificou-se a presença de cabo protegido. Outras áreas são carentes de arborização, principalmente as áreas de grande fluxo, devido a calçadas estreitas e presença de outras redes de serviços.

Na Avenida Getúlio Vargas, existem trechos com várias espécies e em outros trechos, as árvores estão isoladas, o que não quer dizer que não há risco de interferência junto à rede. A poda, de forma geral, não ocorre e, quando existe, foi realizada sem técnica, de forma que as árvores ou se inclinaram para a rua, ou estão com aspecto degradado, pela má conservação.

Portanto, é necessário nesta área um planejamento de poda nas árvores que estão próximas às redes, levando em consideração o seu estado fitofisiológico. Assim, será evitado o seu tombamento por cima da rede e conseqüentemente a interrupção do fornecimento de energia.



**Fig. 60– Conflito entre árvore e as redes de energia – Av. Getúlio Vargas (Fátima/2004)**



**Fig. 61 - Plantio inadequado/ inclinação da árvore devido a poda de desvio -Praça do Jacaré –Carmo - (Fátima/2004)**



**Fig. 62 Conflito da RDE com arborização – morte do galho– Rua Sigismundo Gonçalves (Fátima/2004)**



**Fig. 63 - Conflito da árvore com equipamentos urbano ( placa, rede, poste e semáforo) – Rua Augusto Moreira Fátima, M. 2004)**

### **C) Município de Paulista**

Região: Mesoregião Metropolitana, Microrregião do Recife

Localização: Distante 15 Km de Recife

Limites: ao Norte, Igarassu e Abreu e Lima; ao Sul com Olinda e Recife; a Leste, Oceano Atlântico; e a Oeste, Paudalho.

Espaço Amostral

Rua Frederico Lundgren, Rua Siqueira Campos, Rua Alberto Lundgren, Av. Floriano Peixoto

Análise da arborização/ rede de distribuição de energia

O centro de Paulista é caracterizado por ruas e calçadas estreitas, com árvores de grande porte escassas, principalmente em locais em que não há calçadas, e ruas totalmente desprovidas de vegetação. As redes de distribuição de alta e baixa tensão se cruzam de um lado à outro da rua, ocorrendo um emaranhado de fios da rede de serviço. Apesar de estar acima dos 5 m, há locais de interferência dos galhos nas redes devido ao porte alto das árvores e às copas frondosas.

Total Ausência de poda de manutenção. Em alguns locais, verifica-se poda drástica de galhos, espécies com excesso de brotações, atacadas por pragas, descortiçadas, fuste inclinado.

Ocorre uma predominância de fruteiras nos espaços vazios (terrenos desocupados), amendoeiras, sombreiros. Verificou-se também, em algumas localidades, a posteação próxima aos muros, a presença de cabo ecológico e redes com espaçadores.

## Registro Fotográfico



**Fig. 64 -** Árvore de grande porte próximo a rede AT - Rua Cel. Alberto Lundgen (Fátima/2004)



**Fig. 65 –**Ausência de árvores no centro comercial - R. Siqueira Campos Fátima/2004



**Fig. 66** Conflito entre a arborização e as redes de comunicação. - Av. Floriano Peixoto – (Fátima/2004)



**Fig. 67 -** – Conflito da arborização com as RDE – Rua Frederico Lundgren Fátima,M/2004)

## **D) Município de Camaragibe**

Região: Mesoregião Metropolitana, Microrregião do Recife

Localização: Distante 16 Km de Recife

Limites: ao Norte, Paulista e Recife; ao Sul, Recife; e a Oeste, São Lourenço da Mata.

Espaço Amostral

Rua Delmiro Correia, Rua Jerônimo, Rua Francisco Honorato (Praça Coimbra), Av dos Girassóis, Rua Padre Oséas Cavalcanti, Rua Manuel Dourado.

### **Análise da arborização/rede de distribuição de energia**

Verificou –se, na maioria das vias públicas, a falta de arborização, devido em grande parte dos casos à falta de espaço. Na Rua Delmiro Correia, a posteação está em ambos os lados, tanto a alta tensão e como a baixa tensão, e avenidas, ruas e calçadas encontram-se desprovidas de árvores. Já na rua Francisco Honorato, a iluminação da rua estava totalmente comprometida pela ausência de poda de árvores. Essa foi outra característica observada: onde existe árvore, não existe poda. A maioria das espécies é de grande porte: fruteiras, sombreiros e fícus.

A área tem uma predominância de árvores ainda em grandes quintais, ou em pequenas propriedades, de forma que as redes de distribuição, em muitos casos, estão em contato com árvores que se situam em área de particulares.

Apesar da existência de pouca arborização de rua, o risco está sempre presente devido à falta de manutenção das que existem sob ou sobre a rede.

## Registro Fotográfico



**Fig. 68 - Ausência de árvore em via pública.  
- Rua Delmiro Correia – (Fátima, M/2004)**



**Fig. 69 –Ausência de arborização sob a RDE  
- Av. Getúlio Vargas ( Fátima/2004)**



**Fig. 70– Presença de Cabo multiplexado -  
Arborização escassa – Av dos Girassóis  
(Fátima/2004)**



**Fig. 71 –Ausência de poda – registro de  
conflito arvores x redes x calçadas.  
Rua Francisco Honorato (Fátima/2004)**

## **E) Município de Abreu e Lima**

Região: Mesoregião Metropolitana

Localização: Microrregião do Recife

Limites: ao Norte, Igarassu e Araçoiaba; ao Sul, Paulista e Paudalho; a Leste, Paulista; e a oeste, Paudalho e Tracunhaém.

Espaço Amostral: Av. Duque de Caxias, Rua Júlio Multerno, Av. Brasil.

### **Análise da Arborização/rede de distribuição de energia**

A cidade é caracterizada pela disposição de espécies arbóreas nos canteiros centrais da Avenida Principal, a Av. Brasil, com a posteação contendo redes de alta e baixa tensão nas laterais. Como se trata de uma cidade cujo tráfego corta as duas avenidas principais, verifica-se no comércio local, a ausência de árvores nas calçadas, cuja posteação e fiação se faz presente. É uma cidade ajardinada, com proteção de grades e árvores de pequeno porte são distribuídas ao longo de toda avenida local em congruência com a rodovia federal, que liga Pernambuco a Paraíba.

Nas ruas transversais, algumas sem calçamentos e sem calçadas predominam espécies de fruteiras, vestígios dos pomares de épocas passadas, com a presença de redes de distribuição energia, porém com afastamentos dentro das margens de segurança.

Na avenida Duque de Caxias, apesar de um número muito reduzido de árvores verificou-se, em alguns locais, a ausência de manutenção. Foram também observados locais onde ocorrem à realização de poda drástica ou de desvio, muitas apresentando lascamento dos galhos.

Em outras ruas há ausência total de árvores. Registrou-se ainda grande quantidade de árvores em propriedades particulares, destacando-se coqueiros, palmeiras, bananeiras e mangueiras, além de espécies ornamentais, características de quase todos municípios pesquisados.

## Registro Fotográfico



**Fig. 72 — Calçadas largas com arborização em conflito com as redes de AT- Av. Brasil (Fátima/2004)**



**Fig. 73– Presença de RC e RBT conflitando com arborização - Av. Brasil (Fátima/2004)**



**Fig. 74 – Rua Júlio Moliterno – Ausência de árvores sob as RDE - (Fátima/2004)**



**Fig. 75 – Ausência de poda em árvore sob a RDE e posteação - Av. Duque de Caxias.(Fátima/2004).**

## **F) MUNICÍPIO DE ARAÇOIABA**

Região: Mesoregião Metropolitana, Microrregião do Recife

Localização: Distante 40 Km de Recife

Limites: ao Norte, Igarassu; ao Sul, Abreu e Lima; ao Leste, Igarassu; e ao Oeste, Tracunhaém.

Espaço Amostral: Ruas João Pessoa Guerra, João José de Freitas.

