

EVERALDO MARQUES DE LIMA NETO

**ÍNDICES E MÉTRICAS PARA A GESTÃO DAS ÁRVORES DE RUA DE BOA
VISTA – RR A PARTIR DE CADASTRO ESPACIAL**

CURITIBA

2014

EVERALDO MARQUES DE LIMA NETO

**ÍNDICES E MÉTRICAS PARA A GESTÃO DAS ÁRVORES DE RUA DE BOA
VISTA – RR A PARTIR DE CADASTRO ESPACIAL**

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniela Biondi

Co-orientadora: Dr^a. Luciana Leal

CURITIBA

2014

Ficha catalográfica elaborada por Deize C. Kryczyk Gonçalves – CRB 1269/PR

Lima Neto, Everaldo Marques de
Índices e métricas para a gestão das árvores de rua de Boa Vista – RR a partir de cadastro espacial / Everaldo Marques de Lima Neto - 2014.
167 f. : il.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniela Biondi
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciana Leal
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 21/03/2014
Inclui bibliografia
Área de concentração: Conservação da Natureza
1. Inventário florestal - Roraima. 2. Florestas urbanas - Roraima. 3. Mapeamento florestal - Roraima. 4. Teses. I. Biondi, Daniela. II. Leal, Luciana. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.524.6(811.4)



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da
Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

PARECER

Defesa n.º 1038

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o(a) doutorando(a) *Everaldo Marques de Lima Neto* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**ÍNDICES E MÉTRICAS PARA GESTÃO DAS ÁRVORES DE RUA DE BOA VISTA - RR A PARTIR DE CADASTRO ESPACIAL**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em CONSERVAÇÃO DA NATUREZA.

Dr. Demóstenes Ferreira da Silva Filho
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Primeiro examinador

Dr. Rosemeri Melo e Souza
Universidade Federal de Sergipe - UFS
Segundo examinador

Dr. Paulo Costa de Oliveira Filho
Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO
Terceiro examinador



Dr. Luciana Leal
Companhia Paranaense de Energia
Quarto examinador

Dr. Daniela Biondi Batista
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 21 de março de 2014.

Antonio Carlos Batista

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

AGRADECIMENTOS

A DEUS,

por conduzir

o meu caminho e me

fortalecer.

A professora Daniela Biondi e

Antônio Carlos Batista pela contínua

orientação, confiança e oportunidades concedidas.

À co-orientadora Luciana Leal sempre

detalhista, disponível e solícita.

À Universidade Federal do Paraná pela

oportunidade de realização deste trabalho.

Ao CNPq pela concessão da Bolsa de Estudos.

Aos professores da banca examinadora pelas contribuições ao trabalho.

À Coordenação do Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal,

em especial aos secretários Reinaldo e David. **À Universidade Estadual de Roraima**

(UERR). Aos colegas e professores do Curso de Engenharia Florestal da UERR

pelo auxílio, compreensão e confiança depositados. **Aos bolsistas Flávia Paiva**

Pinheiro e Francisco Lennon Reis. Aos voluntários nas coletas de campo, Leticia,

Janea, Rogério Pinto, Francisco Chagas, Auricélia, Patrícia, Vanessa, Rayanne, Josy,

Fabiana e Rose. **À primeira turma de Engenharia Florestal de Rorainópolis.**

Aos colegas do laboratório

Mayssa Grise,

Rogério Bobrowski,

Jennifer Viezzer,

Dâmaris Araújo,

Leila Zem,

Ariadina Almeida pelo apoio.

À Angeline Martini por todas as discussões sobre a pesquisa.

À Grande família por tudo que fizeram.

Aos meus amigos de Aracaju, Curitiba, Boa Vista e Rorainópolis. Muito obrigado!

RESUMO

Os inventários florestais urbanos são a forma mais segura para conhecer a condição das árvores na cidade e o SIG é uma ferramenta de análise espacial que permite o cadastro e interpretação dos dados que são levantados durante o inventário. Os índices, obtidos por meio de inventário são uma forma de orientar as atividades de gestão e efetivar os benefícios da floresta urbana. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi analisar índices e métricas de inventário das árvores de rua para servir de subsídio à gestão da floresta urbana de Boa Vista-RR. Esta pesquisa foi desenvolvida a partir do cadastro espacial censitário das árvores plantadas nas calçadas urbanizadas, sendo percorrida toda a cidade para conhecer a população de árvores e as condições de urbanização. Para o inventário florestal urbano, utilizou-se o método de amostragem estratificada. Essa amostragem considerou as zonas administrativas da cidade de acordo com a prefeitura municipal. Observou-se que a Zona Oeste apresentou menor percentual de ruas urbanizadas e a Zona Central apresentou o maior percentual. Os resultados encontrados também apontaram um déficit do quantitativo de árvores plantadas nas calçadas, sendo maior déficit na Zona Oeste. Foram identificadas 91 espécies distribuídas em 31 famílias. Observou-se que existe maior número de indivíduos de espécies exóticas. A espécie *Syzygium malaccense* (jambo) é mais frequente nas ruas da cidade, seguida de *Licania tomentosa* (oiti) e *Ficus benjamina* (figueira). Há predominância de árvores jovens e adultas e as maiores em alturas e diâmetros foram encontradas na Zona Central. Diagnosticou-se alteração na arquitetura da copa das árvores, predominantemente provocadas por podas excessivas. Constatou-se que 72,7% das árvores amostradas não apresentaram problema aparente com pragas ou doenças; 24,9% dos indivíduos inventariados apresentaram sinais de declínio na copa e no fuste; 1,4% dos indivíduos estavam mortos e; 1% apresentavam ataques de formigas e cupins. A Zona Oeste e Zona Norte necessitam de maior atenção em relação à acessibilidade e mobilidade urbana. Recomenda-se a substituição ou tratamento dos indivíduos que apresentaram problema fitossanitário ou mesmo alterações no aspecto geral das árvores e que os órgãos competentes pela execução de podas capacitem seus profissionais para tal atividade. Conclui-se que o manejo das árvores de rua pode ser realizado a partir da localização dos indivíduos no cadastro espacial, efetivando a gestão da arborização de ruas em Boa Vista.

PALAVRAS-CHAVE: Índices de Diversidade. Índices Morfométricos. SIG. Floresta Urbana. Acessibilidade Urbana.

ABSTRACT

The urban forest inventories are the safest way to know the condition of the trees in the city and a GIS is spatial analysis tool that allows the registration and interpretation of data that are collected during the inventory. In this sense the objectives of this research was spatially registering and diagnose trees streets of Boa Vista – Roraima, through an urban forest inventory, to serve as the management of afforestation subsidy Street. This research was developed from the census register space of trees planted in urban sidewalks and traversed the whole city to know the tree population and urbanization conditions. The urban forest inventory using stratified sampling method. This sample considered administrative districts. It was observed that the West Zone showed lower urbanized streets and Central Zone had the highest percentage. The results also indicated a quantitative deficit of trees planted on the sidewalks, with larger deficits in the West Zone. 91 species belonging to 31 families were identified. It was observed that there are a greater number of individuals of exotic species. The species *Syzygium malaccense* (jambo) is more frequent in the city streets, followed by *Licania tomentosa* (oiti) and *Ficus benjamina* (figueira). There is a predominance of young and mature trees and larger in height and diameter were found in the Central Zone. Was diagnosed architectural change from the treetops, predominantly caused excessive pruning. It was found that 72.7 % of the sampled trees showed no apparent problem with pests or diseases; 24.9 % of inventoried individuals showed signs of decline in the canopy and bole, 1.4 % of individuals were killed and, 1 % had attacks of ants and termites. The West Zone North Zone and require more attention to accessibility and urban mobility. We recommend replacement or treatment of individuals who had disease problem or even changes in the general appearance of the trees and the bodies responsible for implementing pruning enable their professionals for such activity. We conclude that the management of street trees can be done from the location of individuals in the spatial registration, effective the management of urban trees of Boa Vista.

KEYWORDS: Diversity Index. Morfometryc Index. GIS. Urban Forestry. Acessibility.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE BOA VISTA – RR.....	34
FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS ADMINISTRATIVAS DE BOA VISTA.....	35
FIGURA 3 – FLUXOGRAMA DAS ETAPAS METODOLÓGICAS PARA O CADASTRO ESPACIAL E DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS	36
FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO DE PARTE DE BOA VISTA POR MEIO DA CÓPIA DO MAPA DA CIDADE	37
FIGURA 5 – CLASSIFICAÇÃO DA URBANIZAÇÃO NAS CALÇADAS DE BOA VISTA.....	39
FIGURA 6 – ESPACIALIZAÇÃO DAS ÁRVORES DE RUA DE BOA VISTA, RR (A) CATEGORIAS DE URBANIZAÇÃO; (B) COLETA DE PONTOS GPS	40
FIGURA 7 – ZONAS ADMINISTRATIVAS CORRESPONDENTES A ESTRATIFICAÇÃO DA CIDADE DE BOA VISTA.....	42
FIGURA 8 – CROQUI ESQUEMÁTICO PARA A REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO QUALITATIVO.....	45
FIGURA 9 – REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DAS UNIDADES AMOSTRAIS INVENTARIADAS	46
FIGURA 10 – PLANILHA ELABORADA PARA COLETA DE DADOS	47
FIGURA 11 – MODELO DE UMA ÁRVORE E SUAS RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS	57
FIGURA 12 – BAIRROS EM PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA	64
FIGURA 13 – REPRESENTAÇÃO DO ARRUAMENTO DO MUNICÍPIO DE BOA VISTA.....	65
FIGURA 14 – PADRÃO DE URBANIZAÇÃO E ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DE BOA VISTA	66
FIGURA 15 – QUADRAS SEM PADRONIZAÇÃO URBANÍSTICA NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA	68
FIGURA 16 – QUADRAS COM PADRONIZAÇÃO URBANÍSTICA E SEM ARBORIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA	69

FIGURA 17 – QUADRAS COM PADRONIZAÇÃO URBANÍSTICA E COM ARBORIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA	70
FIGURA 18 – CANTEIROS EM CALÇADAS DE BOA VISTA (A): CANTEIROS EM CALÇADAS SEM CONDIÇÕES PARA O ACESSO; (B): AUSÊNCIA DE CANTEIRO	74
FIGURA 19 – ESPACIALIZAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA.....	75
FIGURA 20 – ESPÉCIES COM MAIS DE 1% DE FREQUÊNCIA NA ARBORIZAÇÃO DE CALÇADAS DE BOA VISTA	82
FIGURA 21 – FAMÍLIAS BOTÂNICAS MAIS FREQUENTES NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA	84
FIGURA 22 – ÍNDICES DE DIVERSIDADE APLICADOS NA ARBORIZAÇÃO RUAS DE BOA VISTA	86
FIGURA 23 – DENDROGRAMA REPRESENTANDO OS ÍNDICES DE DIVERSIDADE DA ARBORIZAÇÃO NAS ZONAS ADMINISTRATIVAS DE BOA VISTA.....	89
FIGURA 24 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS ÁRVORES DE RUA DE BOA VISTA.....	90
FIGURA 25 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES PRESENTES NAS RUAS DE BOA VISTA	92
FIGURA 26 – DISTRIBUIÇÃO HIPSOMÉTRICA DAS ÁRVORES DE RUA DE BOA VISTA	95
FIGURA 27 – DISTRIBUIÇÃO HIPSOMÉTRICA DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS REGIONALIZADA DE BOA VISTA	98
FIGURA 30 – ESPÉCIES QUE APRESENTAM MAIS DE 2% NA ESTRUTURA VERTICAL DA ARBORIZAÇÃO EM BOA VISTA: (A) ESTRATO SUPERIOR; (B) ESTRATO MÉDIO; (C) ESTRATO INFERIOR	102
FIGURA 31 – PERFIL DA ESTRUTURA VERTICAL DAS ESPÉCIES SOB REDE AÉREA, MOSTRANDO A PREDOMINÂNCIA DOS ESTRATOS DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA	104
FIGURA 32 – RELAÇÃO DA QUANTIDADE DE ÁRVORES COM A ÁREA DE COPA EM RUAS DE BOA VISTA.....	107
FIGURA 33 – ESPÉCIES COM MAIS DE 10 INDIVÍDUOS QUE APRESENTARAM PODAS EXCESSIVAS EM ÁRVORES DE RUAS DE BOA VISTA	117
FIGURA 34 – PODAS REALIZADAS EM ÁRVORES DE RUA DE BOA VISTA: (A) E (B) – PODAS PARA COMPATIBILIZAR AS ÁRVORES COM	

A REDE AÉREA (C) – PODA SEM CRITÉRIO EM ÁRVORE SEM INTERFERÊNCIA DE EQUIPAMENTOS URBANOS.....	119
FIGURA 35 – ÁRVORES REMOVIDAS NAS RUAS DE BOA VISTA.....	120
FIGURA 36 – ESPÉCIES COM FREQUENCIA MAIOR QUE 50% EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO NORMAL NAS RUAS DE BOA VISTA..	123
FIGURA 37 – ESPÉCIES COM SINAIS DE DECLÍNIO NA COPA E NO FUSTE DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA	124
FIGURA 38 – PROBLEMAS DE FITOSSANIDADE NAS ÁRVORES DE RUA DE BOA VISTA: (A) ÁRVORE MORTA; (B) PRESENÇA DE CUPINS; (C), (D) E (E): PRESENÇA DE ERVA-DE-PASSARINHO.....	125
FIGURA 39 – ESPÉCIES ARBÓREAS MORTAS NAS CALÇADAS DE BOA VISTA.....	126
FIGURA 40 – SISTEMA RADICULAR DAS ÁRVORES NA CIDADE DE BOA VISTA (R1) RAIZ SUPERFICIAL; (R2) RAIZ SUPERFICIAL DENTRO DO CANTEIRO; (R3) RAIZ SUBTERRÂNEA.	128
FIGURA 41 – COMPORTAMENTO DO SISTEMA RADICULAR DAS ÁRVORES NAS ZONAS ADMINISTRATIVAS DE BOA VISTA	129
FIGURA 42 – ESPÉCIES QUE APRESENTAM MAIS QUE 10% DE FREQUÊNCIA DA CONDIÇÃO DE RAIZ DO TIPO R1 (RAÍZES SUPERFICIAIS NO PASSEIO) NA CIDADE DE BOA VISTA.....	130
FIGURA 43 – ESPÉCIES QUE APRESENTARAM MAIS DE 50% DE RAIZ DO TIPO R3 (RAÍZES SUBTERRÂNEAS) NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE BOA VISTA.....	131
FIGURA 44 – TORTUOSIDADE DAS ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA CIDADE DE BOA VISTA.....	132
FIGURA 45 – <i>Poincianella pluviosa</i> COM PROBLEMAS DE TORTUOSIDADE E ALTURA DE BIFURCAÇÃO IMPEDINDO A ACESSIBILIDADE EM RUAS DE BOA VISTA.....	133
FIGURA 46 – FREQUÊNCIA DA ALTURA DE BIFURCAÇÃO POR ESPÉCIES ENCONTRADAS NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA..	134
FIGURA 47 – ALTURA DE BIFURCAÇÃO SEM IMPEDIMENTO À ACESSIBILIDADE EM RUAS: (A) <i>Syzygium malaccense</i> ; (B) <i>Handroanthus ochraceus</i>	135
FIGURA 48 – <i>Lagerstroemia indica</i> COM BROTAÇÕES ADVENTÍCIAS EM BOA VISTA.....	136
FIGURA 49 – DENDROGRAMA REPRESENTANDO AS VARIÁVEIS DA ACESSIBILIDADE NAS ZONAS ADMINISTRATIVAS DE BOA VISTA.....	138

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1– BAIRROS DA CIDADE DE BOA VISTA – RR	63
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TAMANHO AMOSTRAL (n) PARA O INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA	44
TABELA 2 – ERRO DE AMOSTRAGEM E ERRO DA ESTRATIFICAÇÃO	44
TABELA 3 – LARGURA DAS CALÇADAS ARBORIZADAS NAS RUAS DE BOA VISTA	71
TABELA 4 – ÍNDICES ESPACIAIS DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA.....	76
TABELA 5– ESPÉCIES ENCONTRADAS NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA	79
TABELA 6 – ALTURA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA	97
TABELA 7 – COMPRIMENTO DE COPA E LARGURA DE CALÇADA NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA	99
TABELA 8 – ALTURA DAS ÁRVORES (HR) E OCORRÊNCIA DE REDE AÉREA SOB ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA.....	103
TABELA 9– PERCENTUAL REGIONALIZADO DE ESPÉCIES EM CALÇADAS COM REDES AÉREAS NA CIDADE DE BOA VISTA .	105
TABELA 10 – COBERTURA ARBÓREA NAS ZONAS ADMINISTRATIVAS DA CIDADE DE BOA VISTA.....	108
TABELA 11– COBERTURA ARBÓREA DAS ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA CIDADE DE BOA VISTA.....	109
TABELA 12– RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS DAS SEIS ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NAS RUAS DE BOA VISTA.....	111
TABELA 13– VALORES “p” PARA OS ÍNDICES MORFOMÉTRICOS.....	113
TABELA 14 – ESTADO FITOSSANITÁRIO DAS ÁRVORES NAS RUAS DE BOA VISTA.....	121

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	HIPÓTESE.....	15
1.2	OBJETIVOS.....	16
1.2.1	OBJETIVO GERAL.....	16
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	GESTÃO DA FLORESTA URBANA.....	17
2.1.1	Planejamento da floresta urbana.....	18
2.2	SUBSÍDIOS PARA A GESTÃO DA FLORESTA URBANA.....	19
2.2.1	Inventário da Arborização de Ruas.....	19
2.2.1.1	Amostragem da Arborização de Ruas.....	22
2.2.2	Aplicação do Sistema de Informações Geográficas (SIG) na arborização de ruas.....	23
2.2.3	Diversidade de árvores urbanas.....	26
2.2.4	Fitossociologia aplicada à arborização de ruas.....	27
2.2.5	Morfometria de árvores urbanas.....	29
2.2.6	Acessibilidade na arborização de ruas.....	31
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	33
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
3.2.1	Determinação da urbanização de Boa Vista.....	37
3.2.2	Cadastro e espacialização das árvores de rua.....	39
3.2.3	Amostragem para o inventário da arborização de ruas.....	41
3.2.4	Variáveis para o inventário da arborização de ruas.....	47
3.2.5	Cálculo de índices espaciais da arborização de ruas.....	50

3.2.6	Cálculo dos índices de diversidade da arborização de ruas.....	52
3.2.6.1	Shannon-Weaver (H').....	52
3.2.6.2	Diversidade Ecológica de Simpson (C)	53
3.2.6.3	Índice de Equabilidade de Pielou (E) e Diversidade Máxima (H' máx).....	53
3.2.6.4	Coeficiente de Mistura de Jenstch (QM).....	54
3.2.6.5	Índice de Odum (d1).....	54
3.2.7	Determinação dos parâmetros fitossociológicos da arborização de ruas	55
3.2.7.1	Estrutura horizontal da arborização de ruas	55
3.2.7.2	Estrutura vertical da arborização de ruas	55
3.2.8	Análise de agrupamento dos índices de diversidade e variáveis de acessibilidade da arborização de ruas.....	56
3.2.9	Cálculo dos índices morfométricos na arborização de ruas	57
3.2.9.1	Comprimento de Copa (CC)	58
3.2.9.2	Diâmetro de Copa (DC)	58
3.2.9.3	Proporção de Copa (PC)	58
3.2.9.4	Grau de Esbeltez (GE)	59
3.2.9.5	Índice de saliência (IS)	59
3.2.9.6	Índice de abrangência (IA).....	60
3.2.9.7	Formal de Copa ou Forma de Copa (FC).....	60
3.2.9.8	Área de Copa (AC)	60
3.2.9.9	Razão HR/HP	61
3.2.9.10	Análise estatística dos índices morfométricos	61
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
4.1	INVENTÁRIO QUANTITATIVO DO MEIO FÍSICO E DA ARBORIZAÇÃO DE BOA VISTA.....	63
4.1.1	Urbanização da cidade de Boa Vista.....	63
4.1.2	Calçadas e canteiros em ruas	71

4.1.3	Espacialização das árvores de ruas	74
4.1.4	Índices espaciais da arborização de ruas.....	76
4.2	INVENTÁRIO QUALITATIVO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS	79
4.2.1	Análise Florística da Arborização de Ruas	79
4.2.1.1	Índices de diversidade da arborização de ruas de Boa Vista	86
4.2.2	Distribuição diamétrica da arborização de ruas de Boa Vista.....	90
4.2.3	Distribuição hipsométrica da arborização de ruas de Boa Vista.....	94
4.2.4	Análise dos parâmetros fitossociológicos para a arborização de ruas	99
4.2.4.1	Estrutura horizontal da arborização de ruas	99
4.2.4.2	Estrutura vertical da arborização de ruas	100
4.2.6	Índices morfométricos aplicados à arborização de ruas	110
4.2.7	Análise das práticas de manutenção.....	116
4.2.8	Estado fitossanitário das árvores de rua.....	121
4.2.9	Acessibilidade e mobilidade urbana	127
4.2.9.1	Sistema radicular de árvores de rua	128
4.2.9.2	Tortuosidade do fuste em árvores de rua.....	132
4.2.9.3	Altura de bifurcação das árvores de rua.....	134
4.2.9.4	Estrutura e dimensão de calçadas.....	136
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	139
	REFERÊNCIAS.....	143
	APÊNDICES	166

1 INTRODUÇÃO

Em termos gerais, nas regiões litorâneas do Brasil, as primeiras cidades foram surgindo após 130 anos após a sua descoberta pela coroa portuguesa. Todavia, a colonização e povoamento da região amazônica são recentes em relação às demais regiões brasileiras. Essa região está em pleno desenvolvimento em todos os setores, principalmente ambiental, pois nos últimos anos a Amazônia vem sendo alvo de especulações por ser o ecossistema com a maior biodiversidade do planeta.

O estado de Roraima, localizado na região amazônica, possui particularidades ambientais (clima, solo, vegetação) pouco exploradas pela comunidade científica, seja pelas condições das estradas, por barreiras geográficas, ecológicas, fitossanitárias e econômicas impostas, ou até mesmo pela falta de conhecimento técnico (mão-de-obra especializada) dos órgãos municipais e estaduais.

A cidade Boa Vista – Roraima não difere da maioria das capitais brasileiras, pois a realidade observada é que a maioria da população urbana reside em locais onde a arborização é escassa e limitada. Isto revela a importância do desenvolvimento científico para servir de base ao planejamento e gestão da arborização urbana.

Desse modo, para efetuar o planejamento da arborização de uma cidade se faz necessário conhecer o patrimônio arbóreo. O conhecimento florístico é base para gerenciar as árvores urbanas. Este conhecimento é obtido por meio de inventários florestais urbanos, que também permitem conhecer a situação das árvores urbanas sob o ponto de vista silvicultural e de manejo.

O cadastro de árvores no meio urbano é fundamental para que se realizem acompanhamentos periódicos, efetivando o monitoramento da arborização. O uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma ferramenta de cadastro que integra o quantitativo da arborização de ruas, com grande aplicação nas análises espaciais e armazenamento de dados para a execução das práticas de manejo (OLIVEIRA FILHO; SILVA, 2010; KIBLER, 2012; HALTER, 2013).

Pelas vantagens apresentadas, os órgãos responsáveis pela arborização deveriam incorporar a ferramenta SIG à gestão da arborização urbana (LIMA NETO;

BIONDI; ARAKI, 2010), pois sua aplicação junto ao inventário florestal urbano possibilita uma maior facilidade no monitoramento das áreas arborizadas.

Biondi e Althaus (2005) afirmam que o monitoramento das árvores na cidade é importante para a adoção de medidas preventivas e remediadoras em relação às árvores de risco, podendo também definir a melhor época para podas e remoção, bem como tratamentos fitossanitários (necessidades de manejo). Bobrowski (2011a) ressalta que as árvores sem a devida manutenção podem apresentar riscos de queda ou infestação de pragas, causando inúmeros acidentes físicos e materiais, além de danos à saúde pública.

Dessa forma, é fundamental o processamento de um diagnóstico que possibilite informar a situação atual da arborização de ruas e as necessidades de manejo, além do índice de cobertura arbórea como forma de visualizar as áreas com alta densidade de árvores ou vazios urbanos, identificando novas áreas para plantios.

Para o poder público atuar na política de planejamento e gestão da arborização de ruas são necessárias informações oriundas a respeito das condições físicas da cidade. Além disso, os munícipes, muitas vezes, não exigem do poder público tais medidas, pelo desconhecimento dos múltiplos benefícios que a arborização promove às cidades. Segundo Nowak et al. (2007), o gerenciamento da floresta urbana também é importante para informar a população sobre os seus benefícios.

Contudo, a carência de informações científicas, a recente urbanização e os benefícios proporcionados pelas árvores no meio urbano, entre outros fatores, justificam os estudos inerentes à arborização urbana na cidade de Boa Vista.

1.1 HIPÓTESE

Os índices e as métricas utilizados na avaliação das árvores de rua são instrumentos para a gestão da arborização de uma cidade e, portanto, contribuem para a efetivação dos benefícios da floresta urbana.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar índices e métricas de inventário das árvores de rua para servir de subsídio à gestão da floresta urbana de Boa Vista-RR.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Mapear a urbanização e cadastrar espacialmente as árvores de ruas;
- b) Calcular a cobertura, densidade arbórea e o déficit de árvores nas ruas;
- c) Aplicar índices de diversidade a fim de subsidiar o planejamento e implantação de novas espécies;
- d) Detectar as alterações na arquitetura típica da copa das espécies por meio de índices morfométricos;
- e) Diagnosticar a arborização quanto à característica fitossociológica, o desenvolvimento das árvores, as necessidades de manutenção e tratamento, o estado fitossanitário e a promoção da acessibilidade nas ruas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GESTÃO DA FLORESTA URBANA

O conceito de florestas urbanas no Brasil é proveniente da influência de pesquisadores do Canadá e dos Estados Unidos que utilizaram o termo “urban forestry” a partir de 1960 para designar o conjunto da cobertura arbórea urbana (MAGALHÃES, 2006; MALTA; SOUZA; MELO E SOUZA, 2012). A floresta urbana inclui as árvores e arbustos contidos no tecido urbano, plantadas em calçadas, avenidas, parques, praças, jardins, quintais, estacionamentos, cemitérios, bosques urbanos (CARTER, 1995; SILVA FILHO, 2013; ARAÚJO; ARAÚJO, 2011), unidades de conservação, áreas de preservação, remanescentes de ecossistemas naturais ou plantados (MALTA; SOUZA; MELO E SOUZA, 2012).

Patterson (2012) afirma que as árvores de rua são uma subpopulação dos recursos florestais urbanos. As análises de custo-benefício têm mostrado que os benefícios anuais fornecidos pelas árvores de rua superam largamente os custos de plantio e manutenção.

Para Kibler (2012), a gestão da floresta urbana requer a cooperação e parceria de uma variedade de organizações e indivíduos. Estabelecer a gestão é a melhor maneira de gerenciar as informações sobre a floresta urbana, bem como melhorar o acesso aos dados integrados, com a capacidade de pesquisar, classificar, mapear, planejar e preparar para o serviço e a manutenção da floresta urbana.

De acordo com Halter (2013), para atingir as metas de planejamento e gestão, cada órgão gestor da cidade pode escolher qual método de avaliação e monitoramento em função de suas necessidades e recursos financeiros.

A avaliação é ferramenta de monitoramento que pode ser utilizada para a tomada de decisões com resultados imediatos como a avaliação de árvores com potencial de queda ou que oferecem riscos (BOBROWSKI, 2011a), pois de acordo com Gonçalves, Stringheta e Coelho (2007), a tomada de decisões para supressão de árvores urbanas tem sido uma preocupação constante porque envolve o patrimônio e a vida de terceiros.

Um plano abrangente de gestão de floresta urbana é uma ferramenta que os municípios podem utilizar, a fim de orientar o manejo florestal urbano sustentável em terras públicas (RANDOLPH, 2011).

Nowak e Greenfield (2012) afirmam que embora as cidades gastem recursos para plantar milhões de novas árvores, o uso e ocupação do solo, tempestades, senescência e outros fatores estão reduzindo o número de árvores estabelecidas nas cidades. Os pesquisadores afirmam ainda, que o desenvolvimento de programas coordenados pode ajudar a sustentar os níveis de cobertura arbórea desejada e gerir melhor a mudança desta cobertura.

Para o monitoramento das árvores de rua é necessário conhecimento do patrimônio arbóreo existente na cidade e levantamento da situação atual da arborização, que é obtido por meio dos inventários (MENEGUETTI, 2003; ROSSETTI; PELLEGRINO; TAVARES, 2010).

Vários instrumentos de gestão da arborização são colocados em pauta, entre eles: aplicação do sistema de informações geográficas (SIG), técnicas de processamento digital de imagem, realização de inventários por coletas de campo e cadastro informatizado (NOWAK et al., 1996; SILVA FILHO et al., 2002; OLIVEIRA FILHO; SILVA, 2010; LIMA NETO, 2011).

É importante notar que, como acontecem com todos os métodos de análise, eles dependem da habilidade do intérprete para classificar e mensurar corretamente os dados. No entanto, alguns métodos podem produzir resultados mais precisos do que outros (NOWAK et al., 1996; BERNHARDT; SWIECKI, 2001).

2.1.1 Planejamento da floresta urbana

Com a perda de florestas nativas, os municípios estão cada vez mais intervindo por meio de iniciativas de planejamento para construir e nutrir florestas urbanas dentro de suas jurisdições (PINCETI, 2009; YOUNG, 2011).

Para o planejamento, a floresta urbana deve ser gerenciada em diversas escalas, variando desde árvores individuais às paisagens metropolitanas (DWYER, NOWAK; WATSON, 2002).

Segundo Biondi e Althaus (2005), planejar a arborização de ruas é escolher a árvore certa para o lugar certo e fazer o uso de critérios técnico-científicos para o

estabelecimento da arborização, sem desprezar as funções ou o papel que as árvores desempenham no meio urbano.

A falta de planejamento da arborização urbana tende a não propiciar o conforto físico e psíquico almejado trazendo infortúnios e transtornos à população (SILVA FILHO et al., 2002). Nesse sentido, Randolph (2011) afirma que para maximizar os benefícios de árvores para a maior quantidade de pessoas, uma abrangente iniciativa de planejamento é muitas vezes necessária para melhor gerir as árvores em terras públicas e privadas.

De acordo com Milano e Dalcin (2000), é fundamental que haja um planejamento adequado, com definição dos objetivos e das possíveis metas qualitativas e quantitativas, pois se deve ter a clareza de que a inexistência de um plano a seguir e cumprir torna os processos de implantação e manejo da arborização puramente empíricos.

No entanto, em muitos países em desenvolvimento, os gestores florestais responsáveis pela manutenção de populações de árvores urbanas não têm o conhecimento necessário para a seleção adequada de espécies, cuidados e manutenção (CHACALO; ALDAMA; GRABINSKY, 1994). A falta de informações sobre as árvores da rua, incluindo dados básicos, como levantamentos das ruas da cidade dificultam o planejamento (ESCOBEDO et al., 2006; ALVEY, 2006; JIM; CHEN, 2008).

Obviamente, a falta de planejamento da arborização é um problema que tem trazido custos crescentes na manutenção, reparos dos equipamentos urbanos e, até mesmo perda do patrimônio arbóreo nas cidades. A partir dessas constatações faz-se necessário a realização de um programa de gestão para as árvores da cidade.

2.2 SUBSÍDIOS PARA A GESTÃO DA FLORESTA URBANA

2.2.1 Inventário da Arborização de Ruas

O inventário de árvores é um sistema de registro detalhado que contém a localização, características selecionadas e da condição das árvores dentro de uma determinada área geográfica (BOND; BUCHANAN; INTERNATIONAL SOCIETY OF ARBORICULTURE – ISA, 2006). É uma atividade que visa obter informações

qualitativas e quantitativas dos recursos florestais existentes em uma determinada área (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007).

Sendo assim, os inventários de árvores de rua são um método convencional de estimar populações de árvores de rua para fins de elaboração de políticas para floresta urbana, planejamento e decisões de gestão (PATTERSON, 2012).

De acordo com Kibler (2012), os inventários além de identificar as necessidades de cuidados de árvore, são uma maneira sistemática para monitorar e controlar as árvores plantadas na cidade.

Portanto, um inventário de árvores de rua também oferece oportunidades de identificar as áreas que podem ser arborizadas, bem como para planejar o cuidado da árvore e manutenção de uma forma sistemática e estratégica (KIBLER, 2012). Seria ir de mãos dadas com o desenvolvimento de um programa de gestão de arborização urbana (WU; XIAO; McPHERSON, 2008).

Outras finalidades que podem ser relacionadas ao uso de inventários, seriam gerar informações a respeito da quantidade e do valor de árvores ou aumentar a eficiência dos serviços e ser utilizado para aumentar a consciência do público e da gestão pública acerca do valor da arborização (MILLER, 1997; SMILEY; BAKER, 1988).

Por meio do inventário da arborização ainda pode ser obtida a composição, os principais problemas de cada espécie, de cada rua ou ainda da cidade e fornecer informações para novos plantios e para adequação das práticas de manejo. A realização dos inventários serve para quantificar custos; identificar problemas passíveis de redefinição das diretrizes de manejo, programas de conscientização ou educação ambiental; e para divulgar os resultados obtidos, mostrando produtividade e buscando apoio da população (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002).

A aplicação de inventários é uma forma de monitorar a condição das árvores para prevenir problemas ao público e às construções, servindo inclusive, como mecanismo legal na defesa ou promoção de ações jurídicas (MENEGUETTI, 2003).

De acordo com Lima Neto (2011), os inventários florestais urbanos podem ser classificados quanto ao tipo, à forma de coleta, também com a abordagem da população no tempo estabelecendo previsões orçamentárias e quanto ao detalhamento se relaciona a quantidade de informações necessárias ao manejo das árvores urbanas.

Soares, Paula Neto e Souza (2006) afirmam que para cada problema a ser solucionado existe uma definição específica do inventário quanto ao tipo, podendo ser: inventário de sobrevivência; inventário florestal contínuo; para planos de manejo, entre outros.

Com a ampliação da silvicultura urbana, a gestão das árvores de rua necessita de informações dinâmicas e abrangentes sobre a qualidade dessas árvores. Portanto, o uso das geotecnologias produzirá informações com rapidez e eficácia, facilitando o gerenciamento da floresta urbana (McPHERSON et al., 1997; KONTOES et al., 2000; WARD; JONHSON, 2007).

Na arborização urbana, os inventários contínuos têm o objetivo de verificar mudanças ocorridas na composição e crescimento das árvores urbanas em um determinado período de tempo. Estes inventários são realizados várias vezes e as mesmas árvores podem ser medidas, visando o preparo de um programa de gerenciamento das árvores e definir uma política de administração a longo prazo (BOBROWSKI; BIONDI, 2012).

A realização de estudos contínuos oferece uma maior compreensão dos fatores associados à mortalidade de árvores e podem gerar informações importantes para os urbanistas, engenheiros florestais e outros profissionais de gestão do desenvolvimento. Evidência adicional para apoiar os seus esforços em aumentar a vida funcional e maximizar os benefícios ambientais, sociais e econômicos das árvores urbanas (KOESER et al., 2013).

A informatização dos inventários da arborização permite uma contínua atualização das informações (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007; KIBLER, 2012). Smiley e Baker (1988) citaram que o inventário florestal também pode ser aplicado para amostragem de um problema específico (árvores de risco, alguma doença específica, avaliação de plantios, etc.) ou para avaliação da cobertura de copas (quantificação, distribuição espacial e dinâmica - extensão e mudanças).

De acordo com Bobrowski (2011b), o inventário florestal urbano pode ser efetuado por meio de três metodologias principais: inventário parcial (um parque, uma dada espécie, etc), inventário completo (censo arbóreo de parques, de ruas ou de área verdes) e inventário amostral.

O inventário amostral deve representar entre 5-10% da população de árvores, dependendo da variabilidade encontrada no componente da arborização urbana sob análise (ESCOBEDO; ANDREU, 2008).

2.2.1.1 Amostragem da Arborização de Ruas

O censo pode ser usado em cidades de pequeno porte ou com pouca arborização, uma vez que o tempo gasto para realização das coletas não é muito longo, representando custos menos elevados. No entanto, o procedimento mais comum em inventários florestais urbanos é a utilização da amostragem (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007).

Os métodos de amostragem aplicados à arborização variam de acordo com os objetivos do inventário, dos recursos disponíveis, a área a ser inventariada, da tipologia florestal e sua variabilidade e da precisão requerida em torno da média (SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2006; SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007).

Com relação aos processos de amostragem para a avaliação da arborização urbana, as primeiras pesquisas brasileiras utilizaram a amostragem aleatória simples em levantamentos realizados nas cidades de Curitiba - PR e Maringá - PR (MILANO, 1984; 1987) e Recife - PE (BIONDI, 1985).

A amostragem aleatória é um meio relativamente fácil para se conhecer a estrutura de florestas urbanas e para estimar os valores dos serviços ambientais, sendo que a precisão e o custo da estimativa é dependente do tamanho da população amostral e das unidades amostrais (NOWAK et al., 2008).

De acordo com Milano e Dalcin (2000) e Bortoleto (2004), em função das características locais e gerais da arborização das cidades a amostragem aleatória tem sido a mais comum. As características da cidade e os objetivos da avaliação definem o sistema a ser adotado.

Nas cidades de Piracicaba - SP (LIMA, 1993) e Bélem - PA (BRASIL, 1994) foi utilizada a amostragem sistemática. Michi e Couto (1996) compararam amostragem por conglomerado e amostragem com probabilidade proporcional tamanho estratificado em Piracicaba e concluíram que ambos os métodos podem ser usados em inventários da arborização viária, sendo o último mais eficiente.

A unidade amostral pode ser uma rua, quadra, quarteirão, trechos de rua, um grupo de quarteirões, ou ainda pode ser resultado de um processo de divisão de áreas utilizando mapas da cidade ou área a ser inventariada (SILVA et al., 2005).

Portanto, os inventários demandam grande quantidade de recursos e, quanto maior o número de variáveis estudadas maior será o custo de realização desse inventário. Ao planejar o inventário deve-se evitar super dimensionamento na

seleção de variáveis para que o produto final não esteja além do necessário (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007).

2.2.2 Aplicação do Sistema de Informações Geográficas (SIG) na arborização de ruas

Das inúmeras variáveis a serem investigadas na avaliação da arborização urbana é necessário selecionar quais delas são importantes de acordo com os objetivos do inventário (BIONDI; ALTHAUS, 2005; LIMA NETO; BIONDI, 2012).

A localização das árvores pode ser feita através de um sistema de informações geográficas, que permite que as variáveis de características das árvores sejam realocadas no banco de dados espacial (PAULEIT; DUHME, 2000; CARVER et al., 2004), tendo como base a execução de cadastro das árvores georreferenciadas (LIMA NETO, 2011).

