

LUCIANA LEAL

**CUSTOS DAS ÁRVORES DE RUA – ESTUDO DE CASO:
CIDADE DE CURITIBA / PR**

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

**Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Daniela Biondi
Co-orientador: Prof. Dr. Roberto Rochadelli**

CURITIBA

2007

**Aos meus pais
Nilton e Vera
Dedico**

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal pela oportunidade de realização deste trabalho e aos seus coordenadores Graciela Inês Bolzon de Muniz e Antonio Carlos Batista.

Ao CNPq pela concessão da Bolsa de Estudos.

A professora orientadora Dra. Daniela Biondi, a quem devo minha iniciação na área de pesquisa, agradeço pelo acompanhamento, estímulo e principalmente por acreditar em mim.

Ao professor co-orientador Dr. Roberto Rochadelli pelo apoio na área de Economia, sugestões e atenção.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Curitiba, pelos Departamentos de Produção Vegetal (MAPV) e de Pesquisa e Monitoramento (MAPM), em nome dos diretores Sr. Edécio Marques dos Reis e Sra. Dayse Cristina Senna, que apoiaram este trabalho com o fornecimento dos dados necessários. E aos funcionários Jaime Luiz Cobalchini, Andréa D. Toller, Takashi Nakatani, Jean Brasil e Hélio O. Pereira (Gerência de Arborização Pública/MAPV) e a Marco Aurélio dos Santos, Alexandre Cavalheiro, Adalgiza R. Ortega e Wilson B. Silva (Divisão de Fiscalização/MAPM).

Também a COPEL pelo engenheiro Luis Gustavo Socher e a Diretran pelo funcionário Célio Ferreira pelas informações fornecidas.

A amiga Lisâneas A. Nascimento pela ajuda no ArcGis.

A amiga Michelle Althaus pelo apoio.

Ao professor Dr. Antonio Higa e aos ex-colegas do PET-Floresta, em especial a Nelson Akira Hiramatsu, Ana Livia Kasseboehmer e Nayara G. Ribaski.

E a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO GERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A ARBORIZAÇÃO URBANA	3
2.1.1 Definições e Conceitos da Arborização Urbana	3
2.1.2 Importância e Benefícios das Árvores Urbanas.....	4
2.1.3 Arborização de Ruas e suas Etapas	8
2.2 VALORAÇÃO ECONÔMICA DAS ÁRVORES URBANAS	12
2.2.1 Valores Econômicos das Árvores Urbanas.....	12
2.2.2 Aplicações da Valoração Econômica de Árvores Urbanas	16
2.2.2.1 Aspectos legais	16
2.2.2.2 Gerenciamento da arborização urbana	18
2.2.2.3 Quantificação do patrimônio.....	20
2.3 VALORES DAS ÁRVORES URBANAS PELOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO	21
2.4 VALORES DAS ÁRVORES URBANAS PELO USO DE FÓRMULAS	23
2.4.1 <i>Guide for Plant Appraisal</i>	24
2.4.1.1 Método da Reposição	25
2.4.1.1.1 Tamanho.....	27
2.4.1.1.2 Espécie	27
2.4.1.1.3 Condição	28
2.4.1.1.4 Localização	30
2.4.1.2 Método da Fórmula Básica	31
2.4.2 Norma Granada	32
2.4.2.1 Árvores substituíveis	33
2.4.2.2 Árvores não-substituíveis	35
2.4.3 Helliwell.....	37
2.4.4 Burnley.....	39
2.4.5 STEM - <i>Standard Tree Evaluation Method</i>	40
2.5 VALORES DAS ÁRVORES URBANAS POR MÉTODOS INDIRETOS.....	42
2.6 DIFICULDADES PARA VALORAÇÃO ECONÔMICA DE ÁRVORES URBANAS.....	44
3 MATERIAL E MÉTODOS	48
3.1 ÁREA DE ESTUDO – A CIDADE DE CURITIBA / PR.....	48
3.1.1 Localização Geográfica e Divisão Administrativa	48
3.1.2 Caracterização da Arborização Urbana	49

3.1.2.1	Administração e estrutura da arborização de ruas.....	51
3.1.2.2	Legislação municipal e os valores das árvores de rua.....	52
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	53
3.2.1	Seleção das Espécies para Estudo	53
3.2.2	Análise Teórica dos Métodos de Valoração Econômica de Árvores Urbanas	55
3.2.3	Composição de Custos das Árvores de Rua da Cidade de Curitiba	55
3.2.3.1	Renda da terra.....	55
3.2.3.2	Custos de implantação e manutenção das árvores de rua.....	60
3.2.3.3	Totalização dos custos	67
3.2.4	Comparação entre os Custos das Árvores de Rua e os Valores das Multas	68
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
4.1	ANÁLISE TEÓRICA DOS MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DE ÁRVORES URBANAS	70
4.2	CUSTOS DAS ÁRVORES DE RUA DA CIDADE DE CURITIBA.....	72
4.2.1	Renda da Terra na Cidade de Curitiba	73
4.2.2	Custos de Implantação e Manutenção das Árvores de Rua da Cidade de Curitiba	78
4.2.2.1	Planejamento e Controle da Arborização de Ruas.....	78
4.2.2.2	Produção de mudas.....	78
4.2.2.3	Plantio e replantio em vias públicas	81
4.2.2.4	Poda de árvores	82
4.2.2.5	Remoção de árvores.....	84
4.2.2.6	Totalização dos custos de implantação e manutenção de árvores	85
4.3	COMPARAÇÃO ENTRE OS CUSTOS ESTIMADOS E O VALOR DAS MULTAS PARA O CORTE IRREGULAR DE ÁRVORES	88
5	CONCLUSÕES	91
6	RECOMENDAÇÕES	92
	REFERÊNCIAS	94
	APÊNDICES	105
	ANEXOS	109

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	48
FIGURA 3.2 – DIVISÃO DE BAIRROS E ADMINISTRAÇÕES REGIONAIS DO MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	50
FIGURA 3.3 – DEPARTAMENTOS RELACIONADOS A ARBORIZAÇÃO DE RUAS NA PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA EM 2006.....	52
FIGURA 3.4 – LOCALIZAÇÃO DOS TERRENOS PARA O CÁLCULO DA RENDA DA TERRA NA CIDADE DE CURITIBA.....	57
FIGURA 4.1 – GRADIENTE DE RENDA DA TERRA PARA A CIDADE DE CURITIBA EM 2006.....	76
FIGURA 4.2 – VALORAÇÃO ECONÔMICA DE <i>Acer negundo</i> L. NO BAIRRO VILA ISABEL, CURITIBA, EM 2006.....	89

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 – RATEIO DO FATOR CONDIÇÃO DAS ÁRVORES.....	29
QUADRO 2.2 – RATEIO DO FATOR LOCALIZAÇÃO PARA AS ÁRVORES....	31
QUADRO 2.3 – PONTUAÇÃO PARA OS ÍNDICES ESTADO FITOSSANITÁRIO E FOTOSSINTETICAMENTE ATIVO (Els) E FATORES EXTRÍNSECOS (Ele) SEGUNDO A NORMA GRANADA.....	37
QUADRO 2.4 – CRITÉRIOS DE VALORAÇÃO DAS AMENIDADES DAS ÁRVORES SEGUNDO MÉTODO HELLIWELL.....	38
QUADRO 2.5 – FATORES DE AJUSTE SEGUNDO O MÉTODO BURNLEY....	40
QUADRO 2.6 – CRITÉRIOS DE VALORAÇÃO DOS FATORES USADOS NO MÉTODO STEM.....	41
QUADRO 3.1 – ELENCO DAS ESPÉCIES OBJETO DE ESTUDO.....	54
QUADRO 3.2 – MODELOS ESTIMADORES DA RENDA DA TERRA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA.....	58
QUADRO 3.3 – GRUPO DE ESPÉCIES DE ACORDO COM O PORTE E A TAXA DE CRESCIMENTO EM VIVEIRO DE ESPERA.....	67
QUADRO 4.1 – CRITÉRIOS PARA COMPARAÇÃO DAS FÓRMULAS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DE ÁRVORES URBANAS.....	70

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 – VALORES DAS MULTAS PARA CORTE IRREGULAR DE ÁRVORES ISOLADAS EM BEM PÚBLICO.....	53
TABELA 3.2 – CASOS REAIS SELECIONADOS PARA AVALIAÇÃO DO VALOR DAS ÁRVORES.....	69

TABELA 4.1 –	ESTATÍSTICA DOS AJUSTES DOS MODELOS TESTADOS.....	73
TABELA 4.2 –	RENDA DA TERRA ESTIMADA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DO CENTRO DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006.....	75
TABELA 4.3 –	CUSTOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA / PR EM 2006.....	78
TABELA 4.4 –	RENDA DA TERRA E CAPITAL INVESTIDO EM BENFEITORIAS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006.....	79
TABELA 4.5 –	CUSTOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006.....	79
TABELA 4.6 –	CUSTOS TOTAIS DE PRODUÇÃO DE MUDAS PARA A ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006.....	80
TABELA 4.7 –	CUSTOS DAS OPERAÇÕES DE PLANTIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006.....	81
TABELA 4.8 –	CUSTOS TOTAIS DE PLANTIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006.....	81
TABELA 4.9 –	CUSTOS DAS OPERAÇÕES DE PODA NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006.....	82
TABELA 4.10 –	CUSTOS DE REMOÇÃO DE ÁRVORES DE RUA DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006.....	84
TABELA 4.11 –	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006.....	86
TABELA 4.12 –	VALORES DAS ÁRVORES DE RUA EM CASOS REAIS NA CIDADE DE CURITIBA EM 2006.....	88

RESUMO

Os valores econômicos das árvores urbanas, relativos aos seus benefícios e custos, são mundialmente obtidos por diversos métodos. No Brasil, no entanto, ainda não há uma base técnica-científica de valoração semelhante à implantada em outros países. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um método de composição de custos da arborização urbana aplicável às condições brasileiras, considerando como estudo de caso as árvores de rua da cidade de Curitiba / PR. Nesta cidade, os valores das multas para o corte irregular de uma árvore, conforme Código Florestal do Município, são estabelecidos de maneira empírica, genérica e subjetiva. É necessário o estabelecimento de um método de valoração para maior objetividade e justiça na aplicação das penalidades impostas pela legislação. Além disso, servirá de apoio para o gerenciamento da arborização e conscientização pública sobre o patrimônio representado pelas árvores. Os diferentes métodos de valoração de árvores urbanas foram analisados teoricamente quanto às suas limitações operacionais, disponibilidade de dados e uso mais coerente com as características da arborização da cidade. Neste trabalho propôs-se que o valor de uma árvore seria equivalente aos custos em suas diferentes fases de desenvolvimento. Assim, o valor de uma árvore na idade n foi obtido pela somatória dos custos capitalizados de implantação e manutenção da arborização (produção de mudas, plantio e replantio, práticas de poda, remoção de árvores e planejamento e controle) e da renda da terra no espaço destinado ao plantio. A renda da terra na cidade de Curitiba apresentou um gradiente decrescente com o aumento da distância do centro da cidade, variando de R\$ 43,94/m² a R\$ 1,95/m², entre distâncias de 520 m e 13.500 m. Os custos de implantação e manutenção das árvores, com idades entre 1 e 30 anos, variaram de R\$ 275,02 a R\$ 9.003,18 (espécies de pequeno porte e taxa de crescimento rápido em viveiro) a R\$ 462,82 a R\$ 18.913,96 (espécies de grande porte e crescimento lento em viveiro). Para comparação dos custos estimados com os valores estabelecidos pela legislação vigente foram analisados dez casos reais de avaliação de árvores. Em todos os casos, os valores das multas foram inferiores aos custos estimados da arborização de ruas. Esses dados poderão subsidiar a reformulação da legislação vigente, com proposição de novo método de cálculo dos valores das multas. A obtenção do valor econômico das árvores pelos seus custos mostra-se aplicável quanto à aquisição de dados em órgãos municipais, podendo ser facilmente adaptado a outras cidades brasileiras.

Palavras-chave: arborização urbana, valoração de árvores urbanas, renda da terra, custos de implantação e manutenção de árvores, multas

ABSTRACT

The economical values of urban trees, related to their benefits and costs, are obtained worldwide through diverse methods. However, in Brazil, there is not a scientific technique base of evaluation like the ones that have been implanted in other countries. This research aims to develop an method to compose the costs of urban arborization suitable for Brazilian conditions, having the street trees of Curitiba as a study case. The fine values of this city for irregular cuts, according to the district forest laws, have been established subjectively, generically and empirically. It is necessary to establish an evaluation method to obtain greater objectivity and justice when the punishments are applied by the law. Moreover, it will be as a support for the arborization management and public awareness about the trees patrimony. The different evaluation methods for urban trees were analyzed theoretically as to their operational limitations, data availability and more coherent usage according to the city arborization features. This research proposes to determine the value of the tree according to the costs in its different phases of development. In this way, the value of the tree in “n” age would be obtained through the sum of the implantation and arborization maintenance costs (seedling production, planting and replanting, pruning practices, removal and planning and control) and land rent in its planting space. The land rent in Curitiba city showed a decreasing gradient according to the distance increase from the center of the city. The estimate costs varied from R\$ 43.94/m² to R\$ 1.95/m² between distances from 520 to 13500 m, respectively. The trees implantation and maintenance costs, between 1 and 30 years old, varied from R\$ 275.02 to R\$ 9003.18 (small size species and fast growing rate in the nursery) from R\$ 462.82 to R\$ 18913.96 (large size species and slow growing rate in the nursery). To compare the estimated costs with the values established by the law, ten real cases of tree evaluation were analyzed. In all cases, the fine values were lower than the arborization estimated costs. These data can assist the law reformulation with a new counting method for fines. The acquisition of the tree economical value through its costs, which can be obtained in the district institutions, is applicable and it is easily adapted to other Brazilian cities.

Key words: urban trees, tree appraisal, land rent, implantation and maintenance costs of trees, fines

1 INTRODUÇÃO

Os valores econômicos das árvores urbanas estão relacionados aos seus benefícios (estéticos, ecológicos, físicos, psíquicos, políticos, econômicos e sociais) e aos custos para se ter uma árvore plantada em determinado local.

No Brasil, até o momento, pouco foi feito no sentido de se valorar economicamente as árvores urbanas, enquanto em outros países vários métodos já foram desenvolvidos e utilizados. Devido ao pouco conhecimento científico sobre métodos de valoração econômica de árvores, os valores de multas e indenizações estabelecidas pelas legislações municipais são, geralmente, genéricos, sem apresentar uma base científica e concreta.

Trabalhos de Detzel (1990), Farhat (1990) e Santos (1996) relatam a importância do estabelecimento de um método de valoração econômica de árvores urbanas aplicado às condições brasileiras.

Um dos poucos trabalhos, se não o único, de estabelecimento de método de valoração econômica de árvores individuais da arborização urbana foi realizado por Detzel (1993), fundamentado nos custos de implantação e manutenção da arborização de ruas da cidade de Maringá / PR.

Para Milano e Dalcin (2000), nem a tradição na pesquisa em arborização, nem a existência de políticas e leis consistentes sobre o assunto, além de uma grande variação nos procedimentos da arborização de ruas nas diferentes regiões do país, em particular quanto às espécies utilizadas, possibilitaram o estabelecimento de método de valoração econômica de árvores ornamentais semelhante à implantada em outros países ou sua adaptação à realidade nacional.

A cidade de Curitiba / PR, apesar de ser conhecida por sua tradição na arborização urbana, com cerca de 300 mil árvores em suas ruas, ainda não possui um método para valoração econômica de árvores. Os valores das multas, estabelecidos na legislação municipal - Lei nº 9.806/2000 que instituiu o Código Florestal do Município (CURITIBA, 2000b) e com redação alterada pela Lei nº 10.072/2000 (CURITIBA, 2000c), foram estabelecidos de maneira empírica, sendo genéricos e subjetivos.

No caso de aplicação de uma multa para o corte irregular de uma árvore isolada, o valor a ser estabelecido irá diferir apenas entre se a espécie é nativa, exótica ou se é um exemplar de *Araucaria angustifolia*, e ainda quanto a três classes de tamanho de diâmetro do colo. Por esta determinação genérica, os valores das multas podem estar sendo subestimados ou superestimados, pois não são consideradas as características da espécie e idade do exemplar avaliado e os custos envolvidos.

Com o estabelecimento de uma base técnica-científica para valorar as árvores públicas haveria maior objetividade e justiça na aplicação das penalidades impostas pela legislação. O estabelecimento de tal método também seria muito importante como subsídio para o planejamento anual de manutenção, remoção e implantação da arborização urbana, e para a própria conscientização pública sobre o patrimônio físico-financeiro que as árvores urbanas representam.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente trabalho foi estabelecer um método de composição de custos para valoração das árvores de rua da cidade de Curitiba / PR.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabalho teve os seguintes objetivos específicos:

- a) analisar teoricamente os diferentes métodos de valoração econômica de árvores urbanas;
- b) estabelecer variável relacionada a renda da terra e espaço ocupado por uma árvore de rua;
- c) estabelecer variáveis necessárias para compor o custo das árvores de rua em suas diferentes fases de desenvolvimento; e
- d) comparar os valores das árvores estabelecidos pela legislação vigente com os custos estimados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A ARBORIZAÇÃO URBANA

2.1.1 Definições e Conceitos da Arborização Urbana

O conceito de arborização urbana literalmente refere-se ao plantio de árvores em uma área urbana. Grey e Deneke (1986), definem arborização urbana, num sentido físico-territorial, como o conjunto de terras públicas e particulares com cobertura arbórea em uma cidade. Já Milano (1990) considera como arborização urbana, áreas que independentemente do porte da vegetação, apresentem-se predominantemente naturais e não ocupadas. Neste conceito são considerados os efeitos estéticos e funcionais que a composição paisagística desempenha no meio urbano.

Segundo Biondi (2000), há uma grande polêmica a respeito de conceitos relativos a arborização urbana, pois alguns são bastante abrangentes, enquanto outros são muito restritos. Há necessidade de estabelecer um conceito que atenda as diferentes formas de tratamentos paisagísticos das cidades brasileiras. Para a autora, o conceito de arborização urbana não deve ser dirigido apenas ao significado da palavra, mas principalmente na razão de sua própria existência. Em alguns trabalhos, a arborização urbana tem sido considerada como a soma da arborização privada (residências, escolas, clubes e empresas) com a arborização pública (áreas verdes e arborização de ruas). Para Milano (1994), ao se dividir a arborização urbana em pública e privada, além do caráter de propriedade, consideram-se as diferenças quanto aos benefícios disponíveis à população.

De uma maneira geral, de acordo com Biondi (2000), a vegetação que compõe a arborização urbana pode ser distinta pela sua forma de aquisição e manutenção em:

- a) vegetação no sistema viário - predominantemente arbórea, deve obedecer a arranjos espaciais definidos, hierarquizados, modulados ou assumir, contrariamente, uma disposição livre mais conformada aos ritmos e ao modelo da natureza;
- b) áreas verdes - desde praças, refúgios, bosques e parques, desempenhando,

juntamente com a vegetação do sistema viário, papel relevante, pela presença de massas arbóreas, na proteção e perenização de fontes e mananciais. Podem ser totalmente implantadas, com ou sem o uso de espécies nativas, ou aproveitando alguns remanescentes de cobertura vegetal e de paisagens pré-existentes à urbanização, chegando até a caracterizar áreas de preservação; e

- c) vegetação privada e semiprivada - áreas arborizadas, tanto de instituições públicas como de instituições particulares, incluindo residências, colégios, campus universitários, clubes, hospitais, hotéis, dentre outros.

2.1.2 Importância e Benefícios das Árvores Urbanas

Atualmente, a presença de árvores nas cidades tem se tornado quase universal (BRADSHAW; HUNT; WALMSLEY, 1995). As árvores são importantes para sustentabilidade humana, não somente em termos ambientais, econômicos e industriais, mas também espiritualmente, historicamente e esteticamente pelos benefícios diretos e indiretos proporcionados (SETH, 2004).

As árvores desempenham simultaneamente várias funções essenciais à vida humana, melhorando notadamente as condições do meio urbano (BALENSIEFER; WIECHETECK, 1985). A arborização urbana proporciona benefícios estéticos, ecológicos, físicos e psíquicos, políticos, econômicos e sociais, amplamente abordados por diversos autores (BERNATSKY, 1978; GREY; DENEKE, 1986; HARRIS, 1992; JIM, 1987a; KIEBALSO, 1993; PHILLIPS, 1993; BRADSHAW; HUNT; WALMSLEY, 1995; BOLUND; HUNHAMMAR, 1999; MILANO; DALCIN, 2000; BIONDI; ALTHAUS, 2005; ISA, 2006).

Os benefícios estéticos das árvores urbanas são citados como os mais óbvios benefícios trazidos para o meio urbano (JIM, 1987a). Porém, estes benefícios são difíceis de quantificar e descrever, pois, muitas vezes, são de caráter sentimental e subjetivo (HARRIS, 1992; BIONDI; ALTHAUS, 2005; SUFA, 2006).

Como efeitos estéticos, as árvores proporcionam uma variedade de cor, forma, textura e estampa na paisagem; formam e emolduram vistas, proporcionam pontos

focais e definem espaços; suavizam linhas arquiteturais e acentuam detalhes estruturais; atenuam a diferença de escala ou proporção entre construções e o homem no meio urbano, promovendo um escalonamento; aliviam a monotonia do pavimento e alvenaria; e tornam lugares mais atraentes (GREY; DENEKE, 1986; HARRIS, 1992; PHILLIPS, 1993; MILANO; DALCIN, 2000; BIONDI; ALTHAUS, 2005).

As árvores criam a impressão de locais bem-estabelecidos em áreas residenciais novas e minimizam vistas grosseiras e inacabadas (HARRIS, 1992). O uso de árvores, principalmente de uma mesma forma de copa, unifica os diversos estilos arquitetônicos de um centro urbano e proporciona coerência a cenas visualmente caóticas (GREY; DENEKE, 1986; HARRIS, 1992).

A adição de cor à paisagem é um dos efeitos estéticos mais fáceis de serem observados na arborização. É expressa pelas flores, frutos, galhos, brotos, tronco e folhagens (BIONDI, 1990). Também adiciona dinamismo à paisagem urbana pelos seus aspectos fenológicos, como queda, mudança de cor e brotação das folhas, flores e frutificação, dando diferentes aparências à mudança das estações (GREY; DENEKE, 1986; BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Já os valores ecológicos incluem os benefícios na melhoria microclimática, amenização da poluição atmosférica e acústica, proteção do solo e fauna (BIONDI; ALTHAUS, 2005; ISA, 2006).

A arborização influi de maneira direta na temperatura ambiente, seja pela produção de sombra, estabilização da temperatura e umidade do ar ou por efeitos sobre a velocidade do vento, alterando o microclima local (SATTLER, 1992). A melhoria do clima é devido à sombra, que reduz a quantidade de energia radiante absorvida, armazenada e irradiada pelas superfícies de concreto; a evapotranspiração, que converte a energia radiante em energia latente, desse modo reduzindo sensivelmente o calor que aquece o ar; e pela modificação do fluxo de ar, que afeta o transporte e a difusão de energia, vapor d'água e poluentes (NOWAK; McPHERSON, 1993).

As árvores melhoram a qualidade do ar pela absorção de gases poluentes (ozônio, monóxido de carbono, dióxido de sulfúrio e óxido de nitrogênio) e retenção de particulados (KIEBALSO, 1993).

Plantadas ao longo das ruas, as árvores abatem os ruídos, especialmente os de tráfego, filtram partículas que poluem o ar, diminuem a velocidade do vento, fornecem sombra aos pedestres e veículos e refrescam o ar das cidades. Elas tornam o ambiente saudável e amenizam o clima da cidade, proporcionando melhores condições de sobrevivência para a avifauna urbana (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

As árvores também estão relacionadas com os valores físicos e psíquicos que dizem respeito ao bem-estar físico do homem, pelo conforto proporcionado pela alteração do microclima urbano (temperatura, vento, umidade, insolação e poluição atmosférica e sonora) (BIONDI; ALTHAUS, 2005). Além dos benefícios intangíveis como aumento da atratividade da comunidade e oportunidades recreacionais (McPHERSON; SIMPSON, 2002).

O contato do homem com a natureza traz benefícios incalculáveis, principalmente na atenuação do estresse. Alguns benefícios foram comprovados, como por exemplo, nos hospitais, com a melhoria de pacientes psiquiátricos e pós-operados; em penitenciárias, pelo comportamento dos presos; e em escritórios e fábricas, pela maior produtividade dos operários e executivos (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Em decorrência de todos os benefícios proporcionados pelas árvores, decorrem valores econômicos (DETZEL, 1993). Para Milano e Dalcin (2000), considerar a existência dos benefícios econômicos da arborização nas cidades é apenas um processo lógico, uma vez que esta proporciona benefícios de ordem ecológica, biológica e psicológica.

Para compreender os benefícios sociais e econômicos das árvores é necessário um enfoque que as considere, nas fases de planejamento e gerenciamento, como um vital componente do meio urbano, dando importância aos seus valores em relação aos seus benefícios e custos (GOLD, 1977). O volume de recursos aplicados pelas administrações municipais para o estabelecimento de arborização de ruas, praças e parques traduzem a importância deste item da infra-estrutura urbana para os cidadãos (DETZEL, 1993).

As árvores são um bom investimento em longo prazo na infraestrutura das cidades, particularmente em áreas de alta densidade populacional onde mais benefícios

por unidade são obtidos (JIM, 1987a). Além disso, enquanto a maioria dos bens públicos deprecia com o tempo, o valor das árvores aumenta desde seu plantio até a sua maturidade (JIM, 1987a; ISA, 2006).

Dentre os benefícios econômicos indiretos proporcionados pelas árvores pode-se citar a redução do consumo de energia em condicionadores de ar, tanto no verão, pela sombra de árvores, como no inverno, no caso de espécies decíduas, pela ausência de sombra (GREY; DENEKE, 1986).

Outro benefício indireto é a valorização de áreas e imóveis pela presença de arborização, contribuindo significativamente para o valor de uma propriedade urbana. Nos Estados Unidos, as propriedades com presença de árvores são mais valiosas que as não-arborizadas (PETERS, 1971; ISA, 2006). Em Curitiba, há uma grande especulação imobiliária, com o aumento dos valores das propriedades próximas a parques, hortos e ruas arborizadas (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

A valorização de propriedades implica também no incremento de arrecadação de impostos, acarretando um ganho aos cofres públicos, além de aumentar o patrimônio real do proprietário, do corretor e dos outros envolvidos (ANDERSON; CORDEL, 1988).

O potencial de todos os benefícios e valores proporcionados pela arborização urbana pode ser listado com diversos argumentos para dar suporte ao plantio de árvores. Porém, devido às limitadas reservas de árvores nas cidades e ao grande volume e cobertura de áreas impermeáveis, muitos destes benefícios podem ser somente fracamente manifestados (JIM, 1987a). Por outro lado, estes benefícios também só são alcançados quando a arborização é devidamente planejada em sua execução e manutenção (MILANO, 1987). Investimentos são requeridos para que as árvores proporcionem os benefícios desejados (ISA, 2006).

Árvores também têm alguns valores econômicos negativos, resultado de problemas causados a outros elementos do meio urbano, como levantamento de calçadas devido a raízes superficiais; queda de galhos sobre prédios, carros e até mesmo pedestres; folhas a serem varridas e conflitos com outros componentes do meio urbano (GREY; DENEKE, 1986; PHILLIPS, 1993). Outro ponto negativo inclui o

requerimento de manutenção das árvores (DREISTADT; DAHLSTEN, 1986).

2.1.3 Arborização de Ruas e suas Etapas

As árvores de rua possuem características particulares que diferem daquelas usadas em áreas verdes públicas e particulares. De acordo com Milano (1994), as atividades referentes à arborização de ruas podem ser divididas em quatro etapas relativamente distintas:

- a) Planejamento e controle - restringe-se à definição detalhada de planos, programas e projetos e ao controle da realização dos mesmos quanto a objetivos estabelecidos e resultados obtidos;
- b) Implantação - trata da efetivação prática das propostas estabelecidas no planejamento, incluindo a produção de mudas e seu efetivo plantio, com todos os seus diversificados e detalhados procedimentos;
- c) Manutenção - inclui as atividades de poda de condução e manutenção, o controle fitossanitário e a remoção de árvores; e
- d) Fiscalização - mantém a vigilância quanto ao comportamento da sociedade em relação às regras estabelecidas, incluindo: vistorias para fins de licenciamento, apuração de denúncias, aplicação de multas, acompanhamento da situação de áreas beneficiadas por incentivos fiscais, entre outros.

Segundo Milano (1994), planejar a arborização de ruas, resumidamente, é escolher a árvore certa para o lugar certo, sem se perder nos objetivos do planejador e nem atropelar as funções ou o papel que as árvores desempenham no meio urbano. É fazer o uso de critérios técnico-científicos para o estabelecimento da arborização, nos estágios de curto, médio e longo prazo.

Na composição da arborização de ruas são usadas árvores ornamentais, selecionadas por suas qualidades particulares de tamanho, forma, textura e cor das folhas, flores e frutos (HARRIS, 1992).

Na seleção de espécies arbóreas é necessário considerar: desenvolvimento; porte; copa (forma, densidade e hábito); sistema radicular pivotante; fuste alto;

resistência a pragas, doenças e poluição; tolerância aos poluentes mais comuns e de maior concentração e às baixas condições de aeração do solo, se for o caso; ausência de princípios tóxicos ou alérgicos, acúleos e espinhos; e de preferência que sejam nativas (GREY; DENEKE, 1986; CESP, 1988; SANTOS, 1994; SANTOS; TEIXEIRA, 2001; BIONDI, 2004; COBALCHINI, 2004).

Além de ter boa estrutura, sem galhos quebradiços e precisar de pouca manutenção (PHILLIPS, 1993), as espécies a serem utilizadas devem estar adaptadas e compatibilizadas com as condições locais, as edificações, os sistemas de saneamento, telecomunicações e elétricos, sem causar problemas ao trânsito de veículos e pedestres (CEMIG, 1996). Estes fatores são importantes para o sucesso do plantio e facilidade de manutenção (HARRIS, 1992).

Difícilmente é encontrado um número razoável de espécies que atendam todos os quesitos elencados (SANTOS; TEIXEIRA, 2001). A principal razão para a incerteza na decisão de qual espécie plantar é devido à dificuldade de prever a performance sob condições urbanas, pois estão envolvidas considerações complexas sobre aspectos de biologia, arquitetura, gerenciamento e social. Não há disponibilidade de informações sobre sobrevivência, taxa de crescimento, risco de injúrias por doenças ou insetos, custos de manutenção e longevidade de árvores crescendo em locais urbanos específicos (GERHOLD; SACKSTEDER, 1982).

A correta escolha das espécies para utilização na arborização urbana é de fundamental importância no sentido de se evitar problemas futuros da árvore com o ambiente construído ou vice-versa (BACKES; FERNANDEZ, 1990). O uso de espécies adequadas evita podas periódicas de correção que prejudicam o vegetal pela inibição de seu processo de desenvolvimento natural e descaracterização de sua forma (CESP, 1988).

As mudas para a arborização de ruas são definidas como aquelas que, geralmente, são de aspecto ornamental, já possuem um feitio de árvore, com sua forma e perfil adequados trabalhados através de tratamentos culturais específicos (DOMINGUES, 1987; BIONDI; ALTHAUS, 2005). O tempo de permanência das mudas em viveiro de espera varia com a taxa de crescimento das espécies. Apresentam permanência

em viveiro de espera de até três anos após repicagem, as espécies de crescimento rápido; de três a quatro anos, aquelas de crescimento moderado; e quatro a cinco anos ou mais, aquelas com crescimento lento (COBALCHINI, 1999).

Estas mudas devem apresentar as seguintes características: altura mínima de 2,00 m de altura; altura da primeira bifurcação não inferior a 1,80 m; tronco retilíneo e perpendicular ao nível do solo; diâmetro à altura do peito superior a 3 cm; ter copa formada, por, no mínimo três ramos alternados; ramificação e folhagem reduzidas na época de plantio; desenvolvimento de rusticidade para tolerar as condições adversas do meio urbano; bom estado nutricional e fitossanitário; sistema radicular bem desenvolvido; volume de torrão adequado, isento de plantas daninhas e em embalagem compatível (GONÇALVES et al., 2004; BIONDI; ALTHAUS, 2005).