### **Análise da arborização / rede de distribuição de energia**

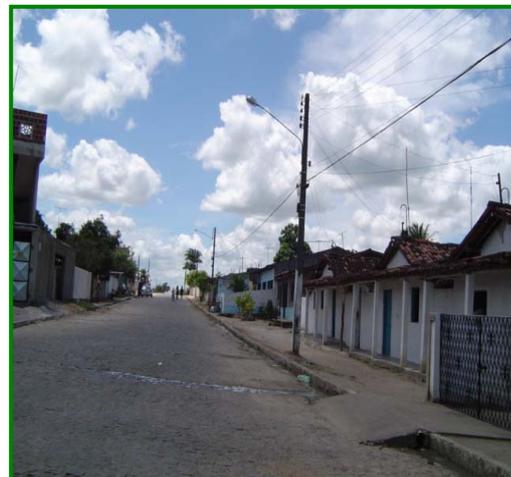
Na zona urbana, não foram encontradas árvores, principalmente nas vias públicas. Assim, não se registrou perigo com relação às redes de energia, ou outros elementos componentes do sistema de distribuição de energia.

Os canteiros estão totalmente desprovidos de arborização. A cidade é tipicamente rural, e a arborização existente está localizada nos quintais de algumas residências com características de pequenos sítios, dominando fruteiras de grande porte. No espaço viário uma ou outra residência possui, isoladamente, espécies de *Eritrina velutina* sob a rede, ainda em pequeno porte, muitas localizadas próximas ao muro. As ruas caracterizam-se por suas calçadas estreitas, ou ausências dessas, embora a maioria das ruas na parte central sejam alargadas.

## Registro Fotográfico



**Fig. 76 – Avenida Central desprovida totalmente de arborização e de iluminação pública (Fátima/2004)**



**Fig. 77 - Rua João Pessoa Guerra – logradouros desprovidos de arborização (Fátima/2004)**



**Fig. 78 – Presença de árvore em praça e redes de BT lado contrário – Rua João José de Freitas (Fátima/2004)**



**Fig. 79 – Espécie arbórea em conflito com o muro apresentando poda de rebaixamento da copa - Rua João Pessoa Guerra (Fátima,M. 2004)**

## G) MUNICÍPIO DE IGARASSU

Região: Mesoregião Metropolitana de Recife, Microrregião de Itamaracá

Localização: Distante 26 Km de Recife

Limites: ao Norte, Goiana, Tracunhaém, Itaqueritinga e Itamaracá; ao Sul, Paulista e Abreu e Lima; ao Leste, Itamaracá, Itapissuma e o Oceano Atlântico; e ao Oeste, Nazaré da Mata, Carpina, Tracunhaém e Paudalho.

Espaço Amostral: Rua Tiradentes, Rua Barbosa Lima, Av. Mário Melo.

### Caracterização da arborização / Rede de distribuição de energia

Em algumas áreas, verificou-se a presença de árvores isoladas em contato com a rede de distribuição, principalmente aquelas ligadas às redes de serviço. E como nos demais municípios não existe a prática da poda. Isso dificulta que a árvore tenha uma formação na copa compatível com o espaço que ela ocupa.

Na área do centro histórico, apenas algumas palmeiras e coqueiros, necessitam de um planejamento da arborização uma vez que não há conflito com as redes devido a distância. Na área de praia, verificam-se algumas interferências devido aos coqueiros, necessitando de maior fiscalização para evitar o desligamento da rede.

### Registro Fotográfico



**Fig. 80 - Rua sem calçada, pista de rolamento, grande quantidade de placas de sinalização e fruteiras junto a casas sem muros. – Av. Mário Melo (Fátima/2004)**



**Fig. 81 – Rua sem calçadas, redes de serviços de iluminação pública com ausência de árvores sob as redes - Rua Barbosa Lima (Fátima/2004).**

## H) MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO

Região: Mesoregião Metropolitana, Microrregião do Suape

Localização: distante 41 Km de Recife

Limites: ao norte com Moreno, Jaboatão dos Guararapes e Vitória de Santo Antão, ao sul com Ipojuca, Escada e Oceano Atlântico e leste com Oceano Atlântico e a oeste com Vitória de Santo Antão e Escada.

Espaço Amostral:

Av. Historiador Pereira da Costa

Transversal Washington Luiz

Av Presidente Vargas e Transversais

### **Caracterização da arborização/ rede de distribuição de energia**

A Avenida Historiador Pereira da Costa possui 84 árvores (uma morta) de espécies e tamanhos variados. Necessitam, porém, de poda e, constantemente, de manutenção. No canteiro central da avenida, há algumas espécies laterais sob ou sobre a fiação. Estão dispostas inadequadamente, plantadas sem critérios, em conflito principalmente com as redes de comunicação e em alguns locais, com as redes de baixa e alta tensão que cruzam a avenida. Verificou-se ainda que a maioria dos postes está sem numeração.

Espécie arbórea em situação de risco na transversal Washington Luiz, com anelamento e descorticação no fuste provocado por um cabo de aço amarrado no em seu entorno, que se encontra atrelado a um poste de iluminação pública. Trata-se de um *Flaboyant* de grande porte, totalmente inclinado, devido à poda de desvio.

## Registro Fotográfico



**Fig. 82 - Presença de árvores de grande porte em conflito com as RDE de AT e BT – Avenida Historiador Pereira da Costa ( Fátima/2004).**



**Fig. 83 - Espécie injuriada devido poda de desvio – redes com espaçadores - Transversal Washington Luiz (Fátima/2004).**



**Fig. 84 - Canteiro central com arborização, em conflito com redes de serviços - Av. Historiador Pereira da Costa (Fátima/2004).**



**Fig. 85 – Conflito da arborização x poste e redes. Ausência de poda, redes com espaçadores - Transversal da Av. Pres. Vargas**

## **D) MUNICÍPIO DE IPOJUCA**

Região: Mesoregião Metropolitana, Microrregião do Suape

Localização: Distante 57 Km de Recife

Limites: ao Norte, Cabo de Santo Agostinho; ao Sul, Serinhaém; a Leste, Oceano Atlântico; e a Oeste, Escada.

Espaço Amostral

R. Francisco Alves, Rua João Pessoa (Município de Ipojuca).

R. Macaíba, Praça Alberto Costa, R. Cristóvão de Souza Leão (Distrito de Nossa Senhora do Ó).

R. esperança, Rua Manuel Luiz Cavalcanti Uchoa (Vila de Porto de Galinhas).

R. Domingos Sávio, Rua Correia Lima (Vila da Usina Salgado).

### **Análise da arborização/rede de distribuição de energia**

Em Ipojuca, verificou-se, nas ruas centrais, a ausência de arborização. No entanto na rua onde está localizado o Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura, árvores foram plantadas recentemente sob a fiação. São espécies inadequadas, como o *Ficus bejamina*, que futuramente poderão vir a causar transtornos próximo ao poste nº. 9936.

Em Nossa Senhora do Ó, verificou-se que, embora a arborização esteja localizada no canteiro central, as redes de serviço cruzam as ruas, formando um emaranhado de fios próximos aos galhos das árvores e, como foi constatada a ausência de poda de manutenção, também poderão vir a ocorrer problemas com a rede de distribuição de energia.

Na Vila de Porto de Galinha, foi constatada a presença de árvores (amendoeiras) de grande porte, entretanto não se diagnosticou problema, pois a rede está protegida em toda extensão da rua principal.

Na Vila Salgada, existe um grande número de *Clitoria racemosa*, *Cocos nucifera*, *Spathodea nilótica*, espécies de grande porte plantados nas ruas Domingos Sávio e Correia Lima, em contato direto com a rede de distribuição de energia. Diagnosticou-se poda drástica recente nas espécies, algumas com mutilações irreversíveis em decorrência da manutenção inadequada.

Quanto ao aspecto fitossanitário, verificou-se a presença de psilídeos na maioria das Clitórias, o que provoca a queda das folhas e murcha dos galhos. Esta área deve ser

considerada de risco de desligamento. Assim, nela deve ser realizada uma poda de condução, já que as espécies são de grande porte. Dessa forma, poder-se-á conduzir as árvores a ultrapassarem as redes sem maiores danos.