O sistema de informações geográficas (SIG) é uma ferramenta geoespacial que pode fornecer em tempo útil a informação de localização eficaz para a gestão florestal urbana (WARD; JOHNSON, 2007).

Adam, Guedes Júnior e Hochheim (2001) ressaltam que o custo de implantação de um sistema de gerenciamento e controle informatizado é imensamente menor que o custo futuro de modificação dos espaços públicos devido à falta de planejamento. Os mesmos autores constataram que, mesmo realizando um grande trabalho de campo, se os resultados estivessem em tabelas não digitais, em alguns anos as informações estariam obsoletas e poucos saberiam sobre o real estado de conservação da arborização.

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 (LEAL, 2007).

Podem ser encontrados programas que foram desenvolvidos para fins de informatização de dados oriundos da arborização. Em Silva, Paiva e Gonçalves (2007) muitos desses sistemas computadorizados são descritos, entre eles: o Access®, City Trees!Lite® e os mais antigos SNAPPY e UTMS II. Os autores mencionam que existem trabalhos de pesquisa e desenvolvimento de programas na

área de arborização no Brasil, mas em sua maioria são desenvolvidos para solucionar problemas de localidades específicas sem potencial para uso geral e não são comercializados.

Patterson (2012) realizou uma pesquisa para verificação da acurácia de um SIG, i-Tree Streets®, durante os inventários amostrais de árvores de ruas da Virgínia - Estados Unidos, e encontrou o aumento da eficiência e ganhos associados a padronização de unidades amostrais através do SIG.

O mais recente programa de acesso livre é o GEO Arvores®. Esse programa é uma ferramenta de cadastro e gestão da arborização urbana, composta por um sistema integrado para georreferenciamento, inspeção e atualização do banco de dados quali-quantitativos de cada uma das árvores localizadas no município; possibilita a elaboração de banco de dados específicos, a inspeção das árvores em contato com a rede de energia, com a indicação do manejo mais adequado e pontos de plantio. Permite também o acompanhamento periódico, por amostragem, de forma a assegurar que os serviços sejam executados dentro dos padrões exigidos.

Aliado à informatização dos inventários, alguns estudos retratam a utilização de um SIG que permita maior agilidade na atualização dos dados e maior eficiência nas tarefas de modo a localizar facilmente as árvores em campo, como por exemplo: o gerenciamento da arborização na área do campus UFMG utilizando ferramentas SIG (FRANCO, 2006) e um sistema de informações para suporte espacial e de decisões à gestão da arborização urbana no município de Guarapuava, Paraná (OLIVEIRA FILHO; SILVA, 2010).

Em método para a determinação de locais potenciais para plantios de árvores em áreas urbanas de Los Angeles – Estados Unidos, foi observado grande potencial de uso do SIG, entretanto, erros associados às imagens e ao sensoriamento remoto podem dificultar a localização de plantios (WU; XIAO; McPHERSON, 2008).

Halter (2013) ao analisar a arborização urbana em uma cidade do Texas – Estados Unidos, através de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), obteve decisões locais de planejamento e práticas da gestão florestal.

Kirnbauer et al. (2009) desenvolveram um protótipo de um sistema de apoio à decisão para plantios de árvores urbanas de Ontário – Canadá, utilizando o SIG,

através do ArcGIS©. Este método mostrou-se eficiente para o planejamento de plantio de árvores e de infraestrutura urbana.

Brito et al. (2012), em um inventário da arborização do Campus Santa Apolónia, Instituto Politécnico de Bragança (IPB), em Bragança – Portugal, constataram que foram realizadas recomendações e também a espacialização dos indivíduos levantados e, em caráter individual, das espécies de maior ocorrência. O SIG foi uma ferramenta fundamental de suporte para o inventário urbano realizado.

No município de Engenheiro Coelho – SP uma pesquisa utilizou o SIG e o inventário amostral para promover ações planejadas a curto, médio e longo prazo, obtendo informações necessárias às gestões municipais responsáveis pelo serviço de arborização (SILVA FILHO; COSTA; POLIZEL, 2012).

A aplicação do SIG em qualquer inventário do mobiliário urbano requer atualizações constantes, pois, edificações são construídas e demolidas e ruas pavimentadas, ampliadas ou reduzidas. Essas alterações nas cidades modificam a composição da arborização ao longo do tempo e os dados obtidos em inventários estarão defasados e não corresponderão à realidade em campo. Dessa maneira, as constantes coletas de campo implicam em investimentos financeiros, o que poderá ser um empecilho para que tais atualizações sejam realizadas com regularidade (ROLLO et al., 2007).

Andreu et al. (2009) listaram e compararam os recursos e capacidades de vários programas de inventário de árvores. Afirmaram que é importante avaliar as necessidades e objetivos do usuário para que o sistema adequado possa ser escolhido. O sistema irá apoiar e não ditar objetivos e atividades de gerenciamento do usuário.

Torna-se imprescindível a utilização de SIG no planejamento da arborização urbana, o qual permite cruzar informações oriundas dos inventários, organizar e padronizar os dados, conferindo maior agilidade na visualização das informações e na tomada de decisões (LIMA NETO, 2011).

Em pesquisa de gestão da arborização urbana através do SIG na cidade de Guarapuava – PR, foi possível a construção de um modelo de dados em ambiente SIG, orientado ao objeto geográfico “árvore”. Com o sistema proposto implementado, foi possível visualizar todos planos de informação e suas relações com a arborização urbana viária. As consultas que puderam ser realizadas com o modelo de dados proposto demonstraram ter grande potencial como ferramenta

para o monitoramento e manejo da arborização urbana viária (OLIVEIRA FILHO; SILVA, 2010).

Para os mesmos autores, para a implantação da arborização em novas áreas, os dados espaciais disponíveis no sistema têm grande importância e devem ser considerados no planejamento, para que assim possam ser evitados problemas futuros, que acabam levando a práticas de manejo inadequadas e até mesmo à supressão das árvores.

2.2.3 Diversidade de árvores urbanas

A biodiversidade é importante na arborização urbana desde que antes de efetuar a introdução de uma nova espécie no meio, seja realizado um histórico da mesma, verificando se ela já apresentou características de invasora em outros países e se possui potencial para se tornar uma nova espécie invasora (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002).

A diversidade encontrada no Brasil, em alguns biomas, pode ser até seis vezes superiores ao total de espécies encontradas nos países europeus (GATTO; WENDLING, 2002). Mesmo com a diversidade de espécies vegetais nativas, é comum a utilização de espécies são exóticas no paisagismo. Na maioria das cidades brasileiras, por meio de censo ou inventário amostral, altos percentuais de espécies exóticas, geralmente acima de 70% (BIONDI, 2011).

Os índices de riqueza e diversidade são indicadores da diversidade de espécies e podem ser usados como ferramenta do manejo e do plano diretor da arborização urbana. Os índices mais utilizados são o de Shannon-Weaver e o de Odum (SILVA FILHO; BORTOLETO, 2005).

Meneghetti (2003), em estudo realizado com a arborização dos bairros da orla marítima de Santos – SP, concluiu que o uso de índices de diversidade e similaridade (Shannon-Weaver e Jaccard) também são úteis para as ações de manejo da arborização de ruas.

Bortoleto (2004), em trabalho conduzido na Estância Águas de São Pedro – SP, concluiu que a arborização da cidade apresentava distribuição de espécies, gêneros e famílias, com adequada diversidade de espécies e adequado índice de indivíduos por quilômetro de rua.

Nagendra e Gopal (2010) apresentaram para Bangalore – Índia, os primeiros resultados de um programa de longo prazo que visa monitorar mudança ecológica, ambiental e uso do solo na cidade, concentrando-se em estudos de densidade de árvores de rua, tamanho, diversidade e distribuição das espécies da cidade.

Bobrowski (2011a), ao estudar a arborização viária de Curitiba – PR, utilizou índices de diversidade, similaridade e equabilidade que indicaram maior harmonia na mistura e uniformidade de espécies, porém mais associada a plantios irregulares do que a esforços da municipalidade em diversificar a composição da arborização. Entretanto, há novos plantios experimentais com espécies nativas não tradicionais.

Nesse sentido, Biondi e Leal (2008) afirmam que atualmente é crescente a preocupação com a biodiversidade nas áreas urbanas e isto se reflete na diversificação do número de espécies produzidas em viveiro. Esta preocupação com a diversificação de espécies é problemática, pois muitas vezes não há tempo suficiente para realizar pesquisas sobre as espécies introduzidas e, desta forma, ocorre a produção e a utilização de espécies indesejáveis para o ambiente e para o homem, tais como as plantas tóxicas e as plantas exóticas invasoras.

2.2.4 Fitossociologia aplicada à arborização de ruas

De acordo com Hosokawa, Moura e Cunha (2008), os inventários florísticos e fitossociológicos prestam-se a determinar volume, sortimento, área basal, altura média das árvores dominantes, biomassa e diâmetro médio quadrático. No caso de florestas nativas, outras características também podem ser consideradas, tais como: densidade, dominância, índice de valor de importância, posição sociológica, índice de regeneração natural, etc. Dentre as características qualitativas, podem-se citar vitalidade das árvores, qualidade do fuste, tendência de valorização, dentre outros.

Segundo Lamprecht (1990) e Martins (1991), a caracterização fitossociológica das florestas pode ser feita mediante cálculos de abundância (densidade), frequência e dominância.

Atualmente, informações sobre fitossociologia tornaram-se precípuas para se definirem políticas de conservação, nos programas recuperação de áreas degradadas, na produção de sementes e mudas, na identificação de espécies

ameaçadas, na avaliação de impactos e no licenciamento ambiental, dentre outros âmbitos (BRITO et al., 2007).

Estudos fitossociológicos florestais servem para estabelecer práticas de manejo e condução de agroecossistemas (MAGALHÃES; FREITAS, 2004; PINHEIRO, 2007; LOBÃO; VALERI, 2009); propor tratos silviculturais em plantios de essências florestais (SAPORETTI JUNIOR; MEIRA NETO; ALMADO, 2003; MOCHIUTTI et al., 2008); e adotar estratégias para a conservação da biodiversidade (OLIVEIRA FILHO et al., 2008).

Os estudos fitossociológicos na arborização viária ainda são pouco difundidos. A determinação e uso de parâmetros fitossociológicos ainda é primária para esta ciência.

No entanto, a identificação e comportamento das espécies fundamenta a escolha adequada das espécies na fase de planejamento da arborização (LIMA NETO; MELO E SOUZA, 2011). A partir da identificação e quantificação pode-se relacionar com muitas variáveis e identificar as características distintas no meio urbano (BIONDI; ALTHAUS, 2005; SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007).

Nesse sentido, pode-se considerar que para a arborização urbana, a estrutura horizontal infere sobre a quantidade de cobertura arbórea e, conseqüentemente, sombreamento nas cidades. Nowak e Greenfield (2012) e Malta, Souza e Melo e Souza (2012) pesquisaram formas de mensurar a cobertura arbórea para que sejam efetivados os múltiplos benefícios da floresta urbana.

A análise da estrutura vertical infere sobre a relação entre a altura das árvores, quantidade de massa vegetal (copa) relacionadas aos conflitos com os equipamentos urbanos. Para Silva, Paiva e Gonçalves (2007), a posição das árvores em relação à redes aéreas, redes subterrâneas e iluminação determinam a compatibilidade ou incompatibilidade com o objetivo de planejar a arborização de forma segura evitando conflitos.

Portanto, o estudo fitossociológico desenvolvido em árvores urbanas torna-se um instrumento de gestão da arborização, estabelecendo as combinações mais importantes, sob os aspectos ecológico, estrutural e silvicultural.

2.2.5 Morfometria de árvores urbanas

O estudo sobre a morfometria das árvores teve início com pesquisadores como Burger (1939) e Assmann (1961), que passaram a observar as formas, dimensões e as relações morfométricas ou interdimensionais das copas das árvores, visando compreender o espaçamento e o grau de competição entre plantas. Atualmente, as formas e dimensões das árvores e sua modificação com o tempo adquirem nova importância, dada a possibilidade de fazerem-se modelos matemático/estatísticos de concorrência e de crescimento a partir destes dados (HASENAUER; MONSERUD, 1996; HASENAUER, 1997; TONINI; KAMINSKI; COSTA, 2008).

Muitos autores conduziram diversos estudos sobre a forma das árvores. Atualmente, no meio florestal, o diâmetro à altura do peito (DAP), a área basal, a altura (total, comercial, dominante), a área de projeção de copa e o volume de copa são conceitos bem conhecidos. Menos conhecidos, entretanto, são o manto de copa, o índice de abrangência, o formal de copa, o grau de esbeltez, o índice de saliência e o índice de espaço vital (ASSMANN, 1961; STERBA, 1991; DURLO; DERNADI, 1998).

As relações interdimensionais das árvores em florestas e povoamentos artificiais são derivados de estudos morfométricos, ou seja, da mensuração das formas que compõe as árvores. As relações interdimensionais visam reconstituir o espaço ocupado por cada árvore, a sua estabilidade, vitalidade e produtividade, bem como julgar o grau de concorrência a que cada indivíduo foi ou está sujeito (HASENAUER, 1997).

De acordo com Condé et al. (2013), quando se refere à produtividade oriunda do manejo florestal de produtos não madeireiros, deve-se considerar a importância do estudo das relações interdimensionais no amparo à tomada de decisões sobre a aplicação de desbastes, desramas, tratamentos que visem o aumento da produção ou simplesmente ao monitoramento das populações imaturas, produtivas ou em fase de senilidade.

Segundo Durlo, Sutili e Dernardi (2004), o ritmo de crescimento de árvores solitárias, isto é, o crescimento livre de concorrência, é conhecimento importante para o eventual manejo das florestas e povoamentos florestais, com vistas à sustentabilidade da produção. Nesse sentido, interessa não apenas o crescimento

volumétrico da madeira, expresso pelo incremento em diâmetro e altura e pela modificação do fator de forma, mas também o crescimento e as modificações da forma da copa. As formas e dimensões da copa das árvores, crescidas sem concorrência são balizas determinantes para as intervenções silviculturais, quando estas estiverem crescendo em maciços. No caso da arborização quando estão sob redes de energia.

As técnicas de avaliação da morfometria e das relações morfométricas, com estudos e aplicações progressivas no manejo de florestas plantadas e nativas, mediante análise de árvores individuais ou associadas na floresta (TONINI; ARCO-VERDE, 2005; ORZEL, 2007; ROMAN; BRESSAN; DURLO, 2009), ainda não foram amplamente aplicadas na silvicultura urbana.

Para Bobrowski, Lima Neto e Biondi (2013), o uso da morfometria de árvores urbanas pode auxiliar no conhecimento das relações interdimensionais, do comportamento individual e da interação entre as árvores nas ruas, bem como auxiliar a adoção de melhores critérios de planejamento da implantação de espécies em uso ou que serão incorporadas na arborização, além do estabelecimento de limites aceitáveis de intervenção por podas.

Sendo assim, os procedimentos silviculturais adotados para as árvores urbanas visam criar e manter condições adequadas à melhoria dos benefícios que possam ser proporcionados à população, diminuindo conflitos com equipamentos urbanos (postes, redes de energia, sinalização, etc.) e riscos potenciais. Esses procedimentos envolvem ações como: escolha das espécies mais apropriadas, planejamento da coleta de sementes, melhoria na produção de mudas, eficiência nas técnicas de plantio e aplicação da correta técnica e intensidade de poda (BOBROWSKI; LIMA NETO; BIONDI, 2013).

Os mesmos autores asseguram que as práticas da poda dependem de ferramentas e maquinários adequados, além do conhecimento da época mais adequada para a execução. Entretanto, os limites máximos e a real necessidade desse tipo de intervenção nem sempre são ponderados e aplicados com critério pelos órgãos responsáveis. Desse fato decorrem as deformações da arquitetura típica das espécies e os problemas consequentes.

Neste sentido, Biondi e Althaus (2005) afirmam que a poda está entre as práticas de manutenção que proporcionam maior intervenção no vegetal e impacto visual (estético). De acordo com Seitz (1996), o conhecimento das características de

cada espécie deve ser a base para a escolha de espécies para a arborização urbana, pois facilitará a posterior manutenção das copas por meio da poda.

Atualmente, as variáveis de forma e dimensões das árvores, as relações morfométricas e suas respectivas modificações adquirem ainda maior importância dada a possibilidade de criação de modelos de concorrência e de crescimento com árvores solitárias (CONDÉ et al., 2012; BOBROWSKI; LIMA NETO; BIONDI, 2013).

2.2.6 Acessibilidade na arborização de ruas

No modelo europeu de urbanização e consequente expansão econômica da década de 1970, iniciou-se um crescimento das cidades em que foram reduzidas as áreas de convívio e fluxo de pessoas, entre elas: a arborização, as calçadas e ruas. Isto para dar lugar a outros equipamentos urbanos (LIMA NETO; BIONDI, 2011).

Segundo Pereira (2006), as calçadas das vias públicas não foram dimensionadas para comportar arborização, uma vez que o traçado urbano sempre priorizou o incremento de áreas para veículos, em detrimento dos pedestres.

O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná (CREA-PR), elaborou um roteiro de acessibilidade que trata da construção, instalação e adaptação das edificações, mobiliários e equipamentos urbanos para dar suporte à qualquer pessoa a utilização de maneira autônoma e segura do ambiente (CREA-PR, 2008).

Portanto, há a necessidade de estudar as árvores de ruas e sua compatibilidade com as calçadas para possibilitar maior qualidade de vida e estender as oportunidades de acesso a todos os cidadãos (LIMA NETO et al., 2010).

A compatibilidade das árvores para a promoção da acessibilidade é resultado de uma série de parâmetros avaliados no inventário florestal urbano, sendo eles: condição do sistema radicular, tortuosidade, altura de bifurcação das árvores e tamanho das calçadas, entre outros.

Quanto ao sistema radicular, Biondi e Althaus (2005) afirmam que o ideal para as calçadas é o uso de espécie com raiz pivotante, para evitar rachaduras nas calçadas e construções. A tortuosidade das árvores é um dos fatores de impedimento do fluxo de pedestre nas calçadas, pois o ideal é que as árvores de rua tenham fuste reto para melhor facilitar o tráfego de pedestres (LIMA NETO; BIONDI,

2011), fato corroborado por Gonçalves et al. (2004) que afirmam que mudas ideais para a arborização urbana deverão apresentar entre outras características, tronco retilíneo. Outro fator a ser observado para que haja acessibilidade e mobilidade das pessoas é a altura de bifurcação das árvores. A altura de bifurcação representa um problema com relação à permissividade ao trânsito livre entre os pedestres, principalmente as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (LIMA NETO; BIONDI, 2011). De acordo com Biondi e Althaus (2005), para que a árvore tenha maior adequação nas calçadas, sem transtornos com os pedestres, é necessário que tenha o tronco livre de ramificações até a altura de 1,80 m.

As pessoas possuem necessidades diferentes que variam conforme a idade, estatura, condição de saúde, dentre outros. As barreiras arquitetônicas e urbanísticas (árvores, floreiras dentre outros) e alguns obstáculos (tapume, entulhos, lixo, buracos, desníveis) podem fazer do ato de caminhar pela cidade um transtorno e, muitas vezes, dificultam o deslocamento de pessoas, impedindo o uso da estrutura urbana (LEMOS et al., 2012). De acordo com a maioria dos manuais e programas de acessibilidade a calçada deve possuir áreas de faixa livre, faixa de serviço e de acesso. A área de faixa livre é destinada exclusivamente à circulação de pedestres (VITÓRIA, 2002; LONDRINA, 2004; SÃO PAULO, 2005).

Portanto, deve estar livre de quaisquer desníveis, obstáculos físicos, temporários ou permanentes ou vegetação e devem possuir largura mínima de 1,20 m. Com relação às faixas de serviço devem ser destinadas à colocação de árvores, rampas de acesso para veículos ou portadores de deficiência, poste de iluminação, sinalização de trânsito e mobiliário urbano como bancos, floreiras, telefones, caixa de correio e lixeiras. Já as faixas de acesso são as áreas em frente ao seu imóvel ou terreno, onde pode estar a vegetação, rampas, toldos, propaganda e mobiliário móvel como mesas de bar e floreiras, desde que não impeçam o acesso aos imóveis. Portanto, é uma faixa de apoio à propriedade (CREA-PR, 2008; GUARAPARI, 2009). Existem também parâmetros de qualidade que caracterizam o ambiente das calçadas, tais como: segurança, manutenção, largura efetiva, seguridade e atratividade visual (FERREIRA; SANCHES, 2001).

Contudo, a análise da acessibilidade nas ruas tem o intuito de proporcionar melhor planejamento da área de maior fluxo de indivíduos e permitir o trânsito de pedestres com maior facilidade, garantindo a permanência e implantação da arborização.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida no município de Boa Vista (FIGURA 1), capital do Estado de Roraima situado na região Norte do Brasil. O Estado de Roraima corresponde a 5,81% da superfície do país, ocupando 225.116,1 km² (SILVA, 2007).

O município está localizado no centro leste do estado, na mesorregião norte e microrregião Boa Vista com altitude média de 85 m. Possui uma extensão territorial 5.687 km², que corresponde a 2,54% do território roraimense (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2012).

Quanto às características físico-ambientais, Boa Vista está localizada na formação geomorfológica Boa Vista, na zona de clima equatorial com médias altas de temperatura alcançando 27,4 °C e chuvas abundantes. A vegetação é do tipo savana (gramíneo-lenhosa) e o município está contido na Bacia do Alto Rio Branco (SILVA, 2007).

Segundo a classificação de Köppen, Boa Vista encontra-se na zona climática tropical, sem que haja estação extremamente seca nem temperatura média mensal inferior a 18 °C, trata-se de um clima tropical úmido do tipo “A”, do subtipo Aw – clima tropical chuvoso com predomínio de savanas, quente e úmido, com estação chuvosa no verão; o mês mais seco apresenta precipitação inferior a 60 mm. A precipitação média é de 1.750 mm anuais. As amplitudes térmicas anuais não ultrapassam 5 °C (BOA VISTA, 2012).

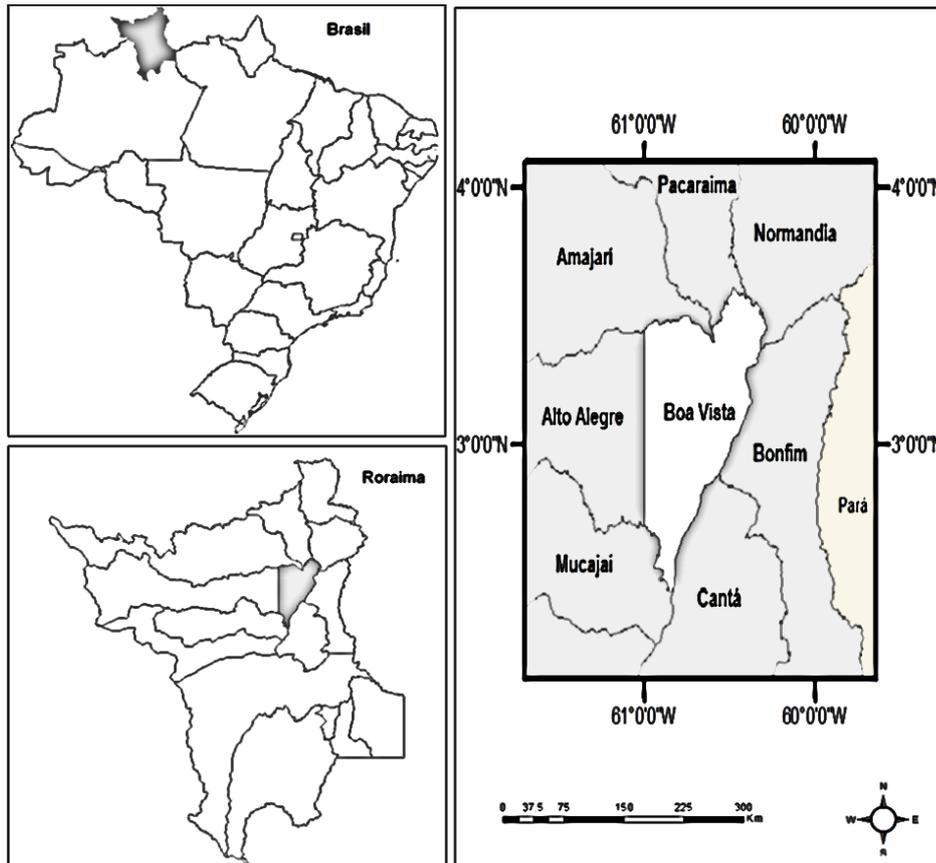


FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE BOA VISTA – RR

FONTE: O autor (2014) baseado em Secretaria de Planejamento de Roraima – SEPLAN – RR (2013)

A cidade de Boa Vista é a única capital brasileira localizada totalmente ao norte da linha do Equador. A cidade destaca-se entre as capitais da Amazônia pelo traçado urbano organizado de forma radial, planejado no período de 1944 a 1946 pelo engenheiro civil Darcy Aleixo Derenusson, lembrando um leque, em alusão às ruas de Paris, na França (BOA VISTA, 2012).

A cidade foi fundada em 1890 por um Decreto Estadual e suas primeiras ocupações são, principalmente, de nordestinos vindos do Maranhão e do Ceará, os quais recebiam lotes de terra para cultivo agrícola, sendo esta uma das primeiras atividades do município (SILVA, 2007).

A presença indígena é marcante em todo o estado. Tem-se observado intensa migração desses de suas aldeias para Boa Vista, onde ocupam principalmente os bairros Raiar do Sol e Pintolândia. Dentre os motivos para o deslocamento, segundo uma pesquisa da Prefeitura de Boa Vista, o Diagnóstico Municipal Integrado (BOA VISTA, 2003), destacam-se a busca por melhor instrução e por oportunidades de trabalho.

Boa Vista é o município mais populoso do estado de Roraima, contando com uma população de 290.741 habitantes, 97,7% vivem na área urbana e 2,3% vivem na área rural. O município possui densidade demográfica de 49,98 hab/km² (IBGE, 2012).

A densidade demográfica pode ser ainda maior se for considerado apenas a população urbana do município. A cidade Boa Vista, tem seu traçado urbano avançando em direção oeste e norte, acompanhando o curso da principal rodovia do estado, a BR 174 (MUSSATO, 2011).

A divisão político-administrativa do município de Boa Vista origina 45 bairros que estão agrupados em cinco zonas administrativas: zona norte, central, leste, sul e oeste (FIGURA 2).

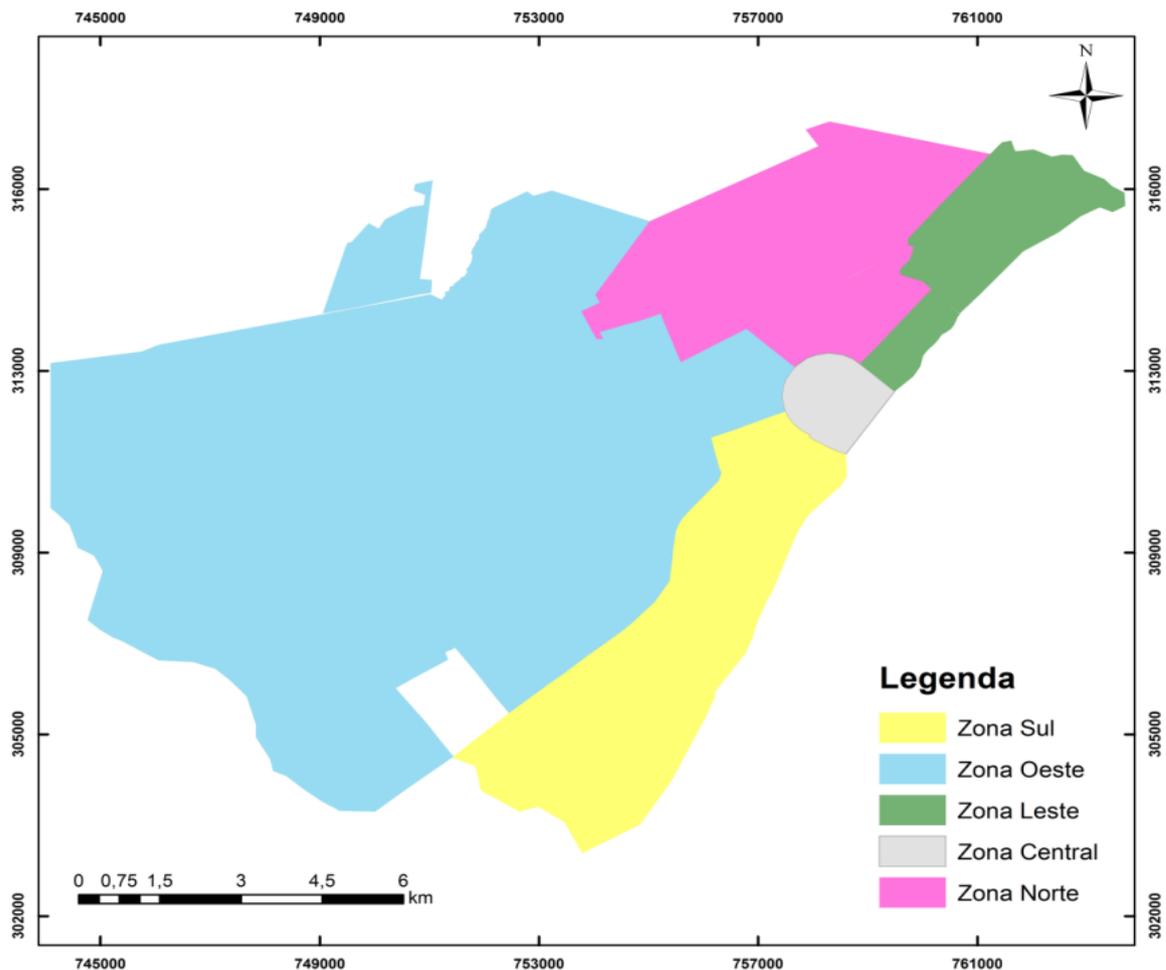


FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS ADMINISTRATIVAS DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014) baseado em Boa Vista (2012)

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para definir os procedimentos metodológicos e realizar a análise dos resultados, algumas etapas foram desenvolvidas nesta pesquisa. O fluxograma apresentado a seguir (FIGURA 3) resume e esquematiza as etapas da pesquisa.

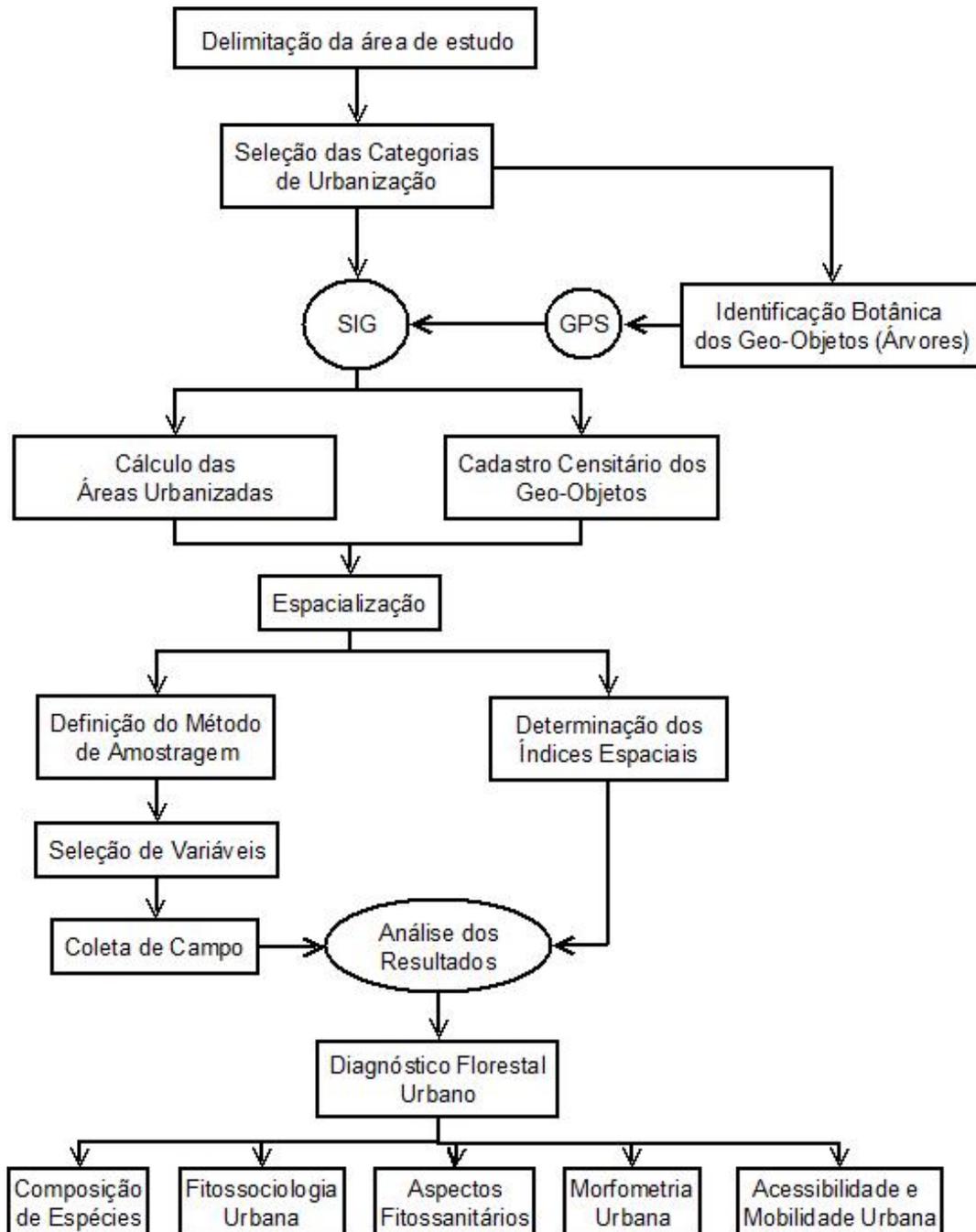


FIGURA 3– FLUXOGRAMA DAS ETAPAS METODOLÓGICAS PARA O CADASTRO ESPACIAL E DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS
 FONTE: O autor (2014)

3.2.1 Determinação da urbanização de Boa Vista

Para a fase inicial foi adquirido o mapa geral impresso do município e, sequencialmente foi digitalizado e dividido em bairros (FIGURA 4). Com a divisão desse mapa, as ruas do município de Boa Vista foram percorridas de carro para averiguar a presença de urbanização e da arborização. Consideraram-se apenas as ruas dotadas de infraestrutura urbana mínima, conforme Lei Municipal nº 244/91 (BOA VISTA, 1991).



FIGURA 4– REPRESENTAÇÃO DE PARTE DE BOA VISTA POR MEIO DA CÓPIA DO MAPA DA CIDADE
 FONTE: Boa Vista (2012)

Segundo Milano (1984), é importante que as áreas a serem analisadas tenham uma urbanização que disponha de redes de abastecimento de água, rede de distribuição de energia e calçadas.

Desse modo, as calçadas foram agrupadas em três categorias de urbanização, representadas por diferentes cores nos mapas impressos, sendo elas:

a cor **verde**, indicando que na rua há calçada e árvore; a cor **preta** indicando que na rua não há árvore, mas tem calçada; e a cor **vermelha**, indicando que não tem calçada, no entanto, pode haver árvore (FIGURA 5 e FIGURA 6 – A).

Utilizou-se o arquivo de arruamento de Boa Vista em formato vetorial, cedido pela Secretaria de Planejamento do Estado de Roraima - SEPLAN-RR. Esse arquivo continha informações alfanuméricas (nome, tipo de via e extensão) das ruas, quadras e bairros, que estavam representados em formato vetorial de linhas e polígonos.

Foram criados três arquivos vetoriais do tipo linha para representar as categorias de urbanização consideradas nesta pesquisa. A plotagem dos dados vetoriais foi efetuada no programa ArcGIS 9.2 ESRI®, adotando o Sistema de Projeção Geográfica UTM (Universal Transversal de Mercator) e Datum SAD 69 (South American Datum), 20N.

O processo de vetorização gerou a extensão de cada categoria de urbanização representada em sistema métrico (FIGURA 5).

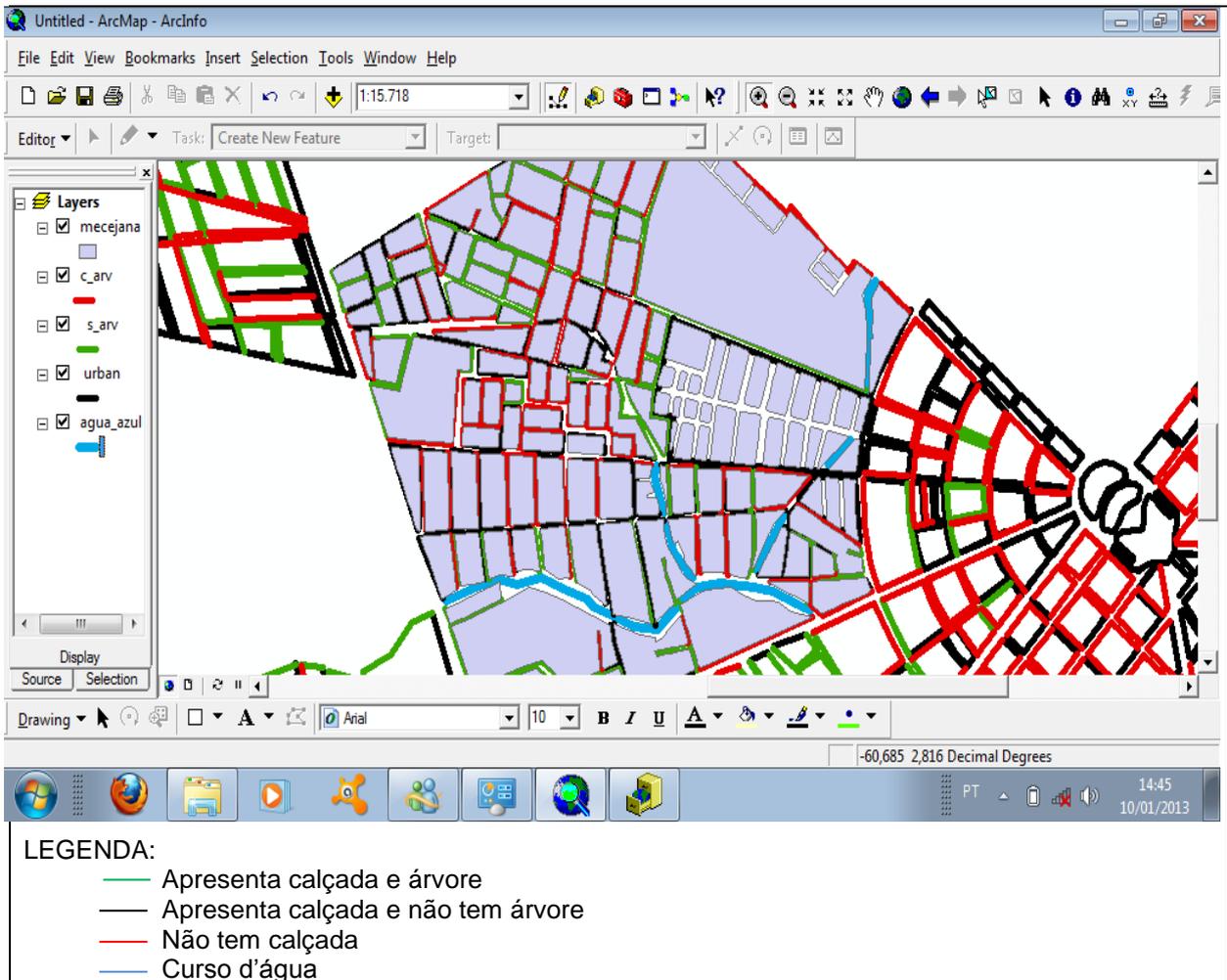


FIGURA 5 – CLASSIFICAÇÃO DA URBANIZAÇÃO NAS CALÇADAS DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

Em ambiente SIG, foi utilizada a ferramenta “Calculate Geometry”, para determinar as extensões de cada categoria de urbanização, tornando-se base para os cálculos de amostragem.