No viveiro, as mudas precisam de cuidados especiais para se manterem saudáveis e vigorosas, passando por diferentes fases em locais distintos. No viveiro de semeadura, as mudas ficam por um período de aproximadamente um ano, dependendo do crescimento da espécie. No viveiro de espera ou talhão é realizado o transplante da muda para um recipiente maior ou a muda é plantada diretamente no solo, em local a céu aberto. Neste local são preparadas para o futuro plantio nas ruas, recebendo os tratamentos de profilaxia e fitossanitarismo, adubação, tutoramento e poda (condução e formação) (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Para que as árvores de rua cumpram as suas funções no meio urbano e se conservem em estado adequado e sadio, é necessária a adoção de práticas sistematizadas de manutenção (MILANO, 1994). A manutenção compreende todas as práticas necessárias entre o plantio e a remoção de uma árvore para mantê-la com saúde, vigor e sempre compatíveis ao ambiente urbano (GREY; DENEKE, 1986).

Biondi e Althaus (2005) dividem as práticas de manutenção em:

- a) medida preventiva - evita e previne eventuais problemas que as árvores possam sofrer nas ruas ou, ainda, a superação de algum dano com pouca significância, incluindo: adubação, podas de limpeza e tutoramento;
- b) medida remediadora - atenua uma falta ou um mal e pode reparar ou corrigir um problema ocorrido com a árvore no meio urbano, geralmente ao

tronco, ocorridos por fatores naturais ou injúrias mecânicas, tais como: acidentes com veículos, ventos e vandalismo. Os tratamentos considerados restauradores são: dendrocirurgia, amarrações de árvores sujeitas a rachaduras no tronco, quebra, rompimento ou fratura de galhos principais do tronco e ancoramento daquelas sujeitas à quebra; e

- c) medida supressória - se destina a suprimir, alterar ou eliminar a árvore do local por fatores relativos ao próprio indivíduo ou o meio urbano. É aplicável em caso de árvores com doenças, pragas epidêmicas ou ataque de erva-de-passarinho, risco de queda ou morte comprovada; a remoção de flores e frutos desagradáveis ou com princípios alérgicos ou ainda a remoção de árvores a pedido da população.

A poda de árvores é provavelmente uma das práticas de manutenção mais importantes, principalmente para preservar a saúde, aparência e prevenir danos à vida e a propriedades. Podas apropriadas e sistemáticas ajudam a árvore a melhor resistir as condições adversas do meio urbano, requerendo menos fertilizantes, suportes e pulverizações para mantê-las saudáveis (PIRONE, 1959). Podas não apropriadas, porém, podem causar excessivos danos, diminuir o vigor da árvore, predispor a insetos e ataque de patógenos e drasticamente afetar a sua forma (TATTAR, 1978).

As plantas podem ser podadas por um número de razões: formação de jovens plantas, manutenção de saúde e aparência, controle do tamanho da planta, influência do florescimento, frutificação e vigor e compensação de perdas de raízes (HARRIS, 1992). Pela poda é possível controlar o crescimento de plantas para manter sua performance ou função na paisagem. Em jovens árvores pode assegurar indivíduos estruturalmente fortes que irão requerer menos podas corretivas quando adultas (GREY; DENEKE, 1986).

A remoção de árvores deve ser tratada como uma atividade comum na arborização urbana. Ela é um raciocínio decorrente da idéia de plantio das árvores nas cidades e do fato de que cada espécie tem uma longevidade correspondente, ou tão somente uma utilidade pré-estabelecida (MILANO; DALCIN, 2000).

O monitoramento da arborização consiste no levantamento intermitente (regular e irregular) realizado a fim de averiguar a extensão de concordância com um padrão pré-determinado (BIONDI; ALTHAUS, 2005). Esta atividade é uma interface entre o planejamento e a manutenção. O adequado acompanhamento periódico quanto ao desenvolvimento, estado de conservação, tipo de uso e opinião pública, entre outros aspectos, constitui informação imprescindível tanto para um planejamento pautado na realidade quanto para uma manutenção satisfatória (MILANO, 1994).

Os inventários de árvores de rua proporcionam informações para o planejamento e gerenciamento da arborização. Em tais inventários é geralmente desejável a obtenção das seguintes informações: número total de árvores, composição de espécies, tamanho e idade, localização, classes de condição, necessidade de manutenção (poda, tratamentos de injúrias, controle de doenças e de insetos e remoção), necessidade de plantio e valor total das árvores (GREY; DENEKE, 1986).

Informações sobre as árvores urbanas em bancos de dados computadorizados ou em fichários permitem a qualquer momento que o planejamento da arborização possa ser revisto e não se constitua em um instrumento estático e desatualizado (GERHOLD; STEINER; SACKSTEDER, 1987).

2.2 VALORAÇÃO ECONÔMICA DAS ÁRVORES URBANAS

2.2.1 Valores Econômicos das Árvores Urbanas

A prática de valoração econômica de plantas "*Plant Appraisal*" diz respeito essencialmente à aplicação de procedimentos para estimar o valor monetário de indivíduos ou de um conjunto de plantas, tais como: árvores, arbustos ou plantas herbáceas (GARTON; TANKERSLEY, 2006).

Cada avaliação será uma única situação na qual muitos tipos de valores podem ser atribuídos as plantas (GARTON; TANKERSLEY, 2006). O processo de valoração é usado para desenvolver um bom suporte para a estimativa do valor a ser definido (SUFA, 2006).

Segundo Falcini (1995), o valor pode ser entendido como a relação entre dois bens num determinado tempo e lugar, sendo essa relação expressa, geralmente, como preço monetário; assim, o valor é uma relação e não uma mensuração. O valor econômico de um bem pode ser entendido como uma estimativa de tendência da relação entre a utilidade, quer objetiva, quer subjetiva, proporcionada por esse bem e a sua valoração. Para Buarque (1986), o valor econômico de um bem é igual à quantidade de utilidades ou benefícios que a sociedade obtém ao utilizá-lo.

Para recursos ambientais, a determinação do valor econômico é uma estimativa do valor monetário deste em relação aos outros bens e serviços disponíveis na economia. É derivado de todos os seus atributos, que podem estar ou não associados a um uso. Embora o uso de recursos ambientais não tenha seu preço reconhecido no mercado, seu valor existe na medida em que altera o nível de produção e consumo (bem-estar) da sociedade (MOTTA, 1998).

O valor econômico das árvores refere-se aos seus benefícios e custos (McPHERSON; SIMPSON, 2002).

Kiebalso¹, citado por Grey e Deneke (1986), listou oito aspectos derivados dos valores das árvores urbanas:

- a) valor de manutenção;
- b) valor de propriedade (avaliações de vendas e locações imobiliárias);
- c) valor legal (calculado em atendimento a uma determinação legal ou jurídica);
- d) valor da madeira (produtos de madeira possíveis de ser por ela gerados);
- e) valor obtido pelo uso de fórmulas;
- f) valor relativo aos custos de substituição de uma árvore; e
- g) valor do patrimônio monetário (compara as árvores com outros componentes da urbanização).

¹ KIEBALSO, J. J. Economic values of trees in the urban locale. In: SYMPOSIUM ON THE ROLE OF TREES IN THE SOUTH'S ENVIRONMENT AT ATHENS, 3., 1971. **Proceedings...** 1971. p. 82 – 94.

Embora a valoração da arborização urbana possa ser feita como um todo (florestas, parques, jardins, praças ou ruas), na maioria dos trabalhos é direcionada para árvores individuais, pois é mais objetiva e depende de menos variáveis, o que de certa forma facilita o processo de determinação de valor e contribui para a precisão dos resultados (DETZEL, 1990).

Como principais características de um método de valoração econômica de árvores tem-se: o modelo e a apresentação (tabelas, fórmulas ou listas); a abrangência (local, regional ou ilimitada); as suas dependências com relação à assessoria de profissionais especializados; o número e qualidade das variáveis envolvidas; a forma de medição e apresentação das variáveis; o nível de influência de cada variável independente e os parâmetros que definem sua valoração (DETZEL, 1992).

A determinação empírica é citada como o primeiro sistema arbitrário de valoração de árvores usado nos Estados Unidos, com estabelecimento de lei, no final do século XIX, para o pagamento de multas no valor de US\$ 5,00-150,00 por árvore danificada por carroças (GREY; DENEKE, 1986). Esse tipo de determinação não consiste propriamente em um método, mas em uma determinação arbitrária de um valor por unidade arbórea. Pelo fato de não seguir nenhum critério econômico embasado em dados concretos, é considerado bastante subjetivo (SANTOS, 1996).

Outro método seria a determinação a partir dos valores de biomassa e subprodutos, como madeira serrada, lenha, carvão ou outros produtos gerados pelas árvores (DETZEL, 1993; SANTOS, 1996).

Outra possibilidade seria dar valores às árvores em função das possíveis aplicações alternativas ao dinheiro gasto com a implantação e manutenção da arborização, como ações, ouro e aplicações bancárias. Embora em alguns trabalhos cite-se esta possibilidade de valoração, nenhum deles realizou tal procedimento, limitando-se apenas a comentar o fato (GREY e DENEKE, 1986). Este método trata-se da determinação do custo de oportunidade, isto é, a diferença de valores entre duas taxas de juros, provindas de alternativas econômicas de diferentes investimentos (HIRSCHFELD, 1998).

O valor das árvores também pode ser relacionado ao valor da terra por ela ocupado. Na Inglaterra, em média uma árvore urbana ocupa aproximadamente 50 m², o solo urbano vale aproximadamente £\$ 40 mil/ha, e a área ocupada pelas árvores vale £\$ 200 milhões. Porém, o solo sob estas árvores tem um segundo uso, por isso esta cifra pode ser uma superestimativa (BRADSHAW; HUNT; WALMSLEY, 1995).

Grey e Deneke (1986) relacionam o valor das árvores ao montante de dinheiro efetivamente gasto com as atividades de implantação e manutenção da arborização.

O método mais usado no exterior para valoração econômica de árvores é o uso de fórmulas (WATSON, 2002). Essas fórmulas visam representar matematicamente a realidade e o conhecimento sobre as árvores e sua importância em um determinado tempo e espaço (DALCIN, 1992). Todas são bastante similares, variando entre si pelo número de variáveis independentes (BERNATZKY, 1978).

Também podem ser utilizados métodos indiretos, que medem incrementos nos valores de imóveis ou a economia de recursos em consumo de energia ou de poluentes devido à presença de árvores. O valor econômico é obtido de maneira indireta, ou seja, é dado pela diferença entre o que se gasta a mais, ou o que se economiza, quando se tem uma árvore plantada em local e época estratégicos. Como nem todos estes benefícios podem ser medidos, por causa da incerteza em se determinar a relação entre a ação da árvore e o retorno ao homem, os métodos indiretos devem ser associados a outros que utilizam a disposição a pagar (SANTOS, 1996).

A objetividade e a precisão de cada método estão associadas ao longo processo de estabelecimento e revisão de valores e índices, fundamentados em grande volume de informações científicas em arborização e, também, na sistemática aplicação dos próprios métodos, o que permite uma constante conferência do processo (MILANO; DALCIN, 2000).

Segundo Detzel (1993), as tentativas de dar valor às árvores ainda persistem até hoje, sendo que a maioria dos profissionais especialistas no assunto admitem que os métodos de valoração são transitórios e encontram-se em evolução.

2.2.2 Aplicações da Valoração Econômica de Árvores Urbanas

A determinação do valor econômico de uma árvore urbana oferece uma solução cifrada e um apoio objetivo e técnico as decisões relativas à vegetação ornamental, tanto pública quanto particular (MÉTODO..., 1999).

No caso de árvores públicas, a valoração econômica não tem como objetivo o conhecimento de seu preço de mercado ou de seus subprodutos para posterior venda (DETZEL, 1993), mas será um instrumento que terá aplicações em aspectos legais, no gerenciamento da arborização urbana e na quantificação do patrimônio relativo às árvores públicas.

2.2.2.1 Aspectos legais

Para Moore (2006), a maior necessidade em colocar valor às árvores é quando elas são reconhecidas como um bem público em decisões de processos. Grey e Deneke (1986) citam que as tentativas de tradução dos benefícios da arborização em valores numéricos têm se realizado desde o século passado, devido principalmente à necessidade do estabelecimento de valores de indenização por danos causados a árvores públicas.

A Associação Espanhola de Parques e Jardins Públicos cita que a valoração econômica de árvores ornamentais pode auxiliar em temas como: desapropriação, ostentação de árvores por terceiros em atividades de planejamento e administração; estimativas de repercussão de catástrofes, incêndios e inundações; danos ao patrimônio público por obras, vandalismo e acidentes diversos, incluindo os de tráfego. Cita ainda atividades de inventário, catalogação e cadastro; taxas, seguros e medidas fiscais; transplantes; regulações normativas (ordenação, licenças, depósitos de fianças, sanções por infrações) e avaliações de impacto ambiental (MÉTODO..., 1999).

Grey e Deneke (1986) relatam também a necessidade de determinação dos valores legais das árvores em: danos por acidentes e veículos, por iluminação e devido ao fogo; queda por ventos fortes; levantamento prévio para instalação de tubulações de gás, redes elétricas subterrâneas, construção de encanamentos de esgoto e água, e

alargamento de estradas; infrações durante construções; roubo de madeira; levantamento de propriedades; em práticas de podas inadequadas e injúrias químicas.

Em aplicações legais destaca-se a importância do estabelecimento de legislações que visem a proteção da arborização quanto a danos acidentais ou não, e que sejam estabelecidas multas aos infratores ou agentes causadores de danos (GREY; DENEKE, 1986; JIM, 1987a).

A aplicação de multas, indenizações e isenções deve ser estabelecida segundo critérios bem definidos e cujos valores resultem de métodos de valoração de comprovada eficácia e veracidade (JIM, 1987a; DETZEL, 1993). Nestes casos, quanto mais próximo da realidade for o valor estabelecido, maior honestidade e justiça haverá em cada processo e menor será o risco de um questionamento jurídico por parte do infrator (DETZEL, 1992).

Segundo Milano (1994), os procedimentos de fiscalização só fazem sentido quando devidamente amparados em sistemática clara e objetiva de multas de valor real. Multas de valor simbólico não trazem resultados pelo simples fato de não implicar penalização real. Por sua vez multas de valor real que carecem de clareza na interpretação de sua aplicação, ou não apresentam sustentação legal e objetiva, são questionadas judicialmente com sucesso e levam à desmoralização do procedimento.

Detzel (1992) também cita como aplicação do valor econômico no âmbito legal o incentivo à proteção de árvores urbanas pela isenção de impostos. Para Santos (1996), a isenção de taxas pela preservação de árvores é um mecanismo bastante interessante de ser aplicado. Neste caso, o valor mais exato também é requerido, uma vez que é toda a sociedade quem financia essa isenção e, portanto, os valores não devem ser superestimados. Por outro lado, para que o incentivo seja compensador ao preservador, não deve também subvalorizar a árvore.

Outro caso, ainda pouco comum no Brasil, é a valoração da árvore a título de seguro, seja da própria árvore ou da manutenção do valor da propriedade relacionado à sua presença no imóvel (DETZEL, 1993).

2.2.2.2 Gerenciamento da arborização urbana

Para Detzel (1992) e Milano e Dalcin (2000), as árvores urbanas, por todos os seus benefícios e pelos custos gerados nas atividades de produção, implantação e manutenção da arborização, têm valores econômicos próprios, que muitas vezes necessitam ser conhecidos.

As gerências municipais têm conduzido inventários para quantificar a contribuição das árvores para a qualidade de vida em uma comunidade, utilizando seus valores econômicos para estabelecer e justificar orçamentos requeridos para manutenção, remoção e novos plantios (TATE, 1993; INGRAM, 1997; GARTON; TANKERSLEY, 2006).

A quantificação de tais valores possui aplicação direta no planejamento das atividades relativas à implantação e manutenção da arborização, na otimização dos recursos a ela destinados (JIM, 1987a; DETZEL, 1993) e na sua revisão ou análise financeira e orçamentária (MÉTODO, 1999).

As árvores representam um considerável investimento que justifica os fundos de continuidade do programa de gerenciamento (GREY; DENEKE, 1986). Para McPherson (1992), se o capital investido na arborização urbana sinaliza com um retorno atrativo, os detentores do orçamento podem prover os fundos necessários para mantê-la saudável e maximizar os benefícios ambientais.

Um conhecimento completo dos benefícios e dos custos de cada elemento do programa de manejo de árvores é um passo importante na competição pelo orçamento. As pessoas querem saber quanto vale e quanto custa alguma coisa, por isso para ganhar parte do escasso dinheiro da administração, um manejador da arborização tem que conhecer o valor monetário do recurso árvore (TATE, 1993).

Ressalta-se ainda que a valoração econômica proporciona uma linha base de informações para avaliação do programa custo-eficiência; ressalta a relevância da floresta urbana na qualidade de vida local; e compara a estrutura, função e valor das árvores urbanas (McPHERSON et al., 1999; MCPHERSON; SIMPSON, 2002).

Um dos métodos clássicos de análise financeira, a relação benefício/custo fornece informações para a avaliação da viabilidade, a curto e longo prazo, do

investimento de capital em arborização urbana (McPHERSON, 1992). A análise benefício/custo por espécie pode responder quais delas têm as mais baixas ou altas taxas e servir para a seleção das árvores a serem utilizadas na arborização de ruas (McPHERSON, 2003). Também ao se tomar uma decisão entre manter ou retirar uma árvore, uma análise econômica dos benefícios e custos é requerida (SCOTT; BETTERS, 2000).

Considerando ainda que a arborização pública é implantada e mantida com o dinheiro proveniente de impostos, o que a torna de propriedade coletiva, sua avaliação extrapola a simples determinação do valor monetário como instrumento de administração e assume um enfoque de compromisso social por parte dos políticos e técnicos, em bem gerir o dinheiro público (DETZEL, 1990).

No exterior diversos trabalhos já foram desenvolvidos para quantificar os custos e benefícios da arborização. Em Chicago (EUA), McPherson², citado por McPherson e Peper (1996), estimou que o plantio de 50 mil árvores e sua manutenção por 30 anos custaria US\$ 8,4 milhões, enquanto os benefícios conferidos pelas árvores deveriam ser de US\$ 23,5 milhões.

Na cidade de Modesto (EUA), com aproximadamente 91179 árvores públicas (1 árvore para cada 2 residentes) foi realizado estudo para saber se os benefícios da floresta urbana justificavam o orçamento anual de US\$ 2 milhões com sua manutenção. Os resultados indicaram que os benefícios obtidos excediam os custos de manutenção por um fator de aproximadamente 2. Os gastos foram de US\$ 2,6 bilhões com florestas urbanas (US\$ 14,36/residente, US\$ 28,77/árvore) e os benefícios totais anuais foram de US\$ 4,95 milhões (US\$ 27,12/residente, US\$ 54,33/árvore), com benefícios líquidos de US\$ 2392,00 (US\$ 12,76/residente e US\$ 25,55/árvore) (McPHERSON et al., 1999).

Em estudo para comparação da estrutura, função e valor de árvores de rua e parques em duas cidades da Califórnia (EUA), foi constatado que árvores

² McPHERSON, E. G. Benefits and costs of tree planting and care in Chicago. In: McPHERSON, E. G.; NOWAK, F. J.; ROWNTREE, R. A. **Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project**. Pennsylvania: Northeastern Forest Experiment Station, 1994. p. 115 – 194.

proporcionam benefícios anuais líquidos de US\$ 2,2 milhões (US\$ 24,40/árvore) em Modesto e US\$ 805,73 (US\$ 27,57/árvore) em Santa Mônica. Residentes recebem US\$ 1,85 e US\$ 1,52 em benefícios anuais para cada US\$ 1,00 investido (McPHERSON; SIMPSON, 2002).

Estudos conduzidos pelo *Center for Urban Forest Research* focado nos custos e benefícios das árvores de rua, nas cidades de Washington e Oregon (EUA), indicam média anual de benefícios líquidos de US\$ 1,00-8,00/árvore de pequeno porte, US\$ 19,00-25,00/árvore de médio porte e US\$ 48,00-53,00/árvore de grande porte (CUFR, 2002).

O valor compensatório total de árvores nas cidades, com base nos dados da cobertura florestal urbana, pode ser usado para estimar uma compensação por perdas, justificando o gerenciamento de recursos e o estabelecimento de políticas relacionadas ao seu gerenciamento. Nos Estados Unidos, este valor foi estimado em US\$ 2,4 trilhões, variando de US\$ 101 milhões em Jersey City a US\$ 5,2 bilhões em New York (NOWAK; CRANE; DWYER, 2002).

2.2.2.3 Quantificação do patrimônio

Outra aplicação da determinação do valor das árvores seria a quantificação do patrimônio físico-financeiro que a cidade possui relativo à arborização urbana (PETERS, 1971; DETZEL, 1990; DETZEL, 1992).

A arborização de ruas, além de um serviço público, é um patrimônio que deve ser conhecido e conservado para as futuras gerações (BIONDI; ALTHAUS, 2005). As árvores urbanas são patrimônio, cujo zelo compete a todos, pois elas contam a história de uma cidade e dela fazem parte (SANTOS; TEIXEIRA, 2001).

Grey e Deneke (1986) destacam que ao considerar a árvore como qualquer elemento pertencente à infra-estrutura urbana, pode-se valorizá-la em importância e em valor monetário, de forma equivalente aos mesmos. Dressel³, citado por Detzel (1993), considera que as árvores representam um sexto dos bens mais valiosos que

³ DRESSEL, K. Street and park evaluation. In: MIDWEST SHADE TREE CONFERENCE, 1963. **Proceedings...** p. 105 – 112, 1963.

uma cidade possui em melhorias, e não valem menos, em termos monetários, do que os investimentos em escolas, ruas, esgotos e redes de água.

No município de Tunbridge Wells, Kent, Inglaterra, 676 árvores protegidas pela lei *Tree Preservation Order* (TPO) foram avaliadas em £\$ 811.200 ou £\$ 1.200/árvore. Aplicando esta cifra a todo município, o valor das 15 mil árvores estimadas na comunidade se eleva a £\$ 18 milhões (DOLWIN; GOSS, 1993).

2.3 VALORES DAS ÁRVORES URBANAS PELOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO

Pelo método de composição de custos, o valor das árvores é equivalente aos custos do programa de arborização para um determinado período de tempo, corrigidos monetária e financeiramente (DETZEL, 1993).

Do ponto de vista econômico, o termo custo pode ser definido como o consumo de um fator de produção, medido em termos monetários, para a obtenção de um produto, de um serviço ou de uma atividade que poderá ou não gerar renda (LEONE, 2000). É entendido como toda e qualquer aplicação de recursos, sob diferentes formas e expresso em seu valor monetário, para a produção e distribuição de mercadorias ou prestação de serviços até o ponto em que se possa receber o preço conveniado (LIMA, 1987). Ou ainda, os custos são todos os fatores direta ou indiretamente aplicados no processo de produção ou geração de serviços prestados (VIVEIROS, 2000).

Os fatores integrantes de qualquer produção são os seguintes: a natureza, o homem e o capital. Esses fatores em economia recebem as seguintes denominações: terra, capital e trabalho. A terra é o instrumento de produção oferecido pela natureza; o trabalho é o exercício das faculdades humanas, manuais ou intelectuais, visando diretamente à produção de riqueza; e o capital é um produto poupado destinado a favorecer a produção (OLIVEIRA, 1976).

Segundo Silva, Jacovine e Valverde (2005), os fatores de produção terra, trabalho e capital são remunerados da seguinte forma: a terra pelo aluguel

(arrendamento), o trabalho pelos salários e o capital pelos juros (recebimento ou pagamento).

Todas as atividades desenvolvidas que geram custos para ser exercidas são chamadas de centros de custos (ANTUNES; ENGEL, 1996).

O custeio é o processo pelo qual se efetua a apropriação e a apuração dos custos e é resultante do relacionamento de informações de natureza monetária e informações físicas, exigindo para ambas um adequado processo de coleta, registro, processamento e compilação (TOMMASI, 2000).

No caso das árvores componentes da arborização urbana, os custos referem-se a quantia monetária efetivamente gasta com as atividades de implantação e manutenção (GREY; DENEKE, 1986; DETZEL, 1993). Para compor estes custos podem ser consideradas as operações de plantio, nutrição, irrigação, tratamentos fitossanitários, podas de formação e limpeza, reparos às calçadas e meio-fio, queda de galhos sobre prédios, carros e até mesmo pedestres, folhas a serem varridas, dentre outros (SHERWOOD; BETTERS, 1981; MILLER; SYLVESTER, 1981; BRYANT, 1983, NOSSE, 1983; JOHNSTONE, 1983; KOSTICHA; CANNON Jr, 1984; HAMILTON, 1984, GREY; DENEKE, 1986; DREISTADT; DAHLSTEN, 1986; ABBOT; MILLER, 1987; LOHMANN, 1988; PHILLIPS, 1993).

Podem ser computados componentes indiretos à manutenção da arborização, tais como perdas por desligamento de energia durante atividades de poda, perda temporária do valor estético da árvore imediatamente após alguns tipos de operações de manutenção, além da produtividade e efetividade de equipes em serviços de manutenção (NOSSE, 1983, BRYANT, 1983; DREISTADT; DAHLSTEN, 1986).

O custo total relativo a estas atividades deve ser obtido pela composição de todos os custos fixos, variáveis e semivariáveis.

Segundo Lima (1987), a classificação dos custos em fixos, variáveis e semivariáveis é relativa ao grau de variação em relação às quantidades produzidas para fins de planejamento ou tomada de decisões. Custos fixos são aqueles que não variam com a quantidade produzida (juros sobre o capital próprio, impostos fixos, seguro) e

custos variáveis são aqueles que variam de acordo com o nível de produção e aparecem somente quando a atividade é realizada.

Os custos semivariáveis são aqueles que dispõem de uma parcela fixa e de uma variável. O custo de manutenção é, normalmente, um custo semivariável, pois sempre é constituído de uma parte fixa (os custos da atividade quando o volume de serviços é igual a zero) e uma parte variável (que deve variar de acordo com o parâmetro da atividade que serve como referencial) (LEONE, 2000).

A determinação do valor de uma árvore pelo método de composição de custos permite a obtenção de resultados iguais para avaliações de um mesmo indivíduo, ou quando utilizado por mais de uma pessoa, ou seja, não sofre influências de caráter subjetivo ou pessoal do avaliador (DETZEL, 1993).

A principal limitação deste método, conforme Detzel (1993), seria a necessidade de informações sobre a idade da árvore a avaliar, dado nem sempre disponível nos arquivos de administrações municipais, mas que muitas vezes pode ser obtido por informações de terceiros, fotografias antigas datadas ou, ainda, para as espécies mais estudadas, por equações ou curvas de crescimento pré-estabelecidas.

2.4 VALORES DAS ÁRVORES URBANAS PELO USO DE FÓRMULAS

As fórmulas são utilizadas mundialmente para valorar plantas, principalmente nos Estados Unidos e na Europa. Elas proporcionam ao avaliador a obtenção do valor econômico de uma árvore de forma rápida e objetiva (BURNS, 1986).

Nas fórmulas podem ser considerados como variáveis itens objetivos e subjetivos, analisados isolados ou conjuntamente. Teoricamente, o valor das árvores deveria ser obtido através da valoração de todos os fatores e variáveis possíveis, positivos e negativos, de forma que o resultado seria obtido pela somatória das valorações individuais de cada fator. Porém, tal procedimento inviabilizaria a valoração devido à dificuldade na obtenção e processamento dos dados, ressaltando ainda, que esta deve ser realizada de forma rápida e prática. Assim, a consideração de apenas um ou dois fatores na valoração facilita sua execução (DETZEL, 1990).

Os fatores individuais considerados nas fórmulas são basicamente os mesmos: a espécie, o tamanho, a situação e/ou localização, a importância para o meio e as condições fitossanitárias e estruturais. Itens de caráter subjetivo inerente a valores históricos, sentimentais ou religiosos são referenciados, porém, pouco utilizados (DETZEL, 1990).

Watson (2002) cita dois tipos básicos de fórmulas:

- a) a primeira estabelece um valor inicial baseado no tamanho da árvore e então o ajusta para fatores, tais como: a condição (vigor, estrutura, saúde), a localização (ambiente, valor do real estado, função, visibilidade), a qualidade da espécie ou situações especiais (significância histórica); e
- b) outro tipo de fórmula usa um ponto índice para estes fatores (podendo ser multiplicados ou adicionados) multiplicados por um fator monetário. Nesta abordagem, o tamanho é geralmente um dos diversos fatores igualmente pesados e que tem menos influência no valor estimado.

As diferentes fórmulas apresentam diferentes enfoques que parecem estar adaptados as condições dos países em que foram desenvolvidas (WATSON, 2002). As variações conferem uma maior ou menor precisão a cada fórmula, variando também o grau de aplicabilidade prática da mesma (SANTOS, 1996).

Há registros de diversas fórmulas desenvolvidas e utilizadas em vários países. Nos anos de 70 tem-se a existência de pelo menos 18 métodos de valoração publicados (MÉTODO..., 1999). Dentre os métodos mais conhecidos e utilizados, segundo Watson (2002), tem-se: o *Guide for Plant Appraisal* também chamado de método CTLA, nos Estados Unidos; a Norma Granada, na Espanha; o Método Helliwell, na Grã-Bretanha; o método Burnley, na Austrália; e o método STEM, na Nova Zelândia.

2.4.1 *Guide for Plant Appraisal*

O *Guide for Plant Appraisal*, desenvolvido nos Estados Unidos, é o mais conhecido guia para valoração econômica de plantas e tem sido usado para a avaliação de árvores urbanas desde 1951, com sua 9ª edição publicada em 2000. Esse guia foi desenvolvido pela *International Society of Arboriculture* (ISA), em cooperação com o

Council of Tree and Landscape Appraisers (CTLA), por isso também referido como método CTLA. Também é aprovado e utilizado por *American Association of Nurserymen (AAN)*, *American Society of Consulting Arborists (ASCA)*, *Associated Landscape Contractors of America (ALCA)* e *National Arborists Association (NAA)* (SUFA, 2006).

Segundo SUFA (2006), a 9ª edição deste guia lista e detalha três enfoques para a valoração de plantas:

- a) Enfoque nos custos - considera os custos para a substituição ou reparo de danos a plantas. No caso de substituição são apresentados dois métodos de valoração: o Método da Reposição (aplicado no caso de árvore com tamanho transplantável) e o Método da Fórmula Básica (árvores com tamanho superior ao de árvores transplantáveis). Para determinação de custos de reparo são considerados os tratamentos: revigoração, poda, fertilização, irrigação, aeração, descompactação, tratamentos fitossanitários e de algum ferimento. O custo de restabelecimento é similar ao anterior, mas calcula o valor necessário para trazer uma árvore danificada tão próxima a original quanto possível;
- b) Enfoque dos rendimentos ou impostos - envolve situações em que uma propriedade ou segmento pode proporcionar rendimentos ou impostos, como: valor de cultivo/produção, madeira e aluguel; e
- c) Enfoque de mercado - determina o valor de venda de uma propriedade com ou sem plantas e sua indenização, sem a aplicação de uma fórmula.

O Guia prevê também a valoração de plantas que se encontram em condições incomuns, como troncos múltiplos e plantadas em vasos, além de plantas frutíferas, palmeiras, arbustos e trepadeiras (MARIETTA, 2006; SUFA, 2006).

2.4.1.1 Método da Reposição

Este método prevê o plantio de uma nova árvore com área de seção transversal equivalente ao indivíduo a ser removido. As árvores substituídas devem ter diâmetro de tronco não menor que 1,5 polegadas (3,8 cm) e ser de espécies pré-estabelecidas.

Por exemplo, um indivíduo com diâmetro de tronco de 7 polegadas (17,8 cm) (área de seção transversal de 38,5 polegadas) deveria ser substituído por 12 indivíduos com diâmetro de tronco de 2 polegadas (5,1 cm) (MARIETTA, 2006).