### Registro Fotográfico



Fig. 86 – Rua João Pessoa - Plantio de espécie inadequada sob a rede de serviço em calçada estreitas . (Fátima/2004).



Fig. 87 – Rua Francisco Alves - Ausência de arborização no centro comercial. (Fátima/2004)



Fig. 88 – Rua Macaíba - Árvores de grande porte em conflito com as redes de serviços e poda drásticas. (Fátima/2004)



Fig. 89 – Rua Cristóvão de Souza Leão – Árvores sob as redes , ausência de poda, conflito com redes de serviços. Fátima/2004)



**Fig. 90 - Árvores em conflito com a posteação, presença de cabo ecológico .-**  
Rua Manuel Cavalcanti Uchoa - (Fátima/2004).



**Fig. 91- Árvores de grande porte x cabo ecológico x redes de comunicação -** Rua Esperança. Fátima,M (2004)



**Fig. 92 - Grande quantidade de árvores descortçadas, com podas drásticas, infectada de psilideos. -** Rua Domingos Sávio –Usina Salgado



**Fig. 93 – Conflito das redes com a rede de AT, espécies injuriadas e infectadas.** Rua Correia Lima – Usina Salgado (Fátima/2004)

## **J) MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS GUARARAPES**

Região: Mesoregião Metropolitana, Microrregião do Recife.

Localização: Distante 18 Km de Recife

Limites: ao Norte, São Lourenço da Mata; ao Sul, Cabo de Santo Agostinho, Oceano Atlântico e Moreno; e a Leste, Recife e Oceano Atlântico; e a Oeste com Moreno.

Espaço Amostral

Avenida Bernardo Vieira de Melo - Piedade (nº 1346 a 2250) - Jaboatão

Rua Santo Amaro, Rua Pe. Cromácio Leão e Bernardo Vieira de Melo – Jaboatão Velho

Rua Barão de Lucena e Praça do Rosário (Entorno do Mercado Público em Jaboatão Centro)

### **Análise da arborização/rede de distribuição de energia**

Em Piedade, na Avenida Bernardo Vieira de Melo, existem poucas espécies arbóreas situadas debaixo da rede de distribuição de energia. No entanto, próximas aos postes CO 40269/40253 estão uma acácia e uma amendoeira que necessitam de poda de manutenção. Em algumas áreas, podemos observar a falta de poda de manutenção; em outras, a poda executada é de má qualidade, apenas com desvio da rede, sem nenhuma preocupação com a manutenção da espécie.

Em Jaboatão Centro, mais de 100 árvores foram diagnosticadas em relação às redes de distribuição. O que se verificou é que muitas árvores estão inclinadas sob a rede devido à poda de desvio. Isso, como se sabe, provoca o desequilíbrio da árvore pondo-a em contato com a rede; daí a necessidade de poda de manutenção.

## Registro Fotográfico



**Fig. 94 – Plantio de espécie inadequado sob a rede – Av. Bernardo Vieira de Melo (Fátima/2004)**



**Fig. 95 – Conflito com rede de comunicação e posteação Av. Bernardo Vieira de Melo - (Fátima/2004)**



**Fig. 96 –Área desprovida de arborização - Av. Bernardo Vieira de Melo (Fátima/2004)**



**Fig. 97 – Poda de desvio resulta espécie com inclinação irreversível - Av. Bernardo Vieira de Melo (Fátima/2004)**

## JABOATÃO CENTRO (velho)



**Fig. 98 – Árvore sem condução conflitando com equipamentos urbanos - Rua Barão de Lucena (Fátima/2004)**



**Fig. 99 Poda de desvio acentuada – Rua Padre Cromácio Leão (Fátima/2004)**



**Fig. 100 - Plantio Inadequado sob rede com espaçadores (Fátima,M./2004)**



**Fig. 101 – Conflito de árvore com redes de serviços e edificação – presença de rede de AT multiplexada - Av. Bernardo Vieira de Melo - (Fátima/2004)**

## L) MUNICÍPIO DE MORENO

Região: Mesoregião Metropolitana, Microrregião do Recife

Localização: Distante 28 Km de Recife

Limites: ao Norte, São Lourenço da Mata, Vitória de Santo Antão e Jaboatão dos Guararapes; ao Sul, o Cabo de Santo Agostinho, a Leste, Jaboatão dos Guararapes; e a Oeste, Vitória de Santo Antão.

Espaço Amostral

Rua Maximiano P. Viana

Rua Lauro de Freitas

Rua Cleto Campelo

Rua Harold William Atkinson

### **Análise da arborização/ rede de distribuição de energia**

Neste município, foram diagnosticadas 100 árvores. É, pois, um dos municípios da RMR, exceto Recife, que mais se destacou pela presença de árvores nas vias públicas, principalmente em ruas transversais. No entanto, verificou-se que a maioria do plantio é realizada pelo morador, sem critérios de espécies e distâncias de muro, posteação e sob a rede.

As espécies mais encontradas sob a rede foram a *Erithrina velutina* Willd , *Ficus bejamina* L e *Terminalia catappa* L. A maioria é de grande porte, plantada em calçadas estreitas de 1,30 m de largura e sob as redes de baixa tensão, principalmente sob as redes de serviços, em que os postes ficam geralmente junto ao muro.

Como se verifica no registro fotográfico, a árvore é plantada junto aos muros e edificações, não obedecendo as distâncias mínimas, para que a espécie se desenvolva sem prejudicar a construção.

## Registro Fotográfico



**Fig. 102**– Conflito registrado entre a arborização, posteação, placa de sinalização Rua Cleto Campelo (Fátima/2004)



**Fig. 103**– R. sem calçadas, plantio junto a construção sob a rede de serviço – Rua Harold William Atkinson (Fátima/2004)



**Fig. 104** – Espécie injuriada, atacada pelo cancro bacteriano, calçada estreita, conflitando com a posteação e redes de serviço - Rua Cleto Campelo (Fátima (2004)



**Fig. 105** – árvore com galhos mortos devido a poda drástica, conflitando com o poste de iluminação – Rua Maximiano P. Viana (Fátima/2004).

## M) MUNICÍPIO DE ITAPISSUMA

Região: Litoral Mata, Microrregião de Itamaracá

Localização: Distante 45 Km de Recife

Limites: ao Norte, Goiana; ao Sul, Igarassu; ao Leste, Itamaracá; e a Oeste, Igarassu.

Espaço Amostral: Av. Frei Serafim, Rua marechal Deodoro, Rua São Miguel, Rua Siqueira Campos

### Análise da arborização e da rede de distribuição de energia

Devido ao fato de ser área litorânea, há uma predominância de coqueiros em locais bem próximos à rede de alta tensão apesar de ela se encontrar com altura superior a 8 m. No entanto a vegetação arbórea está mais localizada nos quintais e áreas desocupadas. Poucas se encontram nas vias públicas, onde não há calçadas. As redes de alta tensão e baixa tensão principalmente na área urbana não correm grande perigo de atrito. No entanto, na avenida principal, verifica-se a presença de fileiras de *Delonix régia*, de grande porte, porém com poda de contenção, como se verifica na fotografia, para desviá-las da rede de baixa tensão. Como nos demais municípios, existe uma deficiência de árvores nas vias públicas.

### Registro Fotográfico



Fig. 106 – Conflito registrado com espécies sob a rede, poda de rebaixamento - Av. Frei Serafim (Fátima/2004).



Fig. 107 – Ausência de arborização viária sob a rede – Rua São Miguel (Fátima/2004).

## **N) MUNICÍPIO DE ITAMARACÁ**

Região: Mesoregião Metropolitana, Microrregião de Itamaracá

Localização: Distante 47,5 Km de Recife

Limites: ao Norte, Goiana e Oceano Atlântico; ao Sul, Igarassu e Oceano Atlântico; a Leste, Oceano Atlântico; e a Oeste com Itapissuma.