3.2.2 Cadastro e espacialização das árvores de rua

O cadastro das árvores foi realizado entre o mês de junho de 2012 e janeiro de 2013, correspondendo ao período de oito meses. As árvores foram cadastradas por coordenadas geográficas (KURIHARA; ENCINAS; PAULA, 2005; COLLETO; MÜLLER; WOLSKI, 2008; CRUZ et al., 2008) com uso do GPS Garmim® Etrex e o nome popular da espécie identificada foi anotado em uma planilha eletrônica (POLARIS OFFICE) do Smartfone de marca SAMSUNG® GALAXY Note. Também

foram contabilizadas as espécies arbustivas que nas ruas se apresentavam com porte arbóreo, ou seja, espécies com altura superior a 1,80 m.

O receptor GPS foi posicionado junto ao fuste das árvores para a marcação dos pontos. Cada árvore recebeu uma identificação numérica sequencial no aparelho GPS (FIGURA 6 – B).

Ao final de cada dia de coleta foi realizada a entrada de dados fornecidos pelo receptor GPS Garmim® Etrex por meio do programa ArcGIS 9.2. Também adotou-se o Sistema de Projeção Geográfica UTM (Universal Transversal de Mercator) e Datum SIRGAS 2000, 20N.



FIGURA 6 – ESPACIALIZAÇÃO DAS ÁRVORES DE RUA DE BOA VISTA, RR (A) CATEGORIAS DE URBANIZAÇÃO; (B) COLETA DE PONTOS GPS
 FONTE: O autor (2014)

Sequencialmente, foi iniciada a importação dos dados vetoriais em formato shapefile (.shp). O shapefile é um formato de arquivo do ArcGIS que pode armazenar ponto, linha ou polígono. O vetor do tipo “linha” foi utilizado para representar as categorias de urbanização. Foi definido o vetor do tipo “ponto” para representação vetorial das árvores nas calçadas.

Com a importação dos dados, pode-se perceber erros relacionados à precisão do receptor GPS entre dois a cinco metros. Esses erros foram corrigidos através da ferramenta SNAP do programa ArcGIS 9.2, ou seja, os pontos marcados foram deslocados até o polígono de quadras do município, cedidos pela SEPLAN-RR (2013).

Concomitantemente à marcação dos pontos foi efetuada a identificação das espécies. A identificação correspondeu ao nome científico, padronizado pela comunidade botânica e nome popular adotado pela população, o qual pode variar de uma região para outra (MICHI; COUTO, 1996; TEIXEIRA, 1999; COELBA, 2002; SILVA et al., 2002; GONÇALVES; ROCHA, 2003; DANTAS; SOUZA, 2004; ROCHA; LELES; NETO, 2004; KURIHARA; ENCINAS; WOLSKI, 2005; LOBODA et al., 2005; CORRÊA, 2006; SILVA et al., 2006; BORTOLETO et al., 2007; FARIA; MONTEIRO; FISCH, 2007; MELO; SEVERO, 2007; CRUZ et al., 2008; RODOLFO JÚNIOR et al., 2008; SILVA et al., 2008; SILVA; HASSE, 2008).

As espécies não identificadas foram denominadas de indeterminada, em seguida efetuado registro fotográfico e recolhido material botânico (fértil e infértil) das mesmas para posterior herborização. A identificação foi realizada no Herbário do Museu Integrado de Roraima (MIRR).

3.2.3 Amostragem para o inventário da arborização de ruas

Para a realização do inventário florestal urbano foi definido o método de amostragem estratificado. Para isto, a cidade foi dividida em 5 estratos: Zona Central, Zona Sul, Zona Leste, Zona Norte e Zona Oeste (FIGURA 7), seguindo as definições de zoneamento destacada pela lei municipal nº 244, de 6 de setembro de 1991, que trata da promoção de desenvolvimento urbano, zoneamento, uso e ocupação do solo, sistema viário e parcelamento do solo (BOA VISTA, 1991).

A forma da unidade amostral foi linear, ou seja, as unidades amostrais foram as calçadas com extensão de 1,5 km de calçadas arborizadas.

Para o cálculo da variância e do número de unidades amostrais necessárias, utilizou-se o número de árvores por de calçada (TABELA 1) como principal variável, que de acordo com Milano (1984), é a variável que permite melhor homogeneização da variância. Em inventários de arborização de ruas é comum utilizar essa variável para determinar o tamanho das amostras (n) a serem mensuradas (MILANO, 1984; BIONDI, 1985; SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007).

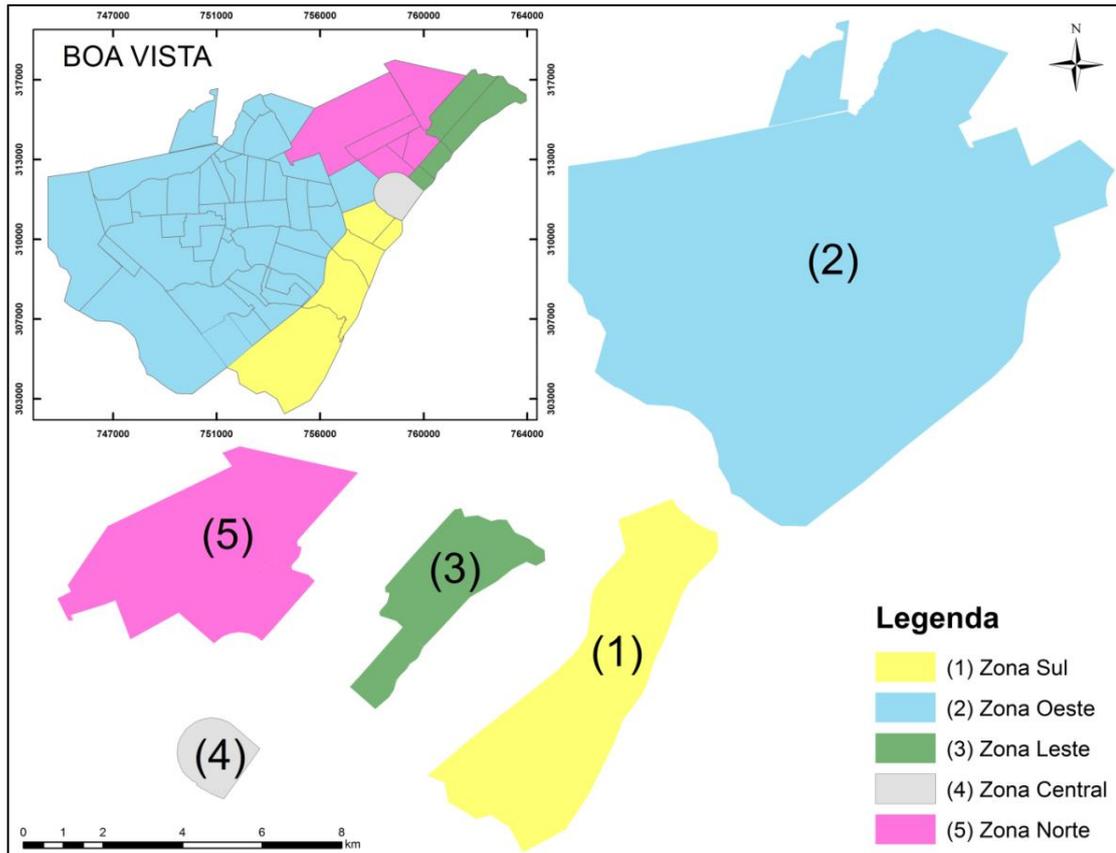


FIGURA 7 – ZONAS ADMINISTRATIVAS CORRESPONDENTES A ESTRATIFICAÇÃO DA CIDADE DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

A intensidade amostral foi calculada com o nível de confiança de 95%, para um erro de 10%, a partir da variância amostral. Desta forma, utilizou-se a seguinte expressão (HUSCH; MILLER; BEERS, 1972):

$$n = \frac{Nt^2s^2}{NE^2 + t^2s^2}$$

$$E = (LE \cdot \bar{X})^2$$

Em que:

n = tamanho da amostra;

N = tamanho da população;

T = valor tabelado da distribuição t de Student ($\alpha\%$, $n-1$ gl);

s^2 = estimativa da variância;

E^2 = erro de amostragem admitido;

LE = limite máximo do erro de amostragem admitido; e

\bar{X} = média estimada.

O erro de amostragem E (%) foi obtido pela seguinte expressão (HUSCH; MILLER; BEERS, 1972):

$$E\% = \pm \frac{t_{\alpha} \cdot s_{\bar{X}}}{\bar{X}} * 100$$

Em que:

$s_{\bar{X}}$ = erro-padrão da média;

t= valor tabelado da distribuição t de Student (10%, n-1 gl);

\bar{X} = média do número de árvores por quilômetro de calçada.

Utilizou-se a notação básica para a utilização do método de amostragem estratificado:

Tamanho da população: $N = \sum_{h=1}^L N_h$

Tamanho da amostra: $n = \sum_{h=1}^L n_h$

Total da população: $\tau = \sum_{h=1}^L \tau_h$

Média da população: $\mu = \frac{\tau}{N}$

Em que:

h é o índice que indica o estrato;

L é número total de estratos.

Em cada estrato realizou-se uma amostragem independente dos demais estratos, com as seguintes estimativas:

Total amostral: $\hat{\tau}_h$

Média amostral: $\hat{\mu}_h$

Variância amostral: $\hat{\sigma}_h^2$

Variância estimada do total: $\widehat{\text{Var}}\{\hat{\tau}_h\}$

Para cada estrato foi contabilizado o número de árvores por quilômetro de calçada arborizada. De acordo com o processamento em ambiente SIG foram divididas as amostras que resultaram no número de unidades amostrais potenciais em cada estrato (N_j). Essas unidades amostrais potenciais foram sorteadas em cada estrato (n_j), determinando a fração amostral para cada um desses estratos (TABELA 1).

TABELA 1 – TAMANHO AMOSTRAL (n) PARA O INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

Zonas	km	NArv	Arv/km	N _j	n _j	FA	Y	S	n
Central	31,80	896	28,18	21	6	28,57	25,959	21,730	3
Leste	35,28	836	23,70	24	7	29,17	24,635	21,497	4
Sul	25,50	673	26,43	17	6	35,29	25,167	47,686	4
Norte	81,00	1742	21,51	54	9	16,67	23,843	16,701	7
Oeste	127,07	2767	21,77	85	10	11,76	17,792	8,481	8
Total	300,6	6907	121,58	201	38	18,91	25,959	21,730	26

LEGENDA: **km**: quilômetros de calçada arborizada; **NArv**: número de árvores; **N_j**: número de unidades amostrais potenciais em cada estrato; **n_j**: unidades amostrais potenciais que foram sorteadas em cada estrato; **FA**: fração amostral para cada estrato; **Y**: média estimada para cada estrato; **S**: variância para cada estrato; **n**: alocação de parcelas por fixação ótima

FONTE: O autor (2014)

Sucederam-se os cálculos de médias e variâncias de cada estrato. A estratificação resultou em um número de parcelas (n) a serem analisadas com a utilização do método de alocação de parcelas por Fixação Ótima (Neyman) (SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2006).

O resultado de suficiência amostral para o tamanho da amostra (n) na Zona Central foi de três parcelas, na Zona Sul quatro parcelas, na Zona Leste quatro parcelas, na Zona Norte foram sete parcelas e na Zona Oeste oito parcelas, totalizando 26 parcelas. Obteve-se como erro percentual 4,90% em 95% de confiança para a realização do levantamento dos dados qualitativos dentro de cada estrato (TABELA 2). Esse erro é aceitável, considerando diversos estudos de arborização de ruas, em que o erro admissível é de 10% (BIONDI, 1985; MILANO; DALCIN, 2000; SILVA, 2003; MENEGHETTI, 2003; BORTOLETO, 2004; SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007).

TABELA 2 – ERRO DE AMOSTRAGEM E ERRO DA ESTRATIFICAÇÃO

Variância da média estratificada (S ² y)	Erro-padrão da média estratificada (Sy)
0,327	0,5719
Erro de amostragem (E)	Erro percentual (%)
1,186	4,90%

FONTE: O autor (2014)

Para cada unidade amostral gerou-se um mapa temático com pontos, linhas e informações alfanuméricas, em que os pontos representavam a localização e identificação das árvores nas ruas; as linhas representavam a unidade amostral completa e as informações alfanuméricas eram os nomes das ruas (FIGURA 8). Sequencialmente, foi efetuada a coleta das variáveis em campo.



FIGURA 8 – CROQUI ESQUEMÁTICO PARA A REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO QUALITATIVO
 FONTE: O autor (2014)

Na Figura 9 estão representadas as unidades amostrais distribuídas na cidade de Boa Vista e os limites de cada zona. Observa-se uma tendência à uniformidade em relação a distribuição espacial de unidades amostrais na cidade. Hush, Miller e Beers (1972) e Queiroz (1998) afirmam que a distribuição uniforme da amostra em toda a população proporciona boa estimativa da média e torna-se ainda mais eficiente quando existe qualquer tendência ou concentração de certas características.

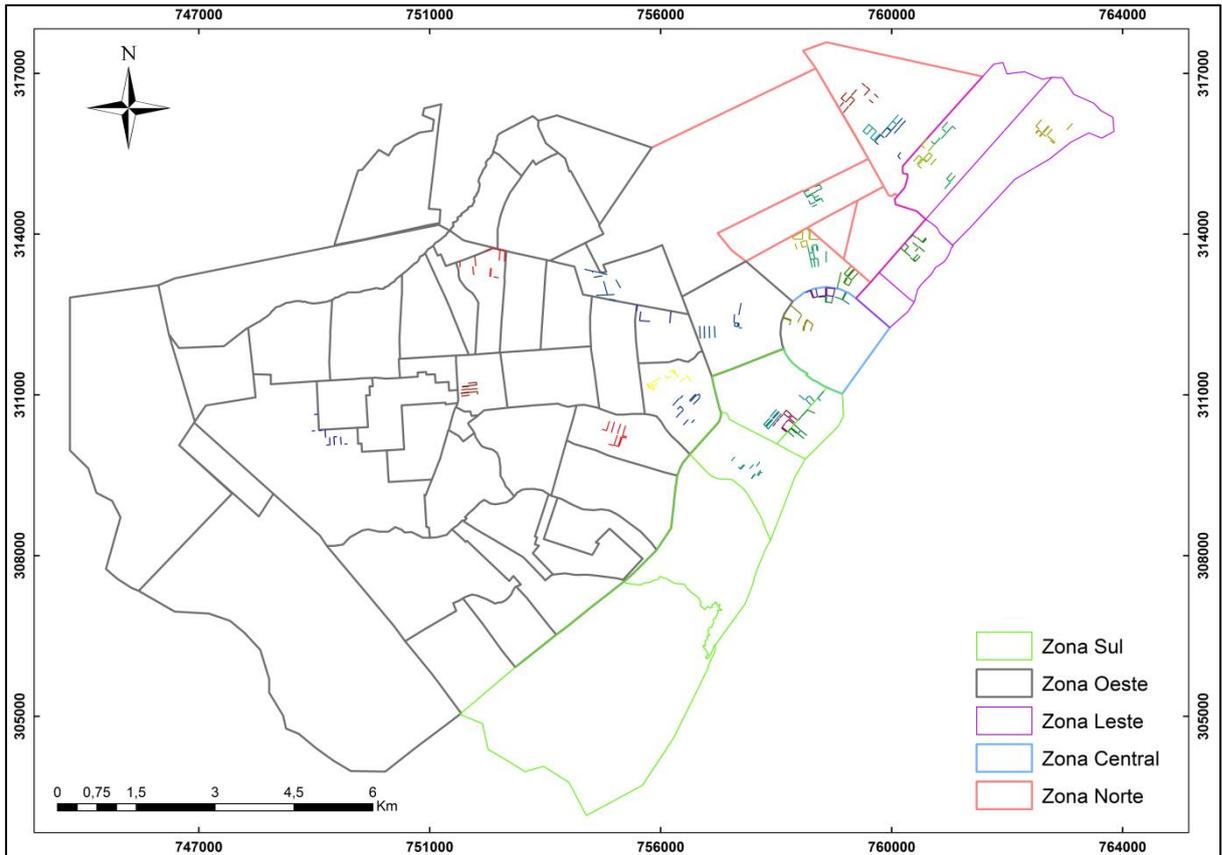


FIGURA 9 – REPRESENTAÇÃO ESPACIAL DAS UNIDADES AMOSTRAIS INVENTARIADAS
 FONTE: O autor (2014)

Cabe ressaltar que a realização do inventário resultou em 801 indivíduos arbóreos de 50 espécies diferentes, perfazendo 11,6% da população presente nas calçadas da cidade. Na pesquisa quantitativa censitária foram encontradas 91 espécies na arborização de ruas de Boa Vista (como será visto no item 4.2.1 Análise florística da arborização de ruas). Pode-se considerar que as 50 espécies inventariadas são representativas para o estudo amostral, uma vez que a variável de interesse calculada para a realização do inventário foi o número de árvores por quilômetro de calçada arborizada e não o número de espécies da arborização de ruas da cidade.

Além disso, o conhecimento do posicionamento espacial das árvores permitiu uma redução de tempo de deslocamento para a realização dos trabalhos de campo, tornando a execução menos onerosa. É notória a facilidade de deslocamento e a previsão de duração da coleta de dados, uma vez que existe um planejamento adequado das ruas que serão inventariadas ao dia.

Portanto, a utilização do sistema de informações geográficas (SIG) para fins de cadastro espacial e planejamento de coleta de dados sobre as árvores torna-se

fundamental nas cidades. Para Lima Neto, Biondi e Araki (2010), a aplicação dos sistemas de geoinformação pode junto ao inventário de campo auxiliar no monitoramento das áreas analisadas.

Os autores destacam ainda que para a execução dos inventários e alocação de parcelas em campo é necessário um sistema de mapeamento integrado que forneça a mensuração da área, desta forma o SIG integra o quantitativo da arborização com capacidade de filtragem e armazenamento.

Os resultados apontados para o inventário podem ser analisados por meio da relação entre as variáveis selecionadas para o inventário, entre eles: DAP, altura, área de copa, estado fitossanitário e necessidades de tratamento.

3.2.4 Variáveis para o inventário da arborização de ruas

Foram utilizadas duas categorias para alocação das variáveis, sendo elas: localização e características das árvores e características do meio físico, indicadas por Biondi e Althaus (2005). Para Silva, Paiva e Gonçalves (2007), esses parâmetros são de fundamental importância para o inventário e o cadastramento da arborização, pois, sem localização não se pode checar qualquer dano, tampouco efetuar as necessidades de manejo das árvores ou inventário contínuo.

A coleta de variáveis foi baseada na planilha elaborada por Milano (1984) (FIGURA 10).

Inventário de Árvores de Rua de Boa Vista-RR																		
Rua:		Bairro:						Tipo de Calçada:										
Lado:										hra:								
Características das Árvores													Características do Ambiente					
Ft	GPS	Sp	hr	hp	ø	øCp				Hbif	R	CoFi	NT	(*)	Posição		AC	Obs
						R1	R2	R3	R4						m	c		

FIGURA 10 – PLANILHA ELABORADA PARA COLETA DE DADOS
 FONTE: Adaptado de Milano (1984) e Bobrowski (2011a)

Na planilha constavam campos para preenchimento de 16 variáveis diferentes, assim especificadas:

- a) Ft – foto da árvore;
- b) GPS – número fornecido pelo receptor GPS, correspondendo a localização da árvore;
- c) Sp – nome popular da espécie;
- b) hr – altura total (m);
- c) hp – altura potencial (altura da copa);
- d) Ø – Circunferência à Altura do Peito (CAP) (m);
- e) ØCp – diâmetro de copa (m): R1 – raio para direita, R2 – raio para esquerda, R3 – raio para rua, R4 – raio para construção;
- f) Hbif – altura de bifurcação (m);
- g) Hra – relativa à altura mais baixa dos cabos aéreos (energia/telefonía);
- h) R – condições do sistema radicular: 1 - raiz superficial, causando danos à calçada; 2 - raiz pouco superficial, causando pequenos danos; 3 - raiz de profundidade, sem danos à calçada;
- i) CoFi – condição fitossanitária: 1 – desenvolvimento normal (nenhum sintoma aparente); 2 – sinais de declínio (ponteiros secas, copa parcialmente desvitalizada); 3 – árvore morta;
- j) NT – necessidades de tratamento: 1 – poda; 2 – remoção da árvore;
- k) (*) - observações de caráter complementar: 1 – árvore deformada por poda (alteração da característica típica da copa da espécie), 2 – árvore com problema de tortuosidade, 3 – árvore com severos danos físicos no tronco, 4 – erva-de-passarinho;
- l) Posição: m – distância da árvore ao meio fio (m), c – distância da árvore ao muro ou construção (m);
- m) AC – área do canteiro (m);
- n) Outras observações eventuais.

A partir da frequência obtida no cadastro e espacialização de árvores, foram calculados os percentuais de espécies nativas do Brasil e exóticas, sendo essas últimas, correspondente à parcela de espécies presentes no local que não são originárias do país (TEIXEIRA, 1999; DANTAS; SOUZA, 2004; COELBA, 2002; CORRÊA, 2006; ALMEIDA; RONDON NETO, 2010).

Em relação às características das árvores foram medidas com trena de 20 m a área de copa, a partir dos diâmetros e o Diâmetro à Altura do Peito (DAP). Com o hipsômetro Vertex IV ®Haglof foram medidos: comprimento e altura de copa, altura da primeira bifurcação e altura da árvore.

Sequencialmente, foi avaliada a condição do sistema radicular que foram categorizadas em três tipos de raízes, sendo elas: 1, 2 e 3 correspondente a raiz superficial na calçada, superficial no canteiro e subterrânea.

Os aspectos fitossanitários foram anotados, constatando visualmente a presença de insetos e plantas hospedeiras (hemiparasitas).

Foram também anotadas condições de tortuosidade (positiva ou negativa, acima ou abaixo de 1,8 m) (BIONDI; ALTHAUS, 2005). A tortuosidade, além de ser um fator de má condução da muda no ambiente urbano, pode interferir diretamente na mobilidade urbana, dificultando o trânsito de pedestres nas calçadas (LIMA NETO et al., 2010).

Foram observadas as necessidades de tratamento como poda e remoção da árvore. A análise do estado geral do fuste e copa das árvores foi realizada considerando como ótimo, bom, ruim e regular, de acordo com o proposto por Silva et al. (2007).

Além disso, foram observadas as deformações provocadas por poda excessiva que descaracterizavam a forma típica da copa e ataques de pragas e/ou doenças no fuste e copa.

Quanto às características do meio físico, foram mensuradas com trenas de 50 e 20 m as variáveis: largura de ruas, calçadas, passeios, áreas de canteiro destinadas às árvores, as distâncias da árvore ao meio-fio e da construção, a posição das árvores em relação à rede de distribuição de energia/telefonia. Essas medições são importantes para seleção e compatibilização das espécies, evitando conflitos e proporcionando melhor planejamento da arborização na cidade (MILANO, 1984; BIONDI; ALTHAUS, 2005; SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007; BOBROWSKI, 2011a).

Os resultados obtidos foram anotados e processados em planilha eletrônica da Microsof Office Excel ®, com elaboração de tabelas dinâmicas.

3.2.5 Cálculo de índices espaciais da arborização de ruas

Foram utilizados: Índice de Cobertura Arbórea (ICA), Índice de Densidade Arbórea (IDA), Índice de Árvores por Quilômetro de Calçada Arborizada (IAQC) e o Índice de Plena Ocupação (IPO).

Lima Neto e Melo e Souza (2009) afirmaram que o Índice de Cobertura Arbórea (ICA) tem a função de fornecer o percentual de cobertura da arborização nas ruas, dado pela equação:

$$ICA = \left[\frac{\sum_{i=1}^n AC}{\sum_{i=1}^n AR} \right] \times 100$$

Em que:

ICA = Índice de Cobertura Arbórea;

n = número de ruas da amostra;

AC = área de copa das árvores (m²);

AR = área da calçada (m²).

O Índice de Densidade Arbórea (IDA) confere a existência dos indivíduos arbóreos para cada 100 m² de área da calçada, definido conforme equação:

$$IDA = \left[\frac{N_a}{\sum_{i=0}^n AR} \right] \times 100$$

Em que:

IDA = Índice de Densidade Arbórea;

n = número de ruas da amostra;

N_a = número de árvores na amostra;

AR = área da calçada (m²).

Foi calculado também o Índice de Árvores por Quilômetro de Calçada Arborizada (IAQC). Na pesquisa realizada por Milano (1984), esse índice foi a principal variável utilizada para definir o número de amostras, de modo a homogeneizar as diferentes densidades por rua das regiões na cidade. Esse índice é definido pela equação:

$$IAQC = \frac{NArv}{T_{Km CA}}$$

Em que:

IAQC = Índice de Árvores por Quilômetro de Calçada Arborizada;

NArv = número de árvores na amostra;

$T_{Km CA}$ = total de quilômetros de calçadas arborizadas na amostra.

Segundo Silva, Paiva e Gonçalves (2007), o Índice de Plena Ocupação (IPO) fornece o percentual de ocupação de árvores em uma área. Adotou-se como parâmetro para plena ocupação da calçada a área de copa total da zona, uma vez que a calçada pode ser ocupada completamente pela área de copa que as árvores apresentam. O IPO (%) é definido pela equação:

$$IPO = \left(\frac{AC_{tot}}{A_{calç}} \right) \times 100$$

Em que:

IPO = Índice de Plena Ocupação;

AC_{tot} = área de copa das árvores na zona da cidade (m²);

$A_{calç}$ = área de calçadas arborizadas na zona da cidade (m²).

A partir daí, estimou-se qual o déficit de árvores para saber quantas árvores caberiam na zona se as ruas com calçadas arborizadas fossem plenamente ocupadas, utilizando a equação:

$$DÉFICIT = \left(\frac{NArv * A_{calç}}{AC_{tot}} \right) - NArv$$

Em que:

NA = número de árvores que a zona da cidade comporta;

NArv = número total de árvores em cada zona da cidade;

AC_{tot} = área de copa das árvores na zona da cidade (m²);

$A_{calç}$ = área de calçadas arborizadas na zona da cidade (m²).

3.2.6 Cálculo dos índices de diversidade da arborização de ruas

Para análise da diversidade da arborização de ruas nas zonas administrativas da cidade de Boa Vista foram utilizados os índices de Diversidade de Shannon-Weaver (H'), Diversidade Máxima ($H_{\text{máx}}$), Diversidade Ecológica de Simpson (C), Equabilidade de Pielou (E), Coeficiente de mistura de Jentsch (QM) e Riqueza de Odum ($d1$).

O índice de diversidade é uma medida de “dispersão qualitativa” de uma população de indivíduos pertencentes a várias categorias qualitativamente diferentes (PIELOU, 1977).

Os índices de riqueza e diversidade são indicadores da diversidade de espécies e podem ser usados como ferramenta do manejo e do plano diretor da arborização urbana (SILVA FILHO; BORTOLETO, 2005). Entre os índices de diversidade, o Índice de Shannon-Weaver é o mais útil para as ações de manejo da arborização de ruas (MENEGHETTI, 2003).

3.2.6.1 Shannon-Weaver (H')

O índice de Shannon-Weaver (H') é determinado com o emprego da expressão:

$$H' = \frac{\left[DT \ln(DT) - \sum_{i=1}^s DA_i \ln(DA_i) \right]}{DT}$$

Em que:

H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver;

DT = densidade total;

DA_i = densidade absoluta da i -ésima espécie.

\ln = logaritmo neperiano.

Esse índice é um dos mais aplicados em trabalho de arborização (MENEGUETTI, 2003; BORTOLETO, 2004, BOBROWSKI, 2011a), quanto maior o valor do índice mais alta é a diversidade.

3.2.6.2 Diversidade Ecológica de Simpson (C)

O índice de Diversidade Ecológica de Simpson (C) é calculado com o emprego da expressão:

$$C = \frac{\left[\sum_{i=1}^s DA_i(DA_i - 1) \right]}{[DT(DT - 1)]}$$

Em que:

C = Índice de Dominância de Simpson;

DT = densidade total;

DA_i = densidade absoluta da i-ésima espécie.

O valor de C situa-se entre 0 e 1, e para valores próximos de 1 a diversidade é considerada menor.

3.2.6.3 Índice de Equabilidade de Pielou (E) e Diversidade Máxima (H' máx)

O Índice de Equabilidade de Pielou (E) foi calculado com o emprego das seguintes expressões:

$$E = \frac{H'}{H'_{máx}}$$

$$H'_{máx} = \ln(s)$$

Em que:

E = Índice de Equabilidade de Pielou;

H' = índice de Diversidade de Shannon-Weaver;

H'máx = Índice de Diversidade Máxima;

s = número total de espécies amostradas;

ln = logaritmo neperiano.

Para a análise da equabilidade foi utilizado o índice de Pielou, o qual se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, com valores variando entre 0 e 1, para um mínimo e máximo de uniformidade, respectivamente

(MOÇO et al., 2005; RODE et al., 2009). Este índice mede a proporção da diversidade observada em relação à máxima diversidade esperada (KANIESKI; ARAUJO; LONGHI, 2010).

3.2.6.4 Coeficiente de Mistura de Jenstch (QM)

Este índice dá uma ideia geral da composição florística, pois indica, em média, o número de árvores de cada espécie que pode ser encontrada no povoamento, revelando a intensidade de mistura (SOUZA; SOARES, 2013).

$$QM = \frac{S}{N}$$

Em que:

QM = Coeficiente de Mistura;

S = número total de espécies amostradas;

N = número total de indivíduos.

3.2.6.5 Índice de Odum (d1)

Para a análise da riqueza de espécies foi utilizado o índice de Odum, em virtude da aplicabilidade dos mesmos para o planejamento e manejo da arborização de ruas (MENEGETTI, 2003; SILVA FILHO; BORTOLETO, 2005). Esse índice é utilizado para medir a intensidade de mistura de espécies, pois é uma variação do quociente de mistura de Jentsch.

Quanto maior o valor do índice maior a diversidade (SCHAAF, et al., 2006; RODE et al., 2009). A fórmula que descreve este índice é assim representada (RODE et al., 2009):

$$d1 = \frac{s}{\ln(N)}$$

Em que:

d1 = Índice de Odum;

s = número total de espécies;

N = número total de indivíduos avaliados;

ln = logaritmo neperiano.

3.2.7 Determinação dos parâmetros fitossociológicos da arborização de ruas

Os parâmetros fitossociológicos aplicados à arborização foram analisados por meio da estrutura horizontal e vertical das árvores de ruas de Boa Vista.

3.2.7.1 Estrutura horizontal da arborização de ruas

A estrutura horizontal da arborização urbana dispõe da distribuição e dominância das espécies nas calçadas. Foi utilizada como principais variáveis o Comprimento de Copa (CC) e a Largura da Calçada (LC). Foram comparados os valores mínimos, médios e máximos do comprimento de copa e das larguras de calçada. A diferença entre essas variáveis demonstra quanto a copa ocupa da calçada, de forma horizontal.

A relação entre essas variáveis está intimamente ligada à cobertura, podendo esclarecer sobre o sombreamento arbóreo efetivo em áreas de calçada e, conseqüentemente a falta de arborização em zonas da cidade.

3.2.7.2 Estrutura vertical da arborização de ruas

A estrutura vertical é avaliada a partir da divisão de estratos arbóreos da floresta urbana. Foram determinados 3 estratos conforme sugerido por (LAMPRECHT, 1990), sendo eles: estrato inferior composto por árvores menores que 7 m, estrato médio composto por árvores entre 7 m e menores que 14 m; e estrato superior composto por árvores iguais e maiores que 14 m.

Sendo assim, foi realizada a comparação das espécies e seu porte, considerando a altura geral das árvores (COELBA, 2002; SILVA et al., 2002; MENESES et al., 2003; LOBODA et al., 2005; VELASKI; CARVALHO; NUCCI, 2008).

Para a análise da estrutura vertical da floresta urbana foi realizada a correlação entre a altura e a presença e ausência de rede de distribuição de energia/telefonía nas calçadas. Tendo em vista que a rede de distribuição de energia constitui uma barreira física que alterará o desenvolvimento vertical da árvore,

devido à necessidade de podas para manter distâncias mínimas de segurança de cabos energizados.

Portanto, foi estabelecido o perfil das espécies que apresentam maiores problemas devido ao conflito com as redes aéreas. Essa análise permite gerenciar com maior eficácia a arborização em cada zona da cidade.

3.2.8 Análise de agrupamento dos índices de diversidade e variáveis de acessibilidade da arborização de ruas

Para a Análise de Agrupamento (AA), os dados foram analisados estatisticamente e processados na extensão (suplemento) “Action” do programa Microsoft Office Excel ©.

Foi utilizada a análise multivariada através da Análise de Agrupamentos (AA) para os índices fitossociológicos, sendo: Shannon-Weaver (H'), Diversidade Ecológica de Simpson (C), Índice de Equabilidade de Pielou (E), Diversidade Máxima ($H'máx$), Coeficiente de Mistura de Jenstch (QM), Índice de Odum ($d1$). Os índices fitossociológicos são adimensionais, como qualquer índice calculado. Portanto, está de acordo com Regazzi (2001) que afirma ser necessário verificar se os dados a serem analisados encontram-se com a mesma unidade de medida.

Também foi realizada a análise de agrupamento levando em consideração as variáveis de acessibilidade, são elas: condição do sistema radicular, altura da bifurcação, tortuosidade, distância da árvore ao meio fio e distância da árvore a construção. Essas variáveis foram utilizadas em percentual de frequência em cada zona da cidade.

A análise de agrupamento permitiu estabelecer uma linha de corte. Foram testadas linhas de corte de dois a cinco, para formação de grupos similares. Baseado em Vicini e Souza (2005), as linhas de corte ficam a critério de quem aplica o teste e conhece a realidade do estudo, não se tem estabelecida a melhor linha de corte. Portanto, quaisquer linhas de corte testadas não alteraram a ordem de similaridade entre os grupos, apenas fizeram com que houvesse a subdivisão de maior número de grupos no dendrograma. A formação de dois grupos distintos foi considerada a linha de corte para as análises de agrupamentos realizadas.

O processamento da análise de agrupamento gerou um dendrograma. Este dendrograma representou uma síntese gráfica do trabalho desenvolvido, e grande utilidade para a classificação, comparação e discussão de agrupamentos.

Com a análise de agrupamento por meio do dendrograma foram agrupadas as zonas da cidade com maior similaridade, tanto em relação aos índices fitossociológicos quanto às variáveis de acessibilidade. Essa interpretação agrupa as zonas da cidade que apresentam maiores necessidades de atenção, no que se refere à manutenção.

3.2.9 Cálculo dos índices morfométricos na arborização de ruas

Para análise dos índices morfométricos, as variáveis analisadas foram: Comprimento da Copa (CC), Diâmetro da Copa (DC), Altura Total (HT), Altura Potencial (HP), Diâmetro à Altura do Peito (DAP), Proporção da Copa (PC), Grau de Esbeltez (GE), Índice de Saliência (IS), Índice de Abrangência (IA) e Formas de Copa ou Forma de Copa (FC), Área de Copa (AC) e HT/HP (Razão Altura Total/ Altura da Copa), conforme Roman, Bressan e Durlo (2009) e Bobrowski, Lima Neto e Biondi (2013) (FIGURA 11).

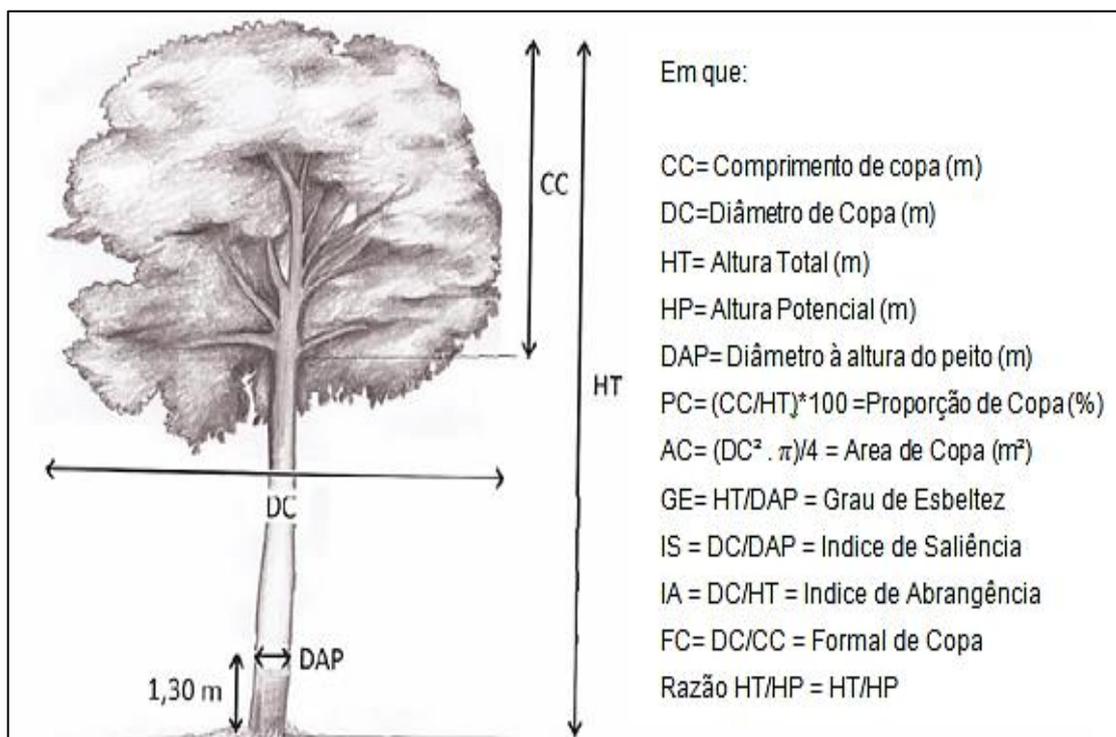


FIGURA 11 – MODELO DE UMA ÁRVORE E SUAS RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS
 FONTE: Condé et al. (2013)

3.2.9.1 Comprimento de Copa (CC)

Segundo Roman, Bressan e Durlo (2009), a variável comprimento da copa (CC) é obtida mediante a seguinte expressão:

$$CC = HT - HP$$

Em que:

CC = Comprimento da Copa, em metros;

HT = Altura da árvore, em metros;

HP = Altura até a inserção da copa ou altura comercial, em metros.