O valor da árvore é dado pela equação (2.1):

$$\text{VALOR DA ÁRVORE} = \text{VALOR BÁSICO} * \text{CONDIÇÃO} * \text{LOCALIZAÇÃO} \quad (2.1)$$

E o valor básico pela equação (2.2):

$$\text{VALOR BÁSICO} = \text{CUSTO DE SUBSTITUIÇÃO} + (\text{PREÇO BÁSICO} * [\text{TA (A)} - \text{TA (R)}] * \text{ESPÉCIE}) \quad (2.2)$$

Onde:

Condição = percentagem da estrutura da árvore e saúde (sobre 100%);

Localização = média da contribuição da árvore, localização e ocupação (sobre 100%);

Custo de substituição = aquisição e implantação da maioria das espécies localmente disponíveis e transportáveis;

Preço Básico = custo por polegada quadrada da área de tronco medida a altura prescrita pela *American Nursery Standards*;

TA (A) = área do tronco a 4,5 pés (1,40 m) acima do nível do solo do indivíduo abatido;

TA (R) = área do tronco a 6 polegadas (15,4 cm) ou 12 polegadas (30,5 cm) acima do nível do solo do indivíduo abatido;

Espécie = taxa para particular espécie (sobre 100%).

No método da reposição são usados três fatores de ajuste percentual (espécie, condição e localização na paisagem), com variação de 0 a 100%, normalmente divididos em cinco classes. Estes fatores são usados para reduzir o custo inicial estimado, buscando refletir o valor da árvore avaliada em uma particular situação (BURNS, 1986; CULLEN, 2002).

2.4.1.1.1 Tamanho

O tamanho de uma árvore pode ser expresso em termos de altura, diâmetro do tronco ou dimensão da copa. Porém, a representação mais aceitável é a área de seção transversal do tronco a uma altura padronizada (GARTON; TANKERSLEY, 2006).

Quando o tamanho da árvore é associado à espécie, normalmente indica sua idade e adaptação no local onde se encontra. Uma árvore bem adaptada crescerá a pleno vigor, proporcionando maiores benefícios em menor tempo, e conseqüentemente, terá maior valor. As árvores mais antigas terão maior valor acumulado, uma vez que não possuem depreciação enquanto em perfeito estado de conservação e saúde (JIM, 1987a).

2.4.1.1.2 Espécie

O fator espécie relaciona-se a alguns atributos como: características de crescimento; expectativa de vida; adaptabilidade ao meio ambiente, como tolerância à seca, frio e calor; resistência a tempestades, vento e gelo; adaptabilidade às condições do solo, como drenagem, estrutura, textura, pH e presença ou ausência de nutrientes; resistência a pragas e doenças; requerimento de manutenção; resistência da madeira; provisão de sombra; características estéticas; incremento de privacidade; qualidades estruturais e propriedades alérgicas (PETERS, 1971; SANTOS, 1996; KUHNS, 2006; GARTON; TANKERSLEY, 2006).

As árvores altamente adaptáveis e livres de características não desejáveis são mais valiosas, pois requerem menos manutenção e são mais resistentes (ISA, 2006).

A importância para o meio pode ser um atributo considerado no fator espécie. Segundo Detzel (1990), os pontos principais a serem considerados são os benefícios ao microclima, ao controle da poluição e sociais. Espécies com elevada capacidade de absorção de gases ou particulados, assim como aquelas que propiciam melhorias mais pronunciadas ao microclima, com contribuições ao aumento da umidade relativa do ar e ao sombreamento, têm maior valor. Um exemplo pode ser o da utilização de espécies em locais com invernos rigorosos e úmidos, onde a decidualidade de suas folhas torna-

se desejável, pois assim não haverá obstáculos à incidência de raios solares e nem aumento demasiado de umidade do ar no período de inverno.

O fator espécie deve ser variável para as diferentes regiões geográficas, pois espécies ou mesmo indivíduos ou cultivares apresentam comportamento diferenciado em diferentes regiões, com ampla variação de características de crescimento, adaptabilidade ao meio ambiente e tolerância ao estresse físico e biótico. Certas características das espécies que podem ser uma vantagem em determinada região, em outra são uma desvantagem. Para que essas diferenças sejam consideradas, uma escala de fatores deve ser desenvolvida para cada região geográfica, baseado na local experiência com diferentes espécies (PETERS, 1971; SANTOS, 1996; GARTON; TANKERSLEY, 2006).

Nos Estados Unidos o *Guide for Plant Appraisal* apresenta tabelas para o fator espécie para as diferentes regiões. Como exemplos, a espécie *Acer rubrum* (*red maple*) que no Tennessee recebe um fator de 100% (GARTON; TANKERSLEY, 2006), em Utah seu rateio varia entre 50 e 70% (KUHNS, 2006). Já a espécie *Fraxinus americana* (*white ash*) que no Tennessee recebe fator de 60% (GARTON; TANKERSLEY, 2006), em Utah é de 70 a 90% (KUHNS, 2006).

2.4.1.1.3 Condição

O fator condição é determinado pela avaliação da estrutura e sanidade das árvores (GARTON; TANKERSLEY, 2006). Na avaliação deste fator podem ser consideradas características como: o estado fitossanitário, estrutural e de arquitetura; a condição do sistema radicular e os tratamentos precedentes; razão de crescimento; manutenção; deterioração; idade em relação à expectativa de vida e obstrução por outras árvores (BERNATZKY, 1978).

As condições fitossanitárias e estruturais das árvores são preponderantes na avaliação. Indivíduos doentes ou com presença de pragas, além de retratarem uma condição de insalubridade do vegetal, representam um potencial foco de transmissão de doenças ou pragas. A estrutura/arquitetura do exemplar é importante a partir do momento em que se evidencia a má formação de galhos, defeitos no tronco, ou

qualquer outra característica não desejável, seja de natureza genética ou não (DETZEL, 1990).

Problemas típicos de espécies, como, por exemplo, madeira pouco resistente, devem ser excluídos da avaliação do fator condição, mesmo que esta característica tenha sido considerada no fator espécie. Danos químicos, se aparentes, também podem ser incluídos no fator condição (GARTON; TANKERSLEY, 2006). A adaptação ao local e problemas com manutenção podem ser aceitos desde que não comprometam o efeito estético ou a especial função requerida (HARRIS, 1992).

O avaliador deve considerar a condição da árvore com enfoque num espécime em perfeitas condições (PETERS, 1971). Para isso necessita ter um bom conhecimento das características das espécies e realizar uma observação cuidadosa de todas as partes da planta, com inspeção de raízes, troncos, galhos e brotações (ISA, 2006).

Obviamente que árvores com boa manutenção e saudáveis terão maior valor do fator condição (ISA, 2006), conforme Quadro 2.1.

QUADRO 2.1 – RATEIO DO FATOR CONDIÇÃO DAS ÁRVORES

TAXAS DO FATOR CONDIÇÃO DAS ÁRVORES	
Valor	Características das Árvores
100%	Tronco e casca saudáveis, sem apodrecimentos; copa com boa estrutura e equilíbrio, sem necessidade de poda corretiva ou manutenção; folhagem com boa coloração, ausência de pragas e doenças, excelente crescimento.
80%	Similar às características acima, exceto a árvore possuir pequenos problemas com pragas ou doenças e necessitar de mínimas medidas corretivas de manutenção.
60%	Tronco e casca saudáveis, razoável estrutura da copa, com presença de galhos quebrados; moderada necessidade de manutenção requerida, presença de problemas com pragas e doenças; razoável taxa de crescimento e cor das folhas.
40%	Similar às características do item anterior, com evidências de cicatrizes no tronco e inícios de estágio de apodrecimento.
20%	Avançado estágio de declínio com maiores problemas em raízes, tronco, galhos e folhagem.

FONTE: Garton; Tankersley (2006)

2.4.1.1.4 Localização

As plantas afetam e são afetadas pela sua específica localização na paisagem (HARRIS, 1992). O fator localização é referente à avaliação da inter-relação paisagística e/ou funcional entre a árvore e o local onde ela se encontra estabelecida (BERNATZKY, 1978; GARTON; TANKERSLEY, 2006).

O local de plantio, a situação e a contribuição da árvore na paisagem ajudam a determinar seu global valor atribuído ao fator localização (PETERS, 1971; ISA, 2006).

Para Bernatzky (1978), para avaliação do fator localização devem ser considerados itens como o local onde a árvore se encontra (área suburbana, urbana, num parque, na rua de uma pequena ou grande cidade, em área central ou não) e a localização dentro do próprio imóvel.

Webster⁴, citado por Rey-Lescure (1985), cita que quatro critérios são considerados para determinação do fator localização: os aspectos funcionais (resistência, disponibilidade de espaço para um normal crescimento e eficácia), a participação da árvore no local, o lugar em que está e a qualidade da localização.

Uma árvore localizada próxima a um grupo de indivíduos similares terá quase sempre menor valor que outra isolada na paisagem (GARTON; TANKERSLEY, 2006; ISA, 2006). Uma árvore próxima ou em frente de uma residência ou em um ponto focal na paisagem tende a ter maior valor que outras nos fundos de propriedades (PETERS, 1971; ISA, 2006). Árvores localizadas a oeste são também mais valiosas pela sombra proporcionada que as localizadas a leste (PETERS, 1971).

Segundo Garton e Tankersley (2006), árvores em uma área rural ou na beira de estradas terão menor valor do que aquelas localizadas em um centro urbano. Plantas que proporcionam adicionais funções, como barreira ou redução de barulho ou com significado histórico ou cultural devem ter fatores de localização maiores do que aquelas sem tais atributos. Nos Estados Unidos, geralmente, árvores em arboretos e áreas urbanas residenciais recebem mais alto índice de fator localização que as localizadas em bosques ou florestas (Quadro 2.2).

⁴ WEBSTER, B. L. Guide to judging the condition of a shade tree. **Journal of Arboriculture**, v. 4, n. 11, p. 247 – 249, 1978.

QUADRO 2.2 – RATEIO DO FATOR LOCALIZAÇÃO PARA AS ÁRVORES

TAXAS DO FATOR CONDIÇÃO DAS ÁRVORES	
Valor	Localização das árvores
100	Arboreto ou lugar histórico
80	Área residencial
80	Áreas públicas e comerciais
60	Parque e recreação
60	Campos de golfe
60	Arborização de ruas
60	Barreira ambiental
40	Área industrial
40	Rodovias fora de áreas urbanas
20	Bosques (nativas)

FONTE: Garton; Tankersley (2006)

Árvores situadas em locais com espaço físico adequado ao seu porte devem receber um valor maior do que aquelas que possuem seu crescimento tolhido por obstáculos como fiação aérea, construções, marquizes, calçadas, trânsito e redes subterrâneas, entre outros. Há que considerar neste sentido, a compatibilidade da espécie com o espaço disponível (DETZEL, 1990).

2.4.1.2 Método da Fórmula Básica

O método da Fórmula Básica é talvez o mais usado para avaliação de plantas e tem direta aplicabilidade em muitas situações (GARTON; TANKERSLEY, 2006).

Esse método é utilizado para determinar o valor de árvores com diâmetro de tronco maior que 12 polegadas (30,48 cm), medido aproximadamente a altura de 4 pés do solo (121,92 cm). É baseado nas dimensões da área de seção transversal do tronco da árvore multiplicado por um valor monetário por polegada quadrada, tendo como base os custos das espécies comumente disponíveis nos viveiros regionais (WATSON, 2002).

Uma perfeita árvore tem seu valor igual ao valor base (BURNS, 1986). Este valor é então multiplicado por percentagens (entre 0 e 100%) que o ajustam em relação aos fatores espécie, condição e localização (SUFA, 2006), conforme a equação 2.3:

$$\text{VALOR DA ÁRVORE} = \text{VALOR BÁSICO} * \text{FATOR ESPÉCIE} * \text{FATOR CONDIÇÃO} * \text{FATOR LOCALIZAÇÃO} \quad (2.3)$$

Onde:

Valor Básico = custo por polegada quadrada da área de tronco medida a altura prescrita pela *American Nursery Standards*;

Condição = percentagem da estrutura da árvore e saúde (sobre 100%);

Localização = média da contribuição da árvore, localização e ocupação (sobre 100%);

Espécie = taxa para particular espécie (sobre 100%).

2.4.2 Norma Granada

Na Espanha, a *Asociación Española de Parques y Jardines Públicos* iniciou em 1986 a criação de uma comissão redatora de norma para valoração de árvores ornamentais, com sede na cidade de Granada. O método desenvolvido, primeiramente publicado em 1990, revisado em 1999 (MÉTODO..., 1999) e em 2006 (NORMA, 2006), foi denominado Norma Granada, e é utilizado em cidades espanholas como Granada, Barcelona, Valência e Madrid.

A hipótese proposta por este método, caracterizado como sintético-paramétrico-estatístico, é a de concentrar um fator multiplicador do preço da muda em catálogo, conhecendo as circunstâncias das planta em viveiro e os coeficientes que determinam seu hábito de crescimento e longevidade, identificando-se o grupo de espécies caracterizado (MÉTODO..., 1999).

As regressões tamanho-preço para viveiro e sua continuidade para árvores de grande porte são obtidas pela função de Richards, equação utilizada no estudo de crescimento das árvores e outros processos biológicos. Esta função tem um ponto de inflexão, onde a taxa de crescimento começa a diminuir com o aumento de tamanho e alcança um valor assintótico máximo e um mínimo (zero). Estas condições são muito próximas da realidade de comportamento da função tamanho-preço (MÉTODO..., 1999).

Um ponto decisivo para a elaboração da norma foi à elaboração de tese de

Espluga⁵, citada por Método... (1999), com a determinação de um valor básico em função do tamanho para obtenção do valor da árvore por uma simples medição.

Para aplicação das fórmulas e tabelas para valoração das árvores ornamentais é identificado o grupo de intervenção a qual a árvore pertence (folhosa, conífera ou palmeira) e classificada em árvores substituíveis e não substituíveis.

São consideradas como árvores substituíveis todas aquelas que podem ser adquiridas exemplares iguais no mercado e aquelas outras que podem alcançar a medida de tronco, altura e características similares do indivíduo objeto de taxaço, em um período de tempo não superior a 10 anos. Em caso contrário, será utilizada a fórmula para árvores não substituíveis.

As árvores monumentais ou singulares não são objeto de taxaço pela utilização da Norma Granada. Para arbustos é proposta a utilização das mesmas fórmulas especificadas para árvores substituíveis.

2.4.2.1 Árvores substituíveis

Neste caso é incorporada a possibilidade de obter o valor de taxaço mediante o transplante de um exemplar similar. Na determinação do valor base de árvores substituíveis são consideradas quatro possibilidades para a aplicação de fórmulas:

- i. Se dispõe em viveiro de árvores de medidas e características similares;
- ii. Tem-se a possibilidade de adquirir ou dispor de uma árvore similar, transplantável, de medidas e características similares;
- iii. Não se dispõe de árvores similares, mas com o plantio de um exemplar em viveiro, menor, pode-se conseguir uma árvore de iguais características em um período de tempo não maior que 10 anos;
- iv. Quando não se dispõe de árvores de medidas similares, mas com o transplante de um novo exemplar, menor, se pode conseguir uma árvore de iguais características em um período de tempo não maior que 10 anos.

⁵ ESPLUGA, A. P. **Valoración de árboles ornamentales. Modelo para determinación de un valor básico en función del tamaño.** Madrid, 1989. Tesis (Doctoral) - Dep. ETS Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.

Considerando a seguinte codificação:

V = valor de taxaço;

Pm = preço de mercado do novo exemplar;

Ce = custo de eliminação (remoção) do exemplar a taxar (se existe);

Ctr = custo de transporte;

Cts = custo de transplante;

Pl = custo de preparação e plantio;

n = anos de manutenção;

α = % êxito de transplante do exemplar;

t = idade suposta do exemplar a taxar;

n = idade da árvore adquirida em viveiro;

E para os custos anuais:

Po = custo de poda;

Ma = custo de manutenção do canteiro;

Ot = outros custos de manutenção;

r = categoria de juros oficial.

São aplicadas as seguintes equações para árvores substituíveis:

- a) para árvores procedentes de viveiro, de medidas e características similares do exemplar avaliado (equação 2.4):

$$V = ((Pm + Ce + Ctr + Pl) / \alpha) * (1 + r)^n + (Po + Ma + Ot) * [((1 + r)^n - 1) / r] \quad (2.4)$$

- b) quando há possibilidade de adquirir ou dispor uma árvore similar, transplantável, de medidas e características similares do exemplar avaliado (equação 2.5):

$$V = ((Ce + Cts + Pl) / \alpha) * (1 + r)^n + (Po + Ma + Ot) * [((1 + r)^n - 1) / r] \quad (2.5)$$

- c) quando não se dispõe de árvores de medidas similares, mas com o plantio de um novo exemplar, menor, se pode conseguir uma árvore de iguais características em um período de tempo não maior que 10 anos (equação 2.6):

$$V = ((Pm + Ce + Ctr + Pl) / \alpha) * (1 + r)^n + (Po + Ma + Ot) * [((1 + r)^{t-n+1} - 1) / r] \quad (2.6)$$

- d) quando não se dispõe de árvores de medidas similares, mas com o transplante de um novo exemplar, menor, se pode conseguir uma árvore de iguais características em um período de tempo não maior que 10 anos (equação 2.7):

$$V = ((Cts + Ce + Ctr + Pl) / \alpha) * (1 + r)^n + (Po + Ma + Ot) * [((1 + r)^{t-n+1} - 1) / r] \quad (2.7)$$

2.4.2.2 Árvores não-substituíveis

No caso de árvores não-substituíveis, que se refere à impossibilidade de encontrar uma árvore de igual tamanho e características do exemplar avaliado, é usada fórmula definida pela curva de Richards (equação 2.8):

$$y = k / [1 + 0,01^{e(b(x - x_i)) * 100}] \quad (2.8)$$

Onde:

K = valor máximo da assíntota de cada grupo de espécies (conforme as variáveis hábito de crescimento e expectativa de vida - longevidade), considerando três valores: 500, 750 e 1.000;

X_i = abscissa do ponto de inflexão, variável segundo o grupo;

b = coeficiente sempre negativo, variável em cada grupo;

y = fator multiplicador do preço que teria a árvore em viveiro;

X = tamanho (circunferência para folhosas, altura para coníferas);

e = número irracional (2,71828).

O valor y (multiplicador do preço característico em viveiro) deve ser obtido pela equação de Richards, mediante dados obtidos em tabelas. O valor básico é obtido pela multiplicação do valor característico do diâmetro da árvore pelo fator y .

O valor final da árvore é dado pela equação (2.9):

$$V_f = (V_b * E_{ls}) * (1 + E_{li} + E_{le}) \quad (2.9)$$

Onde:

V_f = valor final;

V_b = valor base;

E_{ls} = estado fitossanitário e tamanho fotossinteticamente ativo;

E_{li} = fatores intrínsecos (expectativa de vida);

E_{le} = fatores extrínsecos (estético e funcional, representatividade e rareza, situação e fatores extraordinários).

Os três índices corretores são assim definidos:

- a) Estado sanitário e tamanho fotossinteticamente ativo (E_{ls}) - considerada os itens: zona radicular (S1), tronco (S2), ramos principais – estruturais (S3), ramos secundários e terminais (S4) e folhas (S5). Para cada item são avaliadas várias características (Anexo 1) e a pontuação varia numa escala de 0 a 2 pontos (Quadro 2.3). A soma da pontuação é dividida pelo número de itens pontuados;
- b) Fatores extrínsecos (E_{le}) - são calculados similarmente ao item anterior, com avaliação dos critérios: estético e funcional (E_{le1}), representatividade e rareza (E_{le2}), situação (E_{le3}) e fatores extraordinários (E_{le4}) (Anexo 2). A escala de pontos varia de 0 a 0,25 (Quadro 2.3); e
- c) Fatores intrínsecos (E_{li}) - referente à idade e expectativa de vida útil, faz referência aos anos estimados da espécie alvo de taxaço, sem considerar o estado fitossanitário. O índice é calculado em percentagem sobre a vida estimada futura (0,5). A pontuação varia de 0 a 100% segundo os anos transcorridos.

QUADRO 2.3 - PONTUAÇÃO PARA OS ÍNDICES ESTADO FITOSSANITÁRIO E FOTOSSINTETICAMENTE ATIVO (Els) E FATORES EXTRÍNSECOS (Ele) SEGUNDO A NORMA GRANADA

ITENS	PONTOS	
	Estado Fitossanitário e Fotossinteticamente Ativo (Els)	Fatores Extrínsecos (Ele)
Sem problemas	2,0	0,25
Não se percebem problemas	1,5	0,20
Pequenos problemas	1,0	0,15
Maiores problemas	0,5	0,10
Problemas muito severos	0	0

FONTE: Método...(1999)

2.4.3 Helliwell

O método Helliwell – *Amenity Valuation of Trees and Woodlands*, utilizado na Grã-Bretanha, foi desenvolvido em 1967 e mais recentemente revisado em 2000. Esse método está focado nas visuais amenidades proporcionadas pelas árvores pela avaliação de sete fatores, com uma pontuação variando de 1 a 4 pontos (Quadro 2.4), que são então multiplicados por um valor monetário base (£\$ 14 na revisão 2000) (WATSON, 2002).

Os critérios avaliados consideram-se as seguintes características, conforme Coombes (1994):

- a) Tamanho da árvore – é obtido pelo produto entre altura e diâmetro da copa;
- b) Expectativa de vida útil - é estabelecida levando em consideração a situação/localização da árvore;
- c) Importância da posição na paisagem – pouca importância é dada para a maioria das árvores em florestas, quintais ou em grupos; alguma importância para árvores de ruas ou em parques públicos; considerável importância para árvores individuais proeminentes, como no centro das cidades; e grande importância, para árvores que sejam a principal característica de lugares públicos;
- d) Presença de outras árvores – muitas árvores, locais com acréscimo de mais de 30% da área de superfície visual coberta e pelo menos 10 árvores no total; algumas árvores, acréscimo de mais de 10% da área de superfície

- visual coberta e pelo menos 4 árvores no total; poucas árvores, 10% menos da área de superfície visual coberta e pelo menos uma outra árvore presente; e nenhuma árvore, não há outras árvores presentes;
- e) Relação das espécies com o local – o objetivo deve ser ter a maior e mais densa árvore ou grupo que o espaço convenientemente possa conter;
- f) Forma da árvore – fatores que devem afetar a forma da árvore incluem estrutura, galhos grossos ou finos, equilíbrio da copa etc;
- g) Fatores especiais – em raros casos, árvores dignas de pontos extras, exemplares de históricas associações, interesse botânico não-usual, raridade ou excepcional valor na paisagem.

QUADRO 2.4 – CRITÉRIOS DE VALORAÇÃO DAS AMENIDADES DAS ÁRVORES SEGUNDO MÉTODO HELLIWELL

FATORES	PONTOS		
	0	0,5	1
Tamanho da árvore (em m ²)		Muito pequeno (2 – 5)	Pequeno (5 – 10)
Expectativa de vida útil (anos)			2 – 5
Importância da posição na paisagem	Nenhuma	Muito pouca	Pouca
Presença de outras árvores		Bosque	Muitas
Relação das espécies com o local	Totalmente inadequada	Moderadamente inadequada	Pouco adequada
Forma		Feia	Ruim
Fatores especiais			Nenhum
FATORES	2	3	4
Tamanho da árvore (em m ²)	Médio (25 – 50)	Grande (100 – 150)	Muito grande (+ 200)
Expectativa de vida útil (anos)	5 – 40	40 – 100	+ 100
Importância da posição na paisagem	Alguma	Considerável	Grande
Presença de outras árvores	Algumas	Poucas	Nenhuma
Relação das espécies com o local	Adequada	Muito adequada	Especialmente adequada
Forma	Média	Boa	Especialmente boa
Fatores especiais	Um	Dois	Três

FONTE: COOMBES (1994)

O valor da árvore é dado pela equação (2.10):

$$\begin{aligned} \text{VALOR DA ÁRVORE} = & \text{TAMANHO DA ÁRVORE (a) * EXPECTATIVA DE} \\ & \text{VIDA (b) * IMPORTÂNCIA NA PAISAGEM (c) * PRESENÇA DE OUTRAS} \\ & \text{ÁRVORES (d) * RELAÇÃO COM AMBIENTE (e) * FORMA (f) *} \\ & \text{FATORES ESPECIAIS (g) * £$ 14} \end{aligned} \quad (2.10)$$

2.4.4 Burnley

O *Burnley Method of Amenity Tree Evaluation*, primeiramente publicado em 1988 (McGARRY; MOORE, 1988) e revisado em 1991 (MOORE, 2006), foi desenvolvido pela *Victorian College of Agriculture and Horticulture* - Campus Burnley, na Austrália.

Conforme Moore (2006), este método é baseado em dois elementos:

- a) tamanho da árvore - na revisão de 1991, é determinado usando a fórmula do cone ($1/3\pi r^2 h$), que requer medidas da altura e extensão da copa; e
- b) valor monetário base - obtido pelo preço no varejo para aquisição de mudas com volume maior que 1 m³, usando a fórmula do cilindro. O valor base calculado é expresso em US\$/m². O cálculo é feito pela determinação de um valor médio para pelo menos três exemplares de diferentes viveiros (presumidamente da mesma espécie).

O valor máximo é então reduzido por fatores de expectativa de vida (0,5 a 1,0), forma e vigor (0,0 a 1,0) e localização (0,4 a 1,0) (Quadro 2.5). O valor da árvore é dado pela equação (2.11):

$$\begin{aligned} \text{VALOR DA ÁRVORE} = & \text{VOLUME DA ÁRVORE * VALOR BASE *} \\ & \text{EXPECTATIVA DE VIDA * FORMA E VIGOR * LOCALIZAÇÃO} \end{aligned} \quad (2.11)$$

QUADRO 2.5 – FATORES DE AJUSTE SEGUNDO O MÉTODO BURNLEY

PONTOS	FATORES			
	Expectativa de vida útil (anos)	Volume da árvore (m ³)	Forma e vigor	Localização
0			Morta	
0,1		4000	Excessiva madeira morta, cavidades e forma ruim	
0,2		3000 – 4000	Pouco vigor, forma média	
0,3		2000 – 3000	Forma ruim, vigor médio	
0,4		1500 – 2000	Bifurcação no tronco e vigor ruim	Totalmente inconveniente
0,5	10	1000 – 1500	Bifurcação no tronco e vigor médio	Espécie inconveniente e causadora de maiores problemas
0,6	10 – 20	750 – 1000	Bifurcação no tronco e vigor excelente	Espécies inconveniente e causadora de maiores problemas
0,7	20 – 30	500 – 750	Boa forma e vigor médio	Espécies inconveniente e causadora de maiores problemas
0,8	30 – 40	250 – 500	Leves imperfeições na forma e vigor	Menores problemas
0,9	40 – 50	100 – 250	Leves imperfeições na forma e vigor	Pode ser melhor localizada, mas não tem problemas
1,0	+ 50	0 – 100	Perfeita forma e vigor excelente	Perfeitamente conveniente

Fonte: MOORE (2006)

2.4.5 STEM - *Standard Tree Evaluation Method*

Segundo Flook⁶, citado por Watson (2002), o método STEM - *Standard Tree Evaluation Method* foi desenvolvido em 1996, na Nova Zelândia. Esse método usa um sistema de pontos para avaliar 20 atributos (3 a 27 pontos para cada atributo) nas categorias condição, amenidades e qualidades notáveis (Quadro 2.6).

⁶ FLOOK, R. A Standard Tree Evaluation Method (STEM). *The New Zealand Garden Journal*, New Zealand, v. 1, n. 3, p. 29, 1996.

QUADRO 2.6 – CRITÉRIOS DE VALORAÇÃO DOS FATORES USADOS NO MÉTODO STEM

ATRIBUTOS		PONTOS				
		3	9	15	21	27
CONDIÇÃO						
Forma		Pobre	Moderada	Boa	Muito boa	Exemplar
Ocorrência		Predominante	Comum	Não freqüente	Raro	Muito raro
Vigor / vitalidade		Pobre	Algum	Bom	Muito bom	Excelente
Função		Secundária	Útil	Importante	Significante	Muito importante
Idade (anos)		+ 10	+ 20	+ 40	+ 80	+ 100
AMENIDADES						
Estatura		3 - 8	9 - 14	15 - 20	21 - 26	+ 27
Visibilidade (km)		0,5	1	2	4	8
Proximidade (presença árvores)		Floresta	Parque	Grupo de +10	Grupo de +3	Solitária
Papel		Secundário	Moderado	Importante	Significante	Muito importante
Clima		Secundário	Moderado	Importante	Significante	Muito importante
QUALIDADES NOTÁVEIS						
Estatura	Característica (excepcionalmente grande/interesse visual especial)	Local	Distrital	Regional	Nacional	Internacional
	Forma					
Histórico	Idade + 100 anos					
	Associação					
	Comemorativa					
	Remanescente (ecossistema nativo)					
	Relictual					
Científico	Fonte (qualidade de derivação genética)					
	Raridade (espécies)					

FONTE: RNZIH (2006)

Os pontos totais são então multiplicados pelo custo no atacado de uma árvore de cinco anos de idade (nenhuma indicação de espécies foi mencionada). É adicionado o custo do plantio e de manutenção até alcançar a mesma idade da árvore que está sendo avaliada. Finalmente, o valor é multiplicado por um fator para converter o custo do atacado para o varejo para obtenção do valor final (equação 2.12).

$$\text{VALOR DA ÁRVORE} = [\text{TOTAL PONTOS (540 POSSÍVEIS)} * \text{CUSTO NO ATACADO} + \text{CUSTO DE PLANTIO} + \text{CUSTO DE MANUTENÇÃO}] * \text{FATOR DE CONVERSÃO PARA O VAREJO (SUGERIDO 2)} \quad (2.12)$$

2.5 VALORES DAS ÁRVORES URBANAS POR MÉTODOS INDIRETOS

Por métodos indiretos, o valor econômico das árvores pode ser obtido pelo incremento nos valores de imóveis ou pela economia dos recursos em consumo de energia ou redução de poluentes do ar (SANTOS, 1996).

Teoricamente, algumas diferenças de preços entre dois imóveis idênticos, exceto pela presença de árvores em um deles, podem estar relacionadas à árvore (SANTOS, 1996). Nos Estados Unidos, o valor das árvores equivale a 7 a 25% do valor total da terra (SUFA, 2006). O valor adicionado a uma propriedade residencial varia de 3,3 a 4,5% em Athens, Geórgia (ANDERSON; CORDELL, 1988) e de 6 a 9% em Rochester, New York (MORALES, 1980). Considerando-se uma contribuição das árvores de 7% do valor da propriedade, para uma cidade com 10 mil casas avaliadas em US\$ 30 mil cada, o valor das árvores residenciais pode ser de US\$ 21 milhões (PAYNE, 1973).

Para McPherson (1992), a vantagem deste método é que ele capta implicitamente alguns dos benefícios das árvores e utiliza dados reais de transação de mercado. Entretanto, as diferenças de preços de propriedades podem não medir adequadamente estes benefícios, porque os seus efeitos são por vezes difíceis de distinguir de muitas outras variáveis que influenciam os preços reais.

Para comparação entre dois imóveis, Anderson e Cordell (1988) citam o uso de duas estratégias:

- a) o uso de dados hipotéticos de venda, com as descrições de outras características da propriedade manipuladas de modo a colocar a árvore como única diferença. As pessoas são então questionadas quanto a sua disposição a pagar pelas diferentes propriedades. As diferenças de preço são atribuídas às árvores; e
- b) outro método usa os preços de venda reais para um pequeno número de propriedades num contexto limitado. As diferenças importantes se devem não apenas às árvores, mas a uma série de atributos. Regressões estatísticas

mostram a contribuição dos diferentes fatores no preço total de venda, atribuindo a parcela referente à árvore.

Segundo Santos (1996), outro ponto a considerar é que este método está intimamente relacionado ao nível sócio-econômico e cultural das pessoas e a escassez ou não de árvores no local avaliado. Esta relação com o “status” social das pessoas é facilmente perceptível em grandes cidades, onde normalmente os bairros de melhor nível social são os mais arborizados. Nestes bairros, a exigência por uma manutenção mais adequada da arborização urbana é maior, bem como a depredação tende a ser menor. Dessa forma, de uma maneira até mesmo inconsciente, os moradores desses bairros procurando manter a qualidade de vida, mantêm também o valor de suas propriedades.

Se a presença da árvore provoca uma redução de uma determinada quantidade monetária nos gastos com energia elétrica, esta deveria ter também um valor equivalente, descontados os custos de plantio e manutenção. Para a quantificação exata da influência da árvore nos fatores ambientais e no consumo de energia elétrica, é necessário uma simulação em computador e o uso de equipamentos adequados para obtenção de variáveis como a velocidade do vento e a evapotranspiração (SANTOS, 1996).