Espaço Amostral

Av João Pessoa Guerra – acesso ao PILAR

Rodovia PE-01 – acesso ao Forte Orange

### **Análise da arborização/rede de distribuição de energia**

Por se tratar de área litorânea, verifica-se uma grande presença de coqueiros, cajueiro, sombreiros, amendoeira; no entanto estas árvores estão localizadas próximo à rodovia de acesso ao Forte Orange, em confluência com as redes de distribuição como pode se verificar nos registro fotográficos. O perigo existente é ausência de manutenção dessas espécies, exceto os coqueiros que dispensam a poda, devido a sua fisiologia, não permitir. Por tanto é necessário nessas áreas que na sua maioria são particulares o uso de redes protegidas, evitando assim o atrito dos galhos com as redes.

## Registro fotográfico



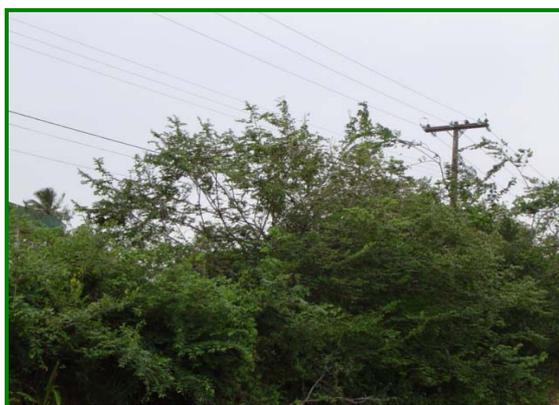
**Fig. 108** – Espécies parasitas sobre as redes de BT, conflito registrado com coqueiros e as redes de energia - Rodovia PE-01 (Fátima/2004)



**Fig. 109** – Presença de redes de AT e BT, conflitando próximo aos coqueiros – Av. João Pessoa Guerra (Fátima/2004)



**Fig. 110** – Conflito registrado com coqueiros e as redes de comunicação e energia- Rodovia PE-01 (Fátima/2004)



**Fig. 111** – Conflito registrado com e as redes de energia de BT e arborização - Rodovia PE-01 (Fátima/2004)

## O) MUNICÍPIO DE SÃO LOURENÇO DA MATA

Região: Mesoregião Metropolitana, Microrregião do Recife

Localização: Distante 22 Km de Recife

Limites: ao Norte, Chã de Alegria, Paudalho, Paulista e Recife; ao Sul, Recife, Jaboatão dos Guararapes, Moreno e Vitória de Santo Antão; a Leste, Recife; e a Oeste, Vitória de Santo Antão e Chã de Alegria.

Espaço Amostral

Rua Olívio Costa

Av Delmiro Gouveia

Rua Luiz Correia

Rua Francisco Correia

### **Análise da arborização/ rede de distribuição de energia**

Como em quase todos os municípios da RMR, as ruas e calçadas são estreitas, principalmente as que estão próximas ao centro do comércio. Porém o que caracteriza a Av. Delmiro Gouveia é o fato de a rede de distribuição se encontrar de um lado da avenida e as árvores, no outro. Há grande predominância de *Clitoria racemosa*, *Prosopis ruscifolia*, *Licania tomentosa*; todas de grande porte. Não foi detectado nenhum indicador de impacto sobre a rede. Em algumas situações, verificou-se cruzamento de redes de um lado da rua para outro, porém sem agravante, pela ausência de árvores ou presença de árvore de pequeno porte.

## Registro Fotográfico



**Fig. 112 –**Arborização de grande porte com podas de desvio laterais próximo as redes de AT - Rua Francisco Correia (Fátima/2004).



**Fig. 113 -** Espécies em áreas particulares conflitando com as redes de BT e Comunicação - Rua Luiz Correia (Fátima/2004).



**Fig. 114 –** Redes de baixa tensão com conflito em alguma áreas - Av. Delmiro Gouveia (Fátima/2004).



**Fig. 115 -** Ausência de arborização viária, presença de árvores em áreas particulares conflitando com as redes de energia - Rua Olívio Costa (Fátima/2004)

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A deficiência na manutenção da arborização viária, conseqüência do não atendimento à demanda existente, contribui para a não preservação dos arboretos urbanos.

A CELPE e outras concessionárias, têm um custo elevado dos serviços de poda para manter as redes livres do contato com os galhos, o que justificaria uma parceria entre os governos municipais e as entidades privadas, de forma a buscar a sustentabilidade através da harmonia, da sintonia das políticas públicas e a gestão dos espaços urbanos, e das redes de serviços públicos.

Outro aspecto importante levantado é o impacto da desaculturação relacionado à arborização viária registrada nos municípios estudados. Neles se fazem necessários programas educativos, viabilização de projetos de infra-estrutura, que contemplem a arborização como serviço essencial e imprescindível, como a energia elétrica à qualidade de vida e conforto dos munícipes.

A negligência com a arborização viária, embutida nas intervenções realizadas nos espaços urbanos onde não se contabilizam os custos ambientais resultantes de projetos restritos à análise econômica requer a adoção de um novo olhar, de uma nova postura que possibilite levar a comunidade o conhecimento e a importância do cultivo de árvores nas vias públicas. A sustentabilidade do ecossistema urbano está relacionada à capacidade do emprego das técnicas apropriadas na manutenção dos serviços essenciais e a conservação desses espaços. Diante do quantitativo empregado para poda de árvores sob a rede de distribuição empregado pela CELPE e dos custos empregados para implantação de redes protegidas, pode-se afirmar a viabilidade da utilização de redes compactas. Comprovadamente, o investimento inicial é elevado, no entanto esse montante é diluído ao longo dos anos, configurando uma redução dos custos de manutenção, já que, devido à confiabilidade desse sistema, a periodicidade de manutenção é esporádica.

Na Região Metropolitana, como todo o Recife, as cidades litorâneas são as que necessitam de mais atenção. A primeira, devido à quantidade de árvores plantadas no sistema viário. Estima-se que há aproximadamente 400 mil. Não se pode precisar o número com exatidão devido às baixas constantes, como se pode verificar na tabelas 20 e 21 (anexo). Em 2003 foram erradicadas 1.034, e até outubro de 2004, foram erradicadas 546. Esses dados são oficializados pelo Departamento responsável (Departamento de Praças, Parques e áreas Verdes - DPPA). Das 17.373 mudas plantadas, estima-se que só 30% conseguem atingir a

fase adulta devido a fatores, como: deficiência na manutenção, escolha da espécie inadequada para o local de plantio, problemas fitossanitários acarretados pelas podas drásticas e podas sem técnicas, falta de cultura da população, serviços efetuados de forma ineficiente, o não cumprimento da legislação existente por parte dos construtores, projetistas e comunidade. Conseqüentemente ocorre a redução de árvores nas ruas da cidade.

Outro fator a ser considerado quanto às políticas públicas é a falta de sensibilidade e compreensão dos governantes quanto à destinação orçamentária para manutenção e recuperação da arborização. Essas verbas são insignificantes. Há falha também pelo sistema adotado dos serviços terceirizados, sem qualificação técnica, não-cumprimento de contrato licitório, número reduzido de funcionários para fiscalização e acompanhamento dos serviços executados. Nos demais municípios, como foi citado anteriormente, o grande impacto é a deficiência da arborização urbana.

Por outro lado, o sistema adotado pela Concessionária de Energia, no que diz respeito ao sistema de manutenção das redes e, como conseqüência, à efetivação da poda das árvores, é inadequado e deficiente.

Fatores negativos, como: o valor pago por árvore podada (que estimula a poda desnecessária) e a rotatividade de funcionários nessas empresas para redução de encargos sociais, (eliminam-se muitas vezes funcionários que foram treinados e estão capacitados a realizar os serviços). Outro fator é a falta de fiscalização por técnico especializado e a utilização da posteação por outras empresas, sem que essas sejam penalizadas pelo uso incorreto e o não cumprimento dos procedimentos e normas estabelecidas pela concessão do espaço.