3.2.9.2 Diâmetro de Copa (DC)

Adaptando-se o método descrito por Roman, Bressan e Durlo (2009), a variável diâmetro de copa (DC) foi calculada através da medição de quatro raios, em direções fixas, com o auxílio de uma trena e uma bússola, mediante a seguinte expressão:

$$DC = [(R1 + R2) + (R2 + R4)]/2$$

Em que:

DC= diâmetro de copa obtido a partir da média de dois diâmetros em direções perpendiculares do centro da árvore até suas extremidades, em metros;

R1 = raio de copa a partir do centro da árvore mensurada para direita, em metros;

R2 = raio de copa a partir do centro da árvore mensurada para a rua, em metros;

R3 = raio de copa a partir do centro da árvore para a esquerda, em metros;

R4 = raio de copa a partir do centro da árvore para a construção, em metros.

3.2.9.3 Proporção de Copa (PC)

A proporção da copa ou porcentagem de copa foi calculada mediante a seguinte expressão (BURGER, 1939):

$$PC = \left(\frac{CC}{HT} \right) \cdot 100$$

Em que:

PC = Proporção de Copa, em porcentagem;

CC = Comprimento da Copa, em metros, onde $CC = HT - HC$;

HT = altura total da árvore, em metros.

HC = altura de inserção de copa ou altura comercial, em metros;

3.2.9.4 Grau de Esbeltez (GE)

O grau de esbeltez foi calculado mediante a seguinte expressão (BURGER, 1939):

$$GE = \left(\frac{HT}{DAP} \right)$$

Em que:

GE = Grau de Esbeltez;

HT = altura total da árvore, em metros;

DAP = Diâmetro à Altura do Peito, em metros.

3.2.9.5 Índice de saliência (IS)

O índice de saliência foi calculado mediante a seguinte expressão (BURGER, 1939):

$$IS = \left(\frac{DC}{DAP} \right)$$

Em que:

IS = Índice de Saliência;

DC = diâmetro de copa obtido a partir da média de dois raios em direções perpendiculares do centro da árvore até suas extremidades, em metros;

DAP = Diâmetro à Altura do Peito, em metros.

3.2.9.6 Índice de abrangência (IA)

O índice de abrangência foi calculado mediante a seguinte expressão (BURGER, 1939):

$$IA = \left(\frac{DC}{HT} \right)$$

Em que:

IA = Índice de Abrangência;

DC = diâmetro de copa obtido a partir da média de dois raios em direções perpendiculares do centro da árvore até suas extremidades, em metros;

HT = altura total da árvore, em metros;

3.2.9.7 Formal de Copa ou Forma de Copa (FC)

O formal de copa ou forma de copa foi calculado mediante a seguinte expressão (BURGER, 1939):

$$FC = \left(\frac{DC}{CC} \right)$$

Em que:

FC = Formal de Copa ou Forma de Copa;

DC = diâmetro de copa obtido a partir da média de dois raios em direções perpendiculares do centro da árvore até suas extremidades, em metros;

CC = Comprimento da Copa, em metros, onde $CC = HT - HC$;

HT = altura total da árvore, em metros.

HC = altura de inserção de copa ou altura comercial, em metros;

3.2.9.8 Área de Copa (AC)

A área de copa foi calculada mediante a seguinte expressão (ROMAN; BRESSAN; DURLO, 2009):

$$AC = \left(\frac{DC^2 \cdot \pi}{4} \right)$$

Em que:

AC = área de copa, em metros quadrados (m²);

DC = diâmetro de copa obtido a partir da média de dois raios em direções perpendiculares do centro da árvore até suas extremidades, em metros;

$\pi = \text{Pi} = 3,14\dots$

3.2.9.9 Razão HR/HP

A razão HR/HP foi obtida a partir do quociente da Altura Real ou Total (HR) e a altura de bifurcação (HP) (BOBROWSKI; LIMA NETO; BIONDI, 2013).

$$\text{RAZÃO } HT/HP = \frac{HT}{HP}$$

Em que:

HT = altura total da árvore, em metros;

HP = altura da árvore até a inserção da copa, em metros.

3.2.9.10 Análise estatística dos índices morfométricos

Nas espécies que apresentavam maior frequência de indivíduos, os índices foram submetidos à análise estatística com delineamento inteiramente casualizado. A fim de obter maior quantidade de observações (repetições), foi estabelecido como critério de seleção, que seriam calculados os índices morfométricos para as espécies inventariadas que apresentavam no mínimo 20 indivíduos sob redes aéreas e 20 indivíduos sem a presença destas redes.

Portanto, considerou-se o tratamento (1) as árvores em calçada sob redes de distribuição de energia e o tratamento (2) as árvores em calçada sem interferência.

Os tratamentos adotados levam em consideração a restrição de porte no uso de espécies que se desenvolvem sob redes aéreas. Sabe-se que na arborização urbana é importante que haja compatibilidade das espécies às condições urbanas e,

muitas vezes, as podas descaracterizam e/ou mutilam as árvores para diminuir os conflitos com a rede aérea.

A análise estatística dos índices morfométricos foi feita no programa Assistat 7.6 beta, por meio do teste “t” para comparação das médias dos dois tratamentos (1) e (2), ao nível de 99% de confiança, revelando se haverá diferença significativa entre os tratamentos adotados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INVENTÁRIO QUANTITATIVO DO MEIO FÍSICO E DA ARBORIZAÇÃO DE BOA VISTA

4.1.1 Urbanização da cidade de Boa Vista

Foram percorridos 55 bairros do município de Boa Vista, sendo que 15 foram descartados por não atenderem os requisitos mínimos de urbanização (QUADRO 1). De acordo com o artigo 32 da Lei Municipal nº 244/91, considera-se como nível mínimo de urbanização, a disponibilidade, em cada bairro, dos seguintes equipamentos e serviços:

I - arruamentos com pavimentação primária; II - passeio para pedestres com calçamento mínimo; III - rede d' água para 100% (cem por cento) da população; IV - rede de energia para 100% (cem por cento) da população e de iluminação pública em todas as vias; V - drenagem primária nas vias; VI - rede de saneamento com lagoa de estabilização e tratamento para 100% (cem por cento) da população; [...] (BOA VISTA, 1991).

QUADRO 1– BAIRROS DA CIDADE DE BOA VISTA – RR

Nome do bairro	Desc.*	Nome do bairro	Desc.*	Nome do bairro	Desc.*
Aeroporto		Distrito Industrial	X	Paraviana	
Alvorada	X	Dos Estados		Pintolândia	
Aparecida		Dr. Silvio Botelho	X	Piscicultura	
Asa Branca		Dr. Silvio Leite		Pricumã	
Bela Vista	X	Equatorial	X	Prof. Araceli Souto Maior	X
Buritis		Jardim Caranã		Raiar do Sol	
Caçari		Jardim Floresta		Santa Luzia	
Caimbé		Jardim Primavera		Santa Tereza	
Calungá		Jardim Tropical		São Bento	X
Cambará		Jóquei Clube		São Francisco	
Canarinho		Laura Moreira	X	São Pedro	
Caranã		Liberdade		São Vicente	
Cauamé		Marechal Rondon	X	Senador Hélio Campos	
Centenário		Mecejana		Tancredo Neves	
Centro		Murilo Teixeira	X	Td. Pérola	X
Cidade Satélite	X	Nova Canaã		Treze de Setembro	
Cinco de Outubro	X	Nova Cidade		Trinta e um de Março	
Cinturão Verde		Olímpico		União	
Conj. Cidadão	X	Operário	X	Paraviana	

NOTA: *Desc.: bairros descartados por não apresentarem requisitos mínimos de urbanização.

FONTE: O autor (2014)

Vale ressaltar que alguns bairros incluídos na pesquisa ainda estavam em processo de urbanização durante o período de cadastro das árvores nas calçadas, entre eles: Equatorial, Cidade Satélite e Alvorada, conforme Figura 12. No entanto, observou-se que outros bairros não apresentavam urbanização completa, ou seja, não apresentaram estruturas de calçamento para pedestres e/ou pavimentação.



FIGURA 12 – BAIROS EM PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA
FONTE: O autor (2014)

A malha urbana da cidade de Boa Vista pode ser vista na Figura 13, conforme mostra o mapa de arruamento da cidade.



FIGURA 13 – REPRESENTAÇÃO DO ARRUAMENTO DO MUNICÍPIO DE BOA VISTA
 FONTE: SEPLAN-RR (2013) adaptado pelo autor (2014)

A partir da malha urbana foi obtido o mapeamento dos trechos de rua sem pavimentação, com pavimentação e sem árvores e com pavimentação e com árvores. Dessa forma, é possível direcionar ações de planejamento no tocante à urbanização da cidade. A partir do tratamento geográfico dos dados em ambiente SIG, podem ser realizadas diversas análises que subsidiam a gestão municipal para realização de obras de pavimentação, implantação de calçadas, árvores na cidade, entre outras. Genovez, Monteiro e Câmara (2007) constataram que a utilização integrada do SIG, do banco de dados geográficos e análise espacial mostrou significativa contribuição ao planejamento de políticas públicas mais adequadas e próximas à realidade das diferentes áreas de intervenção.

Na cidade observou-se que existem 23% de calçadas urbanizadas sem a presença de árvores. Cerca de 59% das calçadas da cidade estavam sem urbanização e apenas 18% das calçadas contavam com urbanização e árvore. Esta realidade é provisória, pois a cidade está em contínuo processo de urbanização, pela constatação das inúmeras obras de saneamento e pavimentação ao longo das vias públicas, observados durante os trabalhos de campo.

A Figura 14 expõe os percentuais de calçadas urbanizadas sem árvores, não urbanizadas e urbanizada com a presença de árvores, em cada zona da cidade.

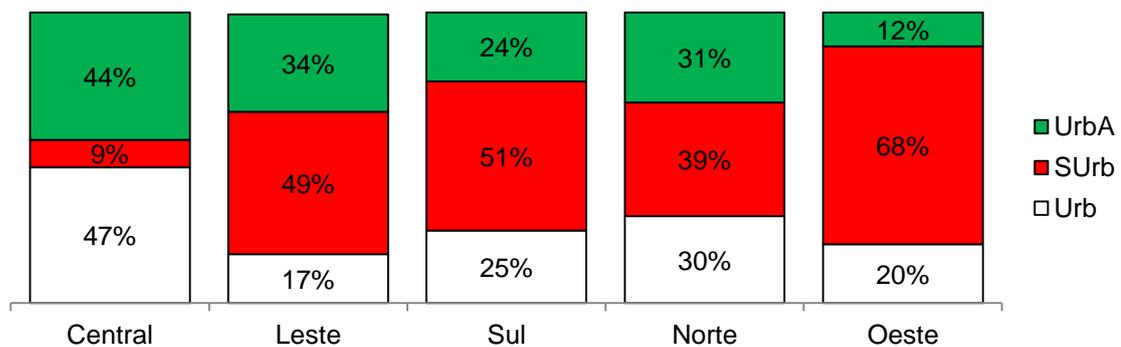


FIGURA 14 – PADRÃO DE URBANIZAÇÃO E ARBORIZAÇÃO DA CIDADE DE BOA VISTA

LEGENDA: **UrbA**: quilômetros de calçada arborizada; **SUrb**: quilômetros de calçada sem urbanização; **Urb**: quilômetros de calçada urbanizada sem arborização

FONTE: O autor (2014)

De acordo com a Figura 14, na Zona Oeste foi encontrado que 68% das calçadas encontram-se sem urbanização. As Zonas Sul e Leste da cidade apresentam respectivamente, 51 e 49% das ruas sem calçadas urbanizadas. A Zona Central apresentou o menor percentual de SUrb (9%), onde as calçadas não

urbanizadas, geralmente foram observadas à margem do Rio Branco e em ruas com menores atividades comerciais. A Zona Central apresentou esse resultado positivo por ser o ponto inicial da urbanização da cidade (mais antiga), bem como apresenta o maior processo de valorização do mobiliário urbano.

Quanto às áreas urbanizadas sem presença de árvores (Urb) pode-se destacar que a Zona Central apresentou melhor percentual, sendo 47% de calçadas com infraestrutura mínima de urbanização, seguidas pelas Zonas Norte (30%) e Sul (25%). O menor percentual de urbanização foi detectado na Zona Leste (17%). Entretanto, esta Zona apresentou 34% de calçadas urbanizadas e arborizadas (UrbA), ou seja, o segundo maior percentual observado entre zonas da cidade.

Na Zona Oeste apenas 12% de suas calçadas são arborizadas (UrbA). A Zona Central apresentou 44% de UrbA, sendo o maior percentual de calçadas urbanizadas e com árvores. As Zonas Leste e Norte apresentaram respectivos percentuais, 34% e 31% para áreas urbanizadas com árvores (UrbA). Esses valores podem ser fonte para nortear os órgãos responsáveis pela urbanização da cidade. Pode-se inferir que a arborização necessita ser planejada e, que antes de implantada deve ter uma efetiva urbanização.

Nota-se a distribuição espacial de todas as quadras planejadas (traçadas) pela gestão municipal e estadual. No entanto, essa distribuição não significa que todas as quadras estão urbanizadas, ou seja, não se apresentam na rua, a pista de rolamento pavimentada ou estrutura de calçadas contínuas e/ou padronizadas.

Para Pereira (2006), as calçadas são as áreas de domínio público que permitem a locomoção, propiciando a acessibilidade a diversos locais nas cidades. Sendo assim, CREA-PR (2008) afirma que a calçada deve possuir estrutura com superfície regular, firme, contínua e antiderrapante sob qualquer condição, além de ser contínua, sem qualquer emenda, reparo ou fissura. Dentre todas as quadras do município, na Figura 15 observam-se as quadras que não apresentam calçamento de ruas ou calçadas (SUrb).

Na Figura 16 encontram-se as ruas consideradas urbanizadas, mas que não detêm de árvores. Portanto, considera-se como regiões passíveis de planejamento imediato para a implantação da arborização. A Figura 17 pode-se observar as quadras de rua em que a calçada está urbanizada e com a presença de árvore.

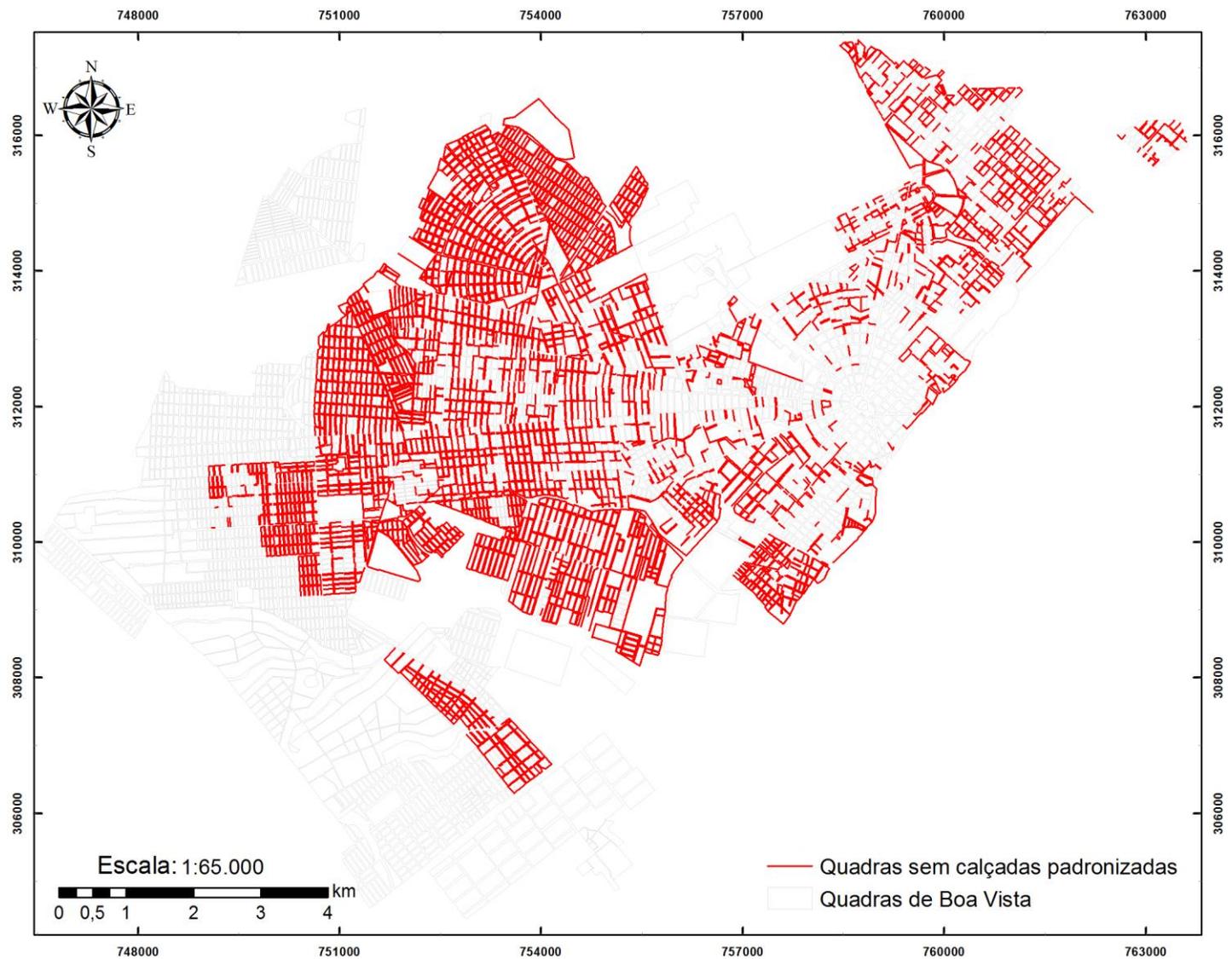


FIGURA 15 – QUADRAS SEM PADRONIZAÇÃO URBANÍSTICA NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)



FIGURA 16 – QUADRAS COM PADRONIZAÇÃO URBANÍSTICA E SEM ARBORIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

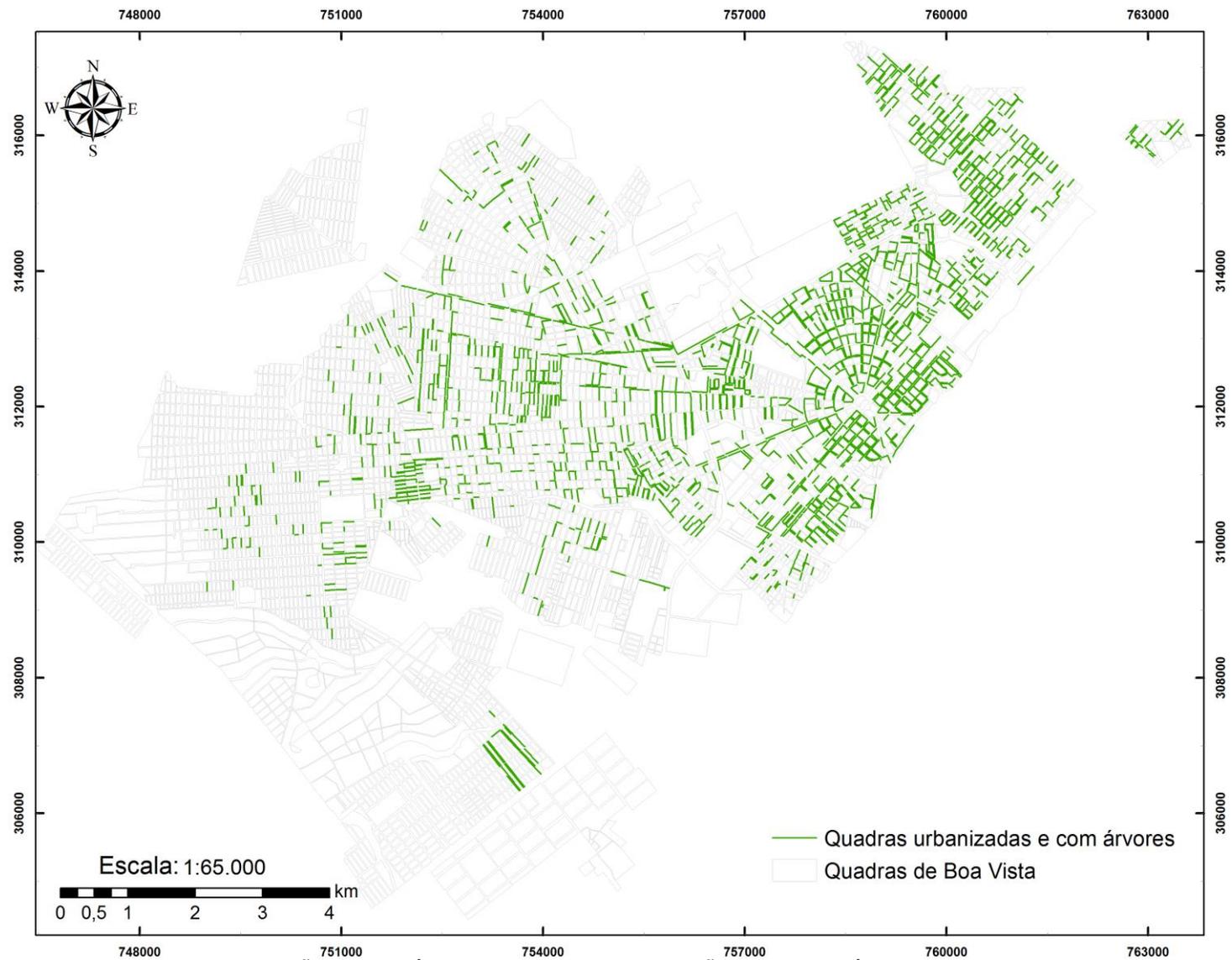


FIGURA 17 – QUADRAS COM PADRONIZAÇÃO URBANÍSTICA E COM ARBORIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

4.1.2 Calçadas e canteiros em ruas

O tamanho das calçadas varia de tamanho e largura em cada zona da cidade de Boa Vista e também variam quanto ao tipo de pavimentação. Para o tamanho das calçadas com arborização, constatou-se que variam de 1,30 a 12,30 m (TABELA 3).

Nas ruas, as calçadas são as áreas de domínio público que permitem a locomoção propiciando a acessibilidade a diversos locais nas cidades. Sob a égide da conservação da natureza em áreas urbanas e também como forma de ampliar a construção de espaços insalubres nas cidades, há necessidade de estudar as árvores de ruas e sua compatibilidade com as calçadas para possibilitar maior qualidade de vida e estender as oportunidades de acesso a todos os cidadãos (LIMA NETO et al., 2010).

TABELA 3 – LARGURA DAS CALÇADAS ARBORIZADAS NAS RUAS DE BOA VISTA

Zona	Largura das calçadas (m)		
	Mínima	Média	Máxima
Central	3,20	5,74	12,30
Leste	1,70	4,22	9,55
Norte	1,30	4,20	8,4
Oeste	1,30	4,12	10,8
Sul	1,80	4,46	10,9
Média geral da cidade	1,30	4,44	12,30

FONTE: O autor (2014)

Na Zona Central encontraram-se as maiores larguras de calçadas arborizadas (mínima, média e máxima). Esse valor é diferente da largura de calçadas em cidades históricas brasileiras, uma vez que as cidades e setores históricos apresentam larguras de calçadas menores devido ao processo de colonização. Portanto, pode-se admitir como largura ideal de calçadas aquelas que não limitam o fluxo de pedestres.

As larguras mínimas foram observadas nas Zonas Norte e Oeste de 1,30 m. Também na Zona Oeste, observou-se a menor média de largura de calçadas (4,12 m). As calçadas com arborização devem apresentar uma largura mínima de 2,00 m, para que sejam dotadas de faixa de serviço (0,80 m) e faixa livre (1,20 m), de acordo com as normativas de acessibilidade encontradas.

Existem programas no Brasil com o objetivo de melhorar a paisagem urbana e dar condições para o desenvolvimento da acessibilidade em calçadas, são eles: Projeto Calçada Cidadã (Vitória/ES), Calçada Cidadã: normas para construção, reforma e conservação de calçadas (Guarapari/ES), calçada para todos (Londrina/PR) e programa passeio livre (São Paulo/SP), entre outros (VITÓRIA, 2002; LONDRINA, 2004; SÃO PAULO, 2005; GUARAPARI, 2009). De acordo com a maioria desses manuais e programas de acessibilidade, a calçada deve possuir áreas de faixa livre, faixa de serviço e de acesso, onde se encontram os equipamentos urbanos necessários ao cidadão.

Dessa forma, Boa Vista não difere da realidade brasileira quanto à largura de calçadas. Com exceção da Zona Central, as demais zonas necessitam de reparos para que seja atendida largura mínima de calçada. Segundo Pereira (2006), as calçadas das vias públicas não foram dimensionadas para comportar arborização, uma vez que o traçado urbano sempre priorizou o incremento de áreas para veículos, em detrimento dos pedestres.

Outro motivo para tal constatação é o fato das construções de calçadas ficarem por determinação legal, a cargo do morador em Boa Vista. Muitas vezes, sem um processo de fiscalização por parte do poder público, agrava ainda mais a situação, fazendo com que não sejam respeitadas, por exemplo, as normas de dimensões corretas de acessibilidade ao pedestre, de abertura de canteiros para ajardinamento e de escolha de espécies (PEREIRA, 2006).

Os planos diretores e legislação das cidades determinam calçadas de diferentes estruturas, ou seja, a construção das calçadas no país não segue um padrão, porque depende da política, da história e da economia local. Isto caracteriza a inviabilidade de se adotar um padrão específico para as calçadas, mesmo sabendo que a acessibilidade seria priorizada com esta prática (LIMA NETO; BIONDI, 2011).

Os canteiros presentes nas calçadas propiciam o melhor desenvolvimento de árvores além de ampliarem a área permeável das cidades, possibilitando o equilíbrio ecológico.

Para Lima Neto e Biondi (2011), as áreas de canteiro também contribuem para o afloramento de raízes e se muito pequenas, as áreas de canteiro não permitem a suficiente infiltração da água. Quanto maior a área de canteiro e

melhores as propriedades físico-químicas do solo, melhor o desenvolvimento da espécie e a compatibilidade com a calçada.

As áreas de canteiro em Boa Vista variaram de zero à largura total da calçada. A área média dos canteiros foi de 1,57 m². Esse valor pode ser considerado positivo, pois de acordo com a Companhia Paranaense de Energia – COPEL (2009), o tamanho das áreas permeáveis na base das árvores (canteiros) deve ser proporcional ao seu porte. Em termos práticos é inviável ou mesmo impossível deixar um espaço muito grande sem pavimentação. Na maioria das vezes, o espaço livre de 1,0 m² é considerado ideal. Quando as recomendações de área do canteiro são respeitadas, as raízes não apresentam danos ao pavimento dos passeios, ou, quando apresentam, são pouco ou nada significativos. Isso, evidentemente, vai depender do porte da árvore, da compactação do solo e do tamanho da cova para o plantio (GREY; DENEKE, 1986; DWYER; NOWAK; WATSON, 2002). Salienta-se que a condição de solo compactada também poderia afetar o desenvolvimento das árvores, pois de acordo com Gilman (2006), a existência de barreiras químicas ou físicas no solo pode afetar o crescimento das raízes das árvores, em profundidade e lateralmente.

Constatou-se que 7% das árvores analisadas estão sob canteiros livres de estrutura de calçadas, apenas com meio fio e construções delimitando as áreas de canteiros (FIGURA 18-A). Em cerca de 9% das árvores inventariadas detectou-se a ausência de canteiro (FIGURA 18-B).



FIGURA 18 – CANTEIROS EM CALÇADAS DE BOA VISTA (A): CANTEIROS EM CALÇADAS SEM CONDIÇÕES PARA O ACESSO; (B): AUSÊNCIA DE CANTEIRO
FONTE: O autor (2014)

4.1.3 Espacialização das árvores de ruas

Na Figura 19, observa-se a distribuição espacial e quantitativa das árvores presentes nas calçadas da área estudada. De acordo com Silva e Oliveira Filho (2010), a partir das informações disponíveis no banco de dados pode-se realizar várias consultas baseadas nos atributos (dados alfanuméricos), por meio de expressões lógicas e também por agrupamento.

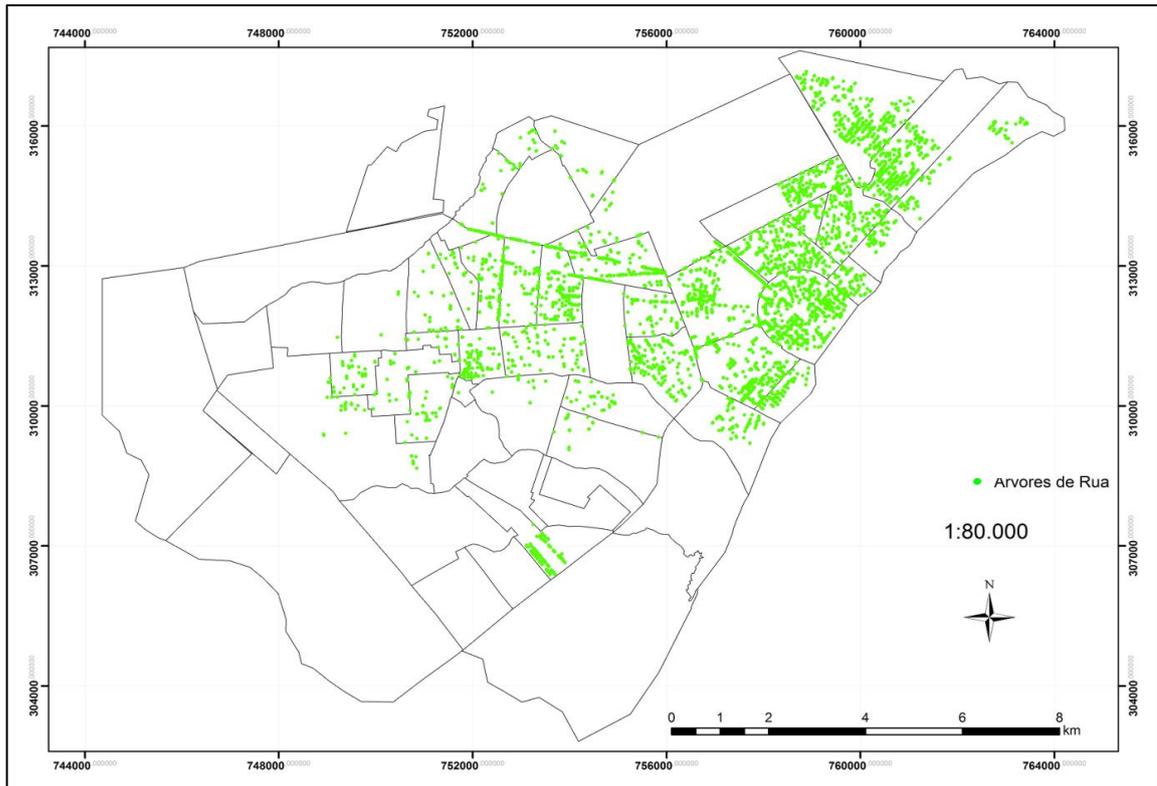


FIGURA 19 – ESPACIALIZAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

O SIG também pode ser considerado um sistema de apoio à tomada de decisão para o planejamento. Nesse sentido, Kirnbauer et al. (2009) afirmam que, nas pesquisas sobre florestas urbanas, o sistema de apoio à decisão deve ser intuitivo, fácil de usar e fornecer aos usuários ferramentas para a melhoria da micro gestão da floresta urbana. Além disso, permite ver a floresta urbana como uma infraestrutura municipal, para elaboração e implementação de planos de gestão com o mesmo rigor e atenção ao detalhe que é respeitado na concepção e implementação de outros serviços.

A arborização de ruas está concentrada nas regiões central e adjacentes, Leste e Sul (FIGURA 19). À medida que se afasta do centro no sentido Zona Oeste, a densidade de árvores vai diminuindo, ou seja, os bairros periféricos estão menos arborizados.

A distribuição das espécies também pode ser visualizada por meio de mapa, conforme ilustrado no Apêndice 1. Isto mostra que a partir do cadastro espacial com a utilização do SIG é possível efetivar-se a gestão da arborização no município, por meio de informações que são armazenadas junto a essas espécies, pode-se monitorar e realizar o adequado manejo. De acordo com Oliveira Filho e Silva

(2010), outra ferramenta utilizada é a consulta por agrupamento. Dentro dessa função existem vários modos de agrupamento, entre eles, separar em grupos as árvores com características bem definidas. O sistema determina automaticamente diferentes cores para cada grupo ou classe, definindo as árvores com valores em comum dentro de um mesmo atributo.

Os autores afirmam ainda que informações obtidas por meio de inventários, integrados a dados espaciais pelo SIG, permitem uma melhor programação das atividades relacionadas no manejo da arborização, tais como: programação de podas, controle de pragas, reposição de árvores e cuidados com os equipamentos presentes nas calçadas.

4.1.4 Índices espaciais da arborização de ruas

A Tabela 4 apresenta o resultado da análise espacial, demonstrando os valores para cada zona da cidade de Boa Vista.

TABELA 4 – ÍNDICES ESPACIAIS DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

Zonas	Central	Leste	Sul	Norte	Oeste	Cidade
Índices						
UrbA (km)	31,80	35,28	25,50	81,00	127,07	300,6
NArv	896	836	673	1.742	2.760	6.907
ACtot (m ²)	91.390,59	39.273,57	53.084,23	89.754,86	152.291,31	42.5794,56
Acalç (m ²)	182.397,00	148.919,89	113.826,90	340.174,91	523.026,81	1.308.345,51
IAQC	28,18	23,70	26,39	21,51	21,72	24,30
ICAcac	0,50	0,26	0,47	0,26	0,29	0,36
IDA	0,49	0,56	0,59	0,51	0,53	0,54
IPO (%)	50%	26%	47%	26%	29%	31%
Déficit	892	2.334	770	4.860	6.719	15.575

LEGENDA: **UrbA**: quilômetros de calçada arborizada; **NArv**: número de árvores; **ACtot**: área de copa total; **Acalç**: área total de calçada arborizadas; **IAQC**: índice de árvores por quilômetro de calçada arborizada; **ICAcac**: índice de cobertura arbórea das calçadas arborizadas; **IDA**: índice de densidade arbórea; **IPO**: índice de plena ocupação, considerando as calçadas arborizadas; **Déficit**: número de árvores que as calçadas arborizadas precisam para serem plenamente ocupadas

FONTE: O autor (2014)

Quanto ao Índice de Árvores por Quilômetro de Calçada (IAQC), pode-se notar que a Zona Central apresentou o maior índice, representado por aproximadamente 28 árvores a cada quilômetro de calçada arborizada. Os menores IAQC foram encontrados nas Zonas Norte e Oeste (aproximadamente 22 árvores).

Observa-se que o índice de árvores por quilômetro de calçada (IAQC) em Boa Vista é próximo à média de outras cidades brasileiras. Paiva et al. (2010) consideram como referencial ideal o índice de 100 árvores por quilômetro de calçada, ou seja, uma árvore na frente de cada residência, estimando-se a testada média de terrenos urbanos no Brasil como sendo de 10 m.

Na cidade de Rio Branco-AC, este autor encontrou 4,57 árvores por quilômetro de calçada, ou seja, de cada 100 residências, menos de 5 residências tem uma árvore em sua calçada (PAIVA et al. 2010). Em Águas de São Pedro – SP, Bortoleto (2004) observou 130 indivíduos por quilômetro de calçada.

Em Manaus – AM, observou-se 20 árvores por quilômetro de calçada (COSTA; HIGUCHI, 1999). Em Campos de Jordão – SP, Andrade (2002) constatou 17 árvores por quilômetro de calçada. Já em Assis – SP, Rossato, Toniato e Durigan (2008) encontraram 37,87 árvores por quilômetro de calçada.

Para o índice de cobertura arbórea das calçadas arborizadas (ICAlcalç), a Zona Central apresentou o melhor resultado, evidenciando que 50% de suas calçadas arborizadas apresentam cobertura arbórea. Este índice revela um aspecto positivo, pois Simões et al. (2002) consideram satisfatório que as áreas predominantemente comerciais detenham no mínimo 30% de cobertura arbórea.

As Zonas Norte (26%), Leste (26%) e Oeste (29%) apresentaram percentuais inferiores, ao proposto por Simões et al. (2002), em que o mínimo para zonas predominantemente residenciais é de 50% de cobertura arbórea. Portanto, indica implicações à efetivação dos benefícios da arborização de rua.

Os valores apontados nesta pesquisa são para cobertura da calçada e não a cobertura total de cada região, pois assim envolveria os percentuais de áreas verdes públicas e privadas de cada zona da cidade. Entretanto, os resultados corroboram a necessidade de atividades como plantio de árvores a fim de atender o percentual proposto pela literatura.

Quanto ao Índice de Densidade Arbórea (IDA), a Zona Sul revelou a maior quantidade de árvores a cada 100 m². A Zona Central apresentou o menor índice (0,49) de árvores a cada 100 m². A quantidade de árvores pode ser utilizada para planejar plantios nas ruas com déficit desse índice, no entanto, os objetivos da arborização e a compatibilização com a estrutura urbana devem ser priorizados.

Sendo assim, quando se desejar formar túneis de árvores na rua, recomenda-se que o espaçamento seja menor que a projeção da copa. Caso se

deseje uma rua mais clara e menos fechada com árvores, deve-se adotar espaçamento maior que a projeção da copa (BIONDI; ALTHAUS, 2005). Este fato atenta para o tipo de densidade arbórea que a rua deverá apresentar no planejamento.

Nem sempre os objetivos da arborização para cada rua são os mesmos. Deve-se levar em consideração a estrutura urbana e equipamentos presentes, tais como: rede aérea, postes de iluminação, redes de esgoto, placas de sinalização, entre outros. Os equipamentos limitam o espaço físico disponível para os portes de árvores em ruas com urbanização consolidada, por outro lado algumas cidades priorizam a arborização de rua, adequando à largura das calçadas e a localização dos equipamentos urbanos.