Pode-se chegar a conclusão que plantios e cuidados com as árvores, utilizadas para mitigar o gasto com energia em edificações, podem ser mais econômicos que outros métodos de redução de demanda por eletricidade, como modificações na geometria urbana (McPHERSON; ROWNTREE, 1993).

Nowak e McPherson (1993), em estudos experimentais, mostram que a energia economizada em residências para aquecer ou resfriar ambientes, por uma árvore de 7,6 m de altura equivale a US\$ 10,00–25,00/ano. Esse valor seria maior se considerada a não necessidade de construção de novas centrais elétricas. Em outro estudo, McPherson et al. (1997) constataram que um incremento na cobertura arbórea de 10% ou o plantio de aproximadamente três árvores para cada residência poderia reduzir a energia gasta para aquecimento e resfriamento em US\$ 50,00 - 90,00.

As reduções no uso de energia também resultam na redução de emissões de CO₂. Assim, os benefícios na qualidade do ar podem ser precificados tendo como base a redução de tais emissões (McPHERSON; SIMPSON, 2002).

Em Modesto (EUA), cidade com aproximadamente 90 mil árvores urbanas, quantificou-se que cerca de 2.600 toneladas métricas de emissões de CO₂ foram evitadas anualmente como resultado de economia de energia para aquecimento e resfriamento de moradias, equivalente a US\$ 87 mil ou US\$ 0,95/árvore. A redução líquida de CO₂ foi de 13.591 toneladas ou US\$ 450 mil (McPHERSON et al., 1999).

Outro método indireto seria considerar a característica da árvore em mitigar os impactos negativos proporcionados pela poluição do ar no ambiente urbano (SANTOS, 1996). Assim, se uma sociedade está disposta a pagar uma quantidade determinada, por exemplo, de R\$ 5,00/kg de poluente, para reduzir a contaminação do ar, uma árvore que intercepte ou absorva um quilograma de contaminantes deveria valer os mesmos R\$ 5,00 (NOWAK; MCPHERSON, 1993).

Em Chicago (EUA), McPherson et al. (1997) estimaram que as árvores com a remoção de 5.500 toneladas de poluentes proporcionam benefícios para a qualidade do ar em torno de US\$ 9 milhões/ano. Já a interceptação de particulados e deposição de poluentes totalizou 143 toneladas, com benefícios de aproximadamente US\$ 1,4 milhões. Já em Modesto (EUA), em trabalho de McPherson et al. (1999), a redução anual da poluição do ar de 154 toneladas foi estimada em US\$ 1,48 milhões.

McPherson e Rowntree (1993) citam que os métodos indiretos nem sempre são facilmente adaptados à valoração de árvores individuais, cabendo melhor para a análise de toda a arborização de uma cidade. Por isso é uma ferramenta mais útil na discussão de políticas de plantio e manejo num contexto mais amplo.

2.6 DIFICULDADES PARA VALORAÇÃO ECONÔMICA DE ÁRVORES URBANAS

Como observado nos itens anteriores, a estimativa do valor de uma árvore urbana não é uma tarefa tão fácil quanto parece ser. A determinação do preço da

madeira, comumente utilizada na valoração de essências florestais, não é aplicável no caso de plantas ornamentais (BERNATZKY, 1978).

Autores citam que jamais se obterá o valor real de uma árvore expresso monetariamente, pois qualquer análise econômica vai sempre subestimá-lo, porém, é preciso estimar valores coerentes para que se possa maximizar os benefícios proporcionados (FARHAT, 1990; SANTOS, 1996).

Segundo Santos (1996), atualmente não existe um método que atenda aos objetivos da valoração econômica de árvores urbanas de maneira plena, devido à incapacidade de incorporar diretamente as conexões ecológicas e econômicas entre vegetação, pessoas e o meio urbano. Todos os métodos apresentam vantagens e desvantagens uns em relação aos outros. Aqueles que levantam somente os custos diretos muitas vezes não abrangem todos os benefícios das árvores subestimando seu valor, já os meios indiretos podem produzir resultados ambíguos.

Todos os métodos esbarram na dificuldade em se converter a termos econômicos muitos dos benefícios atribuídos às árvores que são considerados intangíveis (BERNATZKY, 1978; GREY; DENEKE, 1986). Os benefícios intangíveis são aqueles que não podem ser expressos em termos econômicos com relativa facilidade, visto suas determinações serem objetos de apreciações subjetivas que necessitam embasamentos bem estruturados para serem contestados (HIRSCHFELD, 1998).

Dentre os benefícios atribuídos às árvores difíceis de precificar cita-se o embelezamento, a privacidade, o habitat para animais silvestres, o aumento da atratividade de uma comunidade, senso de lugar, as oportunidades recreacionais, a privacidade, sombra que aumenta o conforto humano e bem-estar (NOWAK; McPHERSON, 1993; McPHERSON et al., 1999; McPHERSON; SIMPSON, 2002).

A avaliação dos critérios pode variar de pessoa para pessoa e de situação para situação pela sua própria característica subjetiva (BERNATZKY, 1978). Estes benefícios são difíceis de medir em termos físicos e, conseqüentemente, mais difíceis de obter em termos monetários, pois sua avaliação irá variar de árvore para árvore (SCOTT; BETTERS, 2000).

Segundo Santos (1996), a maior dificuldade em se justificar estudos que busquem o valor de uma árvore está, essencialmente, no fato de que muitas pessoas valorizam as árvores em demasia, a ponto de torná-las intangíveis a nível monetário. Ou por outro lado, outras podem ser tão alheias a sua importância, que para estas as árvores não têm valor algum.

Para Payne (1983), em função da difícil mensuração do valor dos benefícios gerados pelas árvores urbanas, há uma forte tendência que estes sejam subvalorizados, o que leva a uma má alocação de recursos e perda líquida de bem estar da sociedade.

Os resultados da aplicação de uma mesma fórmula por diferentes avaliadores são algumas vezes grandes (KIEBALSO, 1979; REY-LESCURE, 1985; ABBOT; MILLER, 1987). A excessiva variação entre avaliadores usando um mesmo método pode diminuir a credibilidade da avaliação (GARTON e TANKERSLEY, 2006). O gosto pessoal exerce importância preponderante na avaliação (BERNATSKY, 1978; GREY; DENEKE, 1986).

Para qualquer que seja o método ou fórmula escolhida, a avaliação deve sempre ser feita pelo julgamento de profissionais treinados, competentes e experientes, devido à flexibilidade acentuada em sua interpretação, o que pode limitar bastante o seu uso (PETERS, 1971; DETZEL, 1990).

Detzel (1990) cita como dificuldades na valoração econômica de árvores à correta obtenção de dados, a influência de itens indiretos na avaliação; e o cruzamento de todas as informações disponíveis no processo de análise. Para a ISA (2006), a determinação de valor é dificultada pela variabilidade de espécies, tamanho, condições e funções das árvores.

Em algumas situações, as árvores podem ter seus valores diminuídos em função de alguns problemas por elas causados, como: danos às calçadas e meio-fio pelas raízes ou entupimento de redes de águas pluviais e calhas pelas folhas. Entretanto, a avaliação de árvores nestas situações deve ser cuidadosa, pois muitas vezes, estes problemas são provenientes da falta de um planejamento adequado. Conseqüentemente, uma árvore pode vir a receber um valor menor que o real, uma vez que ela foi colocada em tal situação equivocadamente (DETZEL, 1990).

Davis⁷, citado por Detzel (1990), destaca problemas na avaliação da arborização urbana quando relacionada a questões jurídicas, colocando como principal requisito ao avaliador o fator “honestidade”. Comenta situações em que a posição do avaliador é incômoda, uma vez que o mesmo pode representar o agente causador dos danos em uma árvore e assim necessita baixar ao máximo seu valor, ou o inverso, quando representa o “promotor”.

Outra dificuldade apresentada nas avaliações é que, em sua maioria, elas são feitas depois que as árvores foram removidas ou sofreram o dano, embora a melhor maneira de avaliá-las seria numa condição anterior (SUFA, 2006). Dados do estado anterior ao dano podem ser obtidos por vídeos, fotografias e testemunhas (DETZEL, 1993; SUFA, 2006).

Os métodos de valoração da arborização urbana estão ainda em constante evolução, sendo que os existentes até o momento não contemplam satisfatoriamente todos os itens envolvidos (DETZEL, 1990).

⁷ DAVIS Jr., S. H. Tree evaluation pitfalls. **Journal of Arboriculture**, v. 9, n. 6, p. 164 – 166, 1983.

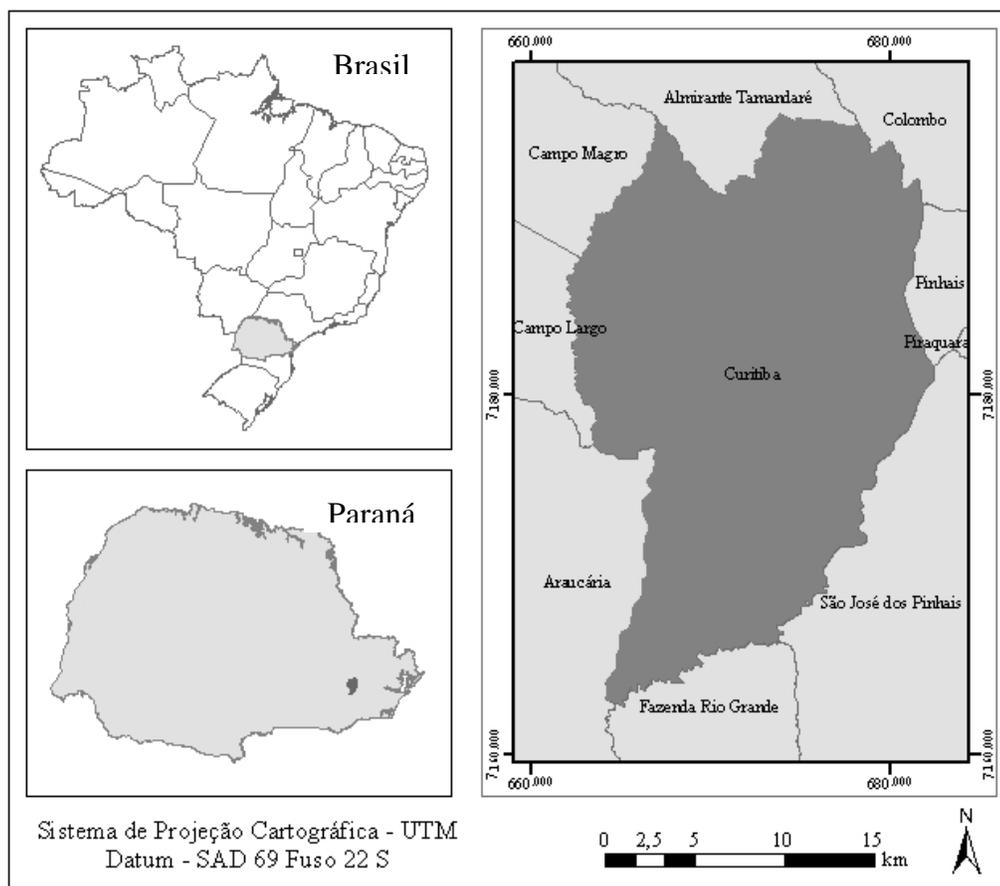
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO – A CIDADE DE CURITIBA / PR

3.1.1 Localização Geográfica e Divisão Administrativa

A cidade de Curitiba, capital do Estado do Paraná, está localizada na região sul do Brasil (Figura 3.1). Fundada em 1693, ocupa o espaço geográfico de 432,17 km² de área, na latitude 25°25'40''S e longitude 49°16'23''W (Marco Zero na Praça Tiradentes). Está no Primeiro Planalto Paranaense, limitando-se com os municípios de Araucária, Campo Largo, Campo Magro, Almirante Tamandaré, Colombo, Pinhais, São José dos Pinhais e Fazenda Rio Grande (IPPUC, 2006).

FIGURA 3.1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE CURITIBA



Composta por 75 bairros, a cidade de Curitiba é dividida em nove regionais administrativas (Bairro Novo, Boa Vista, Boqueirão, Cajuru, CIC, Matriz, Pinheirinho, Portão e Santa Felicidade) (Figura 3.2). A extensão do município é de 20 km de leste a oeste, e de 35 km de norte a sul (IPPUC, 2006).

3.1.2 Caracterização da Arborização Urbana

A arborização urbana da cidade de Curitiba é composta por 30 parques e bosques, 11 núcleos ambientais, cinco jardins ambientais, 54 largos, 15 eixos de animação, 393 praças e 330 jardinetes, segundo levantamento da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (IPPUC, 2006) e aproximadamente 300 mil árvores plantadas em suas vias públicas (GERÊNCIA, 2006). E 21 árvores são declaradas imunes de corte pelo Decreto 921/2001, pela sua localização, porte, espécie, raridade, beleza, histórico ou relação com a comunidade (CURITIBA, 2001).

Conforme Vieira (2006), em 2004, a cobertura vegetal do município de Curitiba foi estimada em 12.994,50 ha ou 30% do seu território. A regional administrativa com maior parcela da classe cobertura vegetal é Santa Felicidade (21,49%), seguida de Bairro Novo (17,11%), Pinheirinho (16,8%), CIC (16,32%) e Boa Vista (14,26%). As demais regionais apresentam percentuais bem menores: Boqueirão (6,23%), Cajuru, (3,44%), Matriz (2,36%) e Portão (1,99%).

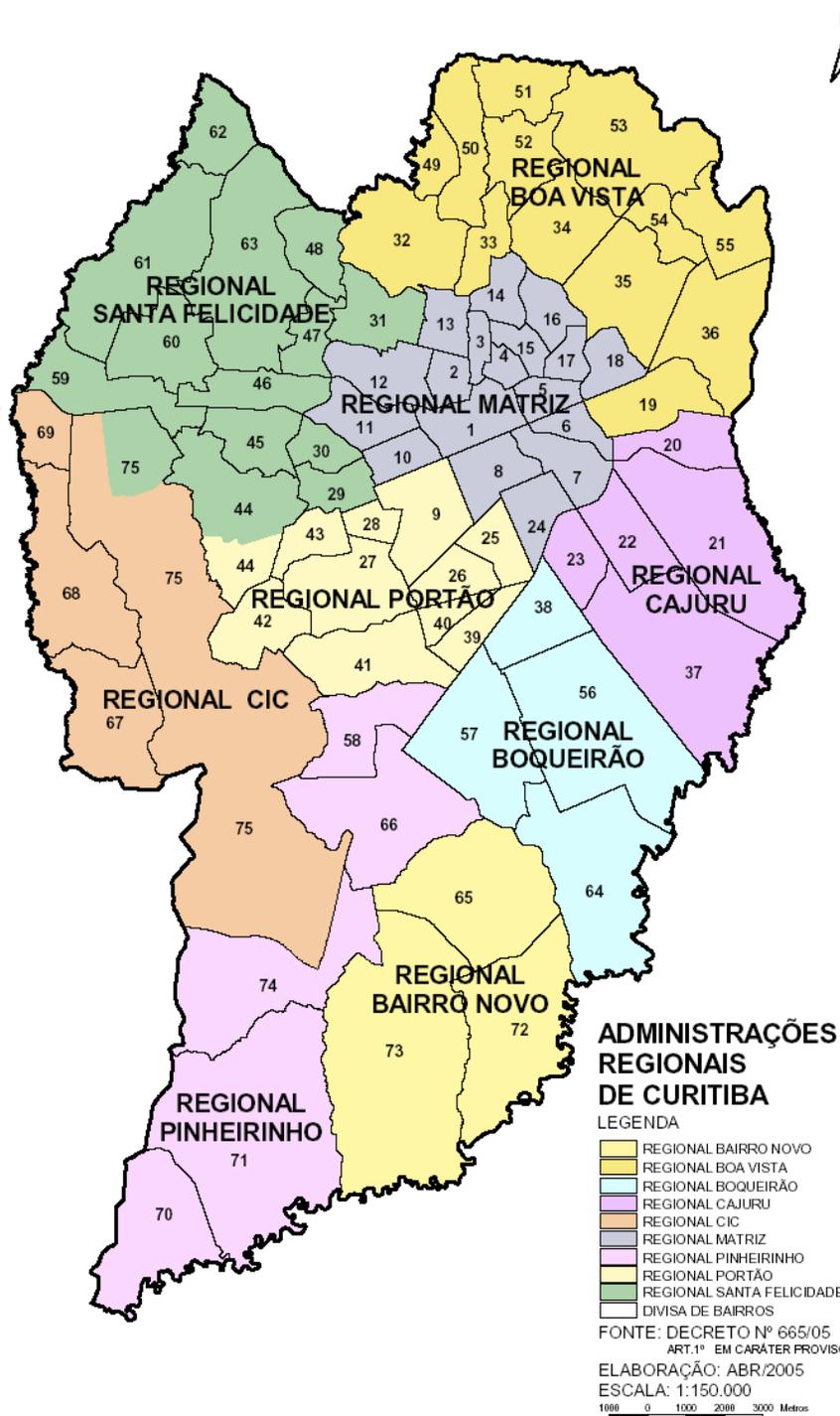
De acordo com IPPUC (2006), o índice de cobertura vegetal na cidade é de 49,08 m²/habitante e o total de áreas verdes disponíveis é de 77.901.198,20 m². Enquanto a Prefeitura Municipal de Curitiba (2006) estabelece um índice de cobertura vegetal de 51 m²/habitante, totalizando aproximadamente 81 milhões m². Para Vieira (2006), em 2004, o índice de cobertura vegetal era de 75,24 m²/habitante.

O processo de introdução de árvores nas ruas teve início a partir do século XIX, após a implantação de áreas verdes (praças e largos) (OBA, 1998). A arborização sempre esteve relacionada com a existência de pavimentação e meio-fio nas ruas (MILANO, 1984).

FIGURA 3.2 – DIVISÃO DE BAIROS E ADMINISTRAÇÕES REGIONAIS DO MUNICÍPIO DE CURITIBA

BAIROS

- 01-CENTRO
- 02-SÃO FRANCISCO
- 03-CENTRO CÍVICO
- 04-ALTO DA GLÓRIA
- 05-ALTO DA RUA XV
- 06-CRISTO REI
- 07-JARDIM BOTÂNICO
- 08-REBOUÇAS
- 09-ÁGUA VERDE
- 10-BATEL
- 11-BIGORRILHO
- 12-MERCES
- 13-BOM RETIRO
- 14-AHU
- 15-JUVEVE
- 16-CABRAL
- 17-HUGO LANGE
- 18-JARDIM SOCIAL
- 19-TARUMA
- 20-CAPÃO DA IMBUIA
- 21-CAJURU
- 22-JARDIM DAS AMÉRICAS
- 23-GUABIROTUBA
- 24-PRADO VELHO
- 25-PAROLIN
- 26-GUAIRA
- 27-PORTÃO
- 28-VILA IZABEL
- 29-SEMINÁRIO
- 30-CAMPINA DO SIQUEIRA
- 31-VISTA ALEGRE
- 32-PILARZINHO
- 33-SÃO LOURENÇO
- 34-BOA VISTA
- 35-BACACHERI
- 36-BAIRRO ALTO
- 37-UBERABA
- 38-HAUER
- 39-FANNY
- 40-LINDÓIA
- 41-NOVO MUNDO
- 42-FAZENDINHA
- 43-SANTA QUITERIA
- 44-CAMPO COMPRIDO
- 45-MOSSUNGUÊ
- 46-SANTO INÁCIO
- 47-CASCATINHA
- 48-SÃO JOÃO
- 49-TABOÃO
- 50-ABRANCHES
- 51-CACHOEIRA
- 52-BARREIRINHA
- 53-SANTA CÂNDIDA
- 54-TINGÜÍ
- 55-ATUBA
- 56-BOQUEIRÃO
- 57-XAXIM
- 58-CAPÃO RASO
- 59-ORLEANS
- 60-SÃO BRAZ
- 61-BUTIATUVINHA
- 62-LAMENHA PEQUENA
- 63-SANTA FELICIDADE
- 64-ALTO BOQUEIRÃO
- 65-SÍTIO CERCADO
- 66-PINHEIRINHO
- 67-SÃO MIGUEL
- 68-AUGUSTA
- 69-RIVIERA
- 70-CAXIMBA
- 71-CAMPO DE SANTANA
- 72-GANCHINHO
- 73-UMBARÁ
- 74-TATUQUARA
- 75-CIDADE INDUSTRIAL



FONTE: IPPUC (2006)

Em 1994, a proporção de ruas arborizadas em relação ao total de vias da cidade era de 32,80%, compreendendo 1.175,5 km de extensão e uma quantidade estimada de 136.695 árvores, com 0,91% do espaço curitibano relacionado à cobertura advinda da arborização de ruas (3,00 m²/habitante) (HARDT, 1994).

Atualmente, segundo Gerência (2006), as espécies arbóreas mais encontradas na arborização pública de Curitiba são: *Acer negundo* L. (acer), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (monjoleiro), *Cassia leptophylla* Vogel (cássia-fastuosa), *Caesalpinia leiostachya* (Benth.) Ducke (pau-ferro), *Jacaranda mimosaefolia* D. Don (jacarandá-mimoso), *Koelreuteria paniculata* Laxm. (coeleutéria), *Lagerstroemia indica* L. (extremosa), *Lafoensia pacari* Saint-Hil. (dedaleiro), *Ligustrum lucidum* Aiton (alfeneiro), *Melia azedarach* Blanco (cinamomo), *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (angico), *Prunus serrulata* Lindl. (cerejeira-do-japão), *Tabebuia alba* (Cham) Sandw. (ipê-amarelo-gráudo), *Tabebuia chrysotricha* Mart. ex DC. (ipê-amarelo-miúdo) e *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze (tipuana).

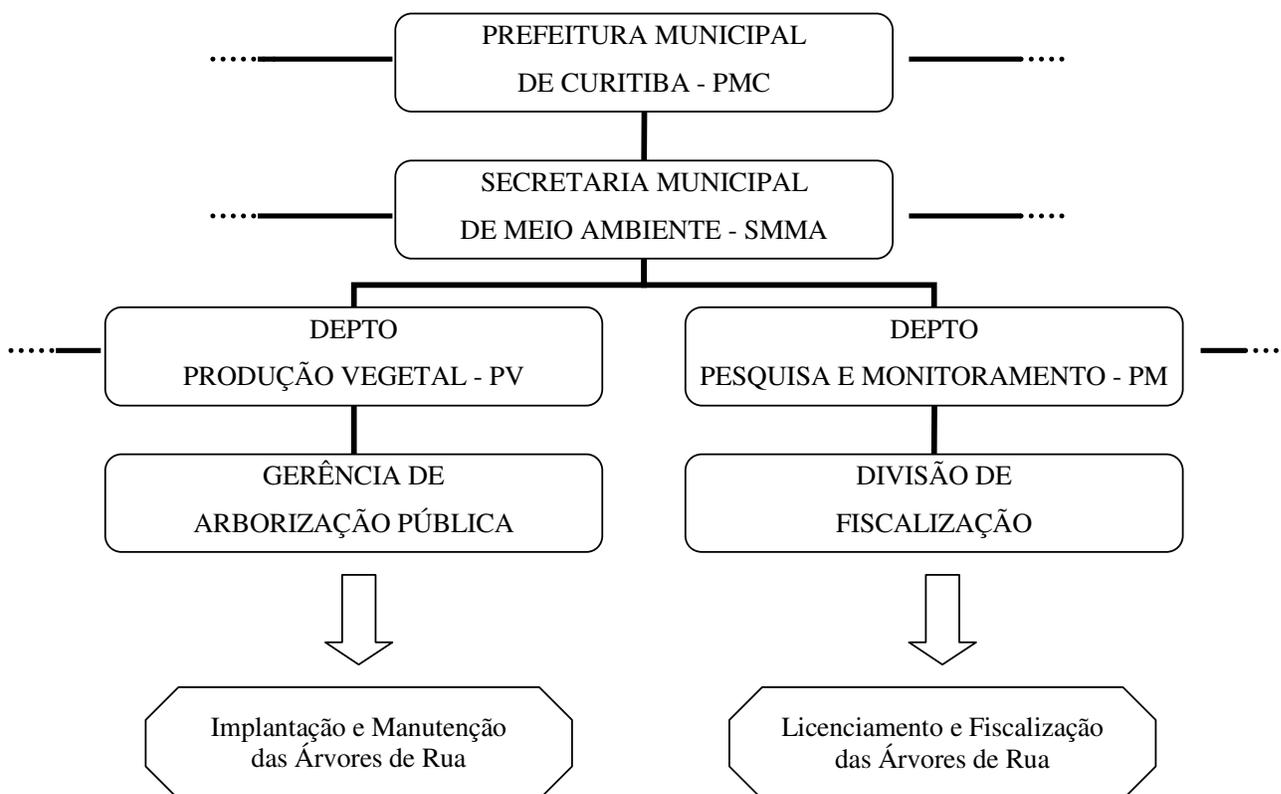
Em plantios, sete espécies estão sendo priorizadas, sendo elas: *Bauhinia variegata* L. (pata-de-vaca-rosa), *Caesalpinia leiostachya*, *Lafoensia pacari*, *Lagerstroemia indica*, *Prunus serrulata*, *Tabebuia alba* e *Tabebuia chrysotricha* (GERÊNCIA, 2006).

3.1.2.1 Administração e estrutura da arborização de ruas

A Prefeitura Municipal de Curitiba é responsável pelas atividades de planejamento, execução e manutenção da arborização pública, através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMMA.

Nas atividades relacionadas à arborização de ruas estão envolvidos o Departamento de Produção Vegetal (MAPV), pela Gerência de Arborização Pública, que realiza a implantação e manutenção das árvores; e o Departamento de Pesquisa e Monitoramento (MAPM), na Divisão de Fiscalização, com atendimento de denúncias de corte irregular de vegetação e licenciamento (Figura 3.3).

FIGURA 3.3 - DEPARTAMENTOS RELACIONADOS A ARBORIZAÇÃO DE RUAS NA PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA EM 2006



FONTE: A autora

3.1.2.2 Legislação municipal e os valores das árvores de rua

A cidade de Curitiba possui legislação própria relativa a vegetação urbana através do Código Florestal do Município, estabelecido pela Lei nº 9.806/2000 (CURITIBA, 2000b) e com redação alterada pela Lei nº 10.072/2000 (CURITIBA, 2000c). Este Código dispõe sobre a proteção, conservação e monitoramento de árvores isoladas e associações vegetais, com atribuições sobre poda, corte ou derrubada irregular de árvores em bem público ou terreno particular (Anexo 3).

O descumprimento às disposições da presente lei sujeitará o responsável ao pagamento de multas. No caso de corte não autorizado, derrubada ou morte provocada de árvores isoladas em bem público (em que estão inseridas as árvores da arborização de ruas), o valor das multas estipulado é o dobro do que de árvores em bem particular. Na definição do valor das multas é considerada apenas a espécie (nativa, exótica ou

exemplar de *Araucaria angustifolia*) e o diâmetro da árvore (três classes) (ver Anexo 3). Os valores estabelecidos variam de R\$ 127,20 a R\$ 1.590,00 (Tabela 3.1).

TABELA 3.1 - VALORES DAS MULTAS PARA CORTE IRREGULAR DE ÁRVORES ISOLADAS EM BEM PÚBLICO

ÁRVORES	DC ¹ < 0,15 m	DC > 0,15 m e < 0,45 m	DC > 0,45 m
Nativas	180 UFIR ² (R\$ 190,80)	700 UFIR (R\$ 742,00)	1.500 UFIR (R\$ 1.590,00)
Exóticas	120 UFIR (R\$ 127,20)	500 UFIR (R\$ 530,00)	1.000 UFIR (R\$ 1.060,00)

FONTE: CURITIBA (2000a)

NOTA: (1) DC = diâmetro do colo; (2) 1 UFIR = R\$ 1,0641⁸

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De uma maneira geral, os procedimentos metodológicos envolveram os seguintes passos:

- a) definição das espécies objeto de estudo;
- b) análise teórica do potencial de aplicação dos métodos de valoração econômica de árvores utilizados no exterior para o caso da arborização de ruas da cidade de Curitiba;
- c) aplicação de método de valoração econômica de árvores;
- d) obtenção de dados de casos reais para valoração de árvores; e
- e) comparação entre os custos estimados e os valores estabelecidos pela legislação municipal.

3.2.1 Seleção das Espécies para Estudo

Foram consideradas, neste estudo de caso, somente as árvores localizadas na arborização de ruas da cidade de Curitiba. Essa escolha foi devido às características peculiares das árvores de rua: condições do meio em que são plantadas (microclima, poluição atmosférica, vandalismo, iluminação artificial, competição por espaços, fluxo de pedestres e veículos) e as atividades de implantação e manutenção específicas que

⁸ A Unidade Fiscal de Referência – UFIR foi extinta em 2001 em decorrência do §3º do Art. 29 da Medida Provisória 2095-76.

diferem dos outros usos das árvores ornamentais (arborização em áreas particulares e arborização pública – áreas verdes e arborização de ruas).

Do elenco de espécies utilizadas em plantios nas ruas da cidade foram selecionadas 22 espécies (Quadro 3.1), dentre as mais plantadas e atualmente utilizadas nos plantios. Essas espécies, segundo Biondi e Althaus (2005), deram ou dão contribuição à cidade de Curitiba, através dos seguintes aspectos: proporcionam identidade ao local, possuem uma beleza ímpar, indicam as mudanças das estações do ano (sazonalidade), representam uma das etnias predominantes da cidade, atraem pássaros, resgatam o contato com a vegetação nativa e simbolizam o Brasil.

QUADRO 3.1 – ELENCO DAS ESPÉCIES OBJETO DE ESTUDO

Nº	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	FAMÍLIA
1	<i>Acer negundo</i> L.	Acer, bordo	Aceraceae
2	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Monjoleiro	Mimosaceae
3	<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata-de-vaca-rosa	Fabaceae
4	<i>Caesalpinia leiostachya</i> (Benth.) Ducke	Pau-Ferro	Caesalpiniaceae
5	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	Cássia-fastuosa, Falso-barbatimão	Caesalpiniaceae
6	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Corticeira	Fabaceae
7	<i>Jacaranda mimosaefolia</i> D. Don	Jacarandá-mimoso	Bignoniaceae
8	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	Coeleutéria	Sapindaceae
9	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Dedaleiro	Lythraceae
10	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Extremosa	Lythraceae
11	<i>Ligustrum lucidum</i> Aiton	Alfeneiro	Oleaceae
12	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Magnólia-branca	Magnoliaceae
13	<i>Melia azedarach</i> Blanco	Cinamomo, Santa-bárbara	Meliaceae
14	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico	Mimosaceae
15	<i>Prunus serrulata</i> Lindl.	Cerejeira-do-japão	Rosaceae
16	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H. S. Irwin & Barneby	Cassia-manduirana, chuva-de-ouro	Fabaceae
17	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H. S. Irwin & Barneby	Cassia-multijuga, Chuva-de-ouro	Fabaceae
18	<i>Tabebuia alba</i> (Cham.) Sandwith	Ipê-amarelo-graúdo	Bignoniaceae
19	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex. A. DC.) Standl.	Ipê-amarelo-miúdo	Bignoniaceae
20	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Ipê-roxo	Bignoniaceae
21	<i>Tibouchina sellowiana</i> Cogn.	Quaresmeira	Melastomataceae
22	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Tipuana	Fabaceae

FONTE: A autora

3.2.2 Análise Teórica dos Métodos de Valoração Econômica de Árvores Urbanas

Os principais métodos de valoração econômica de árvores urbanas (fórmulas) encontrados na literatura pertinente (ver item 2.2.2) – Métodos CTLA (*Guide for Plant Appraisal*), Helliwell, STEM, Norma Granada e Burnley – foram analisados teoricamente quanto ao seu potencial de uso para valoração das árvores da arborização de ruas de Curitiba. Foram levantadas as limitações operacionais e disponibilidade de dados para a sua aplicação.

3.2.3 Composição de Custos das Árvores de Rua da Cidade de Curitiba

Sabendo-se que a presença de árvores envolve custos com o espaço ocupado por elas e com as atividades de implantação e manutenção (BRADSHAW; HUNT; WALMSLEY, 1995), o valor de uma árvore componente da arborização de ruas da cidade de Curitiba foi obtido pelas seguintes variáveis:

- a) Renda da terra; e
- b) Custos de implantação e manutenção de uma árvore.