A utilização de redes subterrâneas defendidas por alguns pesquisadores tem um custo 10 vezes maior em relação à rede convencional, conforme VELASCO (2003), em estudo realizado em Piracicaba-São Paulo. No entanto na cidade do Recife, esse sistema se torna inviável dentro da área urbana, atualmente, devido ao fato de os espaços serem reduzidos para comportar as redes de serviços de água, esgoto, gasoduto, telefonia e caixas de serviços, devido a demanda.

Diante desse contexto, seguem algumas recomendações para os órgãos responsáveis pelos fornecimentos de serviços essenciais prestados à comunidade:

## 6.1 APLICAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

- incorporar e levar em consideração a arborização urbana nos projetos de implantação de outras redes de serviços, buscando a compatibilização;
- buscar apoio das comunidades, incentivando o plantio de espécies adequadas, a manutenção e adoção de árvores localizadas nas calçadas dos imóveis;
- estabelecer parceria entre órgãos públicos e privados na implantação de viveiros municipais para arborização de vias públicas, principalmente nos municípios carentes, estimulando a participação da comunidade através de programas educacionais;
- incentivar e orientar os viveiros públicos a investirem na produção das espécies nativas para uso na arborização viária dando exemplo e incentivando iniciativas particulares;
- desenvolver programas de fomento às espécies nativas, disponibilizando linhas de crédito para produtores particulares de forma a possibilitar o mercado consumidor contar com qualidade, quantidade e constância no abastecimento;
- promover planejamento conjunto das Prefeituras e concessionárias, dos serviços de manutenção, disponibilizando na rede os serviços executados e a programação, priorizando as áreas de riscos de forma a evitar podas desnecessárias e desenvolvendo o georreferenciamento da arborização nas áreas consideradas críticas;
- buscar alternativas para o fomento da pesquisa no estudo de espécies nativas, com plantio e monitoramento em áreas experimentais na área urbana, de forma que possa avaliar a capacidade de tolerância dessas espécies ao stress urbano;

## 6.2 GERENCIAMENTO DOS SERVIÇOS PARA FACILITAR A COEXISTÊNCIA DA REDE COM AS ÁRVORES

- evitar o plantio de espécies, como *Licania tomentosa*, *Terminalia catappa*, e outras incompatíveis, considerando a adaptação delas ao solo da área, as redes elétricas, selecionando as de estatura adequada ao aproveitamento da área sem riscos;
- introduzir espécies nativas na arborização em área piloto, monitorando o seu desenvolvimento de forma a diversificar e preservar as espécies endêmicas da região e promovendo a biodiversidade e difusão do conhecimento das mesmas;

- efetuar podas de condução nas espécies localizadas sob as redes elétricas, evitando-se futuras podas drásticas, ou em árvores que não estejam nessas condições;
- executar um monitoramento periódico que permita a avaliação de aspectos quali-quantitativos a partir das características das árvores, dos elementos construídos e de seus respectivos locais de plantio, para que sirva de instrumento para a elaboração de projetos e para o planejamento de novos plantios e adequação de práticas de manejo a realidade de cada município;
- elaborar os contratos de serviços incorporando a poda de árvores qualitativamente de forma a estabelecer, entre uma manutenção e outra, espaços de tempo maiores, reduzindo os custos operacionais e ambientais;
- sistematizar e reformar os contratos referente aos pagamentos dos serviços; em vez de árvore podada, incluir na manutenção de redes a poda das árvores como serviço complementar;
- contabilizar os custos de lucro cessante, serviços de poda, manutenção de redes, a insatisfação do público, implementando a substituição (ou transformação) da rede convencional pela rede compacta, isolada ou protegida gradativamente, iniciando nas áreas onde foram detectados os desligamentos e identificando as áreas de riscos;
- substituir gradativamente as árvores comprometidas, iniciando por aquelas que se encontram em estado de degradação avançada, substituindo por espécies adequadas, procurando informar a população da necessidade de erradicação das espécies que eminentemente correm risco de tombamento, para evitar acidentes previsíveis;
- evitar o plantio de uma mesma espécie em áreas sequenciais de forma a minimizar os surtos de pragas e doenças, mas não impedindo a polinização e as recombinações genéticas;
- utilizar o processo de geoprocessamento para monitorar as árvores e as redes de distribuição de energia, buscando parcerias com as outras empresas que utilizam os espaços urbanos;
- criar procedimentos de uso do espaço aéreo e da implantação de serviços em espaços subterrâneos de forma que todos sejam fiscalizados pelo serviço prestado;
- cumprir as legislações existentes de forma a minimizar os impactos decorrentes pelo conflito de redes dos serviços públicos;
- estabelecer bases seguras de implementação de campanhas educativas principalmente entre os jovens.

### 6.3 PROCEDIMENTOS PARA COMPARTILHAMENTO DE POSTE DE REDE ELÉTRICA

- solicitar que projetos sejam apresentados pelos ocupantes, determinando o material - cabo, cordoalha, esforço resultante, flecha máxima - obedecendo, portanto, as alturas e distâncias envolvidas na instalação segundo as normas do Detentor (CELPE) e de outros que se fizerem necessários;
- providenciar que a CELPE, junto à Prefeitura determine normas e procedimentos de forma a minimizar os impactos provocados por estes no ato de instalação e manutenção, já que os postes e as redes são de concessão da CELPE e o uso e ocupação do solo urbano são de responsabilidade do município;
- determinar o número de fios telefônicos “FE” (Fio DROP) instalados na posteação por vão; esses deverão ser agrupados, garantindo uniformidade e aglutinação dos fios de forma a proteger a arborização;
- determinar pontos de fixação na utilização do espaço reservado aos ocupantes;
- evitar a coincidência de ponto de ancoragem da cordoalha ou cabo da rede da ocupante sem a devida análise do detentor;
- estabelecer que os aterramentos dos cabos e equipamentos sejam independentes e distanciados de outros ocupantes principalmente de áreas arborizadas, procurando novas alternativas, como a condução de cabos através das cintas de segurança localizada sobre o meio fio.

### 6.4 PLANO DE AÇÃO

A implementação de interações e estratégias de intervenção no ambiente urbano requer modificações nas políticas internas das empresas, convergindo com a necessidade de convivência das redes com as árvores urbanas. Sendo assim, são necessárias as seguintes ações para obtenção de resultados eficazes.

#### 6.4.1 Ações de caráter organizacional

- A empresa deverá possuir em seu quadro funcional equipe de especialistas multidisciplinar, de forma a subsidiar a gerência nas ações ambientais de forma a realizar fiscalização, autorizações junto aos órgãos de licenciamento e controle ambiental municipal, estadual ou federal, para viabilizar os serviços de supressão, poda e reposição de árvores em locais de concessão.
- A administração da concessionária deverá promover e viabilizar parcerias públicas e privadas para desenvolver programas educacionais voltados para arboricultura.
- Promover e adequar as especificações técnicas do manejo da arborização, quando da realização dos serviços de manutenção das redes.
- implementar auditorias internas quanto a execução dos serviços de poda.
- assessorar as Gerências Regionais da Concessionária para a execução dos serviços de manutenção e poda, obedecendo as normas técnicas .
- apoiar as iniciativas do Setor de Comunicação nas divulgações das ações ambientais da empresa junto a própria empresa e a mídia.

#### 6.4.2 Ações de caráter técnico/científico

- Readequar a arborização e as redes
- Integrar os agente internos e externos: sugestão e apoio ao Projeto de Lei para disciplinar o plantio de árvores nas vias públicas do município
- Estimular a pesquisa de espécies nativas da região para o plantio adequado em vias públicas.
- Replantar de espécies adequadas ao espaço disponível em local de supressão efetuado em decorrência de podas drásticas;
- Planejar com antecipação o local em que o material de poda removido será colocado;
- Concluir a recomposição das áreas trabalhadas o mais rápido possível.
- Garantir da qualidade na execução dos serviços de poda através de uma maior fiscalização das empresas prestadoras de serviços, monitoramento, cadastro das áreas de riscos e utilização de novas tecnologias de proteção à rede.
- Programar e fiscalizar a poda preventiva em consonância com as Prefeituras.
- Localizar através de mapeamento georreferenciado a rede aérea e a arborização existente de forma a monitorar os serviços de poda.
- Utilizar redes aéreas ecológicas e/ou compactas nos locais de maior densidade arbórea.