O Índice de Densidade Arbórea (IDA) denuncia a situação da rua quando há carência ou abundância de arborização, tornando-se importante adotá-lo na concepção de projetos de arborização urbana (LIMA NETO; MELO E SOUZA, 2009).

O Índice de Plena Ocupação (IPO) indicou que além das árvores existentes nas calçadas da cidade (6.907), seriam necessárias mais 15.575 árvores para que as calçadas fossem plenamente ocupadas pelas copas das árvores. Isto revela um déficit de 69% no número de árvores da cidade.

Ainda para este índice foi observado que a Zona Central registrou déficit de 50% do número de árvores existentes, ou seja, é necessário que haja o plantio de 892 indivíduos arbóreos nas calçadas dessa zona. As Zonas Leste e Norte apresentaram apenas 26% de ocupação em suas calçadas arborizadas. Nessas zonas foram obtidos os déficits de árvores, respectivamente de 2.334 e 4.860 indivíduos. No entanto, na Zona Oeste encontrou-se o déficit do maior quantitativo de árvores (6.719) da cidade, mesmo apresentando maior percentual de ocupação (29%) que as Zonas Leste e Norte. A aplicação do IPO indicou a escassez de árvores nas ruas da cidade. Silva, Paiva e Gonçalves (2007) ressaltam que se pode ter uma ideia espacial de onde estão as concentrações e as ausências da arborização e que, há de se considerar que nem toda calçada tem condições para implantação de arborização. Assim, para se ter mais exatidão deve-se considerar apenas as calçadas passíveis de serem arborizadas. Com esta análise, podem-se localizar e definir pontos de plantios para cada calçada, considerando as áreas das mesmas.

4.2 INVENTÁRIO QUALITATIVO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS

4.2.1 Análise Florística da Arborização de Ruas

No cadastro espacial censitário da arborização de ruas da cidade de Boa Vista, constatou-se que a composição florística é formada por 6.907 indivíduos de 91 espécies diferentes, distribuídas em 72 gêneros pertencentes a 31 famílias botânicas (TABELA 5).

TABELA 5– ESPÉCIES ENCONTRADAS NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

Família/ Nome Científico	Nome Comum	Origem	FR(%)
ANACARDIACEAE			
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	Exótica	2,81
<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	Exótica	9,25
<i>Spondias mombin</i> L.	Taperebá	Nativa	0,33
<i>Spondias purpurea</i> L.	Siriguela	Nativa	0,01
ANNONACEAE			
<i>Annona squamosa</i> L.	Ata	Nativa	0,16
<i>Annona muricata</i> L.	Graviola	Nativa	0,04
APOCYNACEAE			
<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	Sucuba	Nativa	0,07
* <i>Nerium oleander</i> L.	Espirradeira	Exótica	0,01
ARALIACEAE			
* <i>Schefflera actinophylla</i> (Endl.) Harms	Cheflera	Exótica	0,03
BIGNONIACEAE			
<i>Crescentia cujete</i> L.	Cujuba	Exótica	0,12
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacarandá	Nativa	0,16
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Espatódea	Nativa	0,10
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A. DC.) Mattos	Ipê-tabaco	Nativa	0,45
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Ipê-amarelo	Nativa	5,99
<i>Handroanthus pentaphyllus</i> (L.) Mattos	Ipê-rosa	Nativa	0,09
BIXACEAE			
<i>Bixa orellana</i> L.	Urucum	Nativa	0,01
BORAGINACEAE			
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	Café-do-mato	Nativa	0,07
CASUARINACEAE			
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarina	Exótica	0,03
COMBRETACEAE			
<i>Terminalia catappa</i> L.	Sete-copas	Exótica	0,74
CHRYSOBALANACEAE			
<i>Licania tomentosa</i> Benth. Fritsch	Oiti	Nativa	17,00

Continuação

TABELA 5 – ESPÉCIES ENCONTRADAS NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

Família/ Nome Científico	Nome Comum	Origem	FR(%)
DILLENIACEAE			
<i>Curatella americana</i> Linn.	Caimbé	Nativa	0,13
EUPHORBIACEAE			
<i>Euphorbia tirucalli</i> L.	Cachorro-pelado	Exótica	0,01
FABACEAE			
<i>Acacia mangium</i> Willd.	Acacia	Exótica	0,85
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	Espinheiro	Nativa	0,01
<i>Acacia velutina</i> DC.	Acácia	Nativa	0,25
<i>Adenanthera pavonina</i> L.	Tento-carolina	Exótica	0,77
<i>Bauhinia forficata</i> Link.	Pata-de-vaca	Nativa	0,14
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunt.	Paricarana	Nativa	0,01
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Rich.	Murici	Nativa	0,12
FABACEAE			
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	Pau-brasil	Nativa	0,10
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Flamboyant-mirim	Nativa	0,01
<i>Cassia fistula</i> L.	Chuva-de-ouro	Exótica	0,64
<i>Cassia grandis</i> L.	Canafístula-rosa	Nativa	0,16
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	Falso-barbatimão	Nativa	0,04
<i>Clitoria racemosa</i> Benth.	Sombreiro	Nativa	0,23
<i>Delonix regia</i> Raf.	Flamboyant	Exótica	1,22
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Angelim	Nativa	0,07
<i>Erythrina indica picta</i> B. & M.	Brasileirinho	Exótica	0,58
<i>Erythrina mulungu</i> Mart. ex Benth.	Mulungu	Nativa	0,03
<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá	Nativa	0,13
<i>Inga striata</i> Benth.	Ingá-do-mato	Nativa	0,01
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Leucena	Exótica	0,01
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart.) L.P. Queiroz	Pau-ferro	Nativa	0,26
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Mart.) Benth	Jurema	Nativa	0,16
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	Nativa	0,03
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Mata-fome	Nativa	0,01
<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) LP Queiroz	Sibipiruna	Nativa	8,92
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Algaroba	Nativa	0,12
<i>Senna macranthera</i> H.S. Irwin & Barneby	Fedegoso	Nativa	0,06
<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S. Irwin & Barneby	Cassia siamea	Exótica	0,10
<i>Swartzia macrostachya</i> Benth.	Mangueira-brava	Nativa	0,03
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	Exótica	0,52
<i>Tipuana amazonica</i> Ducke	Tipuana	Nativa	0,04
LAURACEAE			
<i>Persea americana</i> Mill. var americana	Abacate	Exótica	0,12
LYTHRACEAE			
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Resedá	Exótica	0,10
MAGNOLIACEAE			
<i>Michelia champaca</i> L.	Magnólia-amarela	Exótica	0,01

Continuação

TABELA 5– ESPÉCIES ENCONTRADAS NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

Família/ Nome Científico	Nome Comum	Origem	FR(%)
MALPIGHIACEAE			
<i>Malpighia glabra</i> L.	Acerola	Nativa	0,29
MALVACEAE			
<i>Ceiba speciosa</i> St. Hil.	Paineira	Nativa	0,03
<i>Cola acuminata</i> (P. Beauv) Schott & Endl.	Cola	Exótica	0,01
* <i>Gossypium hirsutum</i> L.	Algodão	Exótica	0,01
* <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Algodão-roxo	Exótica	0,01
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Munguba	Nativa	10,15
<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacau	Nativa	0,01
<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) Schum.	Cupuaçu	Nativa	0,01
MELIACEAE			
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Neem	Exótica	0,84
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Mogno-africano	Nativa	0,23
MORACEAE			
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Fruta-pão	Exótica	0,01
<i>Artocarpus integrifolia</i> L.	Jaca	Exótica	0,01
<i>Ficus benjamina</i> L.	Figueira	Exótica	14,32
<i>Ficus elastica</i> Robx.	Ficus elastica	Exótica	0,06
<i>Ficus variegata</i> var. <i>variegata</i>	Ficus variegata	Exótica	0,04
MYRTACEAE			
<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	Exótica	0,06
<i>Eugenia aquea</i> Burm. f.	Jambo-bravo	Nativa	0,01
<i>Eugenia cumini</i> (L.) Druce	Azeitona-preta	Exótica	0,26
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Nativa	0,01
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	Exótica	0,87
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Jambo	Exótica	17,42
OXALIDACEAE			
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	Exótica	0,35
PODOCARPACEAE			
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endlicher	Pinheiro-bravo	Nativa	0,04
RHAMNACEAE			
<i>Ziziphus mauritania</i> Lam.	Dão	Exótica	0,54
ROSACEAE			
<i>Rubus urticaefolius</i> Poir.	Amora	Nativa	0,10
RUBIACEAE			
<i>Genipa americana</i> L.	Genipapo	Nativa	0,10
* <i>Morinda citrifolia</i> L.	Noni	Exótica	0,10
RUTACEAE			
<i>Citrus limonia</i> (L.) Osbeck	Limão	Exótica	0,09
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja	Exótica	0,07
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Falsa-murta	Exótica	0,10
SAPINDACEAE			
<i>Talissia esculenta</i> (St. Hil.) Radlk	Pitomba	Nativa	0,14

Continuação

TABELA 5 – ESPÉCIES ENCONTRADAS NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

Família/ Nome Científico	Nome Comum	Origem	FR(%)
SAPOTACEAE			
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Sapoti	Exótica	0,10
<i>Pouteria caimito</i> Radlk.	Abiu	Nativa	0,03
URTICACEAE			
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	Nativa	0,01
VERBENACEAE			
* <i>Duranta repens</i> L.	Pingo-de-ouro	Exótica	0,01

NOTA: *Espécies arbustivas encontradas nas ruas de Boa Vista com porte arbóreo

FONTE: O autor (2014)

Observa-se na Tabela 5 que houve grande número de espécies presentes nas vias públicas. Entretanto, apenas nove espécies representam 87% do total de indivíduos utilizados na arborização (FIGURA 20).

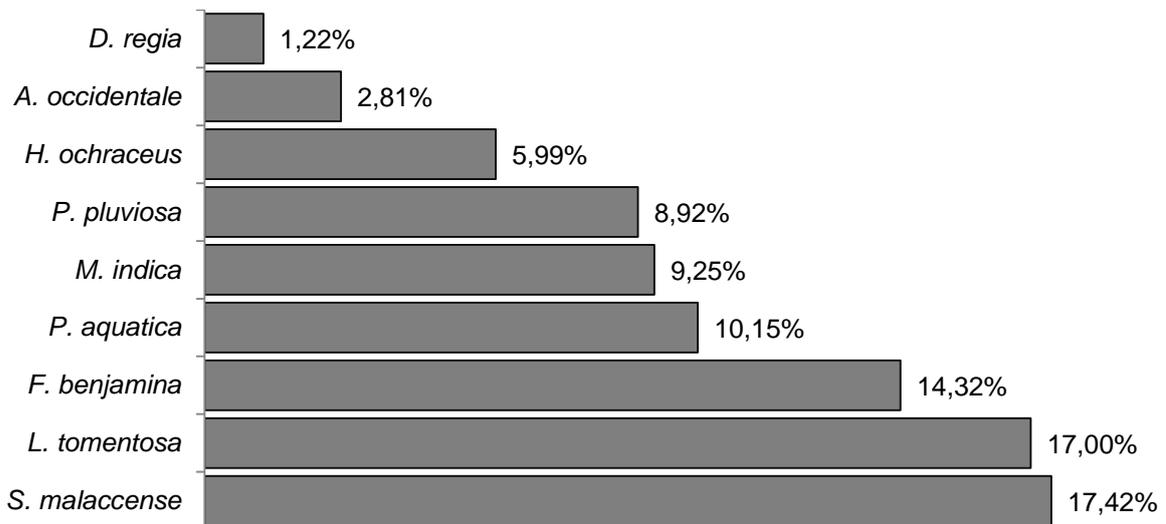


FIGURA 20 – ESPÉCIES COM MAIS DE 1% DE FREQUÊNCIA NA ARBORIZAÇÃO DE CALÇADAS DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

S. malaccense (jambo) e *L. tomentosa* (oiti) estão com frequências superiores à recomendada por Grey e Deneke (1986) e Milano e Dalcin (2000), os quais afirmam que a frequência por espécie não pode ultrapassar 15%. Tão pouco atende ao que propõe Santamour Júnior (2002) em que recomenda não utilizar mais do que 10% de árvores de uma mesma espécie.

Os valores demonstrados não são os mais apropriados para a arborização urbana. O percentual encontrado não difere de valores encontrados para diversas cidades brasileiras, tais como: Estância de Águas de São Pedro – SP (BORTOLETO

et al., 2007), José do Cerrito – SC (PINHEIRO et al., 2009), Morrinhos, Goiatuba e Caldas Novas – GO (SERPA; MORAIS; MOURA, 2009), Lavras da Mangabeira – CE (CALIXTO JÚNIOR et al., 2009), Rio Branco-AC (PAIVA et al., 2010), Cacoal – RO (ALMEIDA; BARBOSA, 2010), Nova Esperança – PR (ALBERTIN et al., 2011), Campo Grande – MS (PESTANA; ALVES; SARTORI, 2011), Altamira – PA (PARRY et al., 2012) e Tuparendi – RS (MOTTER; MULLER, 2012).

O alto número de espécies e a pouca frequência, demonstram que é possível que a maioria dos plantios tenha sido feito por moradores e não pela prefeitura. Esta hipótese foi observada por Lima Neto e Biondi (2011), em um estudo sobre as calçadas no bairro Centro de Curitiba – PR.

A concentração de espécies é um problema que deve ser observado e evitado. Para Lima Neto e Melo e Souza (2011) deve-se evitar uma alta concentração, ou seja, alta dominância, pois está relacionada à perda do patrimônio arbóreo se houver ataque de pragas e doenças.

Cabe ressaltar que um grande número de espécies não é fator negativo para a arborização urbana, muito pelo contrário, exprime uma maior diversidade. O que torna inconveniente um grande número de espécies é o aumento de custos dos órgãos responsáveis pela arborização, devido à diversificação da produção de mudas e a manutenção das árvores depois de implantadas.

Biondi e Kischlat (2006) afirmam que quanto maior o número de espécies presentes no ecossistema, maior é a sua capacidade de resistir às variações e de absorver impactos negativos, como a poluição e as adversidades climáticas, bem como menores são as possibilidades do surgimento de pragas e doenças que afetam a fauna e a flora.

Foram encontradas espécies arbustivas com formação de fuste e altura maior que 1,80 m, por isso foram contabilizadas. Essas espécies apresentaram frequências inferiores a 0,2%, quais sejam: *Duranta repens* (pingo-de-ouro), *Morinda citrifolia* (noni), *Gossypium hirsutum* (algodão), *Hibiscus tiliaceus* (algodão-roxo), *Nerium oleander* (espirradeira) e *Schefflera actinophylla* (cheflera).

Observou-se ainda que as espécies mais frequentes estão distribuídas em sete famílias botânicas que contemplam 96,3% da população, são elas: Myrtaceae, Chrysobalanaceae, Moraceae, Bombacaceae, Anacardiaceae, Fabaceae e Bignoniaceae (FIGURA 21).

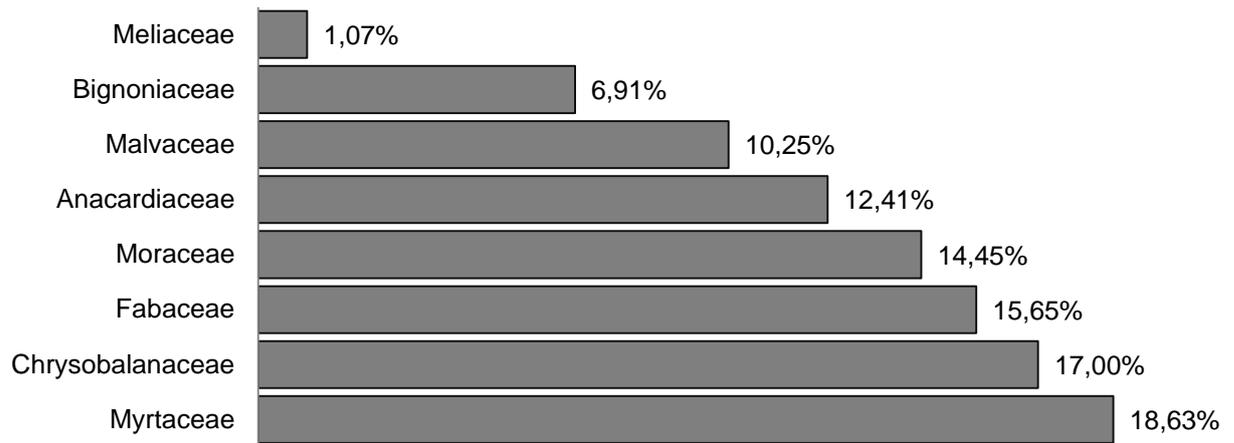


FIGURA 21 – FAMÍLIAS BOTÂNICAS MAIS FREQUENTES NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

A família Myrtaceae (18,63%) apresentou a maior frequência de composição da arborização e é constituída por seis espécies. Dentre as espécies, *S. malaccense* (jambo) representa 93,5%. Esta espécie é originária da Ásia e pode ser encontrada na América do Sul e Central, onde é cultivada tanto em pomar quanto como planta ornamental, devido à forma piramidal de sua copa, que alcança de 15 a 20 m de altura e folhas perenes (FALCÃO; PARALUPPI; CLEMENT, 2002). De acordo com Kueffer et al. (2010), *S. malaccense* (jambo) apresenta um potencial invasor em áreas antropicamente perturbadas nas florestas neotropicais.

A família Chrysobalanaceae com 17,0% é representada por uma única espécie, *L. tomentosa* (oiti). Essa espécie tem sido largamente utilizada na arborização de ruas devido a sua copa frondosa e perene (TUDINI, 2006). Devido à homogeneidade, ou seja, alta frequência na arborização da cidade, os indivíduos de *L. tomentosa* (oiti) estão suscetíveis ao ataque de fitopatógenos. A infestação de determinada praga ou doença pode acarretar em morte da espécie e, conseqüentemente, geraria um déficit na quantidade de árvores da cidade.

O plantio de *L. tomentosa* em grande escala deve ser evitado por se tratar de uma espécie grande porte e em função do aparecimento de ferrugem causada por *Phakopsora tomentosae*, que ocasiona a morte das plantas (FERREIRA; GASPAROTO; LIMA, 2001).

Observou-se também que 31 espécies pertencem à Família Fabaceae compondo 15,65% da arborização de ruas. Esta é família mais rica e abundante nas

florestas da América do Sul (HUECK, 1972). Parry et al. (2012) em um estudo de composição florística da cidade de Altamira-PA encontraram que o maior número de espécies (27) foi da família Fabaceae, correspondendo a 22,5% do total das espécies identificadas.

Para os resultados encontrados, 34% das espécies utilizadas na arborização pertencem à família Fabaceae. Dessa forma, pode se inferir que em termos de distribuição quantitativa de espécies da mesma família é inadequada ao que recomenda Santamour Júnior (2002), o qual sugere que não se utilize mais do que 30% de espécies de uma mesma família botânica.

Uma questão que deve ser considerada ao se falar de composição florística para conservação de ecossistemas é a origem de espécies. Ao longo do tempo, as espécies nativas presentes nas cidades foram substituídas por diversas espécies exóticas e nativas de outros ecossistemas (LIMA NETO; BIONDI, 2010). Neste meio, quanto maior a diversidade de espécies vegetais, maior a possibilidade de instalação definitiva de uma fauna mais diversificada (BIONDI; LEAL, 2008).

Nesse sentido, na cidade de Boa Vista observou-se que 51 espécies são nativas do Brasil e 40 espécies são exóticas. Portanto, 44% das árvores em calçadas são exóticas e 56% são nativas do Brasil (TABELA 5). Esses resultados demonstram que mesmo apresentando maior número de espécies nativas, a distribuição quantitativa por indivíduo de espécies exóticas são superiores. Bortoleto et al. (2007) constataram a ocorrência de 61,33% de espécies exóticas e 38,67% de espécies nativas do Brasil na arborização viária da Estância Turística de Águas de São Pedro, sugerindo a necessidade de incentivo do uso da flora nativa.

O uso indiscriminado de espécies exóticas na arborização urbana pode gerar impactos sobre a biodiversidade regional, sobre populações que compõem a fauna urbana e sobre os aspectos culturais que envolvem a relação das pessoas com as espécies nativas de sua região (ZILLER; DERBEDET, 2010). Para Santos et al. (2011), o uso de espécies nativas pode facilitar o manejo e diminuir os custos de manutenção da arborização de uma cidade quando se considera que as espécies nativas já estão mais adaptadas às condições edafoclimáticas da sua região de origem, possuem inimigos naturais para determinadas pragas e doenças, além de desempenharem papel fundamental na oferta de alimentos para a fauna local.

4.2.1.1 Índices de diversidade da arborização de ruas de Boa Vista

O cadastro espacial censitário também foi utilizado para analisar a diversidade da arborização de ruas nas zonas da cidade de Boa Vista. Foram utilizados os índices de Diversidade de Shannon-Weaver (H'), Diversidade Máxima ($H_{\text{máx}}$), Diversidade Ecológica de Simpson (C), Equabilidade de Pielou (E), Coeficiente de mistura de Jentsch (QM), Riqueza de Odum (d_1), sendo os resultados demonstrados na Figura 22.

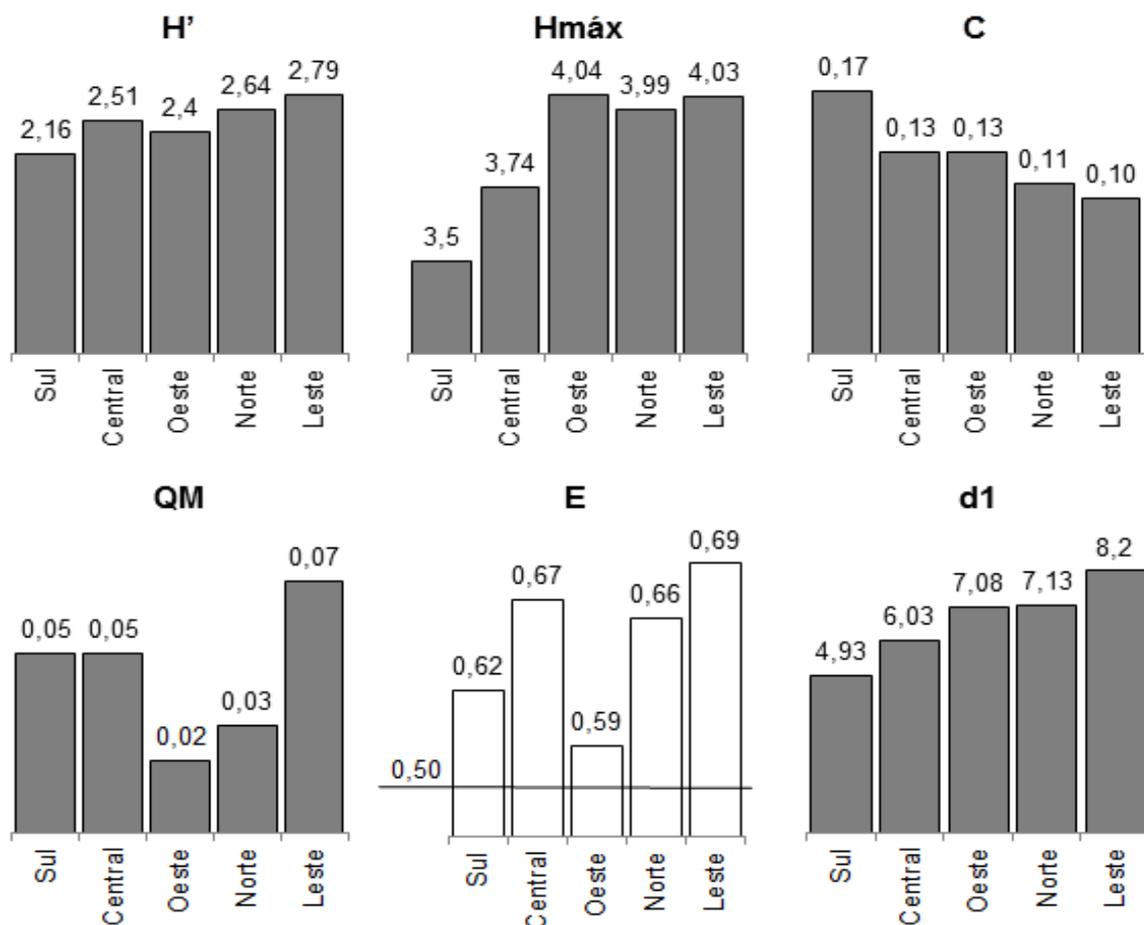


FIGURA 22 – ÍNDICES DE DIVERSIDADE APLICADOS NA ARBORIZAÇÃO RUAS DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

O maior índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') encontrado foi 2,79 na Zona Leste. Este índice é superior àquele determinado por Lima Neto et al. (2012) em uma pesquisa realizada em Rorainópolis, interior do estado de Roraima, que foi de 2,12 e Meneghetti (2003) ao estudar a arborização viária dos bairros da orla marítima de Santos – SP, que encontrou 2,63. No entanto, este índice é

considerado baixo se comparado ao encontrado por Bortoleto (2004) que estudou a arborização viária de Estância de Águas São Pedro – SP com 3,90.

Bobrowski (2011a), ao conduzir uma pesquisa sobre a arborização de ruas de Curitiba – PR obteve um índice de 3,24. Para esse autor, apesar da análise da diversidade de espécies ter demonstrado aumento nos valores dos índices no período de 25 anos na cidade de Curitiba, há necessidade de detalhar a composição dessa diversidade, não só em termos quantitativos, mas qualitativos também. Para isso é necessário separar as espécies que pertencem ao ecossistema nativo da cidade, daquelas oriundas de outros ecossistemas brasileiros ou de outros países. Isto é devido ao crescente interesse da sociedade civil e dos órgãos ambientais pela valorização e manutenção da biodiversidade local.

Nesse sentido, pode-se afirmar que por se tratar de uma região de savana amazônica com alta diversidade biológica, a arborização de ruas do município de Boa Vista apresentou diversidade menor que outras regiões brasileiras. Isto pode estar associado à falta de planejamento da arborização.

O índice de Diversidade Ecológica de Simpson (C) foi de 0,11 para toda a cidade. Quanto maior este índice menor é a diversidade. Sendo assim, a maior diversidade foi encontrada na Zona Leste com 0,10 (FIGURA 22). Lima Neto et al. (2012) encontraram 0,19 para a região central de Rorainópolis – RR. Este índice captura bem a distribuição de abundância de espécies, no entanto, por não apresentar um estudo específico voltado à arborização é difícil fazer comparações adequadas.

Martini e Prado (2010) afirmam que o índice de diversidade ecológica de Simpson (C) é inadequado para ambientes tropicais. Apesar deste estudo ser realizado em uma região tropical (Boa Vista), a arborização apresenta aspectos de menor diversidade quando comparados com ambientes naturais tropicais. Portanto, a aplicação deste índice pode ser de grande utilidade para esta ciência.

O Índice de Equabilidade de Pielou (E) foi de 0,58 para a cidade de Boa Vista e o melhor resultado foi encontrado na Zona Oeste (0,59). Bobrowski (2011a) constatou na arborização de ruas de Curitiba – PR, que valores aproximados a 0,50 seriam mais interessantes por expressarem melhor correlação entre a uniformidade de indivíduos, entre as espécies presentes nas ruas e a diversidade de espécies na arborização.

No mesmo estudo da arborização de ruas de Curitiba – PR foi encontrado 0,85 para a parcela Centro e para a cidade de Curitiba 0,67 (BOBROWSKI, 2011a). O mesmo valor foi encontrado para o bairro Centro de Rorainópolis – RR (LIMA NETO et al., 2012). O acompanhamento desse índice é importante, pois facilita a gestão das práticas silviculturais (podas e tratamentos sanitários) para cada espécie, uma vez que considera a relação da distribuição de espécies e suas dominâncias nas regiões estudadas.

A uniformidade e a diversidade são dois fatores que se buscam no planejamento, na implantação e na condução da arborização de ruas, possibilitando conciliar o melhor manejo com a melhor qualidade ambiental. Nesse sentido, os resultados do Índice de Diversidade de Simpson (C) indicaram uma uniformidade relativamente baixa de espécies, que pode ser atribuída principalmente a um grupo reduzido de espécies que ocorreram com alta densidade.

O Coeficiente de Mistura (QM) foi melhor para a Zona Leste (0,07), sendo superior ao encontrado por Brandão et al. (2010) que obtiveram 0,05 para a arborização da cidade de São João Evangelista – MG. Em estudos de florestas nativas este índice apresenta maiores valores (SOUZA; SOARES, 2013).

O índice de Odum variou nas zonas estudadas entre 4,93 a 8,2, quanto maior o índice melhor é a diversidade. Sendo assim, o melhor resultado para este índice está na Zona Leste e o pior resultado encontra-se na Zona Sul. Isto indica uma baixa distribuição de espécies e dominância nestas Zonas.

Silva Filho e Bortoleto (2005) em um estudo na Estância de Águas de São Pedro – SP, encontraram um índice de Odum de 19,50; nos setores, uma variação de 7,11 a 13,98, e nas vias públicas, uma variação de 0 a 11,55.

Os valores encontrados para os índices anteriormente descritos foram inferiores aos observados por Bortoleto (2004) e Bobrowski (2011a). Isto se deve ao tipo de amostragem utilizada no inventário executado e/ou na inclusão ou não de toda e qualquer espécie arbustiva encontrada.

O dendrograma obtido da análise de agrupamento (FIGURA 23) apresenta no eixo vertical a distância euclidiana simples, e no eixo horizontal os índices de diversidade ecológica.

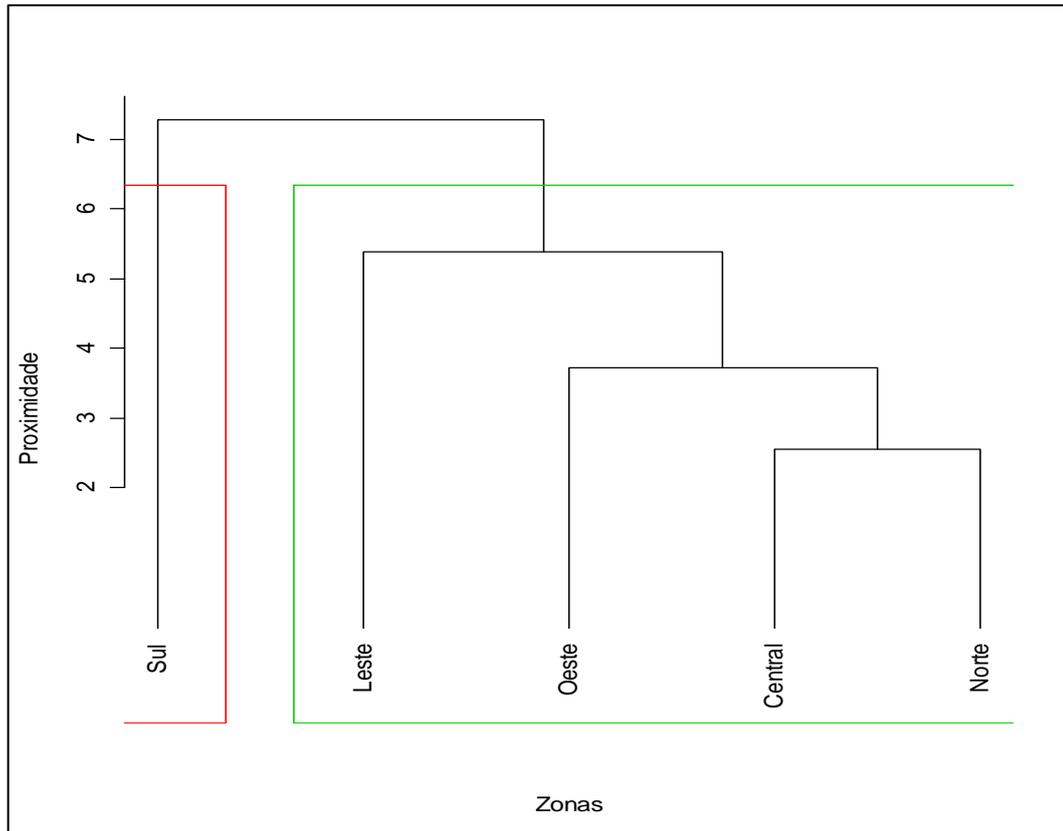


FIGURA 23– DENDROGRAMA REPRESENTANDO OS ÍNDICES DE DIVERSIDADE DA ARBORIZAÇÃO NAS ZONAS ADMINISTRATIVAS DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

A Figura 23 apresentou a formação de dois grandes agrupamentos, ou seja, a partir da análise de clusters pode-se observar que os índices de diversidade da Zona Sul são distintos das demais zonas, revelando baixa diversidade para a Zona Sul.

As Zonas, Leste, Oeste, Central e Norte pertencem ao mesmo agrupamento e estão com os maiores valores de índices de diversidade da cidade.

Observa-se a necessidade de intensificar plantios de diferentes espécies na Zona Sul, haja vista os menores valores dos índices de diversidade encontrados. Isto pode estar associada à ausência de critério de seleção de espécies na composição da arborização urbana do município.

É necessário o desenvolvimento de pesquisas que fomentem e subsidiem o planejamento, implantação e gestão da arborização urbana na cidade, principalmente no tocante à escolha de espécies, priorizando a manutenção da biodiversidade autóctone. Em Curitiba, o “Programa Biocidade” visa, dentre outros objetivos, o estudo e a introdução de espécies nativas nos parques, praças e jardins da cidade (BIOCIDADE, 2011).

4.2.2 Distribuição diamétrica da arborização de ruas de Boa Vista

Na distribuição das classes diamétricas encontrou-se se a menor frequência na menor classe, com maior frequência na classe seguinte, característica de distribuição unimodal, com maior quantidade de indivíduos nas classes centrais (FIGURA 24). Para Bobrowski, Biondi e Figueiredo (2012), isto pode indicar ações de plantios antigos e poucos plantios recentes, possivelmente devido à falta de espaços que compatibilizem a harmonia entre as árvores e as estruturas urbanas, mas também devido a ações de vandalismo que suprimiram árvores, não tendo sido efetuados plantios de reposição em curto prazo de tempo.

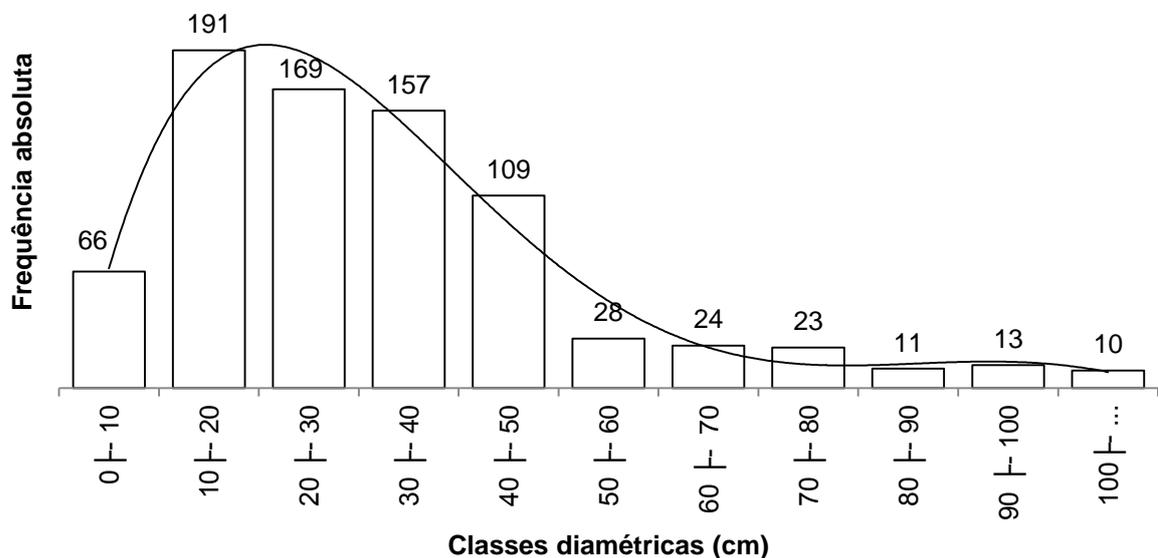


FIGURA 24 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS ÁRVORES DE RUA DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

Conforme pode-se notar na Figura 24, a arborização da área estudada apresenta baixo número de plantios, ou mesmo árvores jovens. Segundo Bobrowski (2011b), para uma arborização relativamente jovem, a tendência da distribuição diamétrica é apresentar a curva em forma de “J invertido”, típica de florestas heterogêneas e multiâneas.

O mesmo autor afirma que para o caso da arborização de ruas o “J invertido” é pertinente, pois ocorre anualmente o plantio de árvores que favorece a formação de um povoamento de diferentes idades, tanto na composição de padrões de rua pela prefeitura municipal quanto de plantios voluntários realizados pela população.

A partir da distribuição diamétrica verifica-se uma tendência decrescente no número de árvores de rua com maior DAP, caracterizada por ser unimodal, com maior frequência de indivíduos nas classes centrais. Meneghetti (2003) ao estudar a arborização de ruas da cidade de Santos, São Paulo, encontrou uma curva de distribuição dos diâmetros correspondente à curva de distribuição unimodal.

De acordo com Bobrowski (2011b), a curva unimodal pode ser devido a dois tipos de fenômenos: plantios efetuados em ciclos, seguido por surtos de doenças ou pragas e declínio, ou plantios coincidentes com implantação de loteamentos ou revitalizações, caracterizando povoamentos multiâneos relativamente jovens. Esse tipo de distribuição decrescente do DAP também foi constatada em trabalhos realizados com a arborização de ruas de cidades dos Estados Unidos e Canadá por Rowntree e Nowak (1991), O'Brien Joehlin, O'brien (1992), McPherson (1998), Hartel e Miller (2002), Wachtel Tree Science & Service (2007) e Portland Parks & Recreation (2011).

Entretanto, as espécies apresentam um limite no crescimento de seu fuste. Isso significa que as espécies apresentam diferentes estágios de desenvolvimento em relação às classes distribuição diamétricas, ou seja, podem ser encontradas em classes iniciais da distribuição e já ter atingido a idade adulta, enquanto outras estarão em classes intermediárias e ainda não atingiram a maturidade. Desse modo, melhora-se a análise se for considerada a distribuição diamétrica para cada espécie.

Nesse sentido, na Figura 25 observa-se a distribuição de classe diamétrica das oito espécies mais frequentes na cidade em função do número total de indivíduos inventariados.