3.2.3.1 Renda da terra

O valor do solo urbano foi relacionado à localização de uma árvore nos diferentes bairros da cidade pela teoria da renda da terra, que trata das diferenças de produtividade do solo urbano. De acordo com Carrion (1996), terras (glebas ou lotes) mais próximas aos pontos e locais que costumam ser mais procurados devido às vantagens aglomerativas (maior concentração de comércio, serviços e oportunidades de emprego, facilidade de acesso, economia com transporte, etc), obterão uma maior renda e, portanto, um preço superior, comparativamente às demais terras.

Sumarizando, a terra (por unidade de área) é mais cara na(s) área(s) central(is) da cidade, e a medida que se afasta em direção à periferia torna-se mais barata até atingir, no limite da cidade, um nível de renda muito baixo (mas diferente de zero), que se aproxima da renda agrícola. Essa regularidade de comportamento costuma ser graficamente representada pelo chamado gradiente de renda da terra, que mede

variações na renda ou aluguel em função da distância a dado local, no geral ao centro, por ser uma das áreas mais valorizadas da cidade (CARRION, 1996).

Para obter o gradiente de renda da terra na cidade de Curitiba foram obtidos valores de compra/venda de terrenos com ausência de benfeitorias, distribuídos nos bairros da cidade, conforme dados coletados em diferentes imobiliárias, em julho de 2006, disponíveis em Imóveis (2006).

Para cada ponto amostrado (terreno) foi anotada a sua área (m^2), o valor de venda (R\$), a localização (rua e bairro) e a distância em relação ao centro da cidade (em metros), considerando como ponto referencial, o Marco Zero de Curitiba (Praça Tiradentes). Esta distância foi obtida utilizando-se um mapa (planta) da cidade de Curitiba (GEOMAPAS, [200-]), em escala 1:20.000.

Foram obtidos 225 dados que abrangeram 78,67% dos 75 bairros da cidade, incluindo aqueles mais urbanizados e arborizados (Figura 3.4), em distâncias entre 520 e 13.500 m do centro.

A renda da terra foi obtida pela multiplicação do valor de compra/venda dos terrenos nos diferentes bairros da cidade (R\$/ m^2) por uma taxa de juros de 6% ao ano (equação 3.1):

$$R = VC * i \quad (3.1)$$

Onde:

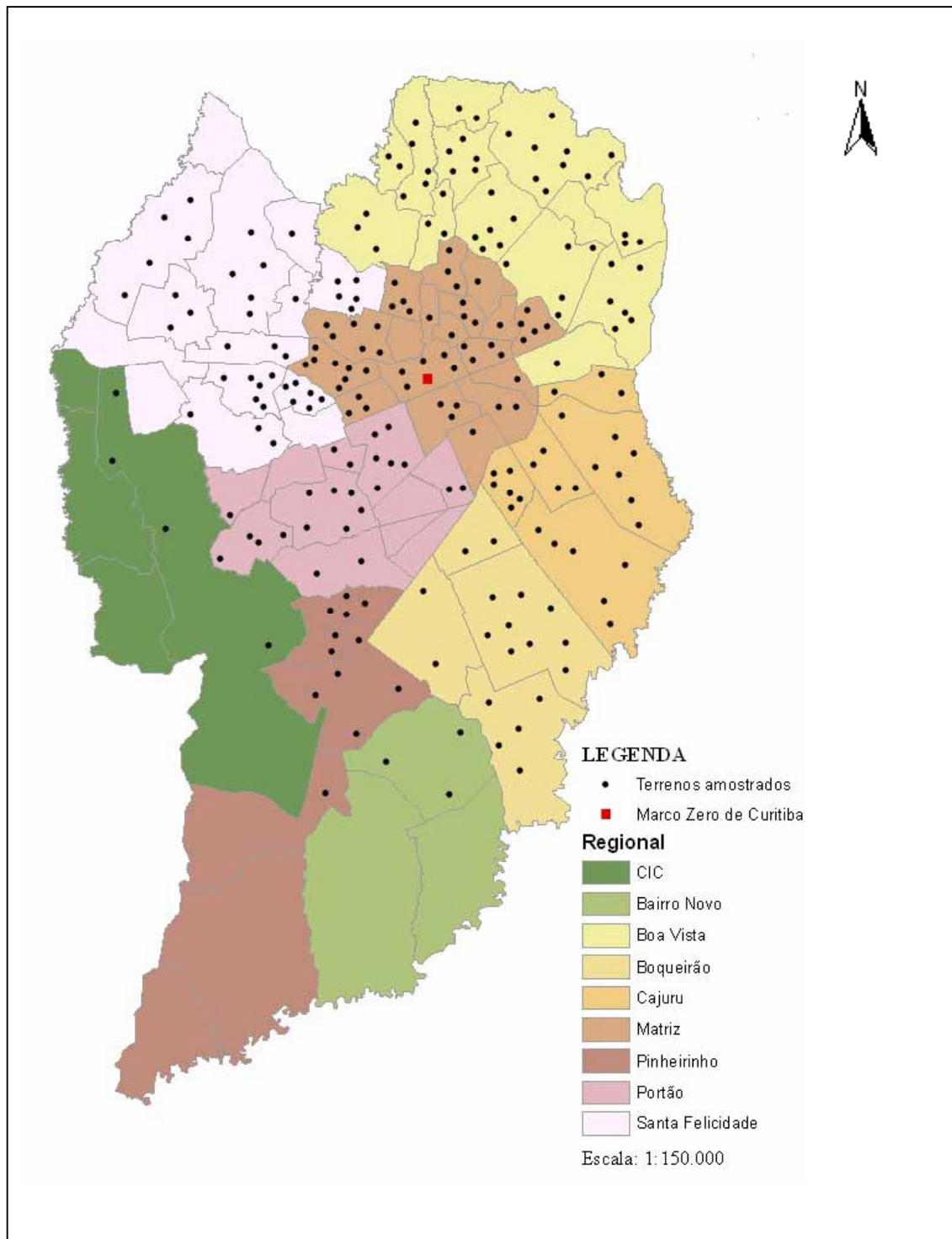
R = renda da terra (R\$/ m^2)

VC = valor de compra/venda dos terrenos (R\$/ m^2)

i = taxa de juros considerada (6% aa)

Neste trabalho, em todos os cálculos, foi considerada uma taxa de juros de 6% aa por ser uma taxa representativa da poupança e uma das mais utilizadas em análises econômicas.

FIGURA 3.4 – LOCALIZAÇÃO DOS TERRENOS PARA O CÁLCULO DA RENDA DA TERRA NA CIDADE DE CURITIBA



FONTE: A autora

Pela adaptação da equação que define o gradiente de renda da terra (equação 3.2), apresentada por Hoover e Giarratani (1999), por regressão linear, considerou-se que a renda da terra na cidade de Curitiba (R\$/m²) apresenta uma relação inversa a variável distância (equação 3.3).

$$R = (\$ - fd) Q - aQ^b - F \quad (3.2)$$

Onde:

R = renda da terra

\$ = preço unitário do produto no mercado

f = valor do frete (custo por km)

d = distância ao mercado

Q = quantidade produzida

F = custos fixos

Q = custos variáveis

a, b = coeficientes que caracterizam a tecnologia da atividade

$$R = f(d) \quad (3.3)$$

Onde:

R = renda da terra (R\$/m²)

d = distância do terreno ao centro da cidade (m)

Com base na equação (3.3) foram testados cinco modelos estimadores apresentados no Quadro 3.2.

QUADRO 3.2 – MODELOS ESTIMADORES DA RENDA DA TERRA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA

Nº	MODELOS TESTADOS
1	$R = b_0 + b_1 d$
2	$\ln R = b_0 + b_1 \ln d$
3	$R = b_0 + b_1 \ln d$
4	$R = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$
5	$R = b_0 + b_1 1/d$

FONTE: A autora

A seleção do melhor modelo abalizou-se nos seguintes critérios estatísticos de escolha:

- a) Coeficiente de determinação (R^2) - expressa a quantidade de variação da variável dependente que é explicada pelas variáveis independentes. Quanto mais próximo de 1 for o valor de R^2 , melhor terá sido o ajuste;
- b) Erro padrão da estimativa absoluto (Syx) e em percentagem ($Syx\%$) - estatística que mede a dispersão média entre os valores observados e estimados ao longo da linha de regressão, sendo que, quanto mais baixo for o valor do Syx , melhor terá sido o ajuste; e
- c) Teste F de significância - maior valor de F indica haver maior relação entre as variáveis dependentes e independentes.

Para fins de comparação do modelo logarítmico com os modelos não-logarítmicos, procedeu-se ainda o recálculo do erro padrão da estimativa (Syx), após correção da discrepância logarítmica pela multiplicação do antilogaritmo dos valores pelo fator de correção de Meyer.

Na determinação do valor de uma árvore, considerou-se que a variável renda da terra teria ocorrência durante todo o seu ciclo de vida. Como espaço ocupado pela árvore considerou-se a área do canteiro (m^2), também chamado de área de crescimento ou gola, destinada ao plantio em cada caso avaliado. Esta variação foi considerada por esta área ser dependente do tamanho das calçadas, da tradição da cidade e cultura dos proprietários (BIONDI, 2000).

Assim, a variável renda da terra para a árvore em avaliação seria obtida pela multiplicação do valor da renda da terra ($R\$/m^2$) e a área do canteiro (m^2) (equação 3.4).

$$R_a = R * A.C. \quad (3.4)$$

Onde:

R_a = renda da terra para a árvore avaliada ($R\$/\text{árvore}/\text{ano}$)

R = renda da terra ($R\$/m^2$)

$A.C.$ = área do canteiro (m^2)

3.2.3.2 Custos de implantação e manutenção das árvores de rua

Para compor os custos relativos às atividades de implantação e manutenção da arborização de ruas foram obtidos dados na Gerência de Arborização Pública, do Departamento de Produção Vegetal (MAPV/SMMA) da Prefeitura Municipal de Curitiba, referentes a informações do ano de 2005 e primeiro semestre de 2006.

Foram considerados cinco centros de custos, sendo estes:

A) Produção de mudas

Inclui a propagação e a condução de mudas com tamanho padrão e características adequadas para arborização de ruas, segundo Domingues (1987) e Biondi e Althaus (2005).

Para compor o custo das mudas foi considerada apenas a produção própria do Departamento de Produção Vegetal, em seus quatro viveiros:

- a) Horto Municipal da Barreirinha – localizado no bairro Barreirinha; foi criado na década de 60 e é responsável pela pesquisa e produção de mudas de árvores para a arborização pública (ruas e áreas verdes), e também de mudas de arbustos ornamentais e frutíferas silvestres para recuperação de áreas degradadas e adensamento de bosques (PREFEITURA, 2006). Neste Horto é realizada tanto a fase de produção de mudas em viveiro de semeadura (15 mil mudas/ano), como a fase de condução e rustificação em viveiro de espera, no solo ou em embalagens (91.700 mudas). A área destinada à produção de mudas para arborização viária é de 80 mil m² e a área construída (incluindo escritório, refeitório, almoxarifado, banheiro, garagem, casa de repicagem e depósito de substrato) é de 904 m². Nos canteiros para produção de mudas são utilizados 5.000 m² de sombrite.
- b) Viveiro Municipal Zoológico (antigo Viveiro Municipal Pomar) – está localizado no bairro Alto Boqueirão; é utilizado como viveiro de espera, sendo conduzidas 7.251 mudas no solo; possui área total de 16 mil m² e área total construída (depósito de insumos, ferramentas e materiais) de 20 m².

- c) Viveiro Parque Náutico – localizado no bairro Boqueirão, onde são conduzidas 7.851 mudas em embalagens; possui área total de 10 mil m² e área total construída (depósito de insumos, ferramentas e materiais) de 55 m²; e
- d) Horto da CIC – na Cidade Industrial de Curitiba, usado para condução de 5.782 mudas no solo, com área total de 31.152 m² e área total construída (depósito de insumos, ferramentas e materiais) de 28 m².

Na produção de mudas estão envolvidos diretamente 18 funcionários, sendo 14 deles no Horto da Barreirinha e quatro nos outros viveiros.

As mudas produzidas permanecem aproximadamente um ano em viveiro de semeadura e depois são levadas para o viveiro de espera ou talhão, onde são conduzidas até estarem prontas para o plantio. O tempo de permanência das mudas em viveiro de espera varia com a taxa de crescimento das espécies. Adotou-se o critério utilizado por Cobalchini (1999), sendo:

- a) espécies de crescimento rápido – com permanência em viveiro de espera de até três anos após repicagem;
- b) espécies de crescimento moderado – de três a quatro anos; e
- c) espécies de crescimento lento – de quatro a cinco anos ou mais.

B) Plantio e replantio nas vias públicas

O plantio é realizado em atendimento a solicitações da comunidade via serviço 156 e serviço programado, em vias novas ou não contempladas com a arborização e em plantios de substituição em vias arborizadas (GERÊNCIA, 2006).

As operações de plantio compreendem a abertura da cova (40 cm x 40 cm x 40 cm), a troca da terra, a adição de 100 g de adubo NPK 10-10-10, o tutoramento (com estacas de bambu com 2,50 m de altura e o amarrão com fitilho), a limpeza pós-plantio e a irrigação. O replantio ocorre devido ao alto índice de mudas (65%) a serem substituídas por perdas com atos de vandalismo.

O plantio foi considerado como executado por equipe terceirizada, composta por um motorista (líder) e três ajudantes, com veículo utilitário caminhão tipo baú para

transporte de pessoal, equipamentos, substrato e mudas, incluindo manutenção, combustível e seguro total, conjunto de ferramentas (enxada, pá cortadeira, pá de concha, chibanca, machado, vassourão, soquete, ferrão, regador, carrinho de mão, tesoura de poda, serrote) e equipamentos de proteção individual (EPIs).

A operação de irrigação é realizada por equipe própria da prefeitura, com caminhão tanque e água sem fonte de custo. Em média, são realizadas cinco irrigações até o pegamento das mudas. Em Curitiba, o inverno, estação em que é realizado o plantio, é caracterizado como uma estação seca (IPPUC, 2006), por isso a necessidade de irrigação.

C) Poda de árvores

Foram consideradas tanto as podas realizadas pela Gerência de Arborização Pública (equipes próprias e terceirizadas), quanto às podas realizadas pela Companhia Paranaense de Energia - COPEL.

A Gerência de Arborização Pública realiza operações de poda de formação/condução, manutenção, segurança, profilática e de rebaixamento em atendimento à solicitação da comunidade via 156 e serviço programado. Enquanto a COPEL executa as operações de poda programadas anuais e em serviços de emergência, em árvores com partes em contato direto com a fiação aérea (altura da baixa tensão) ou com projeção que poderá entrar em contato em casos de ventos ou onde o crescimento do galho esteja direcionado à rede.

Também foram consideradas as operações para remoção de resíduos e de acompanhamento de equipe da Diretoria de Trânsito da Prefeitura de Curitiba - Diretran para a execução dos serviços, quando é necessária a interdição de uma rua devido a risco de queda de galhos sobre pedestres e veículos.

Para as podas realizadas pela Gerência, conforme o porte das árvores, diferentes equipamentos são necessários para a sua aplicação, sendo para:

- a) Pequeno porte – veículo utilitário tipo Van, escada e conjunto de motosserras pequena (44 cilindradas, 3,0 HP e sabre 30-40 cm) e média (72 cilindradas, 4,0 HP e 40-50 cm);

- b) Médio porte – caminhão médio ou semipesado, equipado com carroceria e cesto aéreo, com giro de 360° ou infinito, alcance mínimo de 10 m de altura, cestos autoniveladores com travas, comandos de acionamento a partir do cesto, e conjunto de motosserras pequena, média e grande (91 cilindradas, 7,8 HP e sabre de 60-75 cm);
- c) Grande porte – caminhão semipesado, equipado com carroceria e cesto aéreo, com giro de 360° ou infinito, alcance mínimo de 20 m de altura, com cestos autoniveladores com travas, comandos de acionamento a partir do cesto e da base do equipamento e guincho de cabo para movimentação das toras, e conjunto de motosserras pequena, média e grande.

A mão-de-obra é composta por um motorista (líder) e 3 coletores, conjunto de ferramentas (garfos, cestos de vime, vassourão, rastelo, cones de sinalização e corda) e equipamentos de proteção individual (EPIs).

Entre poda e remoção, as equipes terceirizadas atendem a 170, 270 e 680 árvores, respectivamente de pequeno, médio e grande porte (GERÊNCIA, 2006). Trata-se de um rendimento médio, visto é variável com as condições do tempo, número de árvores podadas/removidas numa mesma rua, percentagem de copa podada e período do ciclo de poda. Para as podas realizadas pela COPEL foi considerado o número total estimado de 65 mil árvores/ano (COPEL, 2006).

A equipe de coleta de resíduos de poda é formada por um motorista (líder) e um ajudante (coletor), com um caminhão médio ou semipesado, equipado com carroceria de madeira, grade alta, com capacidade de carga para 12 m³; conjunto de ferramentas novas e equipamentos de proteção individual. Foi considerado que para cada equipe de poda acompanhava 0,77 equipes de coleta de resíduos.

E para cada equipe da Diretran (incluindo dois agentes, uma viatura, cones e/ou cavaletes para a sinalização da via) (DIRETRAN, 2006) acompanhava três equipes de poda (pequeno, médio e grande porte), com atendimento a 1.120 árvores.

D) Remoção de árvores

A prática de remoção é realizada em árvores com pouco vigor, mortas ou que apresentem riscos, mediante autorização da Divisão de Fiscalização - MAPM/SMMA. Foi considerada tanto a remoção da parte aérea como de tocos, incluindo também os custos com equipes de remoção de resíduos e da Diretran.

A prática de remoção foi inclusa no valor final de uma árvore, mesmo no caso de avaliação de uma árvore em pé, pelo fato de ser um evento de ocorrência certa no ciclo de vida vegetal.

E) Planejamento e controle da arborização de ruas

As operações de planejamento e controle estão relacionadas às operações do setor administrativo da Gerência de Arborização Pública, em atendimento as 300 mil árvores estimadas nas ruas da cidade.

A Gerência de Arborização Pública está localizada em área no Horto Municipal do Guabirota, no bairro Guabirota. As construções (escritório, depósitos, sala de reuniões e almoxarifado) ocupam uma área de 1.100 m². Como área total ocupada também foram considerados os mesmos 1.100 m².

Para cada operação dos respectivos centros de custos foram levantados os custos fixos, incluindo os juros sobre o capital investido (6% aa), a depreciação e a manutenção de equipamentos e benfeitorias e os salários fixos; e os custos variáveis, tais como: aquisição de insumos (substratos, fertilizantes, adubos, defensivos e embalagens), materiais de consumo (escritório e campo), locação de veículos e despesas correntes com água, luz e telefone.

Para todo capital empregado em veículos, equipamentos e benfeitorias foi aplicada uma taxa de juros, significando, segundo Turra (1990), a renúncia a uma remuneração que poderia ter sido obtida ao deixar de aplicar o mesmo montante de recursos de forma alternativa. Conforme Fisher (1984), o juro foi computado pela multiplicação do capital-valor pela taxa de juros (equação 3.5).

$$J = C * i \quad (3.5)$$

Onde:

J = juros (R\$)

C = capital valor (R\$)

i = taxa de juros (6% aa)

Para os terrenos foi considerada a renda da terra, renda esta advinda de seu custo imobiliário. Este custo foi obtido pela aplicação da equação de renda da terra estabelecida para Curitiba, conforme método proposto no item 3.2.3.1.

Para compor o capital investido em benfeitorias (construções em alvenaria) foi utilizado o custo unitário básico de construção (CUB), que representa o valor médio para o custo total da obra calculado a partir de salários e preços de materiais e mão-de-obra. Foi utilizado o CUB-PR, do mês de outubro de 2006, equivalente a R\$ 885,92/m² (SINDUSCON-PR, 2006). O capital investido nas benfeitorias (R\$/m²) foi obtido pelo produto entre a área total construída e o seu custo de construção (equação 3.6).

$$BENF = CUB * ATC \quad (3.6)$$

Onde:

BENF = capital investido em benfeitorias (R\$)

CUB = custo unitário básico de construção (R\$/m²)

ATC = área total construída (m²)

A depreciação, diminuição do valor de um bem resultante pelo uso, ação da natureza ou obsolescência normal, foi calculada pelo método linear ou das cotas fixas que a considera simplesmente como a desvalorização do bem, reduzindo gradualmente seu valor nos inventários sucessivos durante o período de utilização (equação 3.7), conforme Hirschfeld (1998):

$$D = (1 / n) * P \quad (3.7)$$

Onde:

D = depreciação periódica (R\$)

P = valor de aquisição do bem (R\$)

n = número de períodos da vida útil (número de períodos em que um bem deprecia)

A vida útil das benfeitorias, equipamentos, veículos e ferramentas, isto é, a expectativa de tempo que um certo bem tem de se manter útil às atividades produtivas para as quais serve (ANTUNES; ENGEL, 1996), foi considerada em anos. Para as construções em alvenaria considerou-se uma vida útil de 20 anos, para equipamentos e veículos, de 10 anos (DERAL-PR, 2006), e para ferramentas e utensílios de baixo custo de aquisição (enxadas, pás, carrinho de mão, podões, tesouras de poda, dentre outros), de três anos (MATSUSHITA; SEPULCRI, 1999).

A manutenção ou conservação, custo necessário para manter o bem de capital em condições de uso, para equipamentos foi baseada nas informações de fornecedores/fabricantes e experiência de técnicos, conforme recomendado por Buarque (1986). Para as benfeitorias considerou-se que o custo para conservação ou reparo seria equivalente a 2% do seu valor inicial, conforme OCEPAR (1985).

Os custos relativos à compra de insumos, materiais de escritório, salários de funcionários e despesas com água, luz e telefone foram obtidos pelos balancetes mensais fornecidos pelo Departamento de Produção Vegetal (MAPV/SMMA). Custos não disponibilizados sobre compra de insumos e materiais foram obtidos nos fornecedores comumente contatados.

Como custos de poda de árvores de pequeno, médio e grande porte executadas pela COPEL foram utilizados os custos quantificados por Seitz (1999), pela conversão dos valores do dólar praticados nas duas datas. Este autor considerou como componentes de custo: equipamentos e ferramentas (custos de aquisição e vida útil), deslocamento de equipes (km rodado), mão-de-obra (equipe de cinco homens e rendimento diário) e custos de administração. Já os custos de acompanhamento de equipe da Diretran foram baseados nos valores fornecidos por este departamento.

Para a determinação dos custos de implantação e manutenção de uma árvore, considerou-se que mesmo que o indivíduo objeto de avaliação não estivesse sob fiação aérea e não recebesse podas realizadas pela COPEL, seria considerada uma fração de custos relativa a esta atividade. O mesmo foi considerado em relação às equipes de acompanhamento da Diretran.

O período de ciclos de podas teve como base o número médio de árvores atendidas pelas equipes no período de um ano. Adotou-se que na realização destas podas, as árvores já teriam o tamanho adulto e seriam usados os equipamentos correspondentes ao seu porte.

Sabendo-se que o custo unitário é o custo total dividido pelo número de vezes que o serviço total será utilizado em termos de unidades de atividade ou volume (HORNGREN, 1986), todos os dados, obtidos para um total de indivíduos foram extrapolados, para a determinação do valor de uma muda ou de uma árvore individual.

Os custos totais de implantação e manutenção de uma árvore foram divididos para nove grupos de espécies propostos (Quadro 3.3), formados pela combinação do tempo de permanência de mudas em viveiro (crescimento lento, moderado ou rápido) e aos custos de poda e remoção (espécies de pequeno, médio ou grande porte).

QUADRO 3.3 – GRUPOS DE ESPÉCIES DE ACORDO COM O PORTE E A TAXA DE CRESCIMENTO EM VIVEIRO DE ESPERA

GRUPOS		
A Pequeno porte Crescimento rápido em viveiro	B Pequeno porte Crescimento moderado em viveiro	C Pequeno porte Crescimento lento em viveiro
D Médio porte Crescimento rápido em viveiro	E Médio porte Crescimento moderado em viveiro	F Grande porte Crescimento lento em viveiro
G Grande porte Crescimento rápido em viveiro	H Grande porte Crescimento moderado em viveiro	I Grande porte Crescimento lento em viveiro

FONTE: A autora

3.2.3.3 Totalização dos custos

O custo total de uma árvore foi obtido pela somatória dos custos de implantação e manutenção, além da renda da terra. Estes valores foram capitalizados a

juros compostos de 6% aa. No fim de n períodos, conforme Silva, Jacovine e Valverde (2005), o valor seria corrigido financeiramente pela aplicação da equação (3.8):

$$C_n = C_0 (1 + i)^n \quad (3.8)$$

Onde:

C_n = capital final (R\$)

C_0 = capital inicial (R\$)

i = taxa de juros por período de capitalização (6% aa)

n = número de períodos de capitalização (anos)

Os custos capitalizados de uma árvore foram apresentados para idades entre 1 e 100 anos, sendo estas contabilizadas após plantio. Estes custos foram apresentados em Reais (R\$) e também em Dólares (US\$), conforme o câmbio do dia 24 de novembro de 2006 (US\$ 1,00 = R\$ 2,168).

3.2.4 Comparação entre os Custos das Árvores de Rua e os Valores das Multas

Para comparação entre os custos estimados para as árvores urbanas com os valores estabelecidos pela legislação municipal (Código Florestal do Município - Lei nº 9.806/2000), nas multas para o corte irregular de árvores em bem público, foram analisados casos reais de avaliação obtidos no Departamento de Pesquisa e Monitoramento – MAPM/SMMA, na Divisão de Fiscalização.

Para isto acompanhou-se o trabalho de vistoria em casos de corte irregular e de pedidos de corte de árvores localizadas em vias públicas, realizado pelos funcionários deste departamento, nos meses de setembro e outubro de 2006.

Para cada caso foram anotadas todas as informações necessárias para aplicação do método proposto neste trabalho. As idades das árvores foram estimadas devido a sua não disponibilidade em banco de dados.

Foram selecionados dez casos, incluindo diferentes espécies e localizações nos bairros da cidade (Tabela 3.2). Para todos os casos avaliados considerou-se que seria

aplicada multa em valor integral para a respectiva espécie e classe de diâmetro, conforme a legislação municipal (CURITIBA, 2000b).

TABELA 3.2 – CASOS REAIS SELECIONADOS PARA COMPARAÇÃO DO VALOR DAS MULTAS PARA CORTE IRREGULAR DE ÁRVORES E OS CUSTOS ESTIMADOS EM CURITIBA / PR

Nº	ESPÉCIE	ORIG.	REGIONAL	BAIRRO	D. (m)	ID. (anos)	DC. (m)	A.C. (m ²)
01	<i>Ligustrum lucidum</i>	E	Matriz	Centro	780	25	0,15– 0,45	0,25
02	<i>Acer negundo</i>	E	Portão	Vila Isabel	3 480	20	0,15– 0,45	1,50
03	<i>Lafoensia pacari</i>	N	Portão	Santa Quitéria	4 920	4	<0,15	0,20
04	<i>Ligustrum lucidum</i>	E	Boa Vista	Bairro Alto	6 460	5	<0,15	0,03
05	<i>Tipuana tipu</i>	N	Boqueirão	Vila Hauer	6 700	25	>0,45	0,36
06	<i>Senna multijuga</i>	N	Boqueirão	Boqueirão	7 100	15	0,15– 0,45	0,25
07	<i>Parapiptadenia rigida</i>	N	Boqueirão	Boqueirão	7 300	9	0,15– 0,45	0,20
08	<i>Lagerstroemia indica</i>	E	Boqueirão	Xaxim	9 600	15	<0,15	0,20
09	<i>Melia azedarach</i>	E	Pinheirinho	Sítio Cercado	11 280	27	>0,45	0,25
10	<i>Bauhinia variegata</i>	E	Pinheirinho	Pinheirinho	12 500	4	<0,15	1,00

FONTE: A autora

NOTA: ORIG. = origem: E = exótica, N = nativa; D. = distância ao centro da cidade – Marco Zero de Curitiba; ID. = idade; DC. = classe de diâmetro do colo; A.C. = área do canteiro

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE TEÓRICA DOS MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DE ÁRVORES URBANAS

As fórmulas usadas para valoração econômica de árvores urbanas apresentam diferentes enfoques. Segundo Watson (2002), estes métodos parecem estar adaptados às condições de origem dos países em que foram desenvolvidos.

Os fatores espécie, condição e localização são enfatizados diferentemente nas fórmulas. Marx, Hendrick e Brown (2005) estabeleceram uma lista de critérios para comparar três das principais fórmulas utilizadas mundialmente (CTLA, Helliwell e STEM). Esta comparação, com a adição dos métodos Burnley e Norma Granada, está mostrada no Quadro 4.1.

QUADRO 4.1 – CRITÉRIOS PARA COMPARAÇÃO DAS FÓRMULAS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DE ÁRVORES URBANAS

CRITÉRIOS DE COMPARAÇÃO	CTLA	HELLIWELL	STEM	NORMA GRANADA	BURNLEY
Espécie	X	X	X	X	X
Condição	X	X	X	X	X
Tamanho da árvore (circunferência do tronco)	X			X	
Tamanho da árvore (altura)		X	X		
Tamanho da árvore (volume)					X
Forma da árvore	X	X	X		X
Localização/valor na paisagem	X	X	X		X
Expectativa de vida/idade		X	X	X	X
Presença de outras árvores		X	X		
Valor botânico		X			
Influência climática	X		X		
Notabilidade/representatividade/rareza		X	X	X	
Preço da muda em viveiro (atacado)	X		X	X	X
Custo de plantio	X		X	X	

FONTE: Adaptado de Marx; Hendrick; Brown (2005)

O fator “custo da muda em viveiro” é considerado nos métodos CTLA, STEM, Norma Granada e Burnley, enquanto que o fator “custo de plantio” nos

métodos CTLA, STEM e Norma Granada (Quadro 4.1). Segundo Watson (2002), fórmulas geralmente consideram as reais condições de mercado através da incorporação de custo da muda em viveiro de espera. Considera-se que há uma direta relação entre o custo da muda em viveiro e o valor das maiores árvores. Quando um valor monetário não está relacionado aos preços de viveiro tem sido especificado na fórmula e determinado por consenso, como no método Helliwell.

Os fatores de ajuste em alguns métodos diminuem o valor da árvore, enquanto em outros aumentam (equações apresentadas no item 2.4). A Norma Granada é o único método em que o critério “condição” pode aumentar ou diminuir o valor de 0 a 200% (WATSON, 2002). Na mesma fórmula, os fatores “expectativa de vida” e “atributos extrínsecos” podem somente aumentar o valor básico (o valor teórico máximo da árvore é até oito vezes maior que o inicial) (MÉTODO..., 2006).

Watson (2002), em trabalho de comparação dos valores produzidos por quatro fórmulas de valoração de árvores (CTLA, STEM, Helliwell e Burnley), verificou que os métodos CTLA e Helliwell resultaram nos menores valores. Houve uma forte relação entre a variação dos avaliadores e as operações matemáticas nos cálculos. O método Helliwell que multiplica todos os fatores, consistentemente produziu a mais alta variação entre os avaliadores, enquanto o método STEM que adiciona todos os fatores produziu a mais baixa variação. O mesmo autor recomenda minimizar o número de operações de multiplicação usadas nas fórmulas para reduzir as variações entre os diferentes avaliadores, mas isto pode reduzir a influência dos fatores individuais.

Para a utilização destas fórmulas, Detzel (1990) recomenda adaptações regionais para que não se corra o risco de errar na avaliação.

No Brasil, a falta de informações básicas em arborização urbana limita a aplicação e a adaptação destas fórmulas. O critério “expectativa de vida útil” ou “longevidade”, utilizado nos métodos Helliwell, STEM, Norma Granada e Burnley, não é conhecido para a maioria das espécies plantadas, tanto nativas quanto exóticas. E ainda, no meio urbano, segundo Harris (1992), devido às condições em que as árvores são submetidas, elas têm sua vida útil reduzida em até 50% dos anos em relação ao

ambiente natural.

Segundo Santos (1996), a avaliação do fator “espécie”, em países tropicais devido ao enorme número de espécies potencialmente úteis na arborização urbana dificulta a determinação do valor desta variável. Enquanto nos países de clima temperado, em razão do relativo pequeno número de espécies utilizadas na arborização urbana, é possível de ser determinado para a maioria delas.

Outro fator de dificuldade é a inexistência de banco de dados com informações sobre as árvores, como espécie, localização, tamanho, idade, condição fitossanitária e manutenções realizadas.