- Fiscalizar o cumprimento dos normativos e procedimentos relativos às distâncias de segurança entre as árvores e as redes de energia.
- Obedecer às distâncias mínimas das árvores plantadas, quando da implantação de novas linhas ou em substituição da posteação;
- Desenvolver trabalho educativo junto aos usuários para não realizar plantio sob a rede de energia, através da mídia, da conta de energia.

Com base na pesquisa realizada, nos municípios da RMR, concluiu-se que, em relação à arborização viária, existe uma carência de indivíduos na maioria dos municípios, e naqueles que registraram maiores índices de diversidade e riqueza de espécies, a arborização apresenta-se comprometida devido à competição e o conflito com as outras redes de serviços, contribuindo para a degradação da arborização urbana.

Conclui-se que os conflitos existentes entre as redes de serviços essenciais ocorrem devido à falta de planejamento, ao plantio de espécies inadequadas, à implantação de redes sem o prévio diagnóstico físico da área, limites de segurança conjugados com os demais serviços.

Neste sentido, é importante observar que a tendência mundial para resolver os problemas frente ao aquecimento do planeta “Terra”, é a busca de parceria. E estas responsabilidades não podem ser realizadas de formas pontuais e isoladas, porque a chave para o sucesso são as ações realizadas de forma conjunta.

Um programa de Arborização Municipal só terá êxito quando todos envolvidos no processo tiverem consciência das suas parcelas de responsabilidades, o que significa dizer que o conhecer precede o agir, tendo como meta o bem comum em busca de uma melhor qualidade de vida.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRADEE, Documento Técnico – 16.11: **Diretrizes e Critérios para Harmonização de Redes Aéreas de Distribuição e a Arborização**, Rio de Janeiro, 1990.

ABREU, P. C. O. V. & C. R. NOGUEIRA. 1989. **Spatial distribution of Siphonophora species at Rio de Janeiro Coast**, Brazil. *Ciência e Cultura* 41 (9): 897-902.

AMARAL, R.D.A.M, **Diagnóstico de ocorrência de cupins xilófagos em árvores urbanas do bairro de Higienópolis, na cidade de S.Paulo**, Dissertação de mestrado, ESALQ, Piracicaba, 2002, p.71.

ANTUNES, P. de B., **Direito Ambiental**, 6ª edição, Editora Lúmen Júris, Rio de Janeiro, 2002, p.299-236.

ARQUIVO JUDAICO DE PERNAMBUCO – Consulta no dia 3 de outubro de 2004 – Bairro do Recife, Recife.

AZEVEDO J.Cordeiro. **As obras do Passeio e a estátua de Deodoro**. Correio da Manhã, RJ, 18/11/1937.(acesso Internet, dia 24/09/2004).

BARRETTO, P; Recife, **Mosaico Ambiental, Modelagem do Ambiente Construído com Estatística Fractal**. Dissertação apresentada ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFPE para a obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento Urbano, 1997, CNPq.

BERNIS, R.A.O. **Novas tecnologias para as redes de distribuição da CEMIG**. Ação Ambiental, n.9. 2000, p.20-23.

BIONDI, D. **Diagnóstico da arborização de ruas da cidade do Recife** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985, 167p.

BOOTH, N. K. **Basic Elements of Landscape Architectural Design**. Elsevier. New York / Amsterdam / Oxford. 1983, p.69-82.

BRASIL, Constituição Federal, **Coletânea de legislação de direito ambiental/ organizadora Odete Medauar**.obra coletiva de autoria da Editora Revista dos Tribunais, com a coordenação de Giselle de Melo Braga Tapai. – 2. ed. rev., atual. e ampl. – São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2003 – (RT – mini – códigos).

BUSARELLO, O. **Planejamento Urbano e Arborização**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, III. 1990, Curitiba. Anais...Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná; UFPR, 1990. p. 59.

CARNEIRO, A R.S.;MESQUITA, L.de B. **Espaços Livres do Recife**. Prefeitura da Cidade do Recife. Recife,2000. 139p.

CAVALHEIRO, Felisberto. **Arborização Urbana: Planejamento, Implantação e Condução**. In: Anais do V Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. São Luis, 1994.p.228

CAVALCANTI, C. (Organizador) **Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**, organizador - 3ª ed., São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2001p. 429

CEMIG, Companhia Energética de Minas Gerais, **Manual de Arborização**, Belo Horizonte. 1996,39p.

CETESB, **Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos**. São Paulo, 1999, p.47.

CONSTANTINO,R.**Identificação de Cupins**, acesso [www.unb.br?ib/zoo/docente/constantino](http://www.unb.br?ib/zoo/docente/constantino)., em 07 de janeiro de 2004.

DEMATTE, M.E.S.P. **Princípios de Paisagismo**.Jaboticabal: Funep, 1997. p 104.

DETZEL, Valmir A. **Avaliação Monetária e de Conscientização Pública Sobre Arborização Urbana: Aplicação Metodológica à Situação de Maringá** - PR In: Anais do V Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. São Luis, 1994, p.50

DIAS, G..F. **Educação Ambiental - Princípios e Práticas**, 7ª ed. São Paulo, São Paulo, 2001. p.35 e 36.

ELETROPAULO, Metropolitana Eletricidade de São Paulo, Prefeitura do Município de São Paulo – **Guia de Arborização Urbana: Manual de Poda**, 2003, 71p.

ELETROPAULO, **Guia de Planejamento e Manejo da Arborização Urbana**, São Paulo: Cesp: CPFL, 1995, 38p.

Fátima,M, Sobral M do C., Torres, E., Barreto,P. **Estudos dos Aspectos e Impactos Ambientais da Arborização Urbana e as Redes de Distribuição de Energia** – Projeto de Pesquisa – P&D – CELPE/UFPE, Recife, Relatório 3.1/2004.

FINK, Daniel Roberto; PEREIRA, Márcio Silva. **Vegetação de Preservação Permanente e Meio Ambiente Urbano**. Revista Direito Ambiental. São Paulo: Revista dos Tribunais. ano 1. n. 2. p. 79. abr./jun. 1996.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Saraiva. 2000. Cap. II-III. p.21-54.

FURTADO, A. (1985) “**A crise energética mundial e o Brasil**”. Novos estudos CEBRAP, nº.11, São Paulo, pp.17-29, jan.

FURTADO, A. **Opções Tecnológicas e Desenvolvimento do Terceiro Mundo** - 3ªed., São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2001p. 26.

GATTI, Marcelo. **Arborização de Vias Urbanas**. In Imagem Urbana - Revista Capixaba de Arquitetura, Design e Urbanismo, nº 02, 1999, p.76.

GOYA, C. R. **Relato Histórico da arborização na cidade de São Paulo**. In: Anais do Congresso Nacional sobre Arborização Urbana, 1. Vitória, 1992.p 403-408.

GOMES, E T.; Fátima, M, Sobral M do C.M.; Barreto, P. **Estudos dos Aspectos e Impactos Ambientais da Arborização Urbana e as Redes de Distribuição de Energia** – Projeto de Pesquisa – P&D – CELPE/UFPE, Recife, Relatório 2.1/2004.

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

HARDT, L. P. A. **Recuperação e Aproveitamento de Áreas Degradadas e Marginais para Áreas Verdes Urbanas**. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, I., 1992, Vitória; Anais. Vitória: Prefeituras Municipais de Vitória/ES, 1992. p. 73-91.

HASENACK, Heinrich. **O Clima das Cidades**. In: Anais do Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Porto Alegre, 1985, p.47

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.ibge.gov.br> ( 22 de junho de 2004).