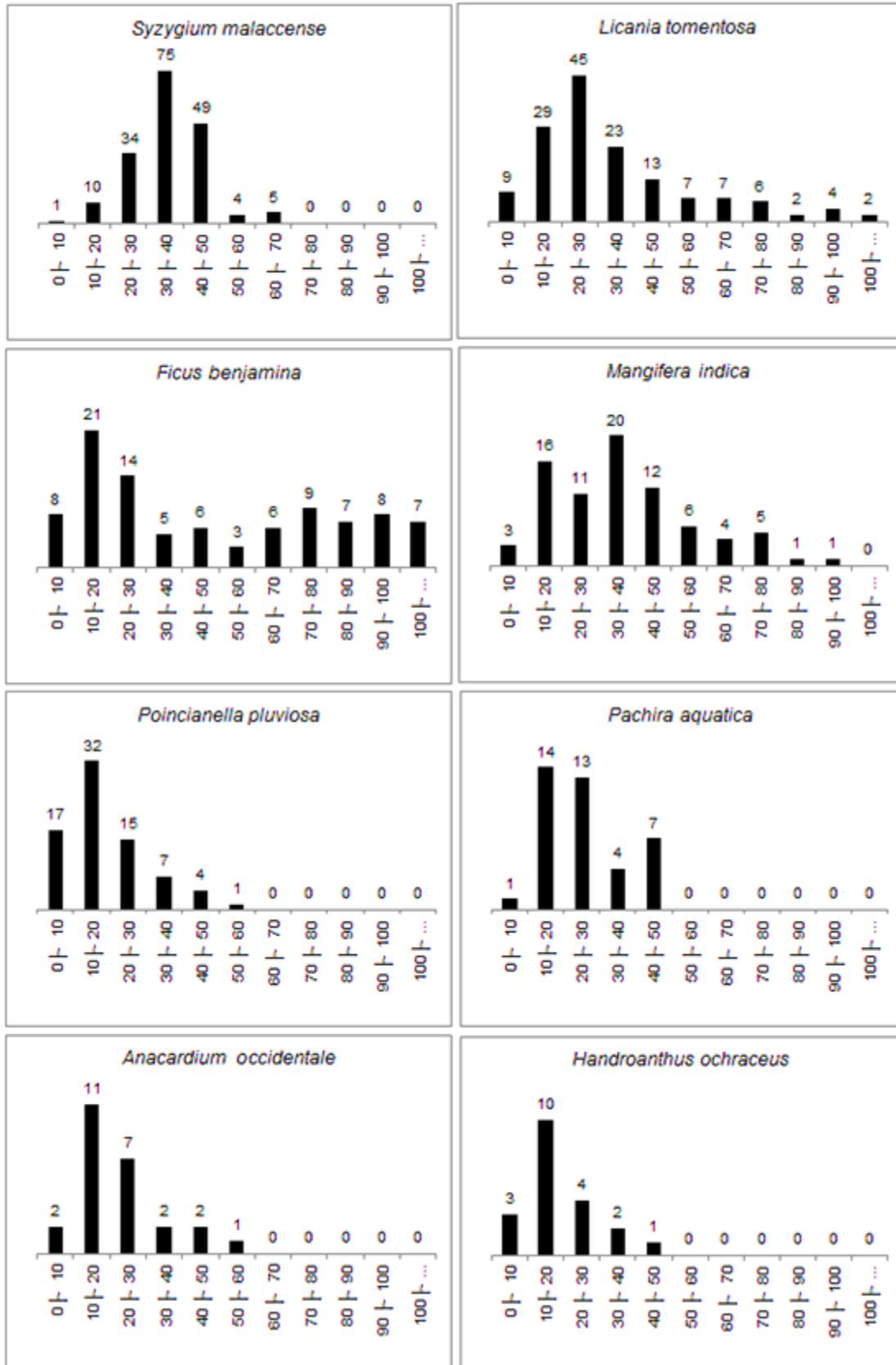


FIGURA 25 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES PRESENTES NAS RUAS DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

A distribuição diamétrica das oito espécies mais frequentes na cidade, entre elas *S. malaccense* (jambo), encontra-se predominante nas classes diamétricas de 30 |– 40 cm e 40 |– 50 cm. Com o diâmetro do seu tronco atingindo até 50 cm, constata-se que essa é uma espécie adulta nas ruas da cidade e, em sua maioria podem ser observadas na Zona Norte.

L. tomentosa (oiti) e *A. occidentale* (caju) estão predominantes nas classes 10 |– 20 cm e 20 |– 30 cm, ou seja, encontram-se em fase de crescimento. De acordo com Silva e Lemos (2002), *A. occidentale* (caju) apresenta um diâmetro de tronco de até 25 cm, já *L. tomentosa* (oiti) o diâmetro do tronco pode chegar até 50 cm (SILVA JÚNIOR; LIMA, 2010).

A. occidentale (caju) apresentou predominância de seus indivíduos na fase adulta, principalmente na Zona Norte da cidade. Enquanto *L. tomentosa* (oiti) apresenta predominância de seus indivíduos jovens, encontrada em maior frequência na Zona Leste. Entretanto, observam-se indivíduos de *L. tomentosa* (oiti) adultos e senescentes (FIGURA 25). O ideal é que haja incremento de plantios de indivíduos dessas espécies para que a curva assuma a forma de “J invertido” e, aos poucos os indivíduos plantados possam substituir as árvores senescentes. Cabe ressaltar que as árvores adultas e senescentes foram encontradas nas Zonas Central e Sul.

De acordo com Silva Júnior e Lima (2010), *P. pluviosa* (sibipiruna) e *P. aquatica* (munguba) apresentam o diâmetro do tronco de seus indivíduos de até 50 cm. Dessa forma, essas espécies apresentaram predominância de indivíduos na fase inicial e jovens (FIGURA 25). Destaca-se a presença dessas classes iniciais na Zona Leste e Zona Norte da cidade.

Os indivíduos de *D. regia* (flamboyant) apresentaram-se em maior frequência na classe de 20 |– 30 cm e *M. indica* (manga) na classe de 30 |– 40 cm. A localização dos indivíduos dessas espécies na referida classe foi maior na Zona Oeste para a *M. indica* (manga) e na Zona Leste para o *D. regia* (flamboyant). Essas árvores podem ser consideradas jovens, tendo em vista que essas espécies tem o diâmetro do tronco de até 100 cm (LORENZI et al., 2003; SILVA JÚNIOR; LIMA, 2010).

Quanto ao *H. ochraceus* (ipê-amarelo) e *H. pentaphyllus* (ipê-rosa) que encontram-se nas classes iniciais da distribuição diamétrica, estão localizados respectivamente, nas Zonas Norte e Oeste (FIGURA 25), observa-se que são

espécies plantadas recentemente nas calçadas e relativamente jovens, se considerarmos que os diâmetros dos seus troncos podem chegar a 100 cm (LORENZI et al., 2003).

Entre as espécies analisadas, *F. benjamina* (figueira) apresentou um comportamento característico à curva de distribuição bimodal, ou seja, há uma mistura predominante de duas idades distintas. Constata-se a presença de plantios recentes da espécie (10 |– 20 cm) e indivíduos atingindo a idade adulta, observadas em 3 classes (70 |– 100 cm). O diâmetro do tronco dessa espécie pode atingir até 100 cm (LORENZI et al., 2003; SILVA JÚNIOR; LIMA, 2010). Essa espécie pode ser encontrada em todas as zonas da cidade nos dois estágios de desenvolvimento, sendo que na Zona Norte com maiores diâmetro do fuste.

Apesar de Silva e Lemos (2002) considerarem o *F. benjamina* (figueira) de crescimento rápido com excelente adaptação às condições climáticas do Distrito Federal. Para Lima Neto e Melo e Souza (2011), a espécie possui um agressivo crescimento de raízes superficiais além de raízes adventícias, o que faz com ela destrua os passeios e construções. Em Goiânia – GO, a retirada desta espécie é autorizada legalmente pela Instrução Normativa 005, de 03 de outubro de 2006, que dispõe sobre a substituição de árvores da espécie *F. benjamina* (figueira) nas vias públicas do município (PDAU, 2008). Existem outros locais onde há legislação proibindo o uso da espécie, como Maringá – PR através da Lei nº 4806, de 02 de junho de 1999 (MARINGÁ, 1999).

4.2.3 Distribuição hipsométrica da arborização de ruas de Boa Vista

Na Figura 26, pode-se observar que a curva gerada pela distribuição das árvores em classes de altura assumiu característica unimodal, com predominância de uma população com médio porte.

De acordo com o método de classificação de altura proposto por Hofle (2010), foi estabelecido que são de grande porte as árvores com altura maior que 10 m, médio porte árvores com altura entre 6 e 10 m e pequeno porte 4 a 6 m.

Para Bobrowski (2011b), a curva de distribuição tende a ser do tipo unimodal quando a população amostrada é mais velha, com indivíduos de maior porte

remanescentes associados a indivíduos mais jovens plantados, dando indício do amadurecimento da arborização com moderadas taxas de plantio.

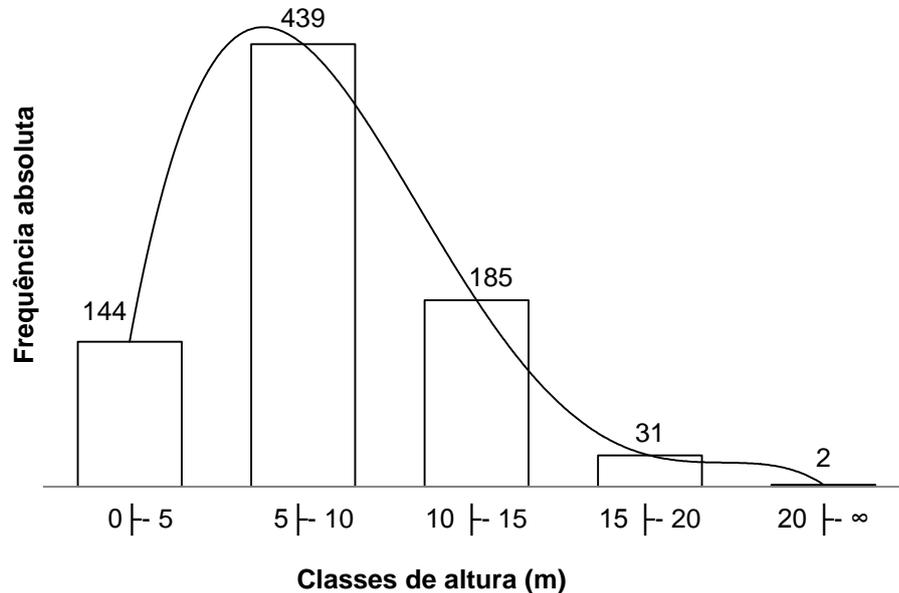


FIGURA 26 – DISTRIBUIÇÃO HIPSONÔMICA DAS ÁRVORES DE RUA DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

Observa-se que 18% dos indivíduos inventariados que estão no intervalo 0 |– 5 m, são indivíduos de pequeno porte, seguindo o proposto por Holfe (2010), ou que ainda não atingiram a idade adulta. Isto pode gerar um conflito direto da copa dessas árvores com a parte mais baixa das redes aéreas encontradas na cidade, que varia de 4 a 6 m.

Além disso, a utilização de espécies de pequeno porte exige maior quantidade de árvores para produzir sombreamento equivalente ou aproximado às das de maior porte.

No entanto, os indivíduos presentes nos intervalos superiores 5 |– 10 m que estão em conflito ou ultrapassaram a altura da rede aérea. Isto é visto como um risco pelas concessionárias devido aos galhos que encostam ou caem na rede ou mesmo árvores inteiras que caem sobre a rede. Nestes casos torna-se ainda mais importante a avaliação de árvores de risco.

De acordo com Bobrowski (2011b), o maior número de árvores na classe de 5 |– 10 m pode ser um resultado indesejável, pois maiores são as necessidades de poda de manutenção e condução para diminuir conflitos gerados entre a expansão da copa e as distâncias de segurança de cada tipo de rede. Isto impõe trabalho e custo

extra, com perdas estéticas e redução da vida das árvores, se as mesmas atingirem altura máxima e estiverem em contato direto com a rede nessa região.

Para o autor, as árvores na classe de altura acima de 15 m podem ser desejáveis por diminuir conflitos com a rede de energia, por ultrapassá-la e formar um manto de área verde, agregando benefícios ambientais diversos, também pode ser indesejável por constituir a situação de maior risco de queda gerada por galhos de maior porte.

Na cidade de Luiziana – PR, verificou-se que a classe de altura das árvores entre 6,1 e 9 m é a que mais apresenta interferência junto à rede aérea. Este fato acontece devido à rede de energia situar-se nesta faixa de altura, fazendo-se necessário constante manejo, com o intuito de se evitar eventuais danos (MARTINS, 2010). Além disso, foram observados empiricamente problemas na condução de podas e deformações da arquitetura típica da espécie.

Sendo assim, esses indivíduos podem gerar o aumento de custos à medida efetuem-se podas adequadas para a condução das copas até que ultrapassem a rede.

As classes de distribuição de altura apontaram uma tendência ao crescimento dos indivíduos que estão em intervalos de altura inferiores para os intervalos subsequentes. Devem-se levar em consideração as características das espécies que apresentam limites do desenvolvimento de suas alturas (expressão fisiológica da arquitetura de copa da espécie), ou que expressam variavelmente maior ou menor incremento anual em altura.

Desse modo, Bobrowski (2011b) afirma que a distribuição de classes de altura da arborização é influenciada pelo tipo de poda realizada, principalmente por podas drásticas e de rebaixamento que alteram as características naturais de altura a forma da copa das árvores, ou seja, a expressão da arquitetura típica das espécies.

Na Tabela 6 apresenta-se a altura definida pela literatura das 10 espécies mais frequentes na cidade e altura mínima, média e máxima encontradas na realização do inventário.

TABELA 6 – ALTURA DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

Nome Científico	hL (m)	Mín de h (m)	Média de h (m)	Máx de h (m)
<i>S. malaccense</i>	12	4,3	9,7±2,39	16,0
<i>L. tomentosa</i>	15	3,2	9,9±4,42	21,0
<i>F. benjamina</i>	15	2,7	6,4±2,66	15,3
<i>M. indica</i>	30	3,8	8,6±2,86	15,2
<i>P. pluviosa</i>	25	2,7	5,7±1,91	11,3
<i>P. aquatica</i>	20	3,2	5,9±1,93	11,9
<i>A. occidentale</i>	12	3,6	6,3±1,95	11,6
<i>H. ochraceus</i>	35	2,7	6,1±2,16	10,7
<i>D. regia</i>	15	2,7	6,4±2,05	10,9
<i>H. pentaphyllus</i>	20	3,9	8,9±2,23	13,4

LEGENDA: **hL**: altura encontrada na literatura; **Mín de h**: altura mínima; **Média de h**: altura média; **Máx de h**: altura máxima.

FONTE: O autor (2014)

S. malaccense (jambo), *L. tomentosa* (oiti) e *F. benjamina* (figueira) ultrapassaram a altura estabelecida pela literatura (TABELA 6). Em condições favoráveis as espécies podem se desenvolver mais que o esperado. Além disso, as práticas de poda de elevação também estimulam o crescimento das árvores.

Os menores indivíduos arbóreos foram: *F. benjamina* (figueira), *P. pluviosa* (sibipiruna), *H. ochraceus* (ipê-amarelo), *D. regia* (flamboyant), *L. tomentosa* (oiti) e *M. indica* (manga), apresentando indivíduos com os maiores desvios. Isto significa que as espécies que tem seus indivíduos distribuídos em diferentes intervalos, indicam que existem indivíduos em todas as alturas e de diversas idades. Portanto, caracteriza-se como uma arborização em que os plantios foram intensificados ao longo do tempo, assemelhando-se a uma floresta multiânea.

Com relação à distribuição hipsométrica nas zonas da cidade, as árvores de grande porte apresentaram-se predominantes na Zona Central (45,3%), seguida da Zona Oeste (23,2%), Zona Norte (21,8%), Zona Leste (8,5%) e Zona Sul (19,3%) (FIGURA 27).

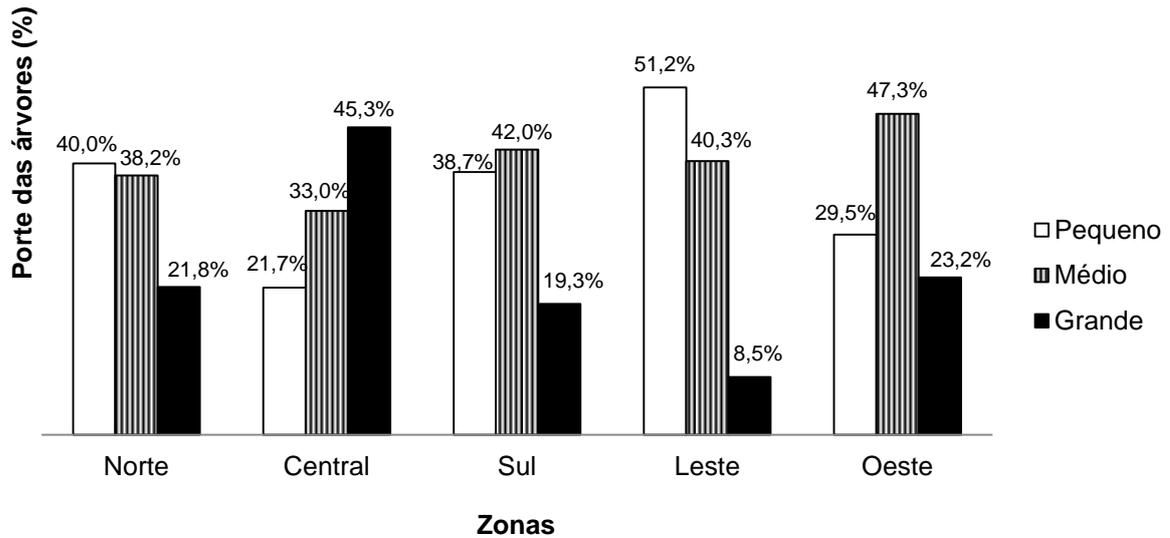


FIGURA 27 – DISTRIBUIÇÃO HIPSONÔMICA DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS REGIONALIZADA DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

A Zona Central é a mais urbanizada, cuja arborização é a mais antiga da cidade. Isto justifica o fato de terem sido identificadas muitas árvores de grande porte e alta porcentagem de indivíduos sob rede aérea, cerca de 63,2% do total.

Na Zona Oeste obteve-se o maior número de árvores de médio porte (47,3%), seguida da Zona Sul com 42%, da Zona Leste 40,3%, da Zona Norte com 38,2% e da Zona Central com 33% (FIGURA 27).

As árvores de pequeno porte foram mais frequentes na Zona Leste (51,2%), Zona Norte (40%) e Zona Sul (38,7%). As Zonas Oeste e Central apresentaram respectivamente, 29,5% e 21,7% de seus indivíduos nesta classe.

Dos indivíduos amostrados, cerca de 46% apresentaram-se sob rede aérea, podendo estar em conflito com esta rede. As espécies mais frequentes sob rede aérea foram: *L. tomentosa* (oiti), *S. malaccense* (jambo), *F. benjamina* (figueira), *P. aquatica* (munguba) e *P. pluviosa* (sibipiruna).

Batistel et al. (2009) em estudo na cidade de Quirinópolis – GO encontraram *L. tomentosa* como a espécie mais frequente e os conflitos com a rede aérea foram mais raros devido às podas recentes que os indivíduos haviam sofrido. Brandão et al. (2010) também tiveram *L. tomentosa* (oiti) mais frequente e com incompatibilidade com a rede aérea no município de São João Evangelista – MG.

A compatibilização da arborização com as redes de distribuição de energia refletem em alguns prejuízos financeiros e de serviços. Alguns problemas relacionados à característica das árvores como, por exemplo, crescimento e

desenvolvimento da copa podem danificar as redes, acarretando em quedas de energia ou mesmo apagões. Esses danos são prejudiciais tanto para a concessionária de energia quanto para os consumidores (LIMA NETO et al., 2012).

4.2.4 Análise dos parâmetros fitossociológicos para a arborização de ruas

4.2.4.1 Estrutura horizontal da arborização de ruas

A análise da estrutura horizontal da arborização de ruas aponta a distribuição e dominância das espécies nas calçadas. Na Tabela 7 observa-se que a Zona Central apresentou as maiores larguras de calçadas (LCMáx) e maiores comprimentos de copa (CCMáx).

TABELA 7 – COMPRIMENTO DE COPA E LARGURA DE CALÇADA NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

Zona	N _j	CCMín	CCMéd	CCMáx	LCMín	LCMéd	LCMáx	DCCMín	DCCMéd	DCCMáx
(metros)										
Central	106	2,71	9,97	19,80	3,20	5,74	12,27	-3,37	4,23	14,96
Leste	129	1,80	6,32	15,40	1,70	4,22	9,55	-6,95	2,10	12,50
Norte	226	2,10	6,75	16,60	1,50	4,20	8,40	-5,35	2,55	11,50
Oeste	190	1,60	6,89	16,30	1,30	4,12	10,80	-6,00	2,77	13,10
Sul	150	2,90	8,24	19,60	1,80	4,46	10,90	-5,60	3,78	15,00
Total	801	1,60	7,42	19,80	1,30	4,44	12,27	-6,95	2,98	15

LEGENDA: N_j: número de indivíduos amostrados; **CCMín**: Comprimento de Copa mínimo; **CCMéd**: Comprimento de Copa Médio; **CCMáx**: Comprimento de Copa Máximo; **LCMín**: Largura de calçada mínima; ; **LCMéd**: Largura de calçada média; ; **LCMáx**: Largura de calçada máxima; **DCCMín**: Diferença entre a Largura de copa e Largura de calçada mínima; **DCCMéd**: Diferença entre a Largura de copa e Largura de calçada média; **DCCMáx**: Diferença entre a Largura de copa e Largura de calçada máxima

FONTE: O autor (2014)

Nota-se na Tabela 7 que as Zonas Oeste e Leste apresentam os menores comprimentos de copa, respectivamente 1,60 m e 1,80 m. Isto é devido à presença de árvores jovens ou espécies com menores portes nestas zonas. Essas zonas são consideradas áreas em expansão na cidade, portanto não apresentam consolidação da urbanização. As menores larguras de calçada (LCMín) são observadas na Zona Norte (1,50 m) e Oeste (1,30 m). A Zona Norte apresenta urbanização consolidada, enquanto a Zona Oeste ainda está em processo de urbanização. Isto indica que a dimensão de calçadas na cidade de Boa Vista não está relacionada com a

consolidação da urbanização e sim, com o traçado arquitetônico e distribuição de lotes na malha urbana que pré-estabelece a área para as calçadas nos bairros da cidade.

Além disso, a diferença existente entre a largura das copas e a largura de calçadas (DCCMín) gera excedentes de copa tanto para a área de ruas quanto para áreas dos lotes residenciais. Isto pode ser um fator positivo, pois as copas fornecem sombra sob a área das ruas. Obviamente devem ser avaliadas condições de compatibilidade dessas copas para que as mesmas e não apresentem conflito com os equipamentos urbanos.

Nas Zonas Sul e Central as calçadas apresentaram maiores larguras de calçada que área de copa (DCCMín, DCCMéd e DCCMáx). Sendo assim, as árvores presentes em algumas calçadas estão com sua copa reduzida. É indicado para as calçadas maiores e sem presença de rede aérea, árvores com maior porte, visto que o objetivo principal da arborização para a área estudada é o sombreamento.

As espécies com mais de 10 indivíduos inventariados que apresentaram maior largura de copa foram: *L. tomentosa* (oiti), *D. regia* (flamboyant), *M. indica* (manga), *F. benjamina* (figueira) e *S. malaccense* (jambo). Com exceção da espécie *D. regia* (flamboyant), essas espécies foram as mais frequentes em toda a cidade. Isto revela que as espécies dominantes implantadas nas calçadas apresentam o maior porte na cidade, que devem promover maior sombreamento. As espécies em menores quantidades na cidade e com as maiores larguras de copa foram: *A. velutina* (brasileirinho), *C. racemosa* (sombreiro), *T. catappa* (sete-copas) e *T. indica* (tamarindo). O comprimento de copa (medido a partir do meio fio) foi maior nas Zonas Central e Sul, indicando que estas zonas estão com maiores coberturas arbóreas em relação às demais.

4.2.4.2 Estrutura vertical da arborização de ruas

A estrutura vertical é avaliada a partir da divisão de estratos arbóreos da floresta urbana. Considera-se então a altura das árvores, altura das copas das árvores e a presença de rede aérea, bem como a especificidade dessas três variáveis para cada espécie.

As alturas das árvores variaram de 2,5 a 21 m nas calçadas da cidade. O percentual de árvores em cada estrato vertical foi de 6,5% de árvores no estrato superior, 50,4% no estrato médio e 43,1% no estrato inferior. A Figura 30 mostra o percentual de espécies presentes em cada estrato vertical.

L. tomentosa (oiti) representou mais que 50% das árvores do estrato superior, seguido pelo *F. benjamina* (figueira) e *S. malaccense* (jambo), ambos com 13,4% (Figura 30 – A).

No estrato médio, 29,2% é composto por *S. malaccense* (jambo), 13,2 % por *L. tomentosa* (oiti) e 12,1% por *M. indica* (manga) (FIGURA 30 – B). Isto revela que estas espécies foram as mais antigas a serem plantadas nas calçadas da cidade, com crescimento rápido atingiram logo a maturidade.

L. tomentosa (oiti), *F. benjamina* (figueira), *M. indica* (mangueira) e *S. malaccense* (jambo) são árvores perenifólias, de crescimento relativamente rápido, atingindo entre 8 a 15 m de altura (LORENZI, 1998; CARAUTA; DIAZ, 2002; LORENZI et al., 2003; LORENZI, 2009).

No estrato inferior, as maiores frequências foram de 15,4% compostas por *S. malaccense* (jambo), 14,5% por *F. benjamina* (figueira) e 13,3% por *L. tomentosa* (oiti) (FIGURA 30 – C). Classificadas como menores que 7 m, possivelmente, essas espécies ainda não atingiram a idade adulta, uma vez que são as mesmas que são encontradas no estrato superior e médio.

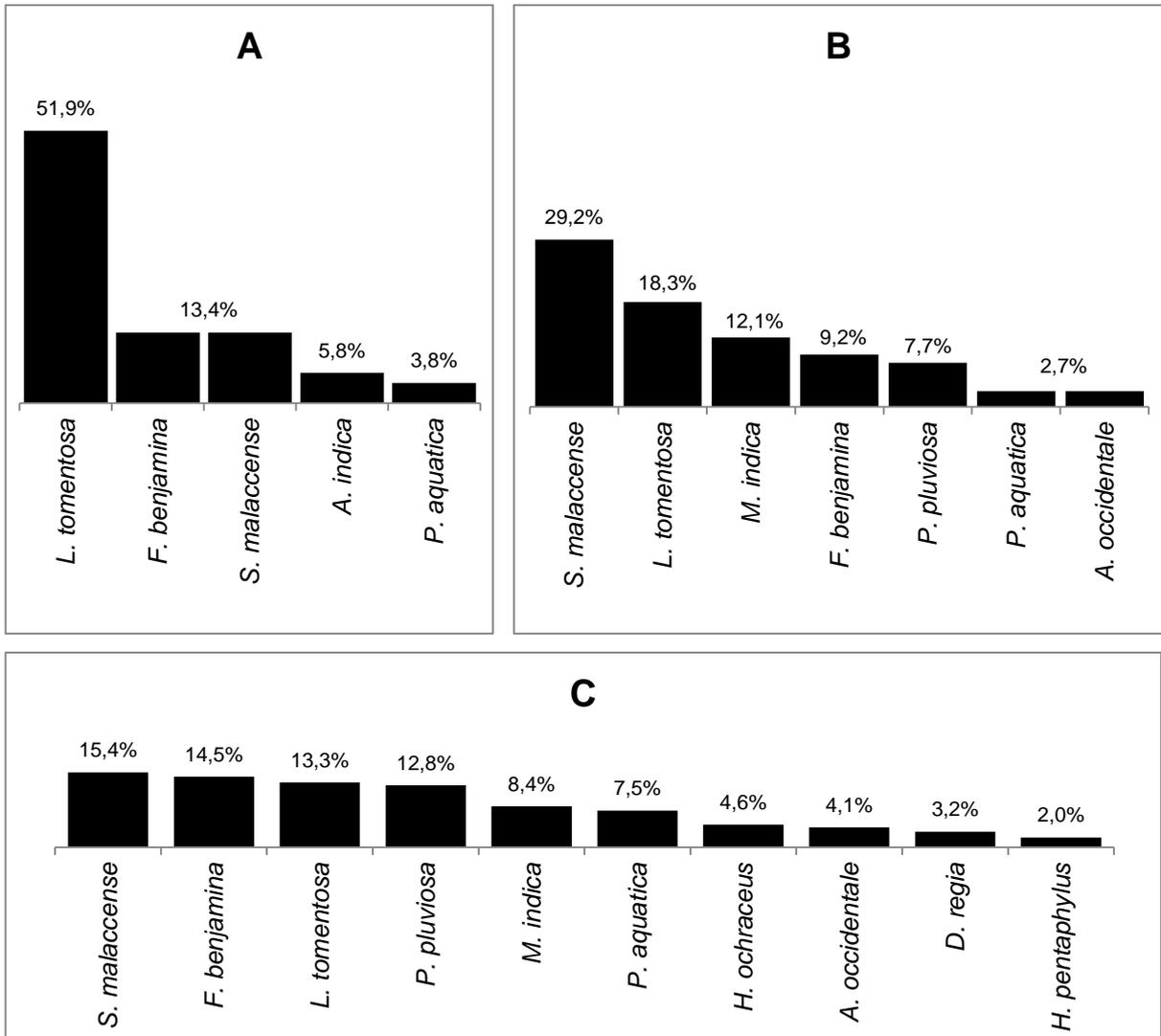


FIGURA 28 – ESPÉCIES QUE APRESENTAM MAIS DE 2% NA ESTRUTURA VERTICAL DA ARBORIZAÇÃO EM BOA VISTA: (A) ESTRATO SUPERIOR; (B) ESTRATO MÉDIO; (C) ESTRATO INFERIOR

FONTE: O autor (2014)

A presença destas três espécies nos três estratos podem não indicar seus respectivos portes e sim os diferentes estágios de plantios ou plantios multiâneos. Podem ainda indicar podas drásticas ou podas de rebaixamento. Estas suposições podem ser confirmadas com o conhecimento de suas respectivas circunferências à altura do peito (CAP).

No meio urbano, existem várias barreiras físicas que impedem o desenvolvimento vertical da árvore, entre eles: placas de sinalização, iluminação pública, rede aérea de distribuição de energia, entre outros (LIMA NETO; BIONDI, 2010). Por estes motivos, para a análise da estrutura vertical da arborização urbana é importante correlacionar principalmente a altura da árvore com a presença ou ausência de rede aérea nas calçadas.

Observa-se que 54% das árvores da cidade não apresentaram conflitos diretos com a rede aérea, ou seja, mesmo estando sob a rede não apresentaram nenhum contato físico com a mesma. Dentre as árvores com mais de 10 indivíduos inventariados, *H. pentaphyllus* (ipê-rosa) tem 100% dos seus indivíduos sob rede aérea. A média de altura das árvores dessa espécie (8,91 m) evidencia que essa espécie apresenta potencial para conflitos com a rede (TABELA 8).

A presença da rede aérea pode alterar diretamente o crescimento natural da espécie, pois a mesma necessitará de podas para manter-se no local que está implantada sem causar prejuízos ao fornecimento de energia ou risco a segurança da população.

TABELA 8 – ALTURA DAS ÁRVORES (hr) E OCORRÊNCIA DE REDE AÉREA SOB ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

Nome Científico	Nº de indivíduos	Mín de hr	Média de hr	Máx de hr	Com rede aérea (%)	Sem rede aérea (%)
<i>S. malaccense</i>	178	4,30	9,69	16,00	47,75	52,25
<i>L. tomentosa</i>	147	3,20	9,87	21,00	47,62	52,38
<i>F. benjamina</i>	94	2,70	6,45	15,30	54,26	45,74
<i>M. indica</i>	79	3,80	8,62	15,20	35,44	64,56
<i>P. pluviosa</i>	76	2,70	5,75	11,30	38,16	61,84
<i>P. aquatica</i>	39	3,20	5,98	11,90	41,03	58,97
<i>A. occidentale</i>	25	3,60	6,30	11,60	48,00	52,00
<i>H. ochraceus</i>	20	2,70	6,11	10,70	35,00	65,00
<i>D. regia</i>	18	2,70	6,41	10,90	50,00	50,00
<i>H. pentaphyllus</i>	12	3,90	8,91	13,40	100,00	0,00
<i>Z. mauritania</i>	11	3,10	6,47	8,70	81,82	18,18
<i>E. indica</i>	10	3,70	7,26	11,20	0,00	100,00

FONTE: O autor (2014)

Z. mauritania (dão) ocupou o segundo lugar no percentual de árvores sob redes aéreas com 81,82%. Essa espécie apresenta uma das menores médias em altura. Dessa forma, não se encontra em conflito iminente com a rede de distribuição de energia. *E. indica* (brasileirinho) foi encontrado somente em calçadas sem rede aérea. Isto significa uma condição ideal de compatibilidade da espécie com o meio.

F. benjamina (figueira) apresentou um percentual de 54,26% de suas árvores sob rede aérea. Dessas, 33% estão em conflito com a rede aérea. Apesar de ter um porte alto quando adulta, a copa dessa espécie recebe podas de rebaixamento ou topiaria, ou as árvores ainda não apresentam altura que propiciem o conflito direto com a rede aérea.

S. malaccense (jambo) e *L. tomentosa* (oiti) que estão entre as espécies mais frequentes na cidade, apresentaram as maiores alturas médias e percentuais próximos a 50% de suas árvores em conflitos com a rede aérea (TABELA 8). Essas árvores estão sob condições críticas de conflito entre a altura e a rede aérea, comprometendo a estrutura vertical das árvores na cidade. À medida que são realizadas práticas de manutenção e/ou aumento do número de plantios realizados na cidade, modificam-se a distribuição hipsométrica das árvores.

Sabe-se que na arborização o dinamismo da estrutura vertical é constante, tanto pelas alterações provocadas pelo crescimento e desenvolvimento das árvores, quanto pelas modificações que ocorrem no meio urbano. Se essas árvores forem preservadas em sua condição de crescimento e desenvolvimento natural não haverá diferenças significativas entre os estratos, o que possivelmente pode interferir nas condições microclimáticas.

Para Longhi et al. (1992), as comunidades vegetais variam de acordo com o número de estratos que apresentam, dependendo da variedade de formas de vida que estão presentes na comunidade, refletindo as condições climáticas e as ações dos fatores bióticos que interagem no ambiente.

Na Figura 31 observa-se a dominância das espécies e a disposição dos estratos das espécies dominantes, em relação à altura média de suas árvores.

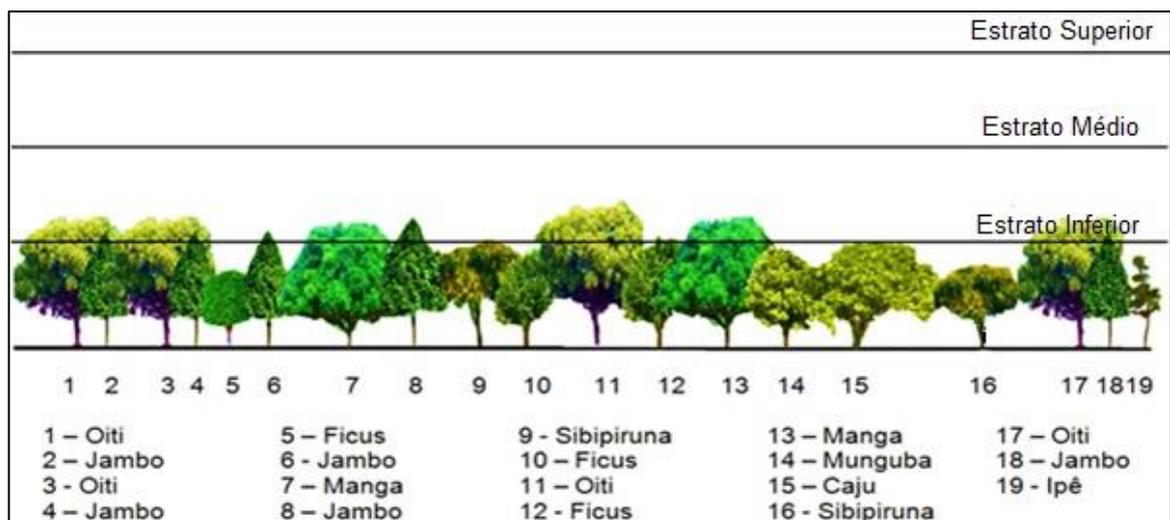


FIGURA 29 – PERFIL DA ESTRUTURA VERTICAL DAS ESPÉCIES SOB REDE AÉREA, MOSTRANDO A PREDOMINÂNCIA DOS ESTRATOS DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

A Figura 31 mostra que a cada 19 árvores que estão sob rede aérea, cinco indivíduos são *S. malaccense* (jambo), quatro são *L. tomentosa* (oiti), três são *F. benjamina* (figueira), duas são *P. pluviosa* (sibipiruna) e duas são *M. indica* (manga). Além destas, encontra-se um indivíduo de *P. aquatica* (munguba), um de *A. occidentale* (caju) e um de *H. ochraceus* (ipê-amarelo).

Nota-se que cinco espécies entre as mais frequentes estão no estrato inferior, são elas: *F. benjamina* (figueira), *P. pluviosa* (sibipiruna), *P. aquatica* (munguba), *A. occidentale* (caju).

Encontram-se no estrato médio: *H. ochraceus* (ipê-amarelo), *S. malaccense* (jambo), *L. tomentosa* (oiti) e *M. indica* (manga). Como a rede aérea das áreas analisadas não foi superior a seis metros, portanto está no estrato inferior, associa-se a maior necessidade de condução dessas espécies. Cabe ressaltar que a rede de média tensão que está no estrato médio também podem resultar em maior necessidade de condução.

A representação regionalizada de espécies que estão em conflito com a rede aérea pode ser observada na Tabela 9.

TABELA 9– PERCENTUAL REGIONALIZADO DE ESPÉCIES EM CALÇADAS COM REDES AÉREAS NA CIDADE DE BOA VISTA

Nome Científico	Zonas da cidade				
	Central	Leste	Norte	Oeste	Sul
<i>S. malaccense</i> (%)	11,00	2,35	43,53	20,00	23,50
<i>L. tomentosa</i> (%)	33,00	11,43	1,43	34,33	20,00
<i>F. benjamina</i> (%)	14,00	17,65	23,53	25,50	19,60
<i>P. pluviosa</i> (%)	3,00	27,59	34,48	24,10	10,30
<i>M. indica</i> (%)	21,00	10,7	42,86	17,90	7,10
<i>P. aquatica</i> (%)	0,00	0,00	43,75	31,30	25,00
<i>A. occidentale</i> (%)	0,00	16,67	50,00	16,70	16,70
<i>Z. mauritania</i> (%)	78,00	0,00	11,11	11,10	0,00
<i>D. regia</i> (%)	33,33	33,33	33,33	0,00	0,00
<i>H. ochraceus</i> (%)	43,00	0,00	57,14	0,00	0,00

FONTE: O autor (2014)

De acordo com a Tabela 9, a Zona Norte apresenta maior número de árvores em calçadas com rede aérea, 29,43%. Destacam-se as espécies: *H. ochraceus* (ipê-amarelo) com 57,14%, *A. occidentale* (caju) com 50%, *P. aquatica* (munguba) com 43,75%, *S. malaccense* (jambo) com 43,53% e *M. indica* (manga) com 42,86% de seus indivíduos em calçadas com rede aérea. Esses percentuais

regionalizados servem de base para a intensificação de atividades de monitoramento silvicultural dessas espécies.