Ressalta-se que, para a estrutura da arborização pública, a valoração econômica de uma árvore deve ser realizada com o uso de variáveis de fácil e rápida obtenção, dado ao grande número de casos a serem avaliados e ao restrito número de funcionários disponíveis.

4.2 CUSTOS DAS ÁRVORES DE RUA DA CIDADE DE CURITIBA

O valor econômico das árvores de rua da cidade de Curitiba foi obtido pelo “Método de Composição de Custos”. Segundo Santos (1996), este é o método mais favorável atualmente para ser aplicado no Brasil, em razão da carência de outras informações básicas sobre as espécies hoje utilizadas na arborização urbana, pois é o que exige, relativamente, o menor esforço na busca dos dados mínimos para a sua aplicação.

Por este método pode ser conhecido tanto o custo da árvore na idade avaliada, como também o custo das operações realizadas em cada fase de seu desenvolvimento. É somente a partir da obtenção destes custos que poderão futuramente ser adaptadas ou desenvolvidas fórmulas de valoração com adição de outros atributos.

Para a obtenção do custo total de uma árvore foram consideradas as variáveis: “Renda da terra”, advinda do seu uso para fins imobiliários, e “Custos de implantação e manutenção de uma árvore”.

4.2.1 Renda da Terra na Cidade de Curitiba

Dos cinco modelos testados, o modelo nº1 (Tabela 4.1) foi o que melhor estimou a relação entre a renda da terra e a distância do centro da cidade de Curitiba.

TABELA 4.1 - ESTATÍSTICA DOS AJUSTES DOS MODELOS TESTADOS

Nº	MODELOS AJUSTADOS	ESTATÍSTICAS			
		R ² adj.	S _{xy}	S _{yx} %	F
1	$R = 124,5682 - 12,8931 \ln d$	0,58	6,36	43,68	306,94
2	$R = 40,1592 - 0,00677 d + 0,0000003356 d^2$	0,60	6,16	43,38	171,53
3	$\ln R = 9,5743 - 0,8322 \ln d$	0,53	8,43	55,84	255,78
4	$R = 29,68471 - 0,0026 d$	0,51	6,88	46,61	230,21
5	$R = 7,99607 + 29958,57 / d$	0,40	7,60	49,75	147,69

FONTE: Pesquisa de campo

O baixo valor de R² encontrado no ajuste das equações é justificável e aceitável em análises econômicas devido à influência de fatores humanos. Segundo Carrion (1996), o mercado da terra urbana possui alto grau de imperfeição, devido, em parte, às condições de oferta, que costuma estar concentrada em poucos grandes proprietários fundiários e em parte, a imperfeição do mercado atribuída a peculiaridade da mercadoria solo urbano, que faz com que cada terreno seja diferente dos demais, em função das características físicas da área, localização, condições de acesso, infraestrutura, leis de zoneamento (que estabelecem usos permitidos) e legislação urbanística.

Algumas das peculiaridades citadas acima podem ser encontradas na cidade de Curitiba. Os critérios e parâmetros de uso e ocupação do solo, estabelecidos pela Lei nº 9.800/2000 que dispõe sobre a divisão do território do Município em zonas e setores, com o objetivo de orientar e ordenar o crescimento da cidade (CURITIBA, 2000a), definem o uso que será dado a cada terreno pelo coeficiente de ocupação e número de pavimentos permitidos, o que influenciará nos valores dos terrenos. Também há a influência da proximidade do sistema viário (vias estruturais, conectoras, setoriais e coletoras) e facilidade de transporte.

Em Curitiba, observa-se um aumento nos valores das propriedades próximas a parques, hortos e ruas arborizadas (BIONDI; ALTHAUS, 2005), que não apresentam

uma distribuição homogênea no município. Segundo Hildebrand (2001), observa-se que os parques da região norte do município têm suas áreas de influências sobrepostas e esta é a porção do município com mais áreas verdes públicas; também há uma concentração de áreas verdes públicas na região oeste; e a ausência de influência dos parques e bosques na região sul. As regiões nordeste e central são as mais desprovidas de áreas verdes, principalmente em função da escassez de cobertura vegetal, em comparação com outras regiões.

Essa má distribuição também foi verificada por Vieira (2006). Segundo esta autora, quando se verifica a relação entre a área de parques e bosques e a população de cada regional, a CIC possui o maior índice, com 42,33 m²/habitante, seguida de Boqueirão (40,74 m²/habitante), Cajuru (39,49 m²/habitante) e Santa Felicidade (12,70 m²/habitante).

Segundo Pereira (2004), há também uma polarização em relação aos padrões de ocupação do solo. Nas regiões norte e nordeste estão concentrados população de maior renda, melhores condições sociais e maiores valores imobiliários. Já as regiões sul e sudeste caracterizam-se pelo oposto: menor renda, pior condição social, menores valores imobiliários e, significativamente, maiores taxas de crescimento populacional e número de ocupações irregulares.

A partir do modelo escolhido (equações 4.1 e 4.2) foi estimada a renda da terra em R\$/m² e em US\$/m², para diferentes distâncias arbitradas (Tabela 4.2). Esta variou de R\$ 43,94/m² (520 m de distância do centro da cidade) a R\$ 1,95/m² (13.500 m). Em 1997, segundo IPPUC (2006), o custo da terra para a cidade de Curitiba variava nas classes de R\$ 1,00 – 20,00 a R\$ 111,00 – 115,00 (ver Anexo 4).

$$R = b_0 + b_1 \ln (d) \quad (4.1)$$



$$R = 124,5682 - 12,8931 * \ln (d) \quad (4.2)$$

TABELA 4.2 – RENDA DA TERRA ESTIMADA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DO CENTRO DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

DISTÂNCIA (m)	RENDA DA TERRA		DISTÂNCIA (m)	RENDA DA TERRA	
	R\$/m ²	US\$/m ²		R\$/m ²	US\$/m ²
520	43,94	20,27	6.000	12,40	5,72
750	39,21	18,09	6.500	11,37	5,25
1.000	35,51	16,38	7.000	10,42	4,80
1.250	32,63	15,05	7.500	9,53	4,39
1.500	30,28	13,97	8.000	8,70	4,01
1.750	28,29	13,05	8.500	7,91	3,65
2.000	26,57	12,26	9.000	7,18	3,31
2.250	25,05	11,55	9.500	6,48	2,99
2.500	23,69	10,93	10.000	5,82	2,68
2.750	22,46	10,36	10.500	5,19	2,39
3.000	21,34	9,84	11.000	4,59	2,12
3.500	19,35	8,93	11.500	4,02	1,85
4.000	17,63	8,13	12.000	3,47	1,60
4.500	16,11	7,43	12.500	2,94	1,36
5.000	14,76	6,81	13.000	2,44	1,12
5.500	13,53	6,24	13.500	1,95	0,90

FONTE: Pesquisa de campo

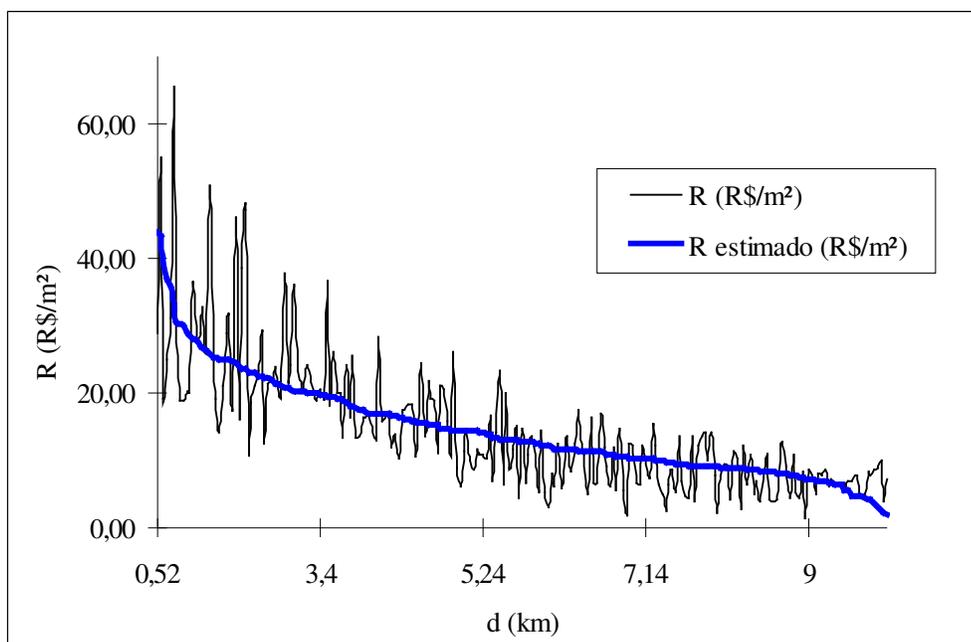
Como os dados coletados restringiram-se a distâncias entre 520 m e 13.500 m do centro da cidade, a equação escolhida deve também servir para estimar valores dentro deste intervalo. Para distâncias menores recomenda-se aplicar o mesmo valor estipulado para a menor distância (520 m). O mesmo critério vale para as distâncias superiores a 13.500 m.

Na Figura 4.1 observa-se o gradiente de renda da terra para a cidade de Curitiba, confirmando a tendência de diminuição dos valores com o aumento da distância do centro da cidade, já verificada em IPPUC (2006).

Segundo Richardson (1975, 1978), o mercado urbano tem como característica principal que o preço do terreno é uma função inversa (tipicamente uma função exponencial negativa) da distância do centro da cidade, embora o gradiente não seja necessariamente suave. A inclinação para baixo do gradiente é o resultado de uma competição aguda por localizações centrais, e isto, por sua vez, reflete a demanda por acessibilidade. Para Hoover e Giarratani (1999), curvas acentuadas do gradiente estão

associadas com alto custo de transporte e baixa demanda por espaço; enquanto curvas pouco acentuadas, a baixo custo de transporte e alta demanda por espaço.

FIGURA 4.1 – GRADIENTE DE RENDA DA TERRA PARA A CIDADE DE CURITIBA EM 2006



FONTE: Pesquisa de campo

De acordo com Cestaro (1985), o modelo clássico de *J. H. von Thünen* (distribuição em anéis concêntricos) pode também, de maneira geral, ser aplicado à vegetação urbana. A área central de uma cidade apresenta as maiores áreas ocupadas por vegetação introduzida, tanto na forma de praças e jardins, como na forma de ruas arborizadas. É uma área provida de menor quantidade de vegetação espontânea, com extensa impermeabilização, elevadas cargas de poluição e exigente em manutenção. Em Curitiba, em termos gerais, os bairros próximos ao centro da cidade com maior renda da terra, são também os mais arborizados (MILANO; DALCIN, 2000) e com menor quantidade de vegetação natural (VIEIRA, 2006).

Como a equação proposta fornece resultado em R\$/m², esta pode ser utilizada para diferentes áreas de canteiro, pois seu tamanho é variável de situação para situação. Porém não deve ser considerada uma área maior do que a do canteiro destinado a árvore, como a extensão da copa, por exemplo, porque o solo poderia ter um segundo uso (trânsito de pessoas, estacionamento, barracas de vendedores ambulantes, etc) e, assim, o valor calculado poderia ser uma superestimativa.

Em Curitiba há uma grande variação no tamanho da área livre de pavimentação para o desenvolvimento de árvores de rua, inclusive com o uso de canteiros gramados contínuos. Em trabalho de Milano (1984), a área livre média encontrada foi de 5,67 m², no entanto, aproximadamente 50% das árvores estavam plantadas sobre uma área livre menor que a desejável. As áreas centrais ou comerciais apresentavam um tamanho médio de área livre totalmente insuficiente, com o espaço para as árvores substituído pelas calçadas, necessárias ao trânsito intenso de pedestres.

A CESP (1988) sugere que a área do canteiro para o desenvolvimento de árvores de rua seja de 1 m², já para Wyman⁹ citado por Biondi (2000), a área livre na base deve ser de 6 m² para possibilitar uma suficiente aeração e irrigação natural das raízes, em recomendação apresentada para as condições dos Estados Unidos. Para Biondi e Althaus (2005), as áreas permeáveis na base das árvores (canteiros) devem ser proporcionais ao porte para dar esteticamente maior harmonia e, fisiologicamente, beneficiar o crescimento vegetativo.

Considerando, como exemplo teórico, duas árvores da arborização viária, uma distante 4.500 m do centro da cidade e a outra a 11 mil metros, ambas com idade de 20 anos e diâmetro de 30 cm, com área do canteiro destinada ao plantio de 1 m². A renda da terra no primeiro caso seria de R\$ 16,11/m² (distância 4.500 m), enquanto que para a segunda seria de R\$ 4,59/m² (11 mil metros). Os respectivos valores destas árvores, aos 20 anos, pela variável renda da terra, corresponderiam a R\$ 628,33 e R\$ 178,98.

⁹ WYMAN, D. **Parks, malls, roadsides: public area plantings**. Washington: U. S. For. Service, 1972.

4.2.2 Custos de Implantação e Manutenção das Árvores de Rua da Cidade de Curitiba

Os custos de implantação e manutenção de uma árvore foram apresentados para cada centro de custo e a seguir totalizados.

4.2.2.1 Planejamento e Controle da Arborização de Ruas

As operações de planejamento e controle da arborização de ruas de Curitiba, realizadas pela Gerência de Arborização Pública – MAPV/SMMA, em atendimento a população total de 300 mil árvores estimadas nas vias públicas da cidade, totalizaram R\$ 1,92/árvore/ano (Tabela 4.3).

TABELA 4.3 – CUSTOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

ITENS DE CUSTO	CUSTOS/ÁRVORE	
	R\$/árv/ano	US\$/árv/ano
Benfeitorias		
Juros sobre o capital	0,20	0,09
Depreciação/Manutenção	0,23	0,11
Equipamentos		
Juros sobre o capital	0,001	0,0004
Depreciação/Manutenção	0,002	0,001
Renda da terra	0,06	0,03
Salários fixos	1,22	0,56
Custos variáveis	0,21	0,10

FONTE: Pesquisa de campo

4.2.2.2 Produção de mudas

Para a produção de mudas para arborização viária de Curitiba, os itens de maior custo foram às benfeitorias, com capital investido de R\$ 7,92/muda, e os terrenos, com renda da terra de R\$ 9,63/muda/ano (Tabelas 4.4 e 4.5). Isto se deve ao fato da área total dos terrenos não ser utilizada para a produção de mudas e pela sua localização em áreas relativamente nobres do perímetro urbano de Curitiba. Estes custos podem ser justificados pela produção de mudas de boa qualidade e curta distância para transporte das mudas até o plantio.

TABELA 4.4 – RENDA DA TERRA E CAPITAL INVESTIDO EM BENFEITORIAS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

VIVEIROS	ÁREA TOTAL (m ²)	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)	NÚMERO DE MUDAS	RENDA DA TERRA		CAPITAL INVESTIDO EM BENFEITORIAS	
				R\$/árv/ano	US\$/árv/ano	R\$/árv	US\$/árv
H. Barreirinha	80.000	904,00	91.700	8,46	3,90	8,73	4,02
Parque Náutico	10.000	55,00	7.251	6,33	2,92	6,72	3,10
Pomar	16.000	20,00	7.851	4,96	2,29	2,26	1,04
CIC	31.152	28,00	5.782	38,67	17,84	4,29	1,98
TOTAL	137.152	1.007	112.584	9,63 ¹	4,44	7,92 ¹	3,65

FONTES: Gerência de Arborização Pública, Pesquisa de campo

NOTA: (1) média ponderada dos custos

TABELA 4.5 – CUSTOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

ITENS DE CUSTO	CUSTOS/MUDA	
	R\$/árv/ano	US\$/árv/ano
Benfeitorias		
Juros sobre o capital	0,51	0,24
Depreciação/Manutenção	0,62	0,28
Equipamentos		
Juros sobre o capital	0,03	0,01
Depreciação/Manutenção	0,06	0,03
Renda da terra	9,63	4,44
Salários fixos	1,19	0,55
Custos variáveis	0,11	0,05

FONTE: Pesquisa de campo

Os custos de produção de uma muda de crescimento rápido em viveiro de espera, como a espécie *Koelreuteria paniculata* (coeleutéria), totalizaram R\$ 55,69, enquanto para uma muda de lento crescimento, com maior período de tempo em viveiro de espera, como a espécie *Tabebuia heptaphylla* (ipê-roxo), foram de R\$ 88,43 (Tabela 4.6). De acordo com Biondi e Althaus (2005), o custo das mudas para arborização de ruas é alto, principalmente pelo longo período de permanência em viveiro.

TABELA 4.6 – CUSTOS TOTAIS DE PRODUÇÃO DE MUDAS PARA A ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

TAXA DE CRESCIMENTO E TEMPO DE PERMANÊNCIA EM VIVEIRO	ESPÉCIES	CUSTOS/MUDA	
		R\$	US\$
Rápido (1 + 3 anos)	<i>Acer negundo</i>	55,69	25,69
	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>		
	<i>Koelreuteria paniculata</i>		
	<i>Melia azedarach</i>		
	<i>Tibouchina sellowiana</i>		
Moderado (1 + 4 anos)	<i>Anadenanthera colubrina</i>	71,58	33,02
	<i>Bauhinia variegata</i>		
	<i>Erythrina falcata</i>		
	<i>Lagerstroemia indica</i>		
	<i>Parapiptadenia rigida</i>		
	<i>Prunus serrulata</i>		
	<i>Senna macranthera</i>		
	<i>Senna multijuga</i>		
<i>Tipuana tipu</i>			
Lento (1 + 5 anos)	<i>Caesalpinia leiostachya</i>	88,43	40,79
	<i>Cassia leptophylla</i>		
	<i>Lafoensia pacari</i>		
	<i>Ligustrum lucidum</i>		
	<i>Magnolia grandiflora</i>		
	<i>Tabebuia alba</i>		
	<i>Tabebuia chrysotricha</i>		
<i>Tabebuia heptaphylla</i>			

FONTE: Pesquisa de campo

A taxa de crescimento das espécies em viveiro muitas vezes difere do ritmo de crescimento apresentado após o plantio nas ruas. Como exemplo, a espécie *Ligustrum lucidum* (alfeneiro) considerada neste trabalho como de crescimento lento em viveiro (COBALCHINI, 2006), quando plantada nas ruas apresenta crescimento rápido (CESP, 1988). Já para Maino¹⁰, citado por Biondi e Althaus (2005), esta espécie possui crescimento rápido quando jovem e lento quando adulto.

A diferença nos custos das mudas justifica a estratificação das espécies quanto a taxa de crescimento em viveiro de espera na totalização dos custos de uma árvore na idade *n*. Por outro lado, para Detzel (1993), esta estratificação por espécie pode ou não ser considerada, pois por serem muito próximos, não produzem diferenças significativas nos custos finais.

¹⁰ MAINO, E.; HOWARD, F. **Ornamental trees**. 2. ed. Berkley: University of California Press, 1957. 219 p.

4.2.2.3 Plantio e replantio em vias públicas

Os custos das operações de plantio de uma muda (equipe de plantio + insumos + irrigação) nas vias públicas da cidade de Curitiba foram de R\$ 43,23, acrescido do valor da muda (Tabela 4.7).

TABELA 4.7 – CUSTOS DAS OPERAÇÕES DE PLANTIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

ITENS DE CUSTO	CUSTOS/MUDA	
	R\$	US\$
Equipe de plantio	35,87	16,54
Insumos/Materiais	3,07	1,42
Irrigação	4,29	1,98
TOTAL	43,23	19,94

FONTE: Pesquisa de campo

Porém, a implantação da arborização de ruas não termina com o plantio, pois a Gerência de Arborização Pública contabiliza uma perda média de mudas implantadas de 65% (índice considerado neste trabalho) a 80% decorrentes de atos de vandalismo (GERÊNCIA, 2006). O custo de implantação de uma espécie de rápido crescimento, como o *Acer negundo* (acer), que inicialmente seria de R\$ 98,92 passa a ser de R\$ 163,22 (Tabela 4.8). Segundo Milano (1994), os custos da arborização são encarecidos pelas ações da população sobre as árvores, notadamente pelo vandalismo.

TABELA 4.8 – CUSTOS TOTAIS DE PLANTIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

TAXA DE CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES	CUSTOS/ÁRVORE					
	Plantio		Replanteio		Total	
	R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$
Rápido	98,92	45,63	64,30	29,66	163,22	75,29
Moderado	112,23	51,77	72,95	33,65	185,18	85,41
Lento	131,66	60,73	85,59	39,47	217,24	100,20

FONTE: Pesquisa de campo

O vandalismo não é um problema restrito a arborização de Curitiba. De acordo com Biondi (2000), está presente em quase todas as cidades do mundo, embora varie em proporções. Em Hong Kong, danos com vandalismo atingem aproximadamente 10

a 15% das árvores plantadas (JIM, 1987b). Já em algumas cidades européias afeta 30% dos plantios, segundo levantamento realizado entre 1999 e 2001 (PAULEIT et al., 2002).

4.2.2.4 Poda de árvores

Os custos das operações de poda realizadas pela Gerência de Arborização Pública foram de R\$ 34,31/árvore de pequeno porte e de R\$ 183,50/árvore de grande porte, com ocorrência em intervalos de 12 em 12 anos, na arborização de ruas de Curitiba. Enquanto, as operações de poda programadas anuais e em serviços de emergência em árvores com interferência na fiação aérea, realizadas pela COPEL, totalizaram R\$ 29,73/árvore de pequeno porte e R\$ 108,32/árvore de grande porte (Tabela 4.9), considerando-se como realizada a cada cinco anos. Conforme Grey e Deneke (1986), a poda é uma operação muito cara, além de requerer muitos cuidados.

TABELA 4.9 – CUSTOS DAS OPERAÇÕES DE PODA NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

PORTE	CUSTOS/ÁRVORE							
	Poda aérea		Coleta de Resíduos		Diretran		Total	
	R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$
GERÊNCIA DE ARBORIZAÇÃO								
Pequeno	15,04	6,94	15,06	6,95	4,21	1,94	34,31	15,82
Médio	62,22	28,70	37,92	17,49	4,21	1,94	104,35	48,13
Grande	119,06	54,92	62,23	27,78	4,21	1,94	183,50	84,64
COPEL								
Pequeno	10,46	4,82	15,06	6,95	4,21	1,94	29,73	13,71
Médio	20,94	9,66	37,92	17,49	4,21	1,94	63,07	29,09
Grande	41,88	19,32	62,23	27,78	4,21	1,94	108,32	49,69

FONTES: Seitz (1999), Pesquisa de campo

Os intervalos entre podas considerados representam dados médios, pois sua frequência, segundo Miller e Sylvester (1981), depende de fatores como espécie, taxa de crescimento, idade da árvore e local de plantio. Estes intervalos não representam um ciclo de podas ideal para a obtenção de uma árvore com qualidade estética e fitossanitária, que, segundo Tattar (1978), seria a cada três anos. Já para redução de custos, Miller e Sylvester (1981) recomendam um intervalo ideal de ciclo de podas

entre quatro e cinco anos, para a arborização da cidade de Milwaukee (EUA). Segundo os últimos autores, o período do ciclo de poda tem um significativo efeito sobre o custo total de uma árvore, sendo que longos ciclos de poda resultam em sua redução.

Nas cidades de Santa Mônica e Modesto, Califórnia (EUA), a poda correspondeu a 46 e 56% do total de gastos. O custo por árvore podada foi de US\$ 90,00 (ciclo de podas de um a três anos), em Santa Mônica, e de US\$ 69,00 (ciclo de três a quatro anos), em Modesto (McPHERSON; SIMPSON, 2002). Em Milwaukee (EUA), o custo médio de poda era de US\$ 16,50 (MILLER; SYLVESTER, 1981). Enquanto no Japão, na década de 90, o custo unitário de poda anual era de US\$ 23,00/árvore, sendo que a fiação é subterrânea e não são usadas espécies de grande porte¹¹.

A poda foi a operação de manutenção de maior custo (73%) na avaliação de dez espécies da arborização de ruas da cidade de Modesto, Califórnia (EUA). O custo anual médio de poda por árvore foi menor para *Ginkgo biloba* e *Cinnamomum camphora* (US\$ 6,00–8,00), moderadamente alta para *Pistachia chinensis* e *Celtis sinensis* (US\$ 25,00–29,00) e muito alta para *Fraxinus velutina* e *Liquidambar styraciflua* (US\$ 45,00–50,00). Estes custos foram influenciados pela frequência das podas e o tempo gasto para a realização das mesmas (McPHERSON, 2003).

O custo com poda é justificável devido a alta interferência das árvores sob a fiação elétrica. Segundo Klechowicz (2001), problemas com a interrupção na distribuição de energia elétrica são relevantes do ponto de vista de geração de custos. Em Curitiba, a interrupção no fornecimento de energia em 1996, provocados por galhos ou árvores que encostaram e/ou caíram na rede elétrica, representou 1268,20 horas ou 12,80% do tempo total sem o fornecimento do serviço.

Segundo Biondi (2000), a presença de fiação aérea é um problema que restringe o porte e o espaço físico disponível às árvores nas cidades. Conforme Harris (1992), nos Estados Unidos, as empresas elétricas gastaram cerca de US\$ 1 bilhão, em 1990, para manter suas linhas de energia livres de árvores.

¹¹ Comunicação pessoal fornecida por Daniela Biondi (dezembro/2006)

No Brasil, já foram realizados trabalhos por Santos (2000) e Velasco, Lima e Couto (2006) de análises de técnicas para reduzir o número de podas e melhorar a convivência das árvores com a fiação elétrica, e comparação dos custos de substituição das redes convencionais de energia por redes compactas e subterrâneas, e os custos de poda.

4.2.2.5 Remoção de árvores

Os custos para a remoção da parte aérea das árvores de rua de Curitiba variaram de R\$ 15,04/árvore de pequeno porte a R\$ 119,06/árvore de grande porte. Para a remoção de tocos foi considerado o custo médio de remoção de R\$ 60,00. O custo total de remoção (parte aérea + tocos) variou de R\$ 94,31 para árvores de pequeno porte a R\$ 243,50 para árvores de grande porte (Tabela 4.10).

TABELA 4.10 – CUSTOS DE REMOÇÃO DE ÁRVORES DE RUA DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

PORTE	CUSTOS/ÁRVORE									
	Parte Aérea		Tocos		Diretran		Coleta de Resíduos		Total	
	R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$
Pequeno	15,04	6,94	60,00	27,68	4,21	1,94	15,06	6,95	94,31	43,50
Médio	62,22	28,70	60,00	27,68	4,21	1,94	37,92	17,49	164,35	75,81
Grande	119,06	54,92	60,00	27,68	4,21	1,94	62,23	27,78	243,50	112,31

FONTE: Pesquisa de campo

Os custos calculados para remoção de uma árvore são superiores aos cobrados em atendimento a legislação municipal (Lei nº 9.806/2000), que variam de R\$ 21,20 para indivíduos com diâmetro de até 0,20 m, e R\$ 42,40 para aqueles com diâmetro acima de 0,20 m (CURITIBA, 2000b).

Nas cidades de Modesto e Santa Mônica, Califórnia (EUA), os custos médios para remoção de uma árvore são ainda maiores, respectivamente de US\$ 264,00 e US\$ 396,00 (McPHERSON; SIMPSON, 2002).

4.2.2.6 Totalização dos custos de implantação e manutenção de árvores

Os custos de implantação e manutenção de uma árvore para os nove grupos propostos (de acordo com a taxa de crescimento em viveiro e o porte das espécies) são apresentados na Tabela 4.11 e Apêndice 1, sendo obtidos pela consulta da idade do indivíduo avaliado.

Estes custos foram calculados teoricamente para árvores com idade até 100 anos, porém sabe-se que a maioria das árvores de rua de Curitiba foi plantada nos últimos 30 anos e que cada espécie tem uma longevidade correspondente. As espécies *Senna macranthera* (cássia-manduirana), *Tibouchina sellowiana* (quaresmeira) e *Lagerstroemia indica* (extremosa) são citadas, por Biondi e Althaus (2005), como de ciclo curto na arborização de ruas.

Verifica-se na tabela anterior que, para todos os grupos (A - I), quanto maior a idade da árvore, maior o seu custo acumulado. Segundo Jim (1987a) e ISA (2006), o valor das árvores aumenta do plantio até a sua maturidade.

Os custos de uma árvore aos 30 anos variaram de R\$ 9.003,18 (US\$ 4.152,76) (espécies de pequeno porte e crescimento rápido em viveiro) a R\$ 18.913,96 (US\$ 8.724,15) (espécies de grande porte e crescimento lento em viveiro) (Tabela 4.11). Estes valores são superiores aos estimados para as árvores urbanas de Maringá, onde, segundo Detzel (1993), uma árvore de 30 anos valeria US\$ 1.823,79. Este autor considerou os seguintes componentes de custos: preço médio de venda da muda no mercado privado regional, mão-de-obra materiais de consumo (escritório e campo), despesas correntes, bens de capital (equipamentos e veículos) e despesas administrativas.

Dentre as 22 espécies selecionadas para este estudo, nenhuma se encaixou no Grupo C, correspondente a espécies de pequeno porte e crescimento lento em viveiro. O maior número de espécies (cinco espécies) foi encontrado no grupo I (grande porte e crescimento lento em viveiro), justamente o grupo das árvores com maior custo de implantação e manutenção.

TABELA 4.11 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

IDADE	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO EM R\$ E US\$					
	A (PP/CR) <i>Tibouchina sellowiana</i>		B (PP/CM) <i>Bauhinia variegata</i> <i>Lagerstroemia indica</i> <i>Prunus serrulata</i> <i>Senna macranthera</i>		C (PP/CL)	
	R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$
1	275,02	126,85	298,29	137,59	332,28	153,26
5	787,81	363,38	811,08	374,11	845,06	389,79
10	1.610,53	742,87	1.633,81	753,60	1.667,79	769,28
15	2.780,57	1.282,55	2.803,84	1.293,28	2.837,82	1.308,96
20	4.253,95	1.962,15	4.277,22	1.972,89	4.311,21	1.988,56
30	9.003,18	4.152,76	9.026,46	4.163,49	9.060,44	4.179,17
50	32.887,48	15.169,50	32.910,75	15.180,23	32.944,73	15.195,91
100	633.365,36	292.142,69	633.388,63	292.153,43	633.422,61	292.169,10
IDADE	D (MP/CR) <i>Acer negundo</i>		E (MP/CM) <i>Lafoensia pacari</i> <i>Senna multijuga</i>		F (MP/CL) <i>Cassia leptophylla</i> <i>Ligustrum lucidum</i>	
	R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$
1	349,26	161,10	372,53	171,83	406,52	187,51
5	1.250,93	577,00	1.274,21	587,73	1.308,19	603,41
10	2.693,43	1.242,36	2.716,70	1.253,09	2.750,69	1.268,77
15	4.833,79	2.229,61	4.857,06	2.240,34	4.891,05	2.256,02
20	7.417,08	3.421,16	7.440,36	3.431,90	7.474,34	3.447,57
30	15.922,91	7.344,51	15.946,18	7.355,25	15.980,16	7.370,92
50	58.884,04	27.160,54	58.907,31	27.171,27	58.941,30	27.186,95
100	1.133.879,58	523.007,19	1.133.902,85	523.017,92	1.133.936,83	523.033,59
IDADE	G (GP/CR) <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Koelreuteria paniculata</i> <i>Melia azedarach</i>		H (GP/CM) <i>Anadenanthera colubrina</i> <i>Erythrina falcata</i> <i>Parapiptadenia rigida</i> <i>Tipuana tipu</i>		I (GP/CL) <i>Caesalpinia leiostachya</i> <i>Magnolia grandiflora</i> <i>Tabebuia heptaphylla</i> <i>T. alba, T. chrysotricha</i>	
	R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$
1	369,56	170,46	392,83	181,20	426,82	196,87
5	1.425,92	657,71	1.449,19	668,44	1.483,17	684,12
10	3.102,58	1.431,08	3.125,85	1.441,81	3.159,83	1.457,49
15	5.715,57	2.636,33	5.738,84	2.647,07	5.772,83	2.662,74
20	8.718,22	4.021,32	8.741,49	4.032,05	8.775,47	4.047,73
30	18.856,70	8.697,74	18.879,98	8.708,48	18.913,96	8.724,15
50	70.318,58	32.434,77	70.341,85	32.445,50	70.375,84	32.461,18
100	1.351.032,10	623.169,79	1.351.055,38	623.180,52	1.351.089,36	623.196,20

FONTE: Pesquisa de campo

NOTA: PP = pequeno porte; MP = médio porte; GP = grande porte; CR = crescimento rápido em viveiro; CM = crescimento moderado em viveiro; CL = crescimento lento em viveiro.