ISA – International Society of Arboriculture. **A National research agenda for urban forestry In the 1990' s**. Urbana lilinois:ISA 1991. p.60

KIELBASO, J. James. **Urban Forestry - The International Situation**. In: Anais do V Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. São Luis, 1994.p.5-6

Krebs CJ 1989. **Ecological methodology**. Harper & Row, New York, USA. 654p

LAPOIX, F. **Cidades verdes e abertas**. In. Enciclopédia, de ecologia. São Paulo: EDUSP, 1979.P.324-336.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**, Trad. Carlos Henrique B.A. Prado, São Carlos, RiMa, 2000, 530p.

LEMENHE, José Antonio O P. **Paisagem Urbana e Utopias**, In: SILVA, José Borzachiello; COSTA, Maria Lustosa et al. (orgs.) A Cidade e o Urbano. Ed. da UFC. Fortaleza, 1997, p. 165-166. 318 p.

LEITE, José R. M. **Dano Ambiental: do Individual ao Coletivo Extrapatrimonial**. São Paulo: Revista dos Tribunais. 2000. Cap. 3. p.101.

LIMA, A.M.L. Piracicaba, SP, SP: **Análise da arborização viária na área central e seu entorno**. Piracicaba, 1993. 238p. p 5; 11; 21. Tese de Doutorado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

LIMA, Ana Maria Liner Pereira et al. **Problemas de Utilização na Conceituação de Termos como Espaços Livres, Áreas Verdes e Correlatos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, II. 1994 São Luís;

LYRA, Marcos Mendes. **Dano Ambiental**. Revista Direito Ambiental. São Paulo: Revista dos Tribunais. ano 2. n. 8. p. 50-53. out. /dez. 1997.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Vol. 1 , 4 ed. Nova Odessa, SP, Instituto Plantarum. 2002, 381p.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 7. ed. São Paulo: Malheiros. 1999. Tít. V, Cap. I, p. 298.

MACEDO, Renato L. G.; JOSÉ, Anderson Cleiton; et al. **Importância e Contribuição dos Quintais Agroflorestais Urbanos para a Composição Paisagística Arbórea das Cidades**. In: Anais do VII Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Belo Horizonte, 1997.p.38.

MARANGON, L. C. , **Descrição dendrológica das espécies** pág. 74 – texto atual , 2005.

MASCARÓ, J.L. **Desenho Urbano e Custos de Urbanização**, Brasília,DF.1987.

MASCARÓ, Lúcia, **Ambiência Urbana**.Ed. Sagra. Porto Alegre,1996. p.199; p.67

MEDEIROS, C., **Aspectos Jurídicos da Arborização Urbana**, Pré-projeto apresentado para avaliação do Mestrado do Curso de Gestão Ambiental, UFPE, Recife, 2003.

MEDEIROS,C. **Avaliação da Responsabilidade Civil Ambiental em Danos à Arborização Pública do Recife. Um estudo de caso** (Projeto de monografia para atender as exigências da disciplina Metodologia Científica, do Curso de Especialização em Gestão Ambiental, da Faculdade Frassinetti do Recife - FAFIRE -2003/ p. 16).

MEDEIROS,C. **Análise em Árvores Tombadas do Recife: um estudo sobre o dano ambiental patrimonial e a responsabilidade civil por omissão da Administração Pública Municipal**. Monografia apresentada à Faculdade Frassinetti do Recife, para obtenção do título de especialista em Gestão Ambiental - 2004/ p. 94.

MELLO FILHO, Luiz Emygdio. **Arborização Urbana**. In: Anais do Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Porto Alegre, 1985

MENEGHETTI, G.I.P., GONÇALVES,V.A., DASSIE,J.C.P., SILVA FILHO, N.L., **Manejo da arborização de suas ruas de Santos** – 1993 e 1996. In: Anais do 3º Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, Salvador, 1996,p. 105.-117

MENEGHETTI, G.I.P, **Estudos de Dois Métodos de Amostragem para Inventário da Arborização de Ruas dos Bairros da Orla Marítima do Município de Santos**, SP.Tese de Mestrado.100p.

MESQUITA, L.B. . **Memórias do verde urbano do Recife**. In: Anais do 3 ° Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, Salvador, 1996. p. 60-70.

MILANO, M. S. **Avaliação Qualitativa e Quantitativa e Manejo da Arborização Urbana: Exemplo de Maringá – PR**. Tese de doutorado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. UFPR. Curitiba, 1988.p.5-6

MILANO, M .S. **Planejamento da Arborização Urbana: Relações entre Áreas Verdes e Ruas Arborizadas**. In III Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana. Curitiba, 1990.

MILANO, M. S. **Métodos de amostragem para avaliação de arborização de ruas**. In: Anais do 2º. Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 1994, p.209-210.

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

MILARÉ, É. **Tutela Jurídico-Civil do Ambiente**. Revista Direito Ambiental. São Paulo: Revista dos Tribunais. n. 0. p. 30. 1996.

MIRRA, A.L.V. **Proteção do Meio Ambiente: a omissão do Poder Público e o papel social do Judiciário no controle da Administração Pública**. Revista Direito Ambiental. São Paulo: Revista dos Tribunais. ano 8. n. 30. p. 35-36. abr./jun. 2003.

MOHR, U. do. **A Cidade, os Espaços Públicos e a Vegetação**. In: Anais do Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Porto Alegre, 1985.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**, 3 ed.Rio de Janeiro, ABES, 2003, p 356.

MOURA, D. C. 2003. **Riqueza e abundância de abelhas em diferentes estágios de degradação da caatinga como indicadores ambientais no entorno da Usina Hidrelétrica de Xingó**. Dissertação de Mestrado, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, UFPE, Recife, PE.

NEUMANN, K., et. al. **Ambiente Construído: reflexões sobre o desenvolvimento urbano sustentável**, Rio de Janeiro, 2003, p.136.

ODUM, E.P.**Trophic structure and productivity of Silver Springs**, Florida. Ecological Monographs, p.112, 1963.

OLIVEIRA, A. I. de A, **Introdução à Legislação Ambiental Brasileira e Licenciamento Ambiental**, Editora Lúmen Júris, Rio de Janeiro, 2005 p. 659.

OLIVEIRA, A.M.F et al. In. Lepage, E.S. Coordenador, **Manual de Proteção da madeira**, IPT, São Paulo, 1986, V.I, cap. V, p.278.

OMS, Organização Mundial de Saúde, **Relatório Técnico** nº. 297, 1965.

PACCAGNELLA, L. H. **Dano Moral Ambiental**. Revista Direito Ambiental. São Paulo: Revista dos Tribunais. ano 4. n. 13. p. 45. jan./mar. 1999.

PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. **Florestas Urbanas. Planejamento para Melhoria da Qualidade de Vida**. Viçosa: Aprenda Fácil. 2002. vol. 2. Parte I, Cap. 1, p. 10-15. (Coleção Jardinagem e Paisagismo. Série Arborização Urbana).

PEPER, P.J.; MCPHERSON,E.G.;MORIS,M. **Predictive equations for dimensions and leaf area of Coastal Southern California street trees**. Journal of Arboriculture,. v. 27, n4 p. 169-180. 2001.

PERCIVAL,G.C.; DIXON,G.R. **Detection of salt water logging stresses in Alnus cordata by measurement of leaf chlorophyll fluorescence**. Jornal of arboriculture, v. 23, n 5, p.181-190, 1997.

PUPPI, I.C. **Estruturação Sanitária das Cidades**. Curitiba. Universidade Federal do Paraná/S. Paulo CETESB, 1981

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Atlas Ambiental da Cidade do Recife**. Recife, 2000. p. 11.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife**: promulgada em 09-04-1996. Recife, 1996. p. 1-4.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Lei Orgânica do Recife**: promulgada em 04-04-1990. Recife: Câmara Municipal do Recife, 1990. 98 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE,. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Cartilha dos conselheiros**. Porto Alegre, 2001. 13p.