A Zona Leste apresentou 11,08% de seus indivíduos arbóreos em calçadas com rede aérea, denotando o menor percentual encontrado. *L. tomentosa* (oiti) e *F. benjamina* (figueira) necessitam de maiores cuidados na Zona Oeste da cidade.

D. regia (flamboyant) está distribuída equitativamente nas Zonas Central, Leste e Norte. Por se tratar de uma árvore de grande porte e que possui raízes superficiais, existe uma necessidade imediata de cuidados com essa espécie, a fim de evitar danos a equipamentos urbanos, transeuntes e aos moradores.

Z. mauritania (dão) encontra-se predominante na Zona Central da cidade com 78% dos indivíduos em calçadas com rede aérea. Esta espécie encontra-se no estrato inferior e pode não apresentar um porte que interfere na rede de energia.

Os indivíduos de *H. ochraceus* (ipê-amarelo) também estão presentes na Zona Central em alto percentual, perfazendo 43% de seus indivíduos em calçadas com rede aérea. Sendo assim, exige-se uma atenção na execução das práticas de manutenção. Além disso, o crescimento ortotrópico da espécie junto à rede aérea pode gerar conflito, resultando em danos à arquitetura típica da copa. Para Seitz (1996), quando for danificada a gema terminal de árvores com eixos ortotrópicos e plagiotrópicos, normalmente o modelo arquitetônico original é substituído por um modelo sem organização.

4.2.5 Cobertura arbórea de ruas

Os resultados obtidos com a análise da área de copa das árvores inventariadas na cidade de Boa Vista indicam uma tendência decrescente da quantidade de árvores à medida que as áreas de copa aumentam (FIGURA 32). Esta característica reflete a grande amplitude de diferentes formas e áreas de copa, variável de acordo com cada espécie presente na arborização de ruas.

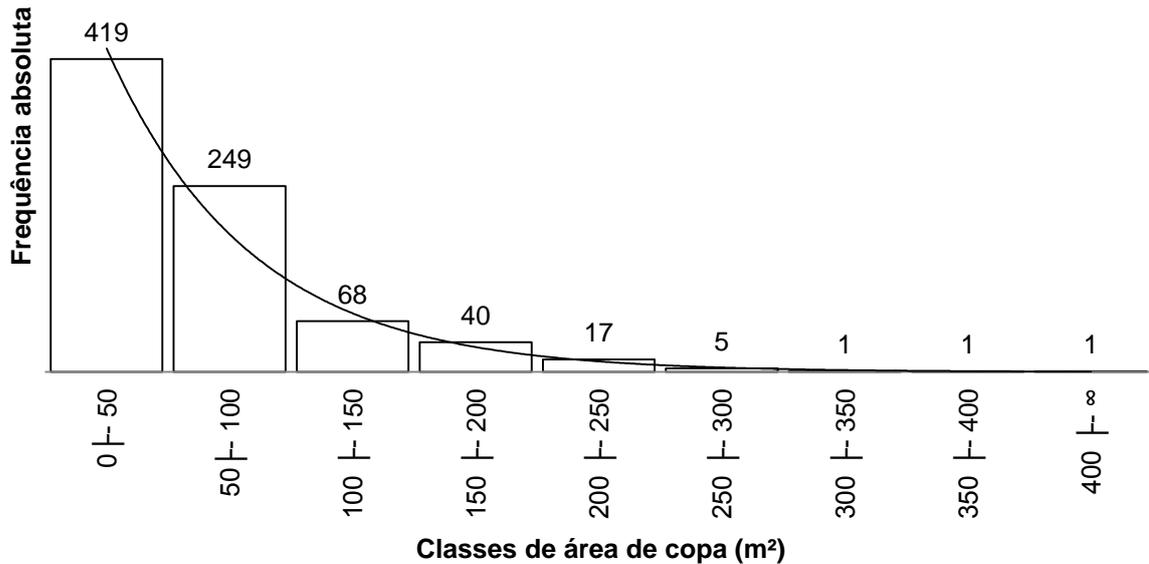


FIGURA 30 – RELAÇÃO DA QUANTIDADE DE ÁRVORES COM A ÁREA DE COPA EM RUAS DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

Constatou-se que a maior proporção de árvores se encontra no intervalo de 0 – 50 m² da curva de distribuição da área de copa. Bobrowski (2011b) encontrou o mesmo resultado em um estudo desenvolvido nas ruas de Curitiba – PR. O autor afirmou que além das características distintas de cada espécie, a dinâmica da área de copa também é fortemente influenciada pelo tipo e intensidade das podas realizadas que alteram a arquitetura típica, a forma e a área da copa. A intensidade de intervenções por poda é variável conforme a espécie, mas também são muito afetadas pelas características da estrutura urbana que pode limitar o desenvolvimento de espécies de maior porte ou com maior projeção de área de copa.

Pode-se inferir que as árvores da cidade analisada são predominantemente jovens, levando em consideração o desenvolvimento da cobertura arbórea encontrada e os diâmetros de copa característicos das espécies mais frequentes (*S. malaccense* e *L. tomentosa*). Essas duas espécies apresentaram as maiores coberturas de copa encontradas na cidade, como também as menores áreas de copa. Dessa forma, constata-se a presença tanto de árvores adultas ou senis quanto de mudas da mesma espécie.

Na Tabela 10, observa-se que a Zona Central da cidade apresentou a maior área média de copa (ACm) por árvore (101,99 m²), sendo a menor (46,98 m²) constatada na Zona Leste. Cada região da cidade apresentou um perfil diferenciado

de cobertura arbórea. Considerando o número total de árvores encontradas em cada zona, a área total de copa foi maior (152.291,31 m²) na Zona Oeste e a menor (39.273,57 m²) permaneceu sendo a Zona Leste.

TABELA 10 – COBERTURA ARBÓREA NAS ZONAS ADMINISTRATIVAS DA CIDADE DE BOA VISTA

ZONA	ACm (m ²)	ACt (m ²)	A _{cid} (km ²)	COB _{cid} (%)	COB _{calç} (%)
Central	101,99	91.390,58	2,73	3,34	50,11
Leste	46,98	39.273,57	8,39	0,47	26,37
Norte	51,52	89.754,86	20,74	0,43	26,38
Oeste	55,17	152.291,31	98,06	0,16	29,12
Sul	78,87	53.084,23	22,26	0,24	46,64

LEGENDA: **ACm**: área de cobertura média; **ACt**: área de cobertura total; **A_{cid}**: área de cada zona da cidade; **COB_{cid}**: cobertura arbórea considerando a área total das zonas; **COB_{calç}**: cobertura arbórea considerando a área média das calçadas em cada zona.

FONTE: O autor (2014)

A relação entre a área de cobertura total e a área de cada zona da cidade resultou no percentual da cobertura arbórea da cidade (COB_{cid}). A arborização de ruas da cidade representou em média 0,3% da área da cidade. As áreas verdes públicas e privadas, as quais não são objeto dessa pesquisa, representaram maior percentual de cobertura arbórea na área da cidade. A arborização de ruas é uma tipologia da arborização urbana e complemento desses percentuais. Isto justifica o baixo percentual encontrado, pois as calçadas perfazem menos que 20% da área da cidade.

A Zona Central apresentou o maior percentual COB_{cid}, ou seja, a arborização nas calçadas é representada por apenas 3,34% da área total desta zona. Essa é a menor zona da cidade (A_{cid}) e uma das maiores coberturas (ACt). Essa região apresenta as árvores em idade adulta e com maior área de copa na cidade. Isto se deve à zona central ter árvores plantadas desde o início de formação da cidade.

A Zona Oeste foi a região da cidade que apresentou menor percentual de cobertura da arborização de ruas (0,16%). Esta Zona é a maior da cidade, conta com o maior número de bairros e ainda está em processo de urbanização. Segundo Staeve (2011), na Zona Oeste da cidade, aproximadamente 85% dos residentes são migrantes, que residem em áreas doadas pelo poder público. De acordo com Vale (2007), desde o ano de 1976, quando construíram a BR – 174 (trecho Boa Vista-Manaus) a expansão urbana toma a direção desta (Zona Oeste).

A Tabela 10 mostra também a relação da cobertura arbórea nas áreas de calçada de cada zona da cidade ($COB_{calç}$). Para essa variável, a Zona Central apresenta cerca de 50% de suas calçadas com cobertura arbórea. As Zonas Leste e Norte tiveram os menores percentuais de cobertura, respectivamente 26,37 e 26,38%. As zonas com urbanização consolidada apresentaram maiores percentuais de cobertura (MACO; McPHERSON, 2002).

Os resultados obtidos em $COB_{calç}$ para cada zona analisada podem ser aceitáveis. Maco e McPherson (2002) sugerem 25% de cobertura como ideal para ruas e calçadas com árvores de faixas etárias diversificadas.

A participação das espécies nos percentuais de cobertura também é um fator promissor para os planejadores da arborização municipal. A partir dos objetivos da arborização pode-se incentivar ou priorizar espécies de acordo com o grau de projeção da sua copa. Além disso, conflitos com equipamentos urbanos podem ser evitados quando se conhece os limites máximos de área de copa.

A Tabela 11 apresenta as 10 espécies que têm a maior projeção de copa na cidade. *L. tomentosa* (oiti) foi a espécie que apresentou a maior soma da área de copa e máxima área de copa.

Pode-se observar que *S. malaccense* (jambo), apesar de ser a espécie mais frequente em termos quantitativos, ficou em segundo lugar no somatório da área de copa. Isso pode estar tanto relacionado com o desenvolvimento da espécie (arquitetura da copa) como ao espaço físico disponível onde estão plantadas.

TABELA 11– COBERTURA ARBÓREA DAS ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA CIDADE DE BOA VISTA

Nome Científico	NArv	ACTot (m ²)	Mín AC(m ²)	Média AC (m ²)	Máx AC (m ²)
<i>L. tomentosa</i>	147	13.334,07	6,96	90,71	369,55
<i>S. malaccense</i>	178	9688,59	7,83	54,43	155,00
<i>M. indica</i>	79	6487,16	8,56	82,12	230,75
<i>F. benjamina</i>	94	4795,04	4,00	51,01	205,85
<i>P. pluviosa</i>	76	3906,75	5,36	51,40	159,96
<i>D. regia</i>	18	1559,89	15,62	86,66	178,22
<i>A. occidentale</i>	25	1310,59	14,80	52,42	167,86
<i>P. aquatica</i>	39	1235,80	4,83	31,69	85,56
<i>Z. mauritania</i>	11	845,55	11,38	76,87	143,51
<i>H. pentaphyllus</i>	12	667,53	26,79	55,63	81,12

LEGENDA: **NArv**: número de árvores; **AC**: área total da copa; **Mín AC**: Mínima área de copa; **Média AC**: área de copa média; **Máx AC**: área de copa máxima.

FONTE: O autor (2014)

A menor área de copa foi observada na espécie *F. benjamina* (figueira) e a maior foi *L. tomentosa* (oiti). A copa de *F. benjamina* (figueira) no meio urbano é conduzida por podas de diversas formas. Isso justifica a grande amplitude de variação entre a área de copa desta espécie. *L. tomentosa* (oiti) apresentou a maior diferença em área de copa em relação à máxima e mínima área encontrada para a espécie. Isto pode ser devido à ocorrência de indivíduos em diferentes idades no povoamento analisado.

4.2.6 Índices morfométricos aplicados à arborização de ruas

Para efeito de análise dos índices morfométricos, o estudo foi realizado com as seis espécies arbóreas mais frequentes na cidade. Na Tabela 12 encontram-se os valores mínimos, médios e máximos para cada variável morfométrica relacionada com a presença e ausência da rede de distribuição de energia.

Em relação ao DAP, foram encontradas altas variações no crescimento para todas as espécies, sendo a maior para *F. benjamina* (figueira) (TABELA 12). Isto está associado às diferentes épocas de plantio nas ruas, à existência de mudas, plantas jovens e adultas.

Para a razão HR/HP observou-se que as médias para os indivíduos de *F. benjamina* (figueira), *M. indica* (manga) e *P. aquatica* (munguba) que estavam em calçadas sem presença de redes aéreas foram maiores que para os indivíduos destas espécies que estavam sob as redes aéreas (TABELA 12). Isto corrobora os resultados de Bobrowski, Lima Neto e Biondi (2013) que os maiores valores da razão HR/HP estão relacionados à maior aproximação das árvores à condição natural da arquitetura típica. O menor valor para a razão HR/HP indica maior remoção da área das copas pelas podas, e por consequência maior alteração da arquitetura típica.

TABELA 12– RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS DAS SEIS ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NAS RUAS DE BOA VISTA

Índices morfológicos	PF		<i>F. benjamina</i>	<i>S. malaccense</i>	<i>M. indica</i>	<i>P. aquatica</i>	<i>L. tomentosa</i>	<i>P. pluviosa</i>	Total geral	
DAP (m)	Mín	F	0,06	0,07	0,11	0,10	0,09	0,06	0,06	
		S	0,09	0,14	0,09	0,11	0,07	0,04	0,04	
	Méd	F	0,45	0,36	0,37	0,23	0,38	0,21	0,36	
		S	0,53	0,36	0,38	0,26	0,31	0,18	0,34	
	Máx	F	1,15	0,68	0,73	0,50	1,10	0,51	1,15	
		S	1,36	0,61	0,94	0,48	0,99	0,46	1,36	
	HR/HP	Mín	F	1,61	2,65	2,28	2,13	1,88	1,83	1,61
			S	1,83	2,18	2,11	2,38	1,86	1,75	1,75
Méd		F	3,79	5,16	4,22	3,63	6,32	3,29	4,82	
		S	4,11	4,86	5,07	3,66	4,88	3,05	4,46	
Máx		F	10,80	10,00	7,36	6,54	18,45	5,43	18,45	
		S	8,05	7,88	8,44	6,26	10,00	4,52	10,00	
CC		Mín	F	1,40	2,70	2,30	1,70	1,50	1,30	1,30
			S	1,30	2,60	2,30	2,20	2,10	1,20	1,20
	Méd	F	4,35	7,80	5,73	3,99	9,32	3,98	6,73	
		S	5,21	7,65	7,35	4,55	6,82	3,86	6,35	
	Máx	F	12,20	14,40	10,20	9,50	19,20	7,20	19,20	
		S	13,40	11,70	13,00	10,00	15,30	8,80	15,30	
	LC	Mín	F	1,60	2,70	3,00	2,10	3,50	2,10	1,60
			S	2,40	2,85	2,95	3,30	2,90	3,20	2,40
Méd		F	6,08	7,37	8,35	4,91	10,08	6,29	7,66	
		S	7,10	7,27	8,74	5,39	7,90	6,86	7,43	
Máx		F	15,40	11,90	14,95	9,20	19,80	12,40	19,80	
		S	17,90	13,05	15,80	8,30	18,70	11,90	18,70	
DC		Mín	F	2,00	2,86	3,15	2,30	2,90	2,20	2,00
			S	2,60	2,70	2,90	2,00	2,40	2,80	2,00
	Méd	F	6,25	7,10	8,13	4,91	9,82	6,82	7,58	
		S	6,94	6,84	8,91	6,05	8,02	7,08	7,42	
	Máx	F	14,40	11,50	14,45	9,30	19,50	12,90	19,50	
		S	13,40	12,50	17,08	10,00	15,50	13,30	17,08	
	PC	Mín	F	37,84	62,22	56,10	53,13	46,88	45,45	37,84
			S	45,24	54,17	52,63	57,89	46,15	42,86	42,86
Méd		F	69,09	79,12	74,31	69,24	79,82	67,02	75,15	
		S	71,26	77,90	77,68	71,06	75,69	65,50	74,29	
Máx		F	90,74	90,00	86,41	84,71	94,58	81,58	94,58	
		S	87,58	87,31	88,15	84,03	90,00	77,88	90,00	

Continuação

LEGENDA: **PF**: presença de rede aérea; **F**: árvore sob rede aérea; **S**: árvores sem rede aérea; **DAP**: diâmetro à altura do peito; **HR/HP**: razão altura real/ altura da potencial; **CC**: comprimento de copa (m); **LC**: largura da Copa (m); **DC**: diâmetro de copa (m); **PC**: proporção de copa (%).

TABELA 12 – RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS DAS SEIS ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NAS RUAS DE BOA VISTA

Índices morfológicos		PF	F. <i>benjamina</i>	S. <i>malaccense</i>	M. <i>indica</i>	P. <i>aquatica</i>	L. <i>tomentosa</i>	P. <i>pluviosa</i>	Total geral
IS	Mín	F	4,43	9,57	13,22	7,61	13,22	11,44	4,43
		S	4,34	5,89	8,15	11,22	8,39	14,38	4,34
	Méd	F	25,80	20,76	25,91	24,37	30,18	40,14	26,78
		S	19,24	19,77	27,24	25,51	33,16	46,70	28,11
	Máx	F	103,37	80,59	54,26	36,58	54,32	87,27	103,37
		S	66,40	30,79	59,69	45,78	71,81	100,98	100,98
IA	Mín	F	0,56	0,38	0,46	0,50	0,29	0,26	0,26
		S	0,60	0,34	0,63	0,43	0,51	0,73	0,34
	Méd	F	1,05	0,76	1,12	0,89	0,97	1,25	0,96
		S	1,02	0,71	0,97	0,98	0,95	1,25	0,94
	Máx	F	1,70	1,35	2,67	1,22	3,13	1,87	3,13
		S	1,61	1,19	1,42	1,33	1,54	1,79	1,79
FC	Mín	F	0,67	0,48	0,60	0,60	0,33	0,38	0,33
		S	0,72	0,40	0,82	0,67	0,61	1,00	0,40
	Méd	F	1,58	0,97	1,54	1,32	1,29	1,93	1,34
		S	1,49	0,92	1,26	1,39	1,29	1,95	1,31
	Máx	F	3,04	2,11	3,97	2,29	6,67	3,27	6,67
		S	2,87	1,73	2,06	2,16	2,44	3,00	3,00
GE	Mín	F	4,73	14,54	8,61	13,23	11,83	14,88	4,73
		S	3,40	9,95	11,33	14,14	8,92	16,70	3,40
	Méd	F	24,12	27,98	24,60	27,47	33,27	32,41	28,69
		S	19,77	28,54	28,14	26,42	35,85	37,64	30,17
	Máx	F	94,25	61,47	47,60	42,94	69,81	68,07	94,25
		S	52,12	49,37	53,41	43,08	71,81	82,16	82,16

LEGENDA: **PF**: Presença de Rede Aérea; **F**: Árvore sob rede aérea; **S**: Árvores sem rede aérea; **IS**: Índice de Saliência; **IA**: Índice de Abrangência; **FC**: Formal de Copa; **GE**: Grau de Esbeltez

FONTE: O autor (2014)

No entanto, os indivíduos de *S. malaccense* (jambo), *L. tomentosa* (oiti) e *P. pluviosa* (sibipiruna) sob a rede de distribuição de energia apresentaram valores maiores aos que estavam livres da rede aérea (TABELA 12). Isto pode ser resultado de podas que não diminuem a dimensão da copa das árvores, mas que podem provocar outros problemas de estabilidade mecânica.

Salienta-se que mesmo em condições naturais de crescimento, sem intervenções, as copas das árvores podem sofrer alteração na relação HR/HP por conta do sombreamento e declínio dos galhos inferiores da copa (BOBROWSKI; LIMA NETO; BIONDI, 2013).

Os estudos morfométricos para a arborização de ruas ainda são incipientes. No entanto, a arborização de ruas se caracteriza pela inserção de árvores em um ambiente planejado. Isto pode levar este ambiente a ter comparações com as florestas plantadas. Bobrowski, Lima Neto e Biondi (2013), em um estudo da alteração da arquitetura típica de uma espécie da arborização viária de Curitiba-PR, fazem comparativos com uma espécie plantada na Fazenda Experimental Gralha Azul, da Universidade Pontifícia Católica do Paraná (ORELLANA; KOEHLER, 2008) e, com espécies nativas na região central do estado do Rio Grande do Sul (SELLE; VUADEN, 2010).

Nesse sentido, Condé et al. (2013) ao analisar a morfometria de espécies em sistemas agroflorestais de Porto Velho-RO, afirmou que a morfometria das plantas pode sofrer mudanças ao longo de seu crescimento, estando suscetível a influência de fatores como espaçamento de plantio, condições edafoclimáticas, competição entre copas e tratamentos silviculturais.

A Tabela 13 mostra a comparação das médias entre as árvores sob redes aéreas e árvores sem esta influência ao nível de 95% de confiança. Os resultados apontam que para a relação HR/HP, *L. tomentosa* (oiti) apresentou diferença estatisticamente significativa entre as árvores com e sem a influência das redes aéreas.

TABELA 13– VALORES “p” PARA OS ÍNDICES MORFOMÉTRICOS

Nome Científico	Valor p – Índices morfométricos					
	HR/HP	PC(%)	IS	IA	FC	GE
<i>S. malaccense</i>	0,0834 ^{ns}	0,2118 ^{ns}	0,0001**	0,0014**	0,0031**	0,6694 ^{ns}
<i>L. tomentosa</i>	0,0003**	0,8084 ^{ns}	0,0335**	0,0001**	0,0001**	0,0444**
<i>F. benjamina</i>	0,6124 ^{ns}	0,7139 ^{ns}	0,0001**	0,0908 ^{ns}	0,3953 ^{ns}	0,0023**
<i>P. aquatica</i>	0,1193 ^{ns}	0,1240 ^{ns}	0,8371 ^{ns}	0,8791 ^{ns}	0,8796 ^{ns}	0,5702 ^{ns}
<i>M. indica</i>	0,0650 ^{ns}	0,6381 ^{ns}	0,5934 ^{ns}	0,0001**	0,0001**	0,3154 ^{ns}
<i>P. pluviosa</i>	0,0535 ^{ns}	0,2545 ^{ns}	0,6713 ^{ns}	0,0310**	0,0266**	0,3804 ^{ns}

LEGENDA: **HR/HP**: razão altura real/ altura da copa; **PC**: Proporção de Copa (%); **IS**: Índice de Saliência; **IA**: Índice de Abrangência; **FC**: Formal de Copa; **GE**: Grau de Esbeltez; Análise estatística: ^{ns} não significativo; ** significativo a 95% de confiança.

FONTE: O autor (2014)

Quanto maior este índice mais frondosa é a copa. A prática de podas pode promover o aumento da razão HR/HP. Isto indica que existe uma alteração na altura da espécie e consequentemente na área de copa.

Observou-se que as árvores de *L. tomentosa* (oiti) sob redes aéreas apresentaram maiores valores médios de HR/HP. Isto pode ser resultado da prática de poda excessiva tanto para superar os conflitos com a rede aérea quanto para facilitar a circulação de veículos em ruas movimentadas. Para Bobrowski, Lima Neto e Biondi (2013), as árvores sob redes aéreas, geralmente sofrem podas excessivas que prejudicam a qualidade estética e a estabilidade estrutural da espécie.

As variações que ocorrem para a Proporção de Copa (PC) não diferiram estatisticamente para os tratamentos adotados em quaisquer espécies. Entretanto, o Índice de Saliência (IS) apontou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos para *S. malaccense* (jambo), *L. tomentosa* (oiti) e *F. benjamina* (figueira). Isto pode ter ocorrido não somente por podas realizadas, mas também por plantios de idades diferentes. Bobrowski, Lima Neto e Biondi (2013) ressaltam que para a arborização, o Índice de Saliência pode ser utilizado como base para o planejamento de implantação de determinadas espécies, a fim de diminuir o nível de competição entre elas.

Os índices de Proporção de Copa, Índice de Saliência e Índice de Abrangência demonstraram que estas variáveis são úteis para se verificar as alterações promovidas por podas excessivas, podas incorretas ou por competição de copas devido ao crescimento natural da árvore, pois expressam as alterações ocorridas sobre as proporções naturais que a árvore apresenta em condições de crescimento livre (BOBROWSKI; LIMA NETO; BIONDI, 2013).

Para o IA e FC foi constatado diferença estatística para *S. malaccense* (jambo), *L. tomentosa* (oiti), *M. indica* (manga) e *P. pluviosa* (sibipiruna) entre as árvores sob rede aérea e árvores nas calçadas que não apresentavam esta interferência.

Com exceção das árvores de *P. aquatica* (munguba) os maiores valores médios encontrados para o IA foram em árvores sob rede aérea, sendo o maior valor para as árvores de *P. pluviosa* (sibipiruna) (TABELA 12). Isto revela que há predominância de árvores maiores em calçadas sem a presença de rede aérea.

Tonini e Arco Verde (2005) ao estudar indivíduos de castanheira-do-brasil, andiroba, ipê-roxo e jatobá em plantios homogêneos no Estado de Roraima, afirmaram que o IA tende a diminuir com a altura, porque o aumento em altura não é acompanhado proporcionalmente pelo diâmetro da copa, ou seja, o crescimento em altura das árvores é maior que o crescimento do diâmetro da copa.

Os valores observados para o FC foram menores em árvores de *F. benjamina* (figueira), *S. malaccense* (jambo), *M. indica* (manga) e *L. tomentosa* (oiti) que não apresentavam interferência da rede aérea (TABELAS 12 e 13). Dessa forma, pode-se afirmar que estas espécies sob influência da rede aérea apresentam copas mais achatadas, demonstrando que a forma das copas estão alteradas, provavelmente por práticas de poda para conter o crescimento e conflito com as redes energizadas. Segundo Orellana e Koehler (2008), valores baixos de formal de copa demonstram copas mais esbeltas e alongadas, enquanto que valores mais altos indicam árvores com copas mais achatadas.

A partir das diferenças estatisticamente significativas do IA e do FC, constata-se que em árvores sob rede aérea a forma das copas encontra-se alterada. Isto pode ser proveniente das podas realizadas, que servem para compatibilizar as árvores com as redes de distribuição de energia presentes no ambiente urbano.

Para *F. benjamina* (figueira) e *P. aquatica* (munguba) não houve diferença estatisticamente significativa para as condições de calçada com e sem rede aérea. É observado *F. benjamina* (figueira) na cidade com podas excessivas, como já citado. Desse modo, as árvores apresentam-se com características de copa semelhantes tanto em calçadas com rede aérea quanto em calçadas sem esta rede.

Já para os indivíduos *P. aquatica* (munguba) observou-se a altura média menor que a altura da rede aérea, não revelando conflitos com a mesma. Isso pode ter ocorrido porque os indivíduos ainda são jovens.

O GE denotou que *L. tomentosa* (oiti) e *F. benjamina* (figueira) apresentaram diferenças significativas entre as condições de calçadas com e sem rede de distribuição de energia (TABELA 13). Observou-se maior variação deste índice nas medições da espécie *F. benjamina* (figueira), mas considerando a média, *P. pluviosa* (sibipiruna) e *L. tomentosa* (oiti) obtiveram os maiores índices (TABELA 12).

De acordo com Roman, Bressan e Durlo (2009), quanto maior o valor do Índice Grau de Esbeltez mais instável é a árvore. Esta instabilidade pode estar associada às podas excessivas que foram observadas nessas espécies.

Além disso, isto indica maior crescimento em diâmetro para suportar o crescimento em altura e manter a estabilidade estrutural da árvore, pois conforme resultados obtidos por Selle e Vuaden (2010), as árvores, de um modo geral, tendem a diminuir seu grau de esbeltez à medida que aumenta a dimensão do DAP.

As árvores mais instáveis estavam em calçadas sem redes aéreas, sendo indivíduos de *S. malaccense* (jambo), *M. indica* (manga), *L. tomentosa* (oiti) e *P. pluviosa* (sibipiruna). Isto pode ser justificado tanto pela condição restrita do meio físico (solo compactado e área de canteiro disponível para o crescimento) quanto por inexistência de planejamento na execução de poda, pois se observou que as árvores são muitas vezes podadas sem necessidade, em ruas com ou sem rede de distribuição de energia.

Em pesquisa realizada por Velasco (2003), na cidade de Piracicaba, a autora verificou mesmo em locais sem redes de energia que a porcentagem de poda foi grande, principalmente podas de levantamento e limpeza. Estes tipos de podas podem e muitas vezes devem ser feitas, independente de haver ou não rede aérea, desde que tecnicamente adequadas. Já a poda em “V”, normalmente feita quando há presença de rede aérea, também foi encontrada em árvores que não estavam sob redes (10,81%), não justificando sua execução. Este fato pode demonstrar que a atividade de poda já se tornou um hábito para quem a executa e para a população que a contempla, sendo feita mesmo sem ser necessária.

4.2.7 Análise das práticas de manutenção

Entre as árvores inventariadas, 352 árvores (44%) estavam deformadas por poda excessiva, sendo que 214 árvores (61%) estavam sob redes aéreas e 136 árvores (39%) não estavam com interferência dessas redes. Esse percentual é preocupante para a cidade, pois de acordo com Barros e Vargas (2009), as podas drásticas podem desestabilizar a estrutura física da árvore, ocasionando o tombamento da planta.

Nesse sentido, na análise foi observado que 16,7% das árvores apresentaram tortuosidade e inclinações dos fustes. Isso é um problema para a segurança de pedestres e moradores e também para a permanência das árvores no meio urbano. Modena e Rossato (2011) afirmam que na ocorrência de fortes ventos as árvores com podas drásticas, tortuosidade e inclinação do fuste, se apresentam susceptíveis a queda.

Os percentuais de podas excessivas que descaracterizam a arquitetura típica da espécie encontrados nesta pesquisa são superiores aos encontrados na

maioria das cidades brasileiras. Maranhão et al. (2012) constatou que 2,8% das árvores de Senador Guimard – AC apresentaram podas drásticas. Moura e Santos (2009) encontraram que 4% das árvores sofreram poda drástica no Bairro Centro e Centro Norte e Várzea Grande – MT. Meneghetti (2003), em um estudo nos bairros da orla marítima de Santos-SP observou que 6% dos indivíduos foram podados de forma irregular ou por prática de vandalismo, sem obedecer qualquer critério sistematicamente adotado pela Prefeitura Municipal.

Já Souza, Dodonov e Cortez (2012) encontraram 25,6% das árvores com podas drásticas em um bairro de Ourinhos – SP. Schallenberger e Machado (2013) encontraram podas drásticas em 58% das árvores da região Central de Mangueirinha – PR.

Quanto às espécies que apresentaram a copa de seus indivíduos deformados por podas excessivas, na Figura 33 são mostradas as espécies que apresentaram mais de 10 indivíduos com estas podas.

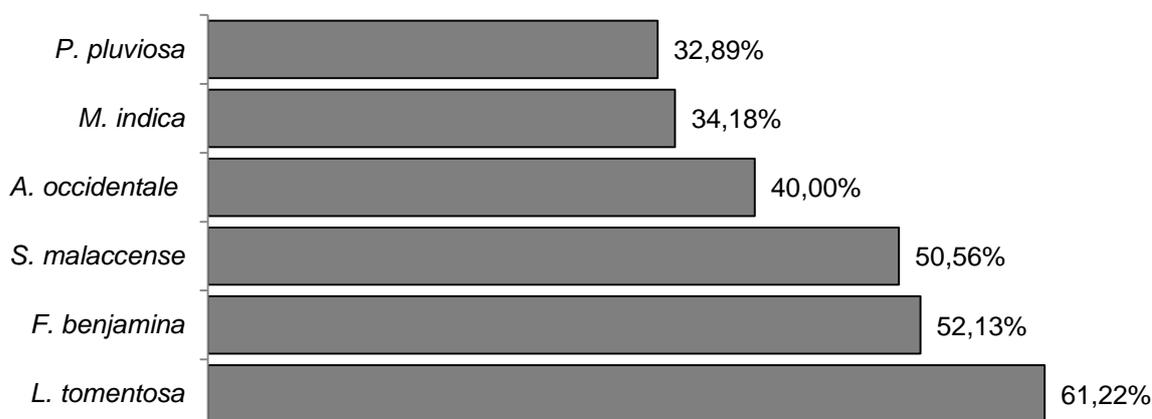


FIGURA 31 – ESPÉCIES COM MAIS DE 10 INDIVÍDUOS QUE APRESENTARAM PODAS EXCESSIVAS EM ÁRVORES DE RUAS DE BOA VISTA
FONTE: O autor (2014)

Observou-se que *L. tomentosa* (oiti) apresentou 61,22% dos seus indivíduos com podas excessivas. Essa espécie encontra-se com predominância de seus indivíduos no estágio jovem e adulto e estão sob redes aéreas, sofrendo podas de rebaixamento.

F. benjamina (figueira) apresentou 52,13% e *S. malaccense* (jambo) 50,56% de seus indivíduos com podas excessivas. Observou-se que *F. benjamina* (figueira) é uma espécie que sofre podas constantes na cidade, seja por topiaria ou para compatibilizar as copas ao meio físico. *S. malaccense* (jambo) é uma espécie com

arquitetura da copa piramidal, apresentando-se limitada à execução de poda, principalmente podas excessivas.

De acordo com a Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL Energia (2008), no Estado de São Paulo a aplicação de podas em árvores que apresentam formas típicas, como colunar, cônica, piramidal, entre outras, deve ser evitada, uma vez que descaracterizam a forma original.

As Figuras 34-A e 34-B mostram as podas que são realizadas para adequação das árvores aos sistemas elétricos. Muitas vezes, as podas descaracterizam a arquitetura típica da espécie.

Foram encontradas espécies que sofreram podas excessivas que não estavam sob rede aérea (FIGURA 34-C). Esse resultado também foi encontrado por Martins (2010) na cidade de Luiziana – PR. A autora afirma que nesses caso não existiria a necessidade da aplicação da poda.

A poda é considerada uma agressão a um organismo vivo, pois provoca um desequilíbrio entre a superfície assimilatória, localizada nas folhas, e a superfície de absorção de água e nutrientes, localizada nas raízes. A poda drástica desencadeia processos metabólicos diferenciados, acionando sistemas de reação bastante especializados (SEITZ, 1996).

Os resultados indicaram que 258 árvores (32%) necessitam de tratamento de poda. Destas, 63% não estão sob redes aéreas mas necessitam de poda de condução. Isso é ocasionado pelos plantios abaixo da altura recomendada para a arborização de ruas, que faz com que a parte aérea (copa) dificulte o trânsito de pedestres na calçada.

A poda de condução é a retirada de gemas, ramos e/ou galhos e, tem o objetivo de deixar a muda com o tronco livre de ramificação a 1,80 m de altura, padrão ideal para arborização de ruas (BIONDI; LEAL, 2009).



FIGURA 32 – PODAS REALIZADAS EM ÁRVORES DE RUA DE BOA VISTA: (A) E (B) – PODAS PARA COMPATIBILIZAR AS ÁRVORES COM A REDE AÉREA (C) – PODA SEM CRITÉRIO EM ÁRVORE SEM INTERFERÊNCIA DE EQUIPAMENTOS URBANOS

FONTE: O autor (2014)

No país, iniciativas para execução de podas técnicas são ainda tímidas e indicam soluções alternativas para os conflitos dos equipamentos urbanos e a arborização, como: isolamento ou proteção dos cabos das redes de energia, modificações na disposição dos cabos e dos postes, modificações nos sistemas de

iluminação pública e troca da rede aérea pela subterrânea (CEREZO; MARTINS, 1994).

Observou-se que 7% das árvores devem ser removidas. Cabe ressaltar que algumas remoções são desordenadas, ou seja, essa atividade é efetuada, muitas vezes, por moradores. Isto pode ser observado por meio de árvores foram cadastradas e, após seis meses, já na fase de realização do inventário qualitativo tinham sido removidas. Os motivos para tais remoções não foram identificados (FIGURA 35).



FIGURA 33 – ÁRVORES REMOVIDAS NAS RUAS DE BOA VISTA
FONTE: O autor (2014)

4.2.8 Estado fitossanitário das árvores de rua

Observou-se que 72,7% das árvores amostradas não apresentaram problema com pragas ou doenças (TABELA 14). Esse resultado parece satisfatório e pode ser proveniente de uma arborização jovem na cidade, ou a cidade ainda é jovem e não tem muito conflito. Do mesmo modo, Boeni e Silveira (2011) afirmam que apesar das intervenções feitas na arborização de Porto Alegre-RS, os resultados do estado fitossanitário demonstraram que 72,9% dos indivíduos estão em bom estado, demonstrando a boa saúde da vegetação, pois poucos indivíduos foram encontrados em estado degenerativo. Já a situação da população dos indivíduos de rua de Roxbury e North Dorchester, Boston – Estados Unidos, apresentou 42,80% em estado ótimo (WELCH, 1994).

TABELA 14 – ESTADO FITOSSANITÁRIO DAS ÁRVORES NAS RUAS DE BOA VISTA

Zona	Desenvolvimento normal	Sinais de declínio (%)	Morta	Presença de insetos
Central	7,7	5,1	0,4	-
Leste	10,6	4,2	0,2	0,9
Norte	20,8	7,0	0,4	-
Oeste	19,5	4,1	0,1	0,1
Sul	14,0	4,5	0,2	-
TOTAL	72,7	24,9%	1,4%	1,0%

FONTE: O autor (2014)

Bortoleto e Silva Filho (2008) encontraram em Estância de Águas de São Pedro – SP, 79% dos seus indivíduos em bom e ótimo estado. No entanto, esses autores afirmaram a necessidade de acompanhamento técnico para o planejamento e implantação correta de mudas adequadas ao sistema viário, assim como sua condução e manejo efetivo desses indivíduos, a fim de garantir-lhes o maior tempo de sanidade e vigor, evitando injúrias, ataques de pragas e doenças.

A qualidade dos vegetais é de suma importância na conservação do equilíbrio ecológico (PEREIRA et al., 2005), assim a manutenção da qualidade das árvores propicia habitats saudáveis para o aparecimento de outras espécies da flora e fauna, fazendo com que as interações ecológicas sejam maiores, conferindo a harmonia da vegetação com a urbanização (UTHKHEDE; STHEPHEN; WONG, 1997).

Foi constatado que 24,9% dos indivíduos apresentaram sinais de declínio na copa e no fuste (TABELA 14). Esse valor foi superior ao encontrado em Manaus, por Costa e Higuchi (1999) que constataram 15% das árvores com copa boa, 65% regular e 19% ruim.