Dentre as espécies mais plantadas na arborização de ruas de Curitiba, conforme a Gerência (2006), *Lagerstroemia indica* (extremosa) possui menor custo de manutenção pelo seu pequeno porte, enquanto *Tipuana tipu* (tipuana), *Tabebuia alba* (ipê-amarelo-graúdo) e *T. chrysotricha* (ipê-amarelo-miúdo) possuem alto custo de manutenção devido ao seu grande porte.

Ressalta-se que os custos da arborização de ruas de Curitiba poderiam ser ainda maiores, se as árvores recebessem todas as práticas de manutenção necessárias para manter o seu vigor, tais como: adubação, irrigação, tratamento de danos físicos e controle de pragas e doenças, recomendados por Pirone (1959); Tattar (1978) e Grey e Deneke (1986). E também se fossem contabilizados outros custos, como reparos a calçadas e meio-fio, queda de galhos sobre prédios, carros ou pedestres e folhas a serem varridas, citados por Phillips (1993) como pontos negativos da arborização.

Porém, as operações de poda e remoção correspondem às categorias de maior custo, conforme verificado em trabalhos de McPherson e Simpson (2002) e McPherson (2003), sendo representativos dos custos totais de uma árvore.

Para a aplicação deste método é necessário conhecer a idade da árvore em avaliação. Este é um fator limitante, segundo Detzel (1993), para obter com precisão o valor de uma árvore. Daí a importância do cadastramento da arborização urbana com registro de dados relativos à espécie, ano e local de plantio e, se possível, com registros computadorizados em banco de dados, como o proposto por Silva Filho et al. (2002) para a arborização de vias públicas da cidade de Jaboticabal / SP.

Para Nosse (1983), a informatização dos procedimentos de controle administrativo da arborização também é defendida como um fator de redução dos custos e auxílio nas atividades de planejamento e gerenciamento.

Sabendo-se que os benefícios da arborização urbana excedem os seus custos, como mostrado em trabalhos de McPherson et al. (1999), McPherson e Simpson (2002), CUFR (2002) e Nowak, Crane e Dwyer (2002) (ver item 2.2.3.2), verifica-se o grande valor das 300 mil árvores plantadas nas vias públicas de Curitiba, em sua malha viária urbana, conforme IPPUC (2006), com extensão de 4.291,50 km. Portanto,

a arborização de ruas é patrimônio que deve ser mantido e conhecido pela sua população, que segundo IBGE (2005) é de 1.587.315 habitantes.

Como exemplo, considerando que, segundo McPHERSON et al. (1999), os benefícios da arborização excedem os custos por um fator de aproximadamente 2, para uma rua com 50 indivíduos de *Tabebuia heptaphylla* (ipê-roxo), com idade de 30 anos, os custos seriam de R\$ 945.698,00 e os benefícios proporcionados de R\$ 1.891.396,00.

4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS CUSTOS ESTIMADOS E O VALOR DAS MULTAS PARA O CORTE IRREGULAR DE ÁRVORES

Para todos os casos avaliados (nº 1 a 10), os valores estabelecidos pela legislação municipal de Curitiba foram inferiores aos custos estimados (Tabela 4.12), com diferença proporcional a idade da árvore (rever dados no item 3.2.4). Na avaliação de um indivíduo de *Ligustrum lucidum* com 25 anos de idade (caso nº 1), os custos foram 22 vezes superiores o valor estabelecido pela legislação municipal. Mesmo na avaliação de uma árvore jovem, como um indivíduo de *Ligustrum lucidum* com cinco anos de idade (caso nº 4), os custos já seriam superiores em 10 vezes.

TABELA 4.12 – VALORES DAS ÁRVORES DE RUA EM CASOS REAIS NA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

Nº	ESPÉCIE	VALORES DA LEGISLAÇÃO MUNICIPAL		CUSTOS DAS ÁRVORES					
				Renda da Terra		Implantação e Manutenção da Arborização		Total	
		R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$
01	<i>Ligustrum lucidum</i>	530,00	244,46	562,78	259,58	11.353,88	5.237,03	11.916,66	5.496,61
02	<i>Acer negundo</i>	530,00	244,46	1.136,33	524,14	7.417,08	3.421,16	8.553,41	3.945,30
03	<i>Lafoensia pacari</i>	190,80	88,01	13,88	6,40	967,30	446,17	981,18	452,57
04	<i>Ligustrum lucidum</i>	127,20	58,67	2,06	0,95	1.308,19	603,41	1.310,25	604,36
05	<i>Tipuana tipu</i>	1.590,00	733,39	229,89	106,04	13.502,69	6.228,18	13.732,58	6.334,22
06	<i>Senna multijuga</i>	742,00	342,25	63,14	29,12	4.857,06	2.240,34	4.920,20	2.269,46
07	<i>Parapiptadenia rigida</i>	742,00	342,25	24,06	11,10	2.599,81	1.199,17	2.623,87	1.210,27
08	<i>Lagerstroemia indica</i>	127,20	58,67	31,31	14,44	2.803,84	1.293,28	2.835,15	1.307,73
09	<i>Melia azedarach</i>	1.060,00	488,93	71,99	33,20	15.217,12	7.018,97	15.289,11	7.052,17
10	<i>Bauhinia variegata</i>	127,20	58,67	13,64	6,29	642,52	296,36	656,16	302,66

FONTE: Pesquisa de campo

O caso nº 2 refere-se a queda de um indivíduo de *Acer negundo* durante uma chuva forte (Figura 4.1A), causada pela poda irregular de raízes para colocação de um tapume (Figura 4.1B) e com conseqüente desequilíbrio entre a parte aérea e a radicial. Pela legislação municipal o valor da multa seria de R\$ 530,00 (espécie exótica e com diâmetro do colo entre 0,15– 0,45 m), já quanto aos seus custos valeria R\$ 11.916,66, obtido pelo somatório da renda da terra - R\$ 1.136,33 (área de crescimento de 1,50 m², distância até o centro da cidade de 3.480 m e renda da terra estimada de R\$ 19,43/m²) e custos de implantação e manutenção - R\$ 11.353,88 (grupo D – espécie de médio porte e rápido crescimento em viveiro).

FIGURA 4.2 –VALORAÇÃO ECONÔMICA DE *Acer negundo* L. NO BAIRRO VILA ISABEL, CURITIBA - 2006



FONTE: A autora

NOTA: (A) Local onde estava a árvore que sofreu queda devido a poda irregular de raízes;

(B) Indivíduo de *Acer negundo* próximo ao avaliado, mostrando a existência de tapume.

Os casos nº 3 e 10, respectivamente indivíduos de *Lafoensia pacari* e *Bauhinia variegata*, ambos com a mesma idade estimada (4 anos) e classe de diâmetro do colo < 0,15 m, pela legislação valeriam R\$ 190,80 (origem nativa) e R\$ 127,20 (origem exótica), enquanto pelos custos estimados valeriam R\$ 981,18 e R\$ 656,16. Apesar dos dois indivíduos avaliados estarem a distâncias de 4.920 e 12.500 m, devido ao fato

do espaço destinado ao plantio das mesmas diferir (0,20 e 1,00 m²), a renda da terra aos quatro anos foi similar (R\$ 13,88 e R\$ 13,64).

Observa-se que os valores estabelecidos pela legislação municipal diferem dos custos totais de uma árvore, sendo menores quando deveriam ser superiores a estes. Os atuais valores das multas são apenas simbólicos. Isto significa que a população estaria pagando por prejuízos causados por terceiros, pois estes valores não cobrem os custos para ter uma árvore plantada em um dado local.

Corroborando, para Detzel (1993), os custos de implantação e manutenção são o mínimo a ser ressarcido a prefeitura no caso de danos a uma árvore. Qualquer critério de redução do valor seria prejudicial, à medida que não permite a total cobertura dos gastos realizados com a arborização. Os munícipes estariam sendo prejudicados por terem seus impostos deslocados para as árvores em detrimento de investimentos em atividades como educação, saúde, habitação, transporte, entre outros.

Esses resultados poderão subsidiar a reformulação da legislação vigente, com proposição de novo método de cálculo dos valores das multas. No entanto, verifica-se que, na prática, a cobrança de valores baseados nos custos totais de uma árvore muitas vezes poderia ser impraticável. Segundo o Art. 42. do Código Florestal do Município, a autoridade deverá levar em conta a capacidade econômica do infrator na fixação do valor da multa, sendo que esta pode ser reduzida em até 90% do seu valor original (CURITIBA, 2000b).

Mesmo que não se possa aplicar uma multa com os reais valores de uma árvore, a importância deste conhecimento enfatiza o valor da arborização urbana e da instituição responsável por ela. É muito importante que a população reconheça que a municipalidade faz muito mais por ela do que cobra por seus serviços. Isto demonstra que a instituição pública está administrando a cidade em favor ou em defesa do meio ambiente e a sua população. A diferença entre os valores das multas e dos custos estimados poderá ser divulgada em campanhas de educação ambiental para a população conhecer os reais valores da arborização urbana. Para Detzel (1992) e Santos (1996), a valorização monetária das árvores urbanas será tanto maior quanto mais reconhecida a sua importância.

5 CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- a) a análise teórica dos métodos de valoração econômica de árvores urbanas utilizados no exterior serviu para indicar as dificuldades para a valoração da arborização de ruas das cidades brasileiras, principalmente pela não disponibilidade de dados básicos sobre as espécies utilizadas;
- b) a obtenção dos valores econômicos das árvores pelos seus custos mostrou ser o método mais aplicável atualmente para as características da arborização de ruas de Curitiba. Os dados necessários para a aplicação deste método são de fácil aquisição em órgãos municipais, podendo ser facilmente adaptado para outras cidades brasileiras;
- c) a renda da terra mostrou-se ser uma variável que pode ser utilizada para compor o custo das árvores de rua;
- d) os custos das atividades de implantação e manutenção das árvores de rua da cidade de Curitiba variaram com a taxa de crescimento e conseqüente tempo de permanência das espécies em viveiro de espera, e com os custos de poda e remoção, conforme o porte das espécies e diferentes equipamentos utilizados. As espécies de maior custo foram aquelas com lento crescimento em viveiro de espera e de grande porte; e
- e) os custos de implantação e manutenção estimados para as árvores de rua foram superiores aos valores das multas estabelecidas pela legislação municipal.

6 RECOMENDAÇÕES

Para um melhor ajuste da equação para definir a renda da terra na cidade de Curitiba, recomenda-se a obtenção de outras variáveis além da distância, como a proximidade de áreas verdes e o zoneamento de uso do solo da cidade.

Recomenda-se a atualização periódica dos custos de implantação e manutenção da arborização de ruas. Para isto torna-se necessário um programa de gerenciamento de custos. Estes dados também poderão servir para análises benefício/custo da arborização e para melhor aplicação de recursos.

Novos trabalhos de valoração de árvores urbanas, aplicados às condições brasileiras, devem ser realizados. Para isto devem ser desenvolvidas pesquisas básicas em arborização urbana, pois somente com estas informações é que poderão ser aplicadas fórmulas de valoração semelhantes às utilizadas em outros países. Recomenda-se a realização dos seguintes estudos:

- a) correlacionar o diâmetro à altura do peito (ou a área de seção transversal) e a idade das principais espécies,
- b) crescimento e longevidade das principais espécies no meio urbano;
- c) redução do consumo de energia, poluentes do ar e emissões de CO₂ proporcionados pelas árvores no meio urbano e a aplicação de métodos indiretos de valoração econômica para a sua quantificação; e
- d) pesquisas de opinião pública em relação a arborização urbana para quantificação do valor econômico das árvores urbanas pelo método de valoração contingente.

Também recomenda-se o desenvolvimento de métodos de valoração econômica de árvores em áreas verdes públicas e particulares e ainda para aquelas em situações especiais, como as árvores consideradas imunes de corte.

A existência de inventários quali-quantitativos com cadastramento informatizado da arborização urbana (espécie, rua, tamanho, idade, condição fitossanitária e manutenções realizadas) é imprescindível para o conhecimento das árvores existentes e a aplicação de métodos de valoração econômica.

Trabalhos semelhantes ao desenvolvido nesta pesquisa devem ser realizados em outras cidades brasileiras. A divulgação de dados sobre o valor econômico das árvores servirá tanto para a conscientização da população dos benefícios e custos da arborização de ruas, como para gerenciadores no planejamento da arborização urbana, na quantificação do patrimônio relativo às árvores públicas e para os aspectos legais.

REFERÊNCIAS

- ABBOT, R. E.; MILLER, K. C. Estimating and pricing tree care jobs. **Journal of Arboriculture**, v. 13, n. 4, p. 118 – 120, 1987.
- ANDERSON, L. M.; CORDELL, H. K. Influence of trees on residential property values in Athens, Georgia (USA): a survey based on actual sales prices. **Landscape and Urban Planning**, v. 15, n. 1/2, p. 153 – 16, 1988.
- ANTUNES, L. M.; ENGEL, A. **Manual de administração rural**: custos de produção. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 1996. 142 p.
- BACKES, M. A.; FERNANDEZ, S. M. Arvoretas para uso em arborização urbana no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., 1990, Curitiba. **Anais...**Curitiba: FUPEF, 1990. p. 315 - 323.
- BALENSIEFER, M; WIECHETECK, M. **Arborização de cidades**. Curitiba: ITC, 1985. 24 p.
- BERNATZKY, A. **Tree ecology and preservation**. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1978. 357 p.
- BIONDI, D. **Paisagismo**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1990. 184 p.
- _____ **Curso de arborização urbana**. Curitiba: [s.n.], 2000. 45 p.
- _____ Plantas invasoras na arborização urbana e paisagismo. In: MACEDO, J. H. P.; BREDOW. E. A. **Princípios e Rudimentos do Controle Biológico de Plantas**: Coletânea. Curitiba: [s.n.], 2004. p. 03 - 09.
- BIONDI, D.; ALTHAUS. M. **Árvores de rua de Curitiba**: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF, 2005. 182 p.
- BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. **Ecological Economics**, v. 29, p. 293 – 301, 1999.
- BRADSHAW, A.; HUNT, B.; WALMSLEY, T. **Trees in the urban landscape**: principles and practice. London: E. F. N. Spon, 1995. 272 p.
- BRYANT, R. Tree work insurance. **Arboricultural Journal**, Great Britain, v. 7, p. 321 – 326, 1983.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**: uma apresentação didática. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986. 266 p.

BURNS, G. A. Urban tree appraisal: the formula approach. **Journal of Forestry**, v. 84, p. 18 – 49, 1986.

CARRION, O. B. K. Economia urbana. In: SOUZA, N. J. **Introdução à economia**. São Paulo: Atlas, 1996. p. 394 – 412.

CEMIG. **Manual de arborização**. Belo Horizonte, 1996. 40 p.

CESP – Companhia Energética de São Paulo. **Guia de arborização**. 3. ed. São Paulo, 1988. 33 p. (Coleção Ecossistemas Terrestres, 006).

CESTARO, L. A. A vegetação no ecossistema urbano. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1985, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 1985, p. 51 – 56.

COBALCHINI, J. L. **Considerações sobre as doze espécies florestais mais utilizadas na arborização de ruas de Curitiba / PR**. Curitiba, 1999, 72 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento Ambiental na Indústria) – Universidade Federal do Paraná/Centro de Tecnologia em Saneamento e Meio Ambiente – SENAI/CETSAM.

_____. Critérios para a escolha de espécies utilizadas na arborização urbana viária. In: MACEDO, J. H. P.; BREDOW, E. A. **Princípios e Rudimentos do Controle Biológico de Plantas**: Coletânea. Curitiba: [s.n.], 2004. p. 11 - 13.

_____. Informações concedidas pelo Engenheiro Florestal Jaime Luís Cobalchini, Prefeitura Municipal de Curitiba, Curitiba - PR, 29 março 2006.

COOMBES, S. A. Amenity valuation: the Helliwell system revised. **Arboricultural Journal**, Great Britain, v. 18, n. 2, p. 137 – 148, 1994.

COPEL - Companhia Paranaense de Energia Elétrica. Informações obtidas na Superintendência da Engenharia de Distribuição, COPEL, Curitiba - PR, 10 julho 2006.

CUFR – Center for Urban Forest Research/ USDA Forest Service. **Community Tree Guides**. 2002. Disponível em:
<<http://www.cufre.ucdavis.edu/guides.asp?action=search&Searcharea=products&productTypes=20>> Acesso em: 30 setembro 2005.

CULLEN, C. Tree appraisal: can depreciation factors be rated greater than 100%? **Journal of Arboriculture**, v. 28, n. 3, p. 153 – 158, 2002.

CURITIBA. Lei nº 9.800, de 03 de janeiro de 2000. Dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo no Município de Curitiba, e dá outras providências. (a)

_____ Lei nº 9.806, de 03 de janeiro de 2000. Institui o Código Florestal do Município de Curitiba, e dá outras providências. (b)

_____ Lei nº 10.072, de 12 de dezembro de 2000. Altera a redação do § 1º, do art. 22, incisos II, III e IX, do art. 43 e art. 44, da Lei nº 9806, de 04 de janeiro de 2000 que institui o Código Florestal do Município de Curitiba. (c)

_____ Decreto nº 921, de 29 de março de 2001. Declara imunes de corte as árvores que especifica e dá outras providências.

DALCIN, E. C. Índice de importância relativa (Iir) e valor da espécie (Ve). Proposta de uma fórmula para avaliar exemplares arbóreos na arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. v. 2. **Anais...** Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p. 291 – 305.

DERAL-PR – Departamento de Economia Rural do Estado do Paraná. Informações fornecidas pelo Departamento de Economia Rural, Curitiba - PR, 12 novembro 2006.

DETZEL, V. A. Avaliação monetária de árvores urbanas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF/UFPR, 1990. p. 140 - 152.

_____ Arborização urbana: importância e avaliação econômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p. 39 - 52.

_____ **Avaliação monetária e de conscientização pública sobre arborização urbana: aplicação metodológica à situação de Maringá / PR.** Curitiba, 1993. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

DIRETRAN – Diretoria de Trânsito da Prefeitura de Curitiba. Informações fornecidas pela Diretran, Curitiba - PR, 10 outubro 2006.

DOLWIN, J. A.; GOSS, C. L. Evaluation of amenity trees mainly in private ownership within the Borough of Tunbridge Wells. **Arboricultural Journal**, Great Britain, v. 17, p. 301-308, 1993.

DOMINGUES, Z. H. Produção de mudas para arborização de ruas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1987, Maringá. **Anais...** Maringá: SBAU, 1987. p. 09 - 19.

DREISTADT, S. H.; DAHLSTEN, D. L. Replacing a problem prone street tree saves money: a case study of the tuliptree in Berkeley, California. **Journal of Arboriculture**, v. 12, n. 6, p. 146 – 149, 1986.

FALCINI, P. **Avaliação econômica de empresas: técnica e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1995. 205 p.

FARHAT, C. B. Valores da arborização - Maringá (PR). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF / UFPR, 1990. p. 153 - 159.

FISHER, I. **A teoria do juro: determinada pela impaciência de gastar renda e pela oportunidade de investi-la**. São Paulo: Abril Cultural, 1984. 356 p.

GARTON, S.; TANKERSLEY, L. **What are those plants worth?** Tennessee: Agricultural Extension Service. Disponível em: <<http://www.utextension.utk.edu/publications/spfiles/SP614.pdf>> Acesso em: 11 julho 2006.

GEOMAPAS. **Curitiba: planta da cidade**. Santo André: Geomapas, [200-]. 1 mapa: color., 117 x 89 cm. Escala 1:20000.

GERÊNCIA DE ARBORIZAÇÃO PÚBLICA. Informações fornecidas pela Gerência de Arborização Pública do Departamento de Produção Vegetal, Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Prefeitura Municipal de Curitiba, Curitiba - PR, 08 maio 2006.

GERHOLD, H. D.; SACKSTEDER, C. J. Better ways of selecting trees for urban plantings. **Journal of Arboriculture**, v. 8, n. 6, p.145 - 153, 1982.

GERHOLD, H. D.; STEINER, K. C.; SACKSTEDER, C. J. Management information system for urban trees. **Journal of Arboriculture**, v. 13, n. 10, p. 243 – 249, 1987.

GOLD, S. M. Social and economics benefits of trees in cities. **Journal of Forestry**, p. 84 - 87, 1977.

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

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. 2. ed. New York: John Wiley, 1986. 299 p.

HAMILTON, W. D. Sidewalk/curb-breaking tree roots. Why tree roots cause pavement problems? **Arboricultural Journal**, Great Britain, v. 7, n. 8, p. 37 – 44, 1984.

HARDT, L. P. A. **Subsídios ao planejamento de sistemas de áreas verdes baseado em princípios de ecologia urbana: aplicação a Curitiba / PR**. Curitiba, 1994. 171f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

HARRIS, R. W. **Arboriculture**: integrated management of landscape trees, shrubs and vines. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. 674 p.

HILDEBRAND, E. **Avaliação econômica dos benefícios gerados pelos parques urbanos: estudo de caso em Curitiba / PR**. Curitiba, 2001. 136 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1998. 407 p.

HOOVER, E. M.; GIARRATANI, F. An introduction to regional economics. 3. ed. 1999. In: **The web book of regional science**. Morgantown: Regional Research Institute/West Virginia University. Disponível em: <<http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Giarratani/main.htm>> Acesso em: 22 novembro 2006.

HORNGREN, C. T. **Contabilidade de custos**: um enfoque administrativo. São Paulo: Atlas, 1986. 557 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 02 outubro 2005.

IMOVEIS Curitiba. Disponível em: <<http://www.imeiscuritiba.com.br/imeis-venda-imeis-curitiba.php?pag=vendeterrenosresidenciais>> Acesso em: 02 julho 2006.

INGRAM, J. B. Tree appraisal: factors to consider and appraisal techniques. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 7., 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CEMIG, 1997. p. 15 - 16.

IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Curitiba em dados - 2006**. Disponível em: <http://ippucnet.ippuc.org.br/bancodedados/curitibaemdados/curitiba_em_dados_pesquisa.asp> Acesso em: 28 março 2006.

ISA – International Society of Arboriculture. **Tree values**. Disponível em: <http://www.treesaregood.com/treecare/tree_values.aspx> Acesso em: 02 maio 2006.

JIM, C. Y. Urban trees in Hong Kong: benefits and constraints. **Arboricultural Journal**, Great Britain, v. 11, p. 145 - 164, 1987 (a).

_____ The status and prospects of urban trees in Hong Kong. **Landscape and Urban Planning**, v. 14, p. 1 - 20, 1987 (b).

JOHSTONE, R. A. Management techniques for utility tree maintenance. **Journal of Arboriculture**, v. 9, n. 1, p. 17 - 20, 1983.

KIEBALSO, J. J. Evaluating of trees in urban areas. **Journal of Arboriculture**, v. 5, n. 3, p. 70 - 72, 1979.

_____ Urban forestry and quality of life in cities. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, São Paulo. v. 2. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1993. p. 122 - 126.

KLECHOWICZ, N. A. **Diagnóstico dos acidentes com árvores na cidade de Curitiba / PR**. Curitiba, 2001, 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

KOSTICHA, C. J.; CANNON Jr., W. N. Costs of Dutch Elm diseases management in Winsconsin communities. **Journal of Arboriculture**, v. 10, n. 9, p. 250 - 254, 1984.

KUHNS, M. **Species rating for landscape: Tree appraisal in Utah**. Utah: Utah Forest Facts/Utah State University Extension. Disponível em: <<http://extension.usu.edu/files/natrpubs/ff001.pdf>> Acesso em: 15 maio 2006.

LEONE, G. S. G. **Custos: planejamento, implantação e controle**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 518 p.

LIMA, J. G. **Custos: cálculos, sistemas e análises**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1987. 204p.

LOHMANN, G. How valuable are the street trees of Lambeth Bourough? **Arboricultural Journal**, Great Britain, v. 12, p. 1 - 16, 1988.

MARIETTA Tree Commission. **Tree valuation methodology**. Disponível em: <<http://www.marietta.edu/~biol/citytree/rulregard.pdf>> Acesso em: 10 julho 2006.

MARX, C.; HENDRICK, R. M.; BROWN, L. R. A south african tree-appraisal method. In: IERM CONGRESS, 2005. Institute of Environment and Recreation Management. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.ierm.org.za/library/congress/congress2005/Tree%20Appraisal.pdf>> Acesso em: 10 setembro 2006.

MATSUSHITA, M. S.; SEPULCRI, O. **Sistema Renda Rural**: manual do usuário. Curitiba: EMATER – PR, 1999. 26 p.

McGARRY, P. J.; MOORE, G. M. The Burnley method of amenity tree valuation. *Australian Journal of Arboriculture*, v 14, n. 1, p. 19 –26, 1988.

McPHERSON, E. G. Accounting for benefits and costs of urban greenspace. **Landscape and Urban Planning**, v. 22, n. 1, p. 41 – 51, 1992.

McPHERSON, E. G.; ROWNTREE, R. A. Energy conservation potential of urban tree planting. *Journal of Arboriculture*, v. 19, n. 6, p. 321 – 331, 1993.

McPHERSON, E. G.; PEPER, P. P. Costs of street tree damage to infrastructures. *Arboricultural Journal*, v. 20, p. 143 – 160, 1996.

McPHERSON, E. G.; NOWAK, D.; HEISLER, G.; GRIMMOND, S.; SOUCH, C.; GRANT, R.; ROWTREE, R. Quantifying urban forest structure, function and value: the Chicago Urban Forest Climate Project. *Urban Ecosystems*, v. 1, p. 49 – 61, 1997.

McPHERSON, E. G.; SIMPSON, J. R.; PEPER, P. J.; XIAO, Q. Benefit-cost analysis of Modesto's municipal urban forest. *Journal of Arboriculture*, v. 25, n. 5, p. 235 – 248, 1999.

McPHERSON, E. G.; SIMPSON, G. R. A comparison of municipal forest benefits and costs in Modesto and Santa Monica. **Urban Forestry and Urban Greening**, California, v. 1, p. 61 - 74, 2002.

McPHERSON, E. G. A benefit-cost analysis of ten street tree species in Modesto, California, U. S. *Journal of Arboriculture*, v. 29, n. 1, p. 1 - 7, 2003.

MÉTODO para valoración de árboles y arbustos ornamentales. Norma Granada - Revisão 1999. Madrid: Asociación Española de Parques y Jardines Públicos, 1999. 71 p.

MILANO, M. S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba / PR**. Curitiba, 1984. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

_____ Planejamento e replanejamento de arborização de ruas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1987, Maringá. **Anais...** Maringá: Prefeitura do Município de Maringá, 1987. p. 01 - 08.

_____ Planejamento da arborização urbana: relações entre áreas verdes e ruas arborizadas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, p. 60 - 71.

MILANO, M. S. Arborização urbana. In: UNILIVRE – Universidade Livre do Meio Ambiente. **Curso sobre arborização urbana**. Curitiba: UNILIVRE/PMC, 1994. p. 01 – 52.

MILANO, M. S.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. 226 p.

MILLER, R. W.; SYLVESTER, W. A. An economic evaluation of the pruning cycle. **Journal of Arboriculture**, v. 7, n. 4, p. 109 – 112, 1981.

MOORE, G. M. Amenity tree evaluation: a revised method. In: BURNLEY CENTENARY CONFERENCE, 1991, Melbourne. **Proceedings...** Melbourne, Austrália: Centre for Urban Horticulture/The University of Melbourne. Disponível em: <<http://www.suske.its.unimeld.edu.au/794218/pub/treeval.pdf>> Acesso em: 12 agosto 2006.

MORALES, D. J. The contribution of trees to residential property values. **Journal of Arboriculture**, v. 6, n. 11, p. 305 – 308. 1980.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica dos recursos ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998. 216 p.

NOWAK, D. J.; CRANE, D. E.; DWYER, J. F. Compensatory value of urban trees in the United States. **Journal of Arboriculture**, v. 28, n. 4, p. 194 - 199, 2002.

NOWAK, D. J.; McPHERSON, E. G. Quantifying the impact of trees: the Chicago Urban Forest Climate Project. **Unasylva**, v. 44, n. 173, p. 39 – 44, 1993.

NORMA Granada. **Norma Granada – Revisão 2006**. Disponível em: <<http://www.aepip.com/norma.htm>> Acesso em: 11 julho 2006.

NOSSE, R. A. Crew evaluation. **Journal of Arboriculture**, v. 9, n. 5, p. 141 – 144, 1983.

OBA, L. T. **Os marcos urbanos e a construção da cidade: a identidade de Curitiba**. São Paulo, 1998, 327 f. Tese (Doutorado em Estruturas Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

OCEPAR – Organização das Cooperativas do Estado do Paraná. **Custos de produção de café**. Curitiba: OCEPAR, 1985. 64 p.

OLIVEIRA, C. P. **Economia e administração rurais**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1976. 159 p.

PAULEIT, S.; JONES, N.; GARCIA-MARTINS, G.; GARCIA-VALDECANTOS, J. L.; RIVIERI, L. M.; VIDAL-BEAUDET, L.; BODSON, M.; RANDRUP, T. B. Tree establishment practice in towns and cities: results from a European survey. **Urban Forestry and Urban Greening**, California, v. 1, n. 2, p. 83 – 96, 2002.

PAYNE, B. R. The twenty-nine tree home improvement plan. **Natural History**, v. 82, n. 9, p. 74 – 75, 1973.

PEREIRA, G. Novas perspectivas para gestão das cidades: Estatuto da cidade e mercado imobiliário. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 9, p. 77 – 92, 2004.

PETERS, L. C. Shade and tree evaluation. **Journal of Forestry**, v. 69, n. 7, p. 411 - 413, 1971.

PHILLIPS, L. E. **Urban trees: a guide for selection, maintenance and master planning**. New York: McGraw-Hill, 1993. 273 p.

PIRONE, P. P. **Tree maintenance**. New York: Oxford University Press, 1959. 465 p.

PREFEITURA Municipal de Curitiba. **Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br>> Acesso em: 10 abril 2006.

REY-LESCURE, E. The location factor in evaluating shade trees and the replacement value in appraising hedges: two proposals. **Journal of Arboriculture**, v. 11, n. 5, p. 132 – 136, 1985.

RICHARDSON, H. W. **Economia regional: teoria de localização, estrutura urbana e crescimento regional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975. 421 p.

_____ **Economia urbana**. Rio de Janeiro: Interciência, 1978. 202 p.

RNZIH – Royal New Zealand Institute. **STEM: tree evaluation score sheet**. Disponível em: <<http://www.rnzih.org.nz/pages>> Acesso em: 21 setembro 2006.

SANTOS, E. Proposta de caracterização estética e dendrológica de espécies com potencial de uso em paisagismo e arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais...** São Luís: SBAU, 1994. p. 481 - 487.

_____ Avaliação monetária de árvores urbanas: uma revisão. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: SBAU, 1996. p. 140 - 150.

_____ **Avaliação quali-quantitativa da arborização e comparação econômica entre a poda e a substituição da rede de distribuição de energia elétrica da região**

administrativa centro-sul de Belo Horizonte / MG. Viçosa, 2000, 219 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa.

SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F. **Arborização de vias públicas:** ambiente x vegetação. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2001. 135 p.

SATTLER, M. A. Arborização urbana e conforto ambiental. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: SBAU, 1992. p. 15 - 28.

SCOTT, J. L.; BETTERS, D. R. Economic analysis of urban tree replacement decisions. **Journal of Arboriculture**, v. 26, n. 2, p. 69 - 77, 2000.

SEITZ, R. A. A planilha de custos de poda de árvores urbanas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 8., 1999, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBAU, 1999. p. 59.

SETH, M. K. Trees and their economic importance. **The Botanical Review**, v. 69, n. 4, p. 321 – 376, 2004.

SHERWOOD, S. C.; BETTERS, D. R. Benefit-cost analysis of municipal Ducht Elm disease control programs in Colorado. **Journal of Arboriculture**, v. 7, n. 11, p. 291 – 298, 1981.

SILVA FILHO, D. F.; PIZETTA, P. U. C.; ALMEIDA, J. B. S. A.; PIVETTA, K. F. L.; FERRAUDO, A. S. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 629 – 642, 2002.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 178 p.