RECIFE. **Instrumentos do Planejamento Normativo: A política do Meio Ambiente, O Código do Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico**. Cadernos do Meio Ambiente. Recife: Prefeitura da Cidade do Recife. v. 2. n. 3. p. 56-71. out./dez. 1999.

ROCHA, Aristides A. **O Ar das Metrôpoles: Um Recurso Natural em Extinção**. In: Anais da 48 ° Reunião Anual da SBPC. v. 1 - Conferências, Simpósios e Mesas Redondas. São Paulo, 1996, p.3-4.

SÁNCHEZ, L.E. **Os papéis da avaliação de impacto ambiental** . Trabalho apresentado no Seminário Internacional “Avaliação de Impacto Ambiental: Situação atual e Perspectivas”. USP, 4-6 de novembro de 1991.

SANCHOTENE, Maria do Carmo C. **Desenvolvimento e Perspectivas da Arborização Urbana no Brasil**. In: Anais do V Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. São Luis, 1994.p.16

SANTAMOUR JUNIOR, F.S. **Breeding trees for tolerance to stress factors of urban environment**. In World Consultation on Forest Tree Breeding, Washington, 1969. Proceedings, Rome, FAO, 1969.

SANTOS, Aurora G. F.A.; CARVALHO, Adilson de. **Arborização: Intervenção em Espaços Público Abertos**. In: Anais do VII Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Belo Horizonte, 1997.

SÃO LUIS, **V Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana**, 1994, São Luís. Anais. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, 1994. p. 539-549.

SEIDEL, R.H., **Manual Teórico e Prático para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos** segundo Normas da ABNT 2002 e 2003, Recife, Nossa Livraria, 2004. p. 110.

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

SEITZ, R.A. **Poda Urbana: Princípios básicos e execução** (Compact disc). In : Anais do 1º Encontro Gaúcho de Arborização Urbana. Pelotas, 1999.p.10-15

SERPA & MUHAR, Andreas. **Effects of Plant Size, Texture and colour on spatial Perception in Public Green Areas - A Cross Cultural Study.** Landscape and Urban, Planning, 1996. p.36.

SILVA, G.A.; TARALLI, G.; MARTINS, A.I.S. **Identificação de Aspectos, Perigos e Avaliação de Impactos e Danos à Implantação de um Sistema de Gestão.** Revista Eng<sup>a</sup> Sanitária e Ambiental V.6 n.1 jan/março 2001 , n 2 abr/junho 2001.p.71,73.

SMARDON, Richard C. **Perception and Aesthetics of the Urban Environment: Review of the Role of Vegetation.** Landscape and Urban Planning, 15, p. 85-106. Amsterdã, 1988.

SOBRAL, M.C.M, TORRES, E.; Fátima,M, Sobral M do C.M.; Barreto,P. **Estudos dos Aspectos e Impactos Ambientais da Arborização Urbana e as Redes de Distribuição de Energia – Projeto de Pesquisa – P&D – CELPE/UFPE, Recife, Relatório 5.2/2004.**

SPIRN, A.W. **O Jardim de granito.** Trad. De Paulo Renato Mesquita Pellegrino. São Paulo:EDUSP, 1995, p. 86.

USP, Universidade de São Paulo, **Curso de Gestão Ambiental**, JR.Philippi,A. Roméro,M.A.,Bruna, C.G. Editores, Barueri, SP.2004, 1045p.

VALE, Brenda; VALE, Robert. **Green Architecture: Design for a Sustainable Future.** Thames and Hudson, Ltd. London, 1996.

VALENTIN, J. L. **2000. Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos.** Interciência, Rio de Janeiro. Brasil.

VELASCO, G. D.N., **Arborização Viária x sistema de distribuição de energia elétrica:avaliação dos custos, estudo das podas e levantamento de problemas fitotécnicos,** Dissertação de Mestrado -Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003, 94p.- 7-18p.

VERAS, Lúcia M. S. C. **Plano de Arborização de Cidades - Metodologia.** In: Anais do Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. Porto Alegre, 1985 p.18

YOKOHARI, Makoto; KATO, Yoshitake. Landscape Planning at the National Level in Japan. In Process: Architecture, n ° 127. **Published by Process Architecture Co.** Tokyo, 1995 p. 19. Sites Pesquisados: <http://www.fidem.pe.gov.br/>

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

ZMITROWICZ, Witold G. De Angeles Neto. **Infra-Estrutura Urbana,** São Paulo,199 p.36 (Texto Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo –EPUSP)

## **8. ANEXOS**

Tabela 20 - Serviços executados na arborização urbana pela Prefeitura do Recife- 2004

ATIVIDADE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	TOTAL
SERV. DE MORRO POR\OPERACÃO GUARDA-CHUVA	60	16	27	26	57	70	46	68	47	35	452
ERRADICACÃO ARVORES (UN)	39	23	41	34	81	80	50	79	79	40	546
REBAIXAMENTO COPA ÁRVORES (UN)	116	105	101	102	145	79	72	92	131	84	1027
VISTORIA P/ERRADICACÃO OU REBAX. COPA (UN)	243	265	289	989	357	339	167	353	305	633	3940
PODA (UN)	6171	6307	7429	8432	7673	8348	9129	8217	8496	8441	78643
DESTOCA (UN)	41	88	124	110	65	86	100	61	105	87	867
ÁRVORES E GALHOS CAÍDOS	16	31	16	35	14	30	13	14	7	12	188
LIMP. DE COQUEIROS E PALMEIRAS ( UN )	853	801	1228	947	805	1221	853	1415	1155	1078	10356
PLANTIO DE ÁRVORES (UN)	1105	3142	2177	1336	2190	2924	2338	2771	1780	858	20621
TRATAMENTO FITOSSANITARIO (UN)	4	6	11	1	9	7	8	14	13	18	91
MANUTENCAO DE ÁRVORES (UN)	2823	2359	2416	4864	713	2235	3977	3240	2274	4911	29812
MUDAS PRODUZIDAS (UN)	3710	7924	3847	4285	3777	5779	5569	4067	4417	4621	47996

Fonte: DPPA/EMLURB/2004

Tabela 21 -Serviços executados na Arborização Urbana - Prefeitura do Recife-2003

ATIVIDADE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ACUM.
ERRADICAÇÃO ARVORES (UN)	41	114	136	33	57	165	86	150	80	104	42	26	1034
REBAIXAMENTO COPA ÁRVORES (UN)	30	26	26	59	103	107	95	154	215	177	141	154	1287
VISTORIA P/ERRADICAÇÃO OU REBAX. COPA (UN)	56	309	178	291	466	152	542	563	300	851	408	251	4367
PODA (UN)	1032	1835	1502	1062	2543	5206	9751	9428	8661	7320	8728	6265	63.333
DESTOCA (UN)	65	15	26	25	92	98	67	217	119	42	51	43	860
ARVORES CAIDAS	12	31	24	9	29	23	7	10	12	4	4	7	172
LIMP. DE COQUEIROS E PALMEIRAS ( UN )	658	554	392	386	946	743	723	334	867	788	1749	1549	9689
PLANTIO DE ARVORES (UN)	2054	1084	182	642	517	935	966	2379	1955	3888	2421	350	17373
TRATAMENTO FITOSSANITARIO (UN)	3	8	12	9	10	17	2	12	13	10	18	-	114
MANUTENÇÃO DE ARVORES (UN)	-	-	1407	2268	1944	2123	1646	2413	1128	2453	2432	3944	21758
MUDAS PRODUZIDAS (UN)	2078	1171	228	1717	3374	958	1721	1956	5241	4286	4063	332	27.125

Fonte: DPPA/EMLURB/2004

Maria de Fátima  
Rua Estevão de Sá – 782 – Várzea  
Recife - PE  
CEP – 50.740.270  
e-mail: [amitafb@yahoo.com.br](mailto:amitafb@yahoo.com.br)  
[fatimabar@terra.com.br](mailto:fatimabar@terra.com.br)