SINDUSCON – PR. Sindicato da indústria de construção civil no Estado do Paraná. **CUB – Custo unitário básico**. Disponível em: <<http://www.sinduscon-pr.com.br>> Acesso em: 04 setembro 2006.

SUFA – Southern Urban Forestry Associates. **Tree appraisals**. Disponível em: <<http://www.sufa.com/appraisals.html>> Acesso em: 10 maio 2006.

TATTAR, T. A. **Diseases of shade trees**. New York: Academic Press, 1978. 361 p.

TATE, R. How to compete for budget dollars by privatizing the tree care operation. **Journal of Arboriculture**, n. 19, v. 1, p. 44 – 47, 1993.

TOMMASI, M. Custeio gerencial – conceituação, considerações e perspectivas. In: SILVA Jr., J. B. **Custos**: ferramentas de gestão. São Paulo: Atlas, 2000. p. 17 – 27. (Coleção Seminários CRC-SP/IBRACON).

TURRA, F. E. **Análise de diferentes métodos de cálculo de custos de produção na agricultura brasileira**. Piracicaba: OCEPAR, 1990. 86 p.

VELASCO, G. D. N.; LIMA, A. M. L., COUTO; H. T. Z. Análise comparativa dos custos de diferentes redes de distribuição de energia elétrica no contexto da arborização urbana. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 679 - 686, 2006.

VIEIRA, C. H. S. D. **Estudo da dinâmica da cobertura vegetal de Curitiba / PR com o uso de imagens digitais**. Curitiba, 2006. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

VIVEIROS, U. Enfoque gerencial da contabilidade de custos. In: SILVA Jr., J. B. **Custos**: ferramentas de gestão. São Paulo: Atlas, 2000. p. 223 – 237 (Coleção Seminários CRC-SP/IBRACON).

WATSON, G. Comparing formula methods of tree appraisal. **Journal of Arboriculture**, v. 28, n. 1, p. 11 – 18, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS
ÁRVORES DE RUA DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

continua

IDADE	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO (R\$)								
	A PP/CR	B PP/CM	C PP/CL	D MP/CR	E MP/CM	F MP/CL	G GP/CR	H GP/CM	I GP/CL
1	275,02	298,29	332,28	349,26	372,53	406,52	369,56	392,83	426,82
2	383,14	406,42	440,40	536,08	559,35	593,34	577,90	601,17	635,15
3	497,75	521,03	555,01	734,11	757,39	791,37	798,74	822,01	855,99
4	619,24	642,52	676,50	944,02	967,30	1.001,28	1.032,83	1.056,10	1.090,08
5	787,81	811,08	845,06	1.250,93	1.274,21	1.308,19	1.425,92	1.449,19	1.483,17
6	924,31	947,58	981,57	1.486,79	1.510,06	1.544,05	1.688,94	1.712,21	1.746,19
7	1.069,00	1.092,28	1.126,26	1.736,80	1.760,07	1.794,06	1.967,74	1.991,01	2.025,00
8	1.222,38	1.245,65	1.279,64	2.001,81	2.025,08	2.059,06	2.263,27	2.286,54	2.320,53
9	1.384,96	1.408,23	1.442,21	2.282,72	2.305,99	2.339,97	2.576,54	2.599,81	2.633,79
10	1.610,53	1.633,81	1.667,79	2.693,43	2.716,70	2.750,69	3.102,58	3.125,85	3.159,83
11	1.793,21	1.816,48	1.850,46	3.009,06	3.032,33	3.066,32	3.454,56	3.477,83	3.511,82
12	2.055,88	2.079,15	2.113,14	3.553,60	3.576,87	3.610,86	4.196,90	4.220,17	4.254,16
13	2.261,13	2.284,40	2.318,39	3.908,24	3.931,52	3.965,50	4.592,39	4.615,66	4.649,64
14	2.478,70	2.501,97	2.535,95	4.284,16	4.307,44	4.341,42	5.011,61	5.034,88	5.068,86
15	2.780,57	2.803,84	2.837,82	4.833,79	4.857,06	4.891,05	5.715,57	5.738,84	5.772,83
16	3.025,03	3.048,30	3.082,28	5.256,18	5.279,45	5.313,43	6.186,60	6.209,87	6.243,86
17	3.284,15	3.307,42	3.341,41	5.703,90	5.727,17	5.761,16	6.685,90	6.709,17	6.743,15
18	3.558,83	3.582,10	3.616,08	6.178,49	6.201,77	6.235,75	7.215,15	7.238,42	7.272,40
19	3.849,98	3.873,25	3.907,23	6.681,56	6.704,83	6.738,82	7.776,15	7.799,43	7.833,41
20	4.253,95	4.277,22	4.311,21	7.417,08	7.440,36	7.474,34	8.718,22	8.741,49	8.775,47
21	4.581,09	4.604,36	4.638,35	7.982,33	8.005,60	8.039,59	9.348,57	9.371,84	9.405,82
22	4.927,86	4.951,13	4.985,11	8.581,49	8.604,76	8.638,75	10.016,73	10.040,01	10.073,99
23	5.295,43	5.318,70	5.352,69	9.216,60	9.239,87	9.273,86	10.724,99	10.748,26	10.782,25
24	5.823,98	5.847,25	5.881,24	10.312,32	10.335,59	10.369,58	12.218,72	12.242,00	12.275,98
25	6.364,58	6.387,86	6.421,84	11.296,62	11.319,89	11.353,88	13.479,42	13.502,69	13.536,67
26	6.802,37	6.825,64	6.859,63	12.053,05	12.076,32	12.110,30	14.322,96	14.346,24	14.380,22
27	7.266,43	7.289,70	7.323,68	12.854,86	12.878,13	12.912,11	15.217,12	15.240,40	15.274,38
28	7.758,32	7.781,60	7.815,58	13.704,78	13.728,05	13.762,03	16.164,93	16.188,21	16.222,19
29	8.279,73	8.303,01	8.336,99	14.605,69	14.628,97	14.662,95	17.169,61	17.192,88	17.226,87
30	9.003,18	9.026,46	9.060,44	15.922,91	15.946,18	15.980,16	18.856,70	18.879,98	18.913,96
31	9.589,04	9.612,32	9.646,30	16.935,17	16.958,45	16.992,43	19.985,56	20.008,83	20.042,82
32	10.210,05	10.233,32	10.267,31	18.008,18	18.031,45	18.065,43	21.182,15	21.205,42	21.239,40
33	10.868,32	10.891,59	10.925,58	19.145,56	19.168,84	19.202,82	22.450,53	22.473,80	22.507,78
34	11.566,09	11.589,36	11.623,34	20.351,19	20.374,46	20.408,45	23.795,01	23.818,29	23.852,27
35	12.534,23	12.557,50	12.591,48	22.113,92	22.137,19	22.171,17	26.052,72	26.076,00	26.109,98
36	13.597,77	13.621,04	13.655,03	24.318,73	24.342,00	24.375,98	29.058,41	29.081,68	29.115,66
37	14.428,82	14.452,09	14.486,08	25.754,65	25.777,92	25.811,91	30.659,71	30.682,98	30.716,97

APÊNDICE 1 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS
ÁRVORES DE RUA DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006

continuação

IDADE	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO (R\$)								
	A PP/CR	B PP/CM	C PP/CL	D MP/CR	E MP/CM	F MP/CL	G GP/CR	H GP/CM	I GP/CL
38	15.309,73	15.333,01	15.366,99	27.276,73	27.300,00	27.333,98	32.357,09	32.380,37	32.414,35
39	16.243,50	16.266,78	16.300,76	28.890,13	28.913,40	28.947,39	34.156,32	34.179,59	34.213,57
40	17.539,09	17.562,36	17.596,35	31.249,06	31.272,33	31.306,31	37.177,64	37.200,92	37.234,90
41	18.588,27	18.611,55	18.645,53	33.061,87	33.085,15	33.119,13	39.199,25	39.222,53	39.256,51
42	19.700,41	19.723,68	19.757,66	34.983,46	35.006,74	35.040,72	41.342,16	41.365,43	41.399,41
43	20.879,27	20.902,54	20.936,52	37.020,35	37.043,62	37.077,60	43.613,64	43.636,91	43.670,89
44	22.128,86	22.152,13	22.186,12	39.179,44	39.202,71	39.236,70	46.021,41	46.044,68	46.078,66
45	23.862,65	23.885,92	23.919,91	42.336,22	42.359,49	42.393,47	50.064,62	50.087,89	50.121,88
46	25.266,69	25.289,97	25.323,95	44.762,18	44.785,45	44.819,43	52.769,99	52.793,26	52.827,25
47	26.754,98	26.778,25	26.812,24	47.333,70	47.356,97	47.390,95	55.637,68	55.660,95	55.694,94
48	28.895,04	28.918,31	28.952,29	51.770,21	51.793,48	51.827,46	61.685,71	61.708,98	61.742,96
49	30.567,27	30.590,55	30.624,53	54.659,56	54.682,84	54.716,82	64.907,84	64.931,12	64.965,10
50	32.887,48	32.910,75	32.944,73	58.884,04	58.907,31	58.941,30	70.318,58	70.341,85	70.375,84
51	34.766,40	34.789,67	34.823,66	62.130,52	62.153,80	62.187,78	73.938,97	73.962,25	73.996,23
52	36.758,06	36.781,34	36.815,32	65.571,79	65.595,07	65.629,05	77.776,59	77.799,86	77.833,85
53	38.869,22	38.892,50	38.926,48	69.219,54	69.242,81	69.276,80	81.844,46	81.867,74	81.901,72
54	41.107,05	41.130,33	41.164,31	73.086,15	73.109,43	73.143,41	86.156,41	86.179,68	86.213,67
55	44.212,01	44.235,28	44.269,26	78.739,46	78.762,73	78.796,72	93.397,20	93.420,47	93.454,45
56	46.726,44	46.749,71	46.783,69	83.083,98	83.107,26	83.141,24	98.242,10	98.265,37	98.299,35
57	49.391,73	49.415,00	49.448,98	87.689,18	87.712,45	87.746,44	103.377,69	103.400,97	103.434,95
58	52.216,94	52.240,21	52.274,19	92.570,69	92.593,96	92.627,95	108.821,43	108.844,70	108.878,68
59	55.211,66	55.234,93	55.268,91	97.745,09	97.768,36	97.802,35	114.591,78	114.615,06	114.649,04
60	60.498,60	60.521,87	60.555,85	108.752,75	108.776,02	108.810,01	130.334,83	130.358,10	130.392,08
61	63.863,47	63.886,74	63.920,72	114.566,71	114.589,98	114.623,96	136.818,40	136.841,67	136.875,66
62	67.430,23	67.453,50	67.487,48	120.729,50	120.752,77	120.786,76	143.690,99	143.714,26	143.748,24
63	71.211,00	71.234,27	71.268,25	127.262,06	127.285,33	127.319,32	150.975,93	150.999,20	151.033,19
64	75.218,61	75.241,88	75.275,87	134.186,57	134.209,85	134.243,83	158.697,97	158.721,24	158.755,22
65	80.779,11	80.802,38	80.836,37	144.310,78	144.334,05	144.368,04	171.665,11	171.688,38	171.722,37
66	85.282,07	85.305,34	85.339,32	152.091,17	152.114,44	152.148,42	180.341,59	180.364,87	180.398,85
67	90.055,20	90.078,47	90.112,45	160.338,37	160.361,64	160.395,63	189.538,66	189.561,94	189.595,92
68	95.114,72	95.137,99	95.171,97	169.080,41	169.103,68	169.137,67	199.287,56	199.310,83	199.344,82
69	100.477,81	100.501,08	100.535,06	178.346,97	178.370,24	178.404,23	209.621,39	209.644,66	209.678,65
70	107.919,01	107.942,29	107.976,27	191.895,45	191.918,72	191.952,70	226.974,35	226.997,63	227.031,61
71	113.944,98	113.968,25	114.002,24	202.307,35	202.330,63	202.364,61	238.585,44	238.608,72	238.642,70
72	122.609,93	122.633,20	122.667,19	220.270,49	220.293,76	220.327,75	263.073,51	263.096,78	263.130,77
73	129.380,71	129.403,98	129.437,96	231.969,31	231.992,58	232.026,57	276.119,73	276.143,00	276.176,99
74	136.557,73	136.581,01	136.614,99	244.370,06	244.393,33	244.427,32	289.948,73	289.972,00	290.005,98

APÊNDICE 1 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS
ÁRVORES DE RUA DA CIDADE DE CURITIBA EM 2006
conclusão

IDADE	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO (R\$)								
	A PP/CR	B PP/CM	C PP/CL	D MP/CR	E MP/CM	F MP/CL	G GP/CR	H GP/CM	I GP/CL
75	146.515,74	146.539,02	146.573,00	262.500,97	262.524,25	262.558,23	313.170,91	313.194,18	313.228,16
76	154.579,85	154.603,12	154.637,11	276.434,46	276.457,73	276.491,71	328.709,16	328.732,44	328.766,42
77	163.127,80	163.151,08	163.185,06	291.203,95	291.227,22	291.261,20	345.179,72	345.202,99	345.236,97
78	172.188,63	172.211,91	172.245,89	306.859,61	306.882,88	306.916,86	362.638,51	362.661,78	362.695,76
79	181.793,11	181.816,38	181.850,37	323.454,61	323.477,88	323.511,86	381.144,82	381.168,09	381.202,08
80	195.119,18	195.142,45	195.176,43	347.717,86	347.741,13	347.775,12	412.221,33	412.244,61	412.278,59
81	205.910,77	205.934,04	205.968,03	366.364,00	366.387,27	366.421,26	433.015,03	433.038,30	433.072,29
82	217.349,86	217.373,13	217.407,11	386.128,91	386.152,18	386.186,17	455.056,35	455.079,62	455.113,60
83	229.475,29	229.498,56	229.532,55	407.079,72	407.102,99	407.136,97	478.420,14	478.443,41	478.477,40
84	246.910,87	246.934,14	246.968,12	443.225,08	443.248,35	443.282,33	527.694,94	527.718,21	527.752,20
85	264.744,15	264.767,42	264.801,40	475.694,79	475.718,06	475.752,04	569.282,33	569.305,60	569.339,59
86	279.185,73	279.209,01	279.242,99	500.647,53	500.670,80	500.704,78	597.108,98	597.132,26	597.166,24
87	294.493,81	294.517,09	294.551,07	527.097,44	527.120,71	527.154,69	626.605,24	626.628,51	626.662,49
88	310.720,38	310.743,65	310.777,64	555.134,34	555.157,61	555.191,60	657.871,27	657.894,54	657.928,52
89	327.920,54	327.943,81	327.977,80	584.853,46	584.876,73	584.910,71	691.013,26	691.036,53	691.070,51
90	351.785,49	351.808,76	351.842,75	628.305,25	628.328,52	628.362,50	746.666,56	746.689,83	746.723,82
91	371.111,59	371.134,86	371.168,85	661.697,65	661.720,92	661.754,90	783.904,90	783.928,17	783.962,16
92	391.597,26	391.620,53	391.654,51	697.093,59	697.116,87	697.150,85	823.377,54	823.400,82	823.434,80
93	413.312,06	413.335,34	413.369,32	734.613,29	734.636,57	734.670,55	865.218,54	865.241,81	865.275,80
94	436.329,76	436.353,03	436.387,01	774.384,18	774.407,45	774.441,43	909.570,00	909.593,27	909.627,26
95	468.266,44	468.289,72	468.323,70	832.532,47	832.555,75	832.589,73	984.046,68	984.069,95	984.103,93
96	503.350,25	503.373,52	503.407,50	905.264,04	905.287,32	905.321,30	1.083.197,26	1.083.220,53	1.083.254,52
97	530.764,69	530.787,96	530.821,95	952.631,80	952.655,07	952.689,06	1.136.020,56	1.136.043,83	1.136.077,81
98	559.824,00	559.847,27	559.881,26	1.002.841,62	1.002.864,90	1.002.898,88	1.192.013,25	1.192.036,52	1.192.070,51
99	590.626,87	590.650,14	590.684,12	1.056.064,04	1.056.087,31	1.056.121,29	1.251.365,51	1.251.388,78	1.251.422,76
100	633.365,36	633.388,63	633.422,61	1.133.879,58	1.133.902,85	1.133.936,83	1.351.032,10	1.351.055,38	1.351.089,36

FONTE: Pesquisa de campo

NOTA: PP = pequeno porte; MP = médio porte; GP = grande porte; CR = crescimento rápido em viveiro; CM = crescimento moderado em viveiro; CL = crescimento lento em viveiro.

ANEXOS

ANEXO 1 – CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NO ÍNDICE ESTADO FITOSSANITÁRIO E FOTOSSINTETICAMENTE ATIVO (ELS) NA NORMA GRANADA.....	110
ANEXO 2 – CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NO ÍNDICE FATORES EXTRÍNSECOS (ELE) NA NORMA GRANADA.....	111
ANEXO 3 – PRINCIPAIS ARTIGOS DA LEGISLAÇÃO MUNICIPAL REFERENTES À ARBORIZAÇÃO DE RUAS.....	112
ANEXO 4 – MAPA DO CUSTO DA TERRA NA CIDADE DE CURITIBA (1997).....	115

ANEXO 1 – CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NO ÍNDICE ESTADO FITOSSANITÁRIO E FOTOSSINTETICAMENTE ATIVO (ELS) NA NORMA GRANADA

PARTES DA ÁRVORE	CARACTERÍSTICAS
Zona radicular (S1)	Sistema radicular íntegro Raízes superficiais Raízes estranguladas Podridões Danos mecânicos Presença de fungos Compactação do solo Área livre de crescimento insuficiente Feridas
Tronco (S2)	Casca com cavidades Feridas mecânicas ou outras Desprendimento de casca Fungos Inclinação Insetos Cancros Tumores Perfurações Rebrotas Exudações
Ramos principais (estruturais) (S3)	Ramos secos Escovas de bruxa Fissuras Cavidades Cancros Exudações Perfurações Fungos/Insetos Feridas Poda incorreta, copa com desequilíbrio estrutural
Ramos secundários e terminais (S4)	Copa equilibrada Ramos secos ou mortos Insetos Crescimento descompensado Gemas anormais ou descolores
Folhas (S5)	Folhas com pontos de coloração negra ou parda, laranja ou vermelha, cinza ou branco Manchas internervais Descoloração Galhas Folhas cloróticas Perfurações Crescimento anormal com respeito a nervação principal Fungos/Insetos

FONTE: Método...(1999)

**ANEXO 2 – CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NO ÍNDICE FATORES
EXTRÍNSECOS (ELE) NA NORMA GRANADA**

PARTES DA ÁRVORE	CARACTERÍSTICAS
Estético e funcional (Ele1)	Copa equilibrada Silhueta Floração intensa Fragrância das flores Tela sonora ou visual Cor da casca Interesse próprio da árvore, como parte de um grupo ou como árvore isolada Controle da reflexão solar Privacidade do lugar Controle da erosão
Representatividade e rareza (Ele2)	Grau de singularidade Árvore de característica histórica Qualidades culturais Qualidades simbólicas
Situação (Ele3)	Contribui para a melhoria ambiental Contribui para a melhoria plástica Situada em um lugar inapropriado, como linhas de transmissão energia elétrica, cerca de fachadas, etc
Fatores extraordinários (Ele4)	Árvore de comemoração de... Árvore de característica histórica...

FONTE: Método...(1999)

ANEXO 3 – PRINCIPAIS ARTIGOS DA LEGISLAÇÃO MUNICIPAL REFERENTES À ARBORIZAÇÃO DE RUAS

Lei n° 9.806, de 03 de janeiro de 2000. Institui o Código Florestal do Município de Curitiba.

Art. 1. Fica instituído o Código Florestal do Município de Curitiba que, em obediência aos princípios estabelecidos pela Constituição da República Federativa do Brasil e demais disposições federais, estaduais e municipais, dispõe sobre a proteção, conservação e monitoração de árvores isoladas e associações vegetais no Município de Curitiba.

Art. 2. Para os efeitos dessa lei, entende-se por árvore, todo espécime representante do reino vegetal que possua sistema radicular, tronco, estípe ou caule lenhoso e sistema foliar, independente do seu diâmetro, altura ou idade.

Art. 3. É vedado, sem a devida autorização, o corte, derrubada ou a prática de qualquer ação que possa provocar dano, alteração do desenvolvimento natural ou morte de árvore em bem público ou em terreno particular.

Art. 22. O corte de árvores da arborização pública é de competência exclusiva da Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMMA.

§ 1º. Em casos excepcionais poderá ser autorizado o corte de árvores de arborização pública pelo solicitante, desde que comprovada a necessidade pela fiscalização da Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMMA.

§ 2º. Em caso de danos materiais provocados pela árvore, devidamente constatados pela fiscalização da Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMMA e após a expedição da autorização de corte, poderá o munícipe executar a remoção ou transplante, ou ainda, solicitar à Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMMA que o faça, sem ônus para o mesmo.

§ 3º. Havendo necessidade de corte ou transplante da árvore, não enquadrado no parágrafo anterior, após a expedição da autorização, poderá o munícipe efetuar-lo, ou solicitar à Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMMA o faça, mediante o recolhimento da taxa de remoção conforme Anexo III, que faz parte integrante desta lei.

Art. 24. É vedada a poda excessiva ou drástica da arborização pública, ou de árvores em propriedade particular, que afete significativamente o desenvolvimento natural da copa.

§ 1º. Entende-se por poda excessiva ou drástica:

- a) corte de mais de 50% (cinquenta por cento) do total da massa verde da copa;*
- b) corte da parte superior da copa, eliminando a gema apical;*
- c) corte de somente um lado da copa, ocasionando o desequilíbrio estrutural da árvore.*

§ 2º. Quando forem constatados problemas fitossanitários ou riscos imediatos à população no caso da arborização viária, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMMA, ou suas concessionárias, poderão executar a poda drástica.

Art. 27. A poda da árvore em bem público poderá ser executada pelo interessado, desde que obtenha autorização especial junto a Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMMA, respeitados os parâmetros do Art. 24, desta lei.

Art. 29. A fiscalização e vistorias relativas à árvores, deverão ser executadas pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMMA.

Art. 32. A pessoa física ou jurídica de direito público ou privado que infringir qualquer dispositivo desta lei, seus regulamentos e demais normas dela decorrentes, fica sujeita às seguintes penalidades, independentes da reparação do dano ou de outras sanções civis ou penais:

I - advertência através de notificação, para que o infrator cesse a irregularidade, independentemente da aplicação de outras sanções previstas nesta lei;

II - multa, através de auto de infração;

III - suspensão de atividades, até a correção das irregularidades;

IV - perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Município;

V - apreensão do produto;

VI - embargo da obra;

VII - cassação do alvará e licença concedidos, a ser executada pelos órgãos competentes do Executivo.

§ 1º. Nos casos de reincidência, as multas, a critério da Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMMA, poderão ser aplicadas por dia e em dobro sobre o valor original.

§ 2º. Responderá pelas infrações quem, por qualquer modo as cometer, concorrer para sua prática, ou delas se beneficiar.

Art. 35. As infrações ambientais serão apuradas em processo administrativo próprio, assegurado o direito de ampla defesa e o contraditório, observadas as disposições desta lei.

Art. 36. Quando da notificação, nos termos estabelecidos nesta lei, o agente do dano, seu preposto, ou o proprietário do imóvel terá prazo de dois dias úteis para comparecer junto à Secretaria Municipal do Meio Ambiente - SMMA, para prestar esclarecimentos.

§ 1º. Após o comparecimento do notificado e confirmada a infração ambiental, será lavrado auto de infração, quantificado de acordo com o previsto nesta lei.

§ 2º. No caso do não comparecimento do infrator após a emissão da notificação, fica autorizado o Poder Executivo a emitir o auto de infração que será encaminhado via Aviso de Recebimento – AR, através da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, ou quando do desconhecimento do paradeiro do infrator, o auto de infração será publicado em Diário Oficial do Município, mantendo-se os prazos de recurso.

§ 3º. No caso de flagrante infração ambiental, será lavrado o auto de infração no local onde esteja ocorrendo tal situação, de imediato, isentando-se a necessidade da notificação.

Art. 37. Todo o autuado terá direito à ampla defesa, em processo administrativo, conforme regulamentações específicas, num prazo máximo de vinte dias a partir do recebimento do auto de infração, endereçado ao Secretário Municipal do Meio Ambiente - SMMA.

Art. 38. No caso de decisão condenatória terá direito o autuado a recorrer da decisão, em forma de processo administrativo, num prazo máximo de vinte dias, contados a partir da ciência da condenação, encaminhado ao Conselho Municipal do Meio Ambiente – CMMA.

Art. 39. Os recursos interpostos das decisões não definitivas terão efeito suspensivo relativo ao pagamento da penalidade, sem prejuízo da aplicação de novas autuações por reincidência ou continuidade do dano.

Art. 40. Exauridos os recursos administrativos, o infrator terá prazo de cinco dias para efetuar o recolhimento do valor da multa, sob pena da inscrição em dívida ativa.

Art. 42. Na fixação do valor da multa a autoridade levará em conta a capacidade econômica do infrator.

§ 1º A critério da Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMMA as multas poderão ter a sua exibibilidade suspensa, mediante Termo de Compromisso perante a autoridade competente, no qual o infrator assumo o compromisso de corrigir e interromper a degradação ambiental.

§ 2º *Cumpridas as obrigações assumidas pelo infrator, a multa poderá ter uma redução de até 90% (noventa por cento) do seu valor original.*

§ 3º *Perderá os benefícios de redução dos valores de multa o infrator que não efetuar o pagamento respectivo no prazo legal e serão inscritos em dívida ativa os valores integrais do auto de infração.*

§ 4º *A critério da Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMMA as penalidades pecuniárias poderão ser transformadas em obrigação de executar medidas de interesse para a proteção ambiental, a serem cumpridas pelo infrator, podendo-se, optar pela transformação do valor do auto de infração em doação de equipamentos ou materiais, a serem usados nas ações de controle ambiental, ou por prestação de serviços em ações ambientais.*

Art. 43. O descumprimento às disposições da presente lei sujeitará o responsável ao pagamento de multas, arbitradas em valores correspondentes a Unidade Fiscal de Referência – UFIR.

I Para o corte não autorizado, derrubada ou morte provocada de árvores isoladas, conforme estabelecido no Art. 3, será quantificado pela seguinte tabela:

ÁRVORES	DC < 0,15 m	DC > 0,15 m e < 0,45 m	DC > 0,45 m
<i>Araucaria angustifolia</i>	180 UFIR	750 UFIR	1500 UFIR
Nativas	90 UFIR	350 UFIR	750 UFIR
Exóticas	60 UFIR	250 UFIR	500 UFIR

- a) *os valores aqui expressos são por árvore;*
- b) *os valores para árvores em bem público, conforme estabelecido no Art. 22., serão estipulados em dobro do estabelecido no inciso I deste artigo;*
- c) *para efeito desta lei, entende-se por DC, diâmetro no colo da árvore.*

II Poda excessiva, de que trata o Art. 24, desta lei, 30 (trinta) UFIR por árvore;

VI Poda de raízes da arborização pública, de que trata o Art. 28, da presente lei, 50 (cinquenta) UFIR por árvore;

Art. 45. Em caso de reincidência, a multa será cobrada em dobro, independente da responsabilidade civil ou penal cabível.

Anexo III - Tabela de cobrança de serviços

- 20 (vinte) UFIR para transplante de 01 (uma) árvore;
- 20 (vinte) UFIR para remoção por árvore de diâmetro até 0,20 m;
- 20 (vinte) UFIR para remoção por árvore de diâmetro superior a 0,20 m.

Lei nº 10.072, de 12 de dezembro de 2000

Altera a redação do § 1º, do art. 22, incisos II, III e IX, do art. 43 e art. 44, da Lei nº 9.806, de 04 de janeiro de 2000 que “Institui o Código Florestal do Município de Curitiba”.

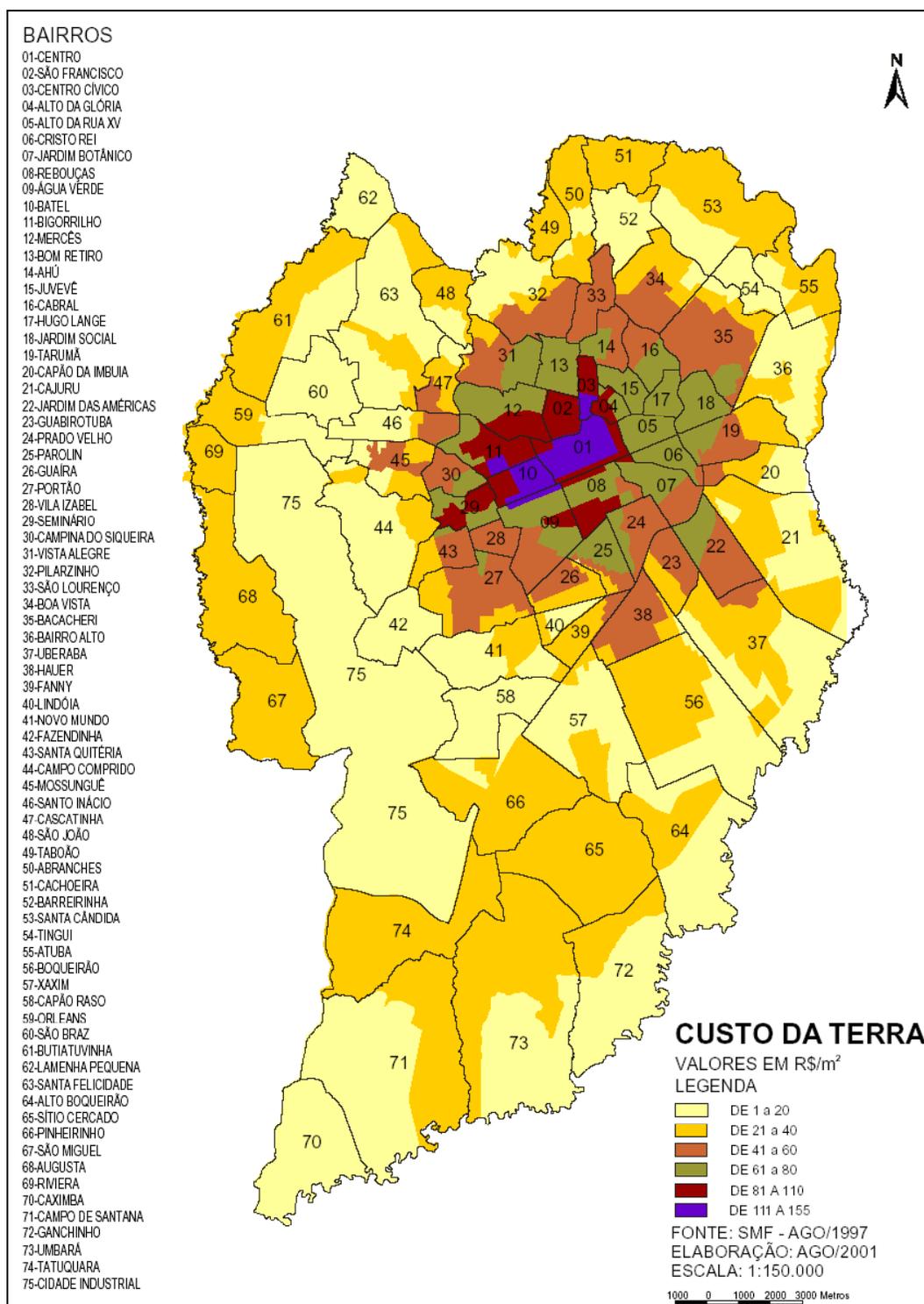
Art. 1º. O § 1º, do art. 22, da Lei nº 9806, de 04 de janeiro de 2000, passa a vigorar com a seguinte redação:

§ 1º. Em casos excepcionais e desde que comprovada a necessidade pela fiscalização da Secretaria Municipal do Meio Ambiente - SMMA, o solicitante poderá ser autorizado a promover o corte de árvores de arborização pública.

Art. 3º. O inciso III, do Art. 43, da Lei nº 9806, de 04 de janeiro de 2000, passa a vigorar com a seguinte redação:

“III – poda excessiva de que trata o Art. 24, desta lei, de 30 (trinta) a 100 (cem) UFIR’s por árvore, a critério da avaliação técnica”.

ANEXO 4 – MAPA DO CUSTO DA TERRA NA CIDADE DE CURITIBA (1997)



FONTE: IPPUC (2006)