Destes 24,9% indivíduos com sinais de declínio na copa e fuste, observou-se que entre as zonas da cidade, a Zona Central apresentou maior percentual com 5,1% de árvores com estes sinais (FIGURA 33). Esse percentual foi inferior ao resultado constatado por Paiva et al. (2010) para a região central de Rio Branco – AC. Esses autores afirmaram que a condição de copa normal é predominante, exceto na região central. Isto pode ser explicado pelo fato da arborização nesta região da cidade ser mais antiga, com copas maiores, disputando espaço físico com os outros equipamentos, principalmente, com as redes aéreas, estando há mais tempo expostas a podas contínuas.

A Zona Oeste apresentou o menor percentual com 4,1% das árvores com sinais de declínio na copa e no fuste (TABELA 14). Isto pode ter ocorrido porque essa zona da cidade apresenta-se em fase de urbanização, sem presença efetiva das estruturas urbanas que afetam o desenvolvimento das árvores, a exemplo, as redes aéreas de distribuição de energia e muros residenciais. A presença dessas estruturas pode levar a constantes práticas de manutenção nas árvores para que haja compatibilidade das mesmas com o meio físico.

Portanto, se houver práticas de manutenção, como podas drásticas ou excessivas, as árvores estarão susceptíveis ao ataque de fitopatógenos, aumentando os sinais de declínio das árvores. Desse modo, devem-se observar continuamente os conflitos que podem surgir com a completa instalação das estruturas urbanas nesta zona da cidade de Boa Vista.

Foram encontradas 10 espécies com desenvolvimento normal que apresentaram frequência maior que 50% (FIGURA 36). *H. pentaphyllus* (ipê-rosa) apresentou 100% dos seus indivíduos com desenvolvimento normal. *P. aquatica* (munguba) e *Z. mauritania* (dão) apresentaram respectivamente, 97,4% e 81,8% dos seus indivíduos com desenvolvimento normal. Isto pode ser um indicativo para continuar os plantios dessas espécies. Entretanto, devem ser observadas características de desenvolvimento dessas espécies no meio urbano, precavendo-se quanto à frequência recomendada para espécies nas ruas.

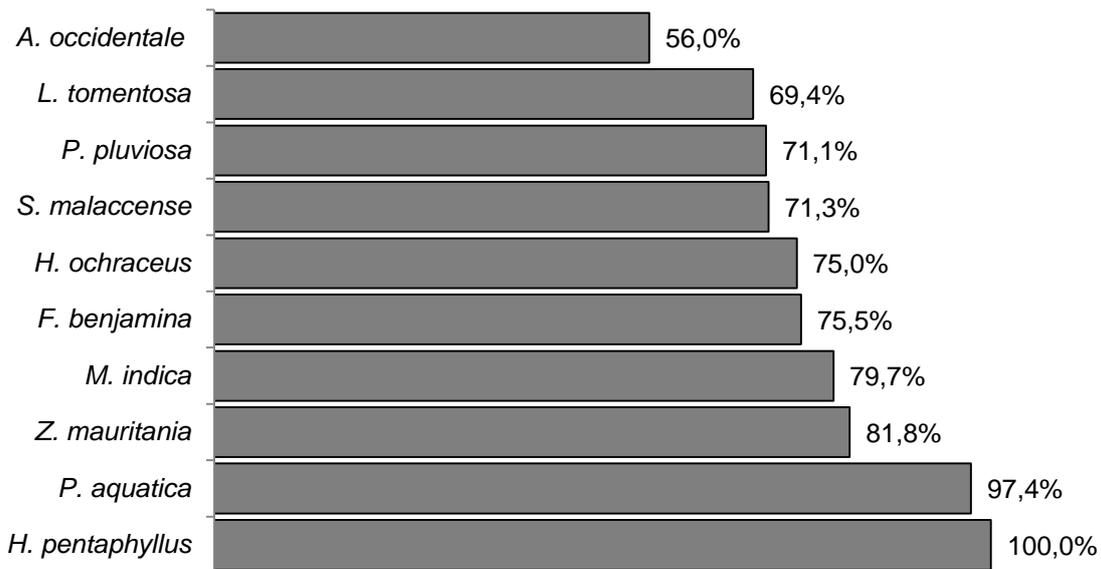


FIGURA 34 – ESPÉCIES COM FREQUENCIA MAIOR QUE 50% EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO NORMAL NAS RUAS DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

Na Figura 37 apontam-se as 10 espécies que apresentaram maiores percentuais de sinais de declínio de copa e de fuste. Observou-se que cinco espécies apresentaram todos os seus indivíduos com sinais de declínio, são elas: *T. catappa* (sete-copas), *L. indica* (resedá), *C. racemosa* (sombreiro), *A. squamosa* (ata) e *Ceiba speciosa* (paineira). Essas espécies não comprometem substancialmente à qualidade da arborização da cidade, pois não estão entre as mais frequentes. Por apresentar esses problemas podem ser consideradas inapropriadas ao plantio intensivo, uma vez que não são compatíveis e/ou tolerantes às adversidades do meio urbano (poluição, solo, clima, equipamentos, entre outros).

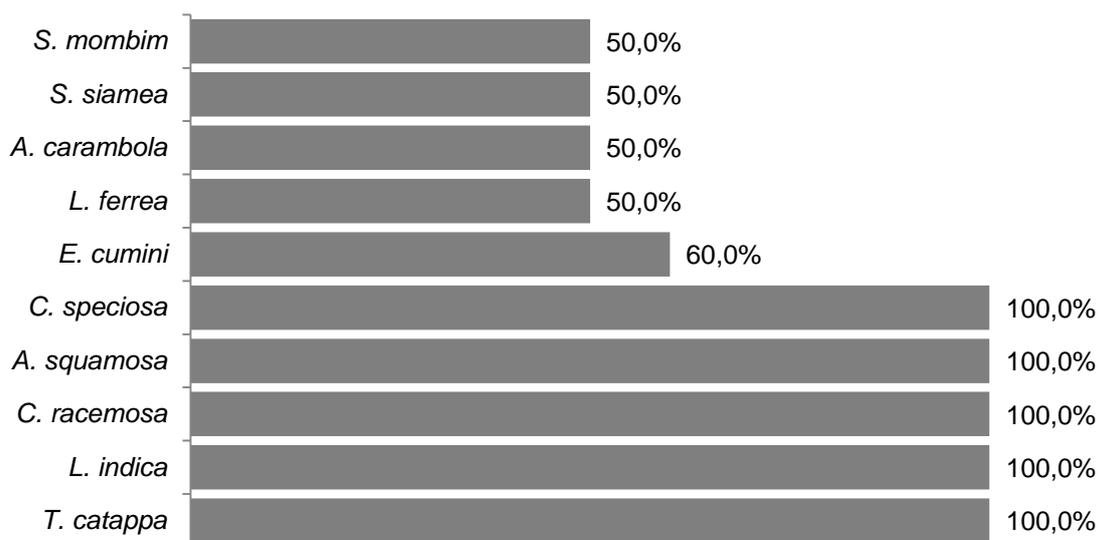


FIGURA 35 – ESPÉCIES COM SINAIS DE DECLÍNIO NA COPA E NO FUSTE DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

Um motivo relevante para essa constatação foram as práticas de manutenção realizadas nessas espécies, que devem ter sido cometidas de forma inadequada e levaram à má qualidade de desenvolvimento. Segundo Paiva et al. (2010), é notório que o manejo inadequado principalmente por podas incorretas expõe as árvores aos mais diversos danos físicos.

Atos de vandalismo também podem ter gerado tais sinais de declínio. Para Biondi (2000), o vandalismo na arborização é um problema presente em quase todas as cidades do mundo, apesar de ser evidenciada em diferentes proporções. Atos de depredação à arborização causam danos diretos e indiretos, como: supressão de mudas, mudas quebradas, injúrias nos galhos e quebra dos mesmos, tutores retirados (má formação de mudas), supressão da gema apical, anelamento e morte (JIM, 2004; ZEM, 2012).

O inventário revelou também que 185 indivíduos (23%) apresentaram severos danos físicos no tronco e na copa. Constatou-se que 53 indivíduos (6,6%) estavam infestadas por erva-de-passarinho e 8 indivíduos (1%) apresentaram presença de insetos, principalmente formigas e cupins (FIGURA 38).



FIGURA 36 – PROBLEMAS DE FITOSSANIDADE NAS ÁRVORES DE RUA DE BOA VISTA: (A) ÁRVORE MORTA; (B) PRESENÇA DE CUPINS; (C), (D) E (E): PRESENÇA DE ERVA-DE-PASSARINHO

FONTE: O autor (2014)

Os percentuais de infestação de erva-de-passarinho são superiores aos constatados em Estância de Águas de São Pedro – SP por Bortoleto e Silva Filho (2008) que notaram 1,09% dos indivíduos com hemiparasitas, 0,57% com ataque severo de pragas e 1,94% com lesões graves. Entretanto, os percentuais não são significativos quando comparados a em uma análise da infestação de erva-de-passarinho na arborização de ruas da cidade de Curitiba – PR, Leal, Bujokas e Biondi (2006) encontraram 28,19% das árvores infestadas por este hemiparasita.

Foi detectado que do total de indivíduos amostrados, 1,4% estavam mortos (TABELA 13). Esse percentual é próximo ao encontrado por Bortoleto e Silva Filho (2008) que observaram que 1,08% se constituíam de indivíduos mortos em Estância de Águas de São Pedro – SP. Santos, Lisboa e Carvalho (2012) encontraram 2,8% dos indivíduos mortos em um bairro de Natal – RN. No entanto, Motter e Muller (2012) constataram que nenhum indivíduo apresentou morte iminente em Tuparendi – RS.

Entre as espécies que foram encontradas mortas, *T. indica* (tamarindo) e *J. mimosifolia* (jacarandá) tiveram as maiores frequências, respectivamente 60 e 50% (FIGURA 39).

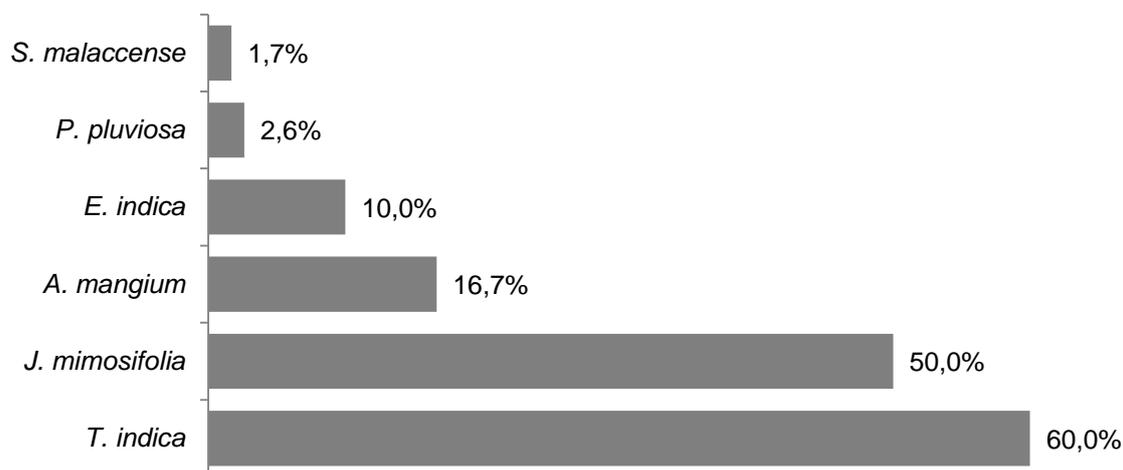


FIGURA 37 – ESPÉCIES ARBÓREAS MORTAS NAS CALÇADAS DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

Foi observado que essas mortes foram causadas por podas drásticas e ataques de cupins. O ataque de pragas e a presença de lesões graves ocorrem devido a podas mal feitas, que comprometem o vigor e a sanidade do indivíduo arbóreo (BORTOLETO; SILVA FILHO, 2008), além disso, podem levar a morte os indivíduos. Isto condiz com Velasco (2003), que relacionou problemas fitossanitários

à execução de podas, verificando que apenas árvores podadas apresentaram parasitas ou fitófagos em Maringá – PR e Belo Horizonte – MG; neste último caso, doenças e parasitismo estavam mais associados as podas irregulares ou mal realizadas.

Os principais motivos para a execução de podas não adequadas é a desqualificação da mão-de-obra, devido a não profissionalização da atividade e intensa rotatividade de funcionários nas empresas que realizou os serviços. De acordo com Klechowicz (2001), a poda de galhos realizada por mão-de-obra despreparada pode ser responsável por vários danos às árvores. Os ferimentos resultado do corte dos galhos e ramos sem os devidos cuidados são, em geral, responsáveis pela entrada de pragas e doenças. Além das mutilações, que provocam desconforto visual e problemas de estabilidade dos indivíduos, são responsáveis pelo declínio e em casos extremos podem levar o vegetal a morte.

Observou-se que os indivíduos de *D. regia* (flamboyant) e *P. pluviosa* (sibipiruna) apresentaram ataque de insetos, principalmente cupins, com respectivos percentuais, 38,9 e 1,3%. Biondi (1985) ao analisar a arborização de ruas de Recife – PE encontrou que os indivíduos de *D. regia* (flamboyant) apresentaram maior suscetibilidade ao ataque de cupins. Portanto, pela alta frequência de ataque, essa espécie deve contar com um manejo adequado na cidade.

Para Albertin et al. (2011), a presença ou vestígios de cupins funcionam como um bioindicador negativo de qualidade, ou seja, as árvores nas quais se detectaram cupins, em casos mais graves, devem ser erradicadas.

4.2.9 Acessibilidade e mobilidade urbana

Para promoção da acessibilidade no meio urbano deve haver uma perfeita compatibilidade da árvore com a calçada. Nesse sentido, é importante confrontar as características das árvores e do meio que dificultam a mobilidade.

4.2.9.1 Sistema radicular de árvores de rua

A destruição de calçadas por interferência das raízes faz parte do elenco de problemas que dificultam a acessibilidade nos centros urbanos (LIMA NETO et al., 2010). A Figura 40 mostra exemplos referentes às condições de raízes que foram avaliadas sob três categorias, sendo: R1 – raízes superficiais no passeio; R2 – raízes superficiais no canteiro e R3 – raízes subterrâneas.



FIGURA 38 – SISTEMA RADICULAR DAS ÁRVORES NA CIDADE DE BOA VISTA (R1) RAIZ SUPERFICIAL; (R2) RAIZ SUPERFICIAL DENTRO DO CANTEIRO; (R3) RAIZ SUBTERRÂNEA.

FONTE: O autor (2014)

Foi constatado que cerca de 23% das árvores inventariadas estavam danificando a calçada (R1), 24% das árvores apresentaram raiz superficial dentro do canteiro (R2) e 53% das árvores analisadas apresentaram raiz subterrânea (R3).

Na cidade de Piracicaba – SP, Volpe-Filik et al. (2007) registraram que 37% dos indivíduos possuíam raízes aparentes e quase todas afetando o calçamento. Bortoleto e Silva Filho (2008), em Estância de Aguas de São Pedro – SP, observaram que 14,56% dos indivíduos cadastrados causaram danos ao calçamento (afloramento de raiz). No município de São João Evangelista – MG, Brandão et al. (2010) encontraram que 2,58% das raízes dos indivíduos causavam danos ao passeio. Em Ourinhos – SP, segundo Souza, Dodonov e Cortez (2012), 23,9% dos passeios estavam danificados pelas árvores.

A partir dos resultados encontrados e comparados com outras pesquisas, constata-se que as raízes das árvores presentes nas calçadas de Boa Vista não provocam grandes conflitos à mobilidade nas ruas.

De acordo com CREA-PR (2008), a área de faixa livre nas calçadas é destinada exclusivamente à circulação de pedestres, portanto deve estar livre de quaisquer desníveis, obstáculos físicos, temporários ou permanentes ou vegetação.

Para Lima Neto e Biondi (2011), as raízes superficiais no passeio são consideradas barreiras para o fluxo de pedestres nas calçadas (FIGURA 40-R1). As que não impedem o trânsito de pedestres são consideradas as raízes superficiais no canteiro (FIGURA 40-R2) e subterrâneas (FIGURA 40-R3).

Na análise estratificada da cidade (FIGURA 41), observou-se que as árvores encontradas nas Zona Leste e Norte de Boa Vista apresentaram predominância de raízes do tipo R3, respectivamente 62,0 e 61,5%, evidenciando melhores condições de acessibilidade nas calçadas.

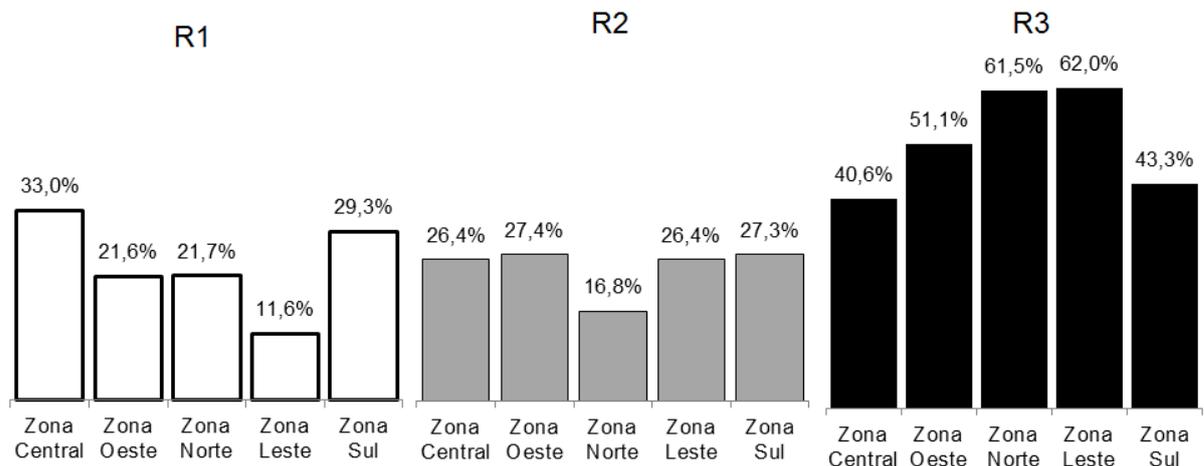


FIGURA 39 – COMPORTAMENTO DO SISTEMA RADICULAR DAS ÁRVORES NAS ZONAS ADMINISTRATIVAS DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

A Zona Central apresentou o maior percentual de árvores com raízes superficiais que podem causar danos às calçadas (33,02%). Isso deve ser um fator a ser corrigido, uma vez que esta zona apresenta maiores urbanização e fluxo de pedestres da cidade.

Os resultados indicados para cada zona da cidade foram positivos, visto que a maioria das raízes das árvores não estava destruindo a calçada, ou seja, apresentaram raiz subterrânea ou raiz com crescimento em canteiros.

A inadequação das espécies utilizadas na arborização é um problema que tem trazido como consequência custos crescentes na manutenção e reparo dos equipamentos urbanos (LIMA NETO; BIONDI, 2011). Observa-se que as espécies que apresentaram maior percentual de raízes com o tipo R1, relativos ao

afloramento de raízes no passeio foram: *T. catappa* (sete-copas), *T indica* (tamarindo), *A. indica* (neem), *E. cumini* (azeitona-preta), *S. malaccense* (jambo), *E. indica* (brasileirinho), *L. tomentosa* (oiti), *F. benjamina* (figueira), entre outras (FIGURA 42). Isto pode ser resultado da falta de planejamento de calçadas e canteiros, impedindo o melhor desenvolvimento de todas as árvores de acordo com suas características de desenvolvimento.

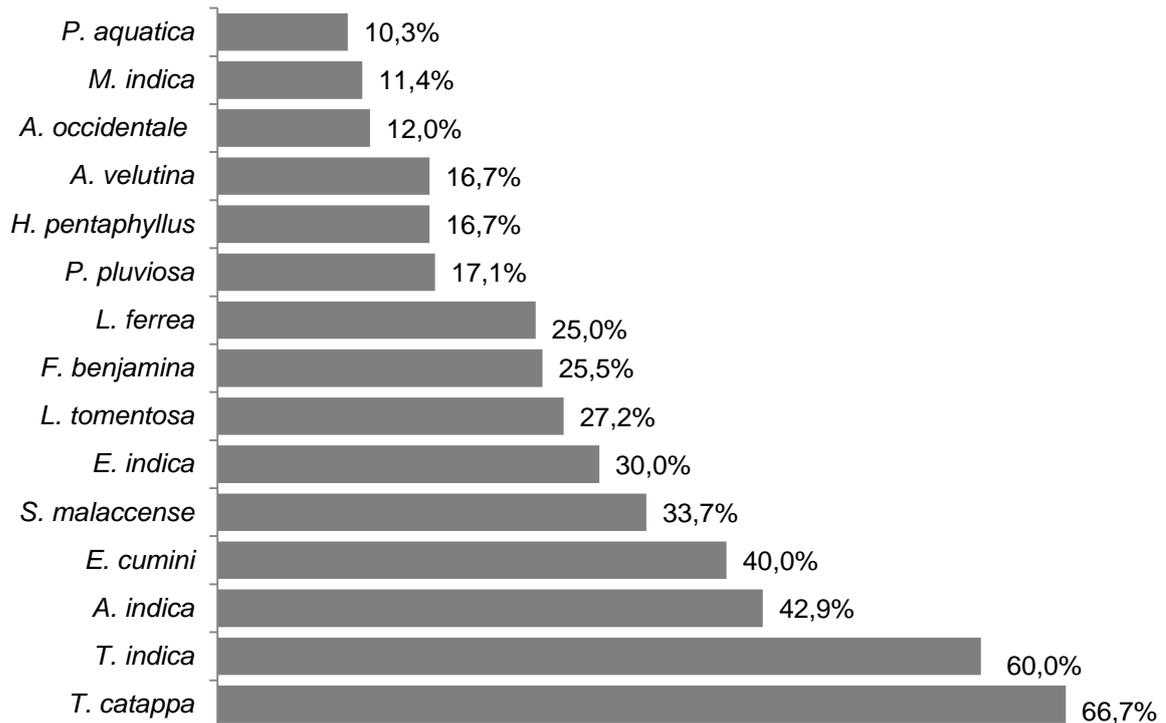


FIGURA 40 – ESPÉCIES QUE APRESENTAM MAIS QUE 10% DE FREQUÊNCIA DA CONDIÇÃO DE RAIZ DO TIPO R1 (RAÍZES SUPERFICIAIS NO PASSEIO) NA CIDADE DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

É importante salientar que *S. malaccense* (jambo) com 33,7% e *L. tomentosa* (oiti) com 27,2% apresentam maior número de árvores na cidade e podem causar futuros problemas de acessibilidade. Lima Neto e Biondi (2011) recomendam que em estudos contínuos da arborização de ruas, deve-se observar quais espécies destacam-se pelo afloramento de raízes, a fim de evitá-las em futuros plantios ou recomendar para serem plantadas em canteiros maiores.

Biondi e Althaus (2005) ressaltam ainda, que as áreas de canteiro são geralmente pequenas para o desenvolvimento das árvores urbanas, e são alteradas constantemente pelo alargamento de ruas ou reparos de linha subterrânea. Dessa forma, Lima Neto et al. (2010) afirmam que quanto maior a área de canteiro e as

propriedades físico-químicas do solo, melhor será o desenvolvimento da espécie e compatibilidade com a calçada.

Segundo Lima Neto e Biondi (2011), os problemas advindos do afloramento das raízes nas calçadas podem ser devido ao solo urbano, que é produto das ações antrópicas. Esse solo é constantemente compactado, o que restringe o crescimento adequado das raízes. Outro motivo seria o comportamento das espécies no meio urbano, pois, a alteração da profundidade do lençol freático e/ou do solo tornam adversas as condições para a ocorrência natural delas no ambiente.

Para os mesmos autores, as raízes superficiais também podem surgir a partir de uma tendência natural da árvore em manter o equilíbrio, pois certas práticas de poda e compactação do solo provocam um desequilíbrio estrutural na árvore. Então, emitir raízes superficiais é a compensação fisiológica que as árvores encontram para se manter fixas ao solo e resistir à dinâmica dos ventos.

Portanto, as espécies classificadas como R2 podem apresentar raízes superficiais e não configurar problemas para acessibilidade, pois a área do canteiro permite o desenvolvimento do sistema radicular. No entanto, o desenvolvimento dessas espécies pode levá-las a encontrar barreiras no solo ou desenvolvimento de raízes atípicas em relação às encontradas atualmente, e assim resultar no R1.

O percentual das árvores que apresentaram raízes subterrâneas (R3), ou seja, que indicaram condições adequadas do sistema radicular são mostrados na Figura 43.

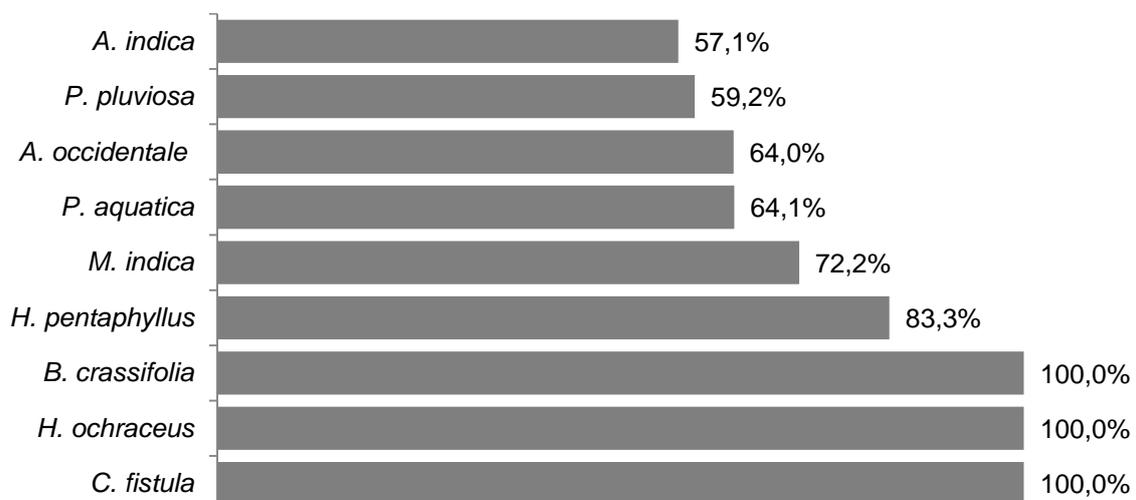


FIGURA 41 – ESPÉCIES QUE APRESENTARAM MAIS DE 50% DE RAIZ DO TIPO R3 (RAÍZES SUBTERRÂNEAS) NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE BOA VISTA

FONTE: O autor (2014)

De acordo com a Figura 43, nota-se que *C. fistula* (chuva-de-ouro), *H. ochraceus* (ipê-amarelo), *B. crassifolia* (murici) apresentaram condições de raízes satisfatórias. Isto porque todas as árvores inventariadas dessas espécies não apresentaram raízes superficiais. *H. pentaphyllus* (ipê-rosa), *M. indica* (manga), *P. aquatica* (munguba) e *A. occidentale* (caju) também apresentaram bons percentuais de frequência de raízes subterrâneas.

Pode-se observar que existe potencialidade para plantios do gênero *Handroanthus* (ipê), uma vez que em um estudo da arborização de ruas e acessibilidade no centro de Curitiba, Paraná, Lima Neto et al. (2010) encontraram que cerca de 90% dos indivíduos de ipê-amarelo não apresentaram problemas com raízes. Também sugere-se o plantio desse gênero em função do efeito estético proporcionados, principalmente pela floração.

4.2.9.2 Tortuosidade do fuste em árvores de rua

Para a mobilidade numa rua arborizada, outra variável analisada é tortuosidade do fuste das árvores, um dos fatores de impedimento do fluxo de pedestres nas calçadas. A Figura 44 demonstra o percentual de tortuosidade encontrado nas árvores inventariadas.

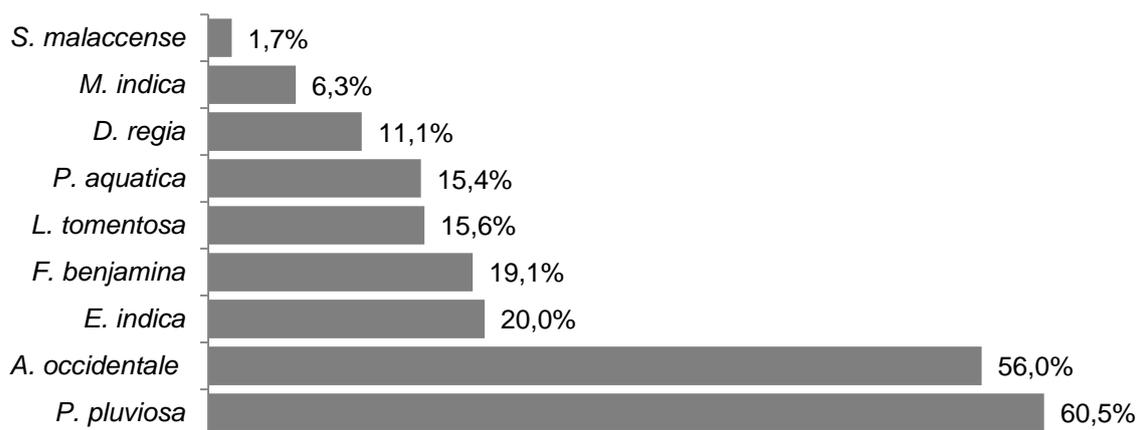


FIGURA 42 – TORTUOSIDADE DAS ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA CIDADE DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

No inventário realizado, 16,7% das árvores apresentaram tortuosidade. *P. pluviosa* (sibipiruna) foi a espécie de maior frequência da tortuosidade, seguida do

A. occidentale (caju), *E. indica* (brasileirinho), *F. benjamina* (figueira), *L. tomentosa* (oiti) e *P. aquatica* (munguba). Por outro lado, *H. ochraceus* (ipê-amarelo) não apresentou tortuosidade em nenhum dos seus indivíduos nas áreas analisadas.

No entanto, pode-se observar *P. pluviosa* (sibipiruna) com maior índice de tortuosidade (FIGURA 45), não está de acordo com o que se encontra na literatura quanto ao crescimento de seu fuste. Em estudo realizado por Lima Neto et al. (2010) em ruas do Centro de Curitiba, *P. pluviosa* (sibipiruna) não apresentou tortuosidade em nenhum de seus indivíduos. Isto pode estar associado à forma do crescimento, condução dos seus indivíduos e manutenção das mudas no local, ou ainda ao padrão de qualidade de mudas plantadas, meio físico sem conflitos em relação a redes aéreas de distribuição de energia ou largura de calçadas em que estão inseridas.



FIGURA 43 – *Poincianella pluviosa* COM PROBLEMAS DE TORTUOSIDADE E ALTURA DE BIFURCAÇÃO IMPEDINDO A ACESSIBILIDADE EM RUAS DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

Para Lima Neto e Biondi (2011), a falta da conformidade no fuste (tortuosidade) pode ser proveniente da falta de manejo, problemas na condução e tutoramento da planta em estágio de muda, ou ainda, da proximidade das

construções das árvores. A tortuosidade pode, tanto afetar o acesso aos pedestres, como aos veículos.

4.2.9.3 Altura de bifurcação das árvores de rua

Das árvores analisadas, 67% apresentaram uma altura de bifurcação abaixo de 1,80 m. A altura de bifurcação também conhecida pelo ponto de inversão morfológica, representa um problema com relação à permissividade ao trânsito livre entre os pedestres, principalmente aqueles de mobilidade reduzida. De acordo com Biondi e Althaus (2005), para que a árvore tenha maior adequação nas calçadas, sem transtornos com os pedestres, é necessário que seu fuste esteja livre de ramificações até a altura de 1,80 m.

Na Figura 46 verifica-se o percentual da altura de bifurcação das espécies inventariadas na cidade de Boa Vista. Os indivíduos de *F. benjamina* (figueira), *Z. mauritania* (dão), *L. tomentosa* (oiti), *P. pluviosa* (sibipiruna), *E. indica* (brasileirinho), *D. regia* (flamboyant), *P. aquatica* (munguba), *M. indica* (manga) e *A. occidentale* (caju) apresentaram maiores frequências de altura de bifurcação inadequadas. Estes percentuais denotam uma má condução das árvores nas calçadas da cidade, plantio e padrão de mudas com alturas de bifurcação menor que a recomendada.

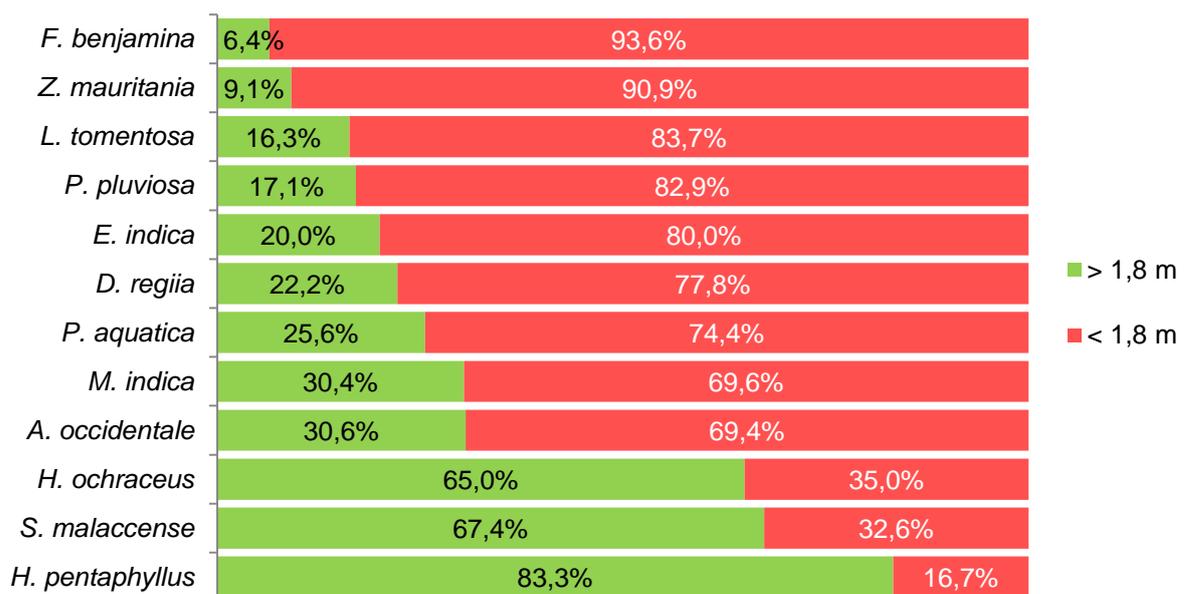


FIGURA 44 – FREQUÊNCIA DA ALTURA DE BIFURCAÇÃO POR ESPÉCIES ENCONTRADAS NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

H. ochraceus (ipê-amarelo), *S. malaccense* (jambo) e *H. pentaphyllus* (ipê-rosa) apresentaram problemas menores para a altura de bifurcação (FIGURA 47). No entanto, o percentual de altura de bifurcação ainda é alto quando comparados ao encontrado por Lima Neto e Biondi (2011) que foi de 18,8% na região central da cidade de Curitiba.



FIGURA 45 – ALTURA DE BIFURCAÇÃO SEM IMPEDIMENTO À ACESSIBILIDADE EM RUAS: (A) *Syzygium malaccense*; (B) *Handroanthus ochraceus*
 FONTE: O autor (2014)

Além da tortuosidade e altura de bifurcação, observaram-se as brotações na base do fuste que também interferem na mobilidade urbana (FIGURA 48). Essas brotações podem ter ocorrido devido aos plantios fora dos padrões de altura recomendados. Biondi e Leal (2009) consideram que também é importante analisar nas árvores plantadas em calçadas, qualquer pré-disposição da espécie em desenvolver brotação no tronco ou na raiz. O objetivo é evitar conflitos com os pedestres pela maior ocupação da área do passeio, o que exigiria grandes custos com manutenção.



FIGURA 46 – *Lagerstroemia indica* COM BROTAÇÕES ADVENTÍCIAS EM BOA VISTA
FONTE: O autor (2014)

4.2.9.4 Estrutura e dimensão de calçadas

As calçadas, de acordo com a norma vigente, devem ser divididas em: área de faixa livre, faixa de serviço e faixa de acesso. Para CREA-PR (2008), as áreas de faixa livre devem possuir largura mínima de 1,20 m.

Na área analisada, a distância das árvores em relação às construções é menor que 1,20 m em 11,86% dos indivíduos. Sendo assim, não atendem à largura mínima exigida para acessibilidade. Isto indica que a acessibilidade está comprometida nestas calçadas.

O fato das construções de calçadas ficarem por determinação legal, a cargo do morador, muitas vezes sem um processo de fiscalização por parte do poder público, agrava ainda mais a situação, fazendo com que não sejam respeitadas, por exemplo, as normas de dimensões corretas de acessibilidade ao pedestre, de

abertura de canteiros para ajardinamento e de escolha de espécies (PEREIRA, 2006).

Para Silva, Fidelis e Castro (2011), a questão da mobilidade agrava-se quando não se tem planejamento urbano e quando há conflito entre mobiliário urbano e pedestre ou equipamento urbano e pedestre, intensificando a disputa entre espaços e fluxos. Observou-se, empiricamente, que na maioria das calçadas da cidade o plantio não é alinhado e, portanto, faixas de serviços na calçada não são definidas.

A distância da árvore ao meio fio nas calçadas da cidade é menor que 1,20 m em 16,23% dos indivíduos. Isto significa que a faixa de serviço não é comumente definida nas calçadas da cidade. De acordo com o CREA-PR (2008), a faixa de serviço é destinada à colocação de árvores, rampas de acesso para veículos ou portadores de deficiências, poste de iluminação, sinalização de trânsito e mobiliário urbano como bancos, floreiras, telefones, caixa de correio e lixeiras.

Foram encontrados seis indivíduos em calçadas menores que 2 m, sendo três desses indivíduos com raízes superficiais, quatro com bifurcação abaixo do recomendado e um com tortuosidade do fuste. Essas árvores necessitam de manejo adequado e as calçadas de reparos, para que sejam corrigidos os problemas de acessibilidade. Fato este constatado em um estudo realizado na cidade de Curitiba por Lima Neto e Biondi (2011), em que afirmam que a largura das calçadas pode interferir na acessibilidade de algumas cidades brasileiras, pois muitas delas não apresentam um tamanho que comporte árvores ou muitas vezes nenhum dos mobiliários urbanos.

Para valores regionalizados quanto à acessibilidade, podem-se destacar quais das zonas da cidade apresentaram maiores problemas, conforme demonstrado na Figura 49.

O dendrograma obtido da análise de agrupamento apresenta no eixo vertical a distância euclidiana simples, e no eixo horizontal as variáveis da acessibilidade (altura de bifurcação, tortuosidade, raízes superficiais no passeio, distâncias da árvore a construção e ao meio fio). As amostras semelhantes, segundo as variáveis escolhidas são agrupadas entre si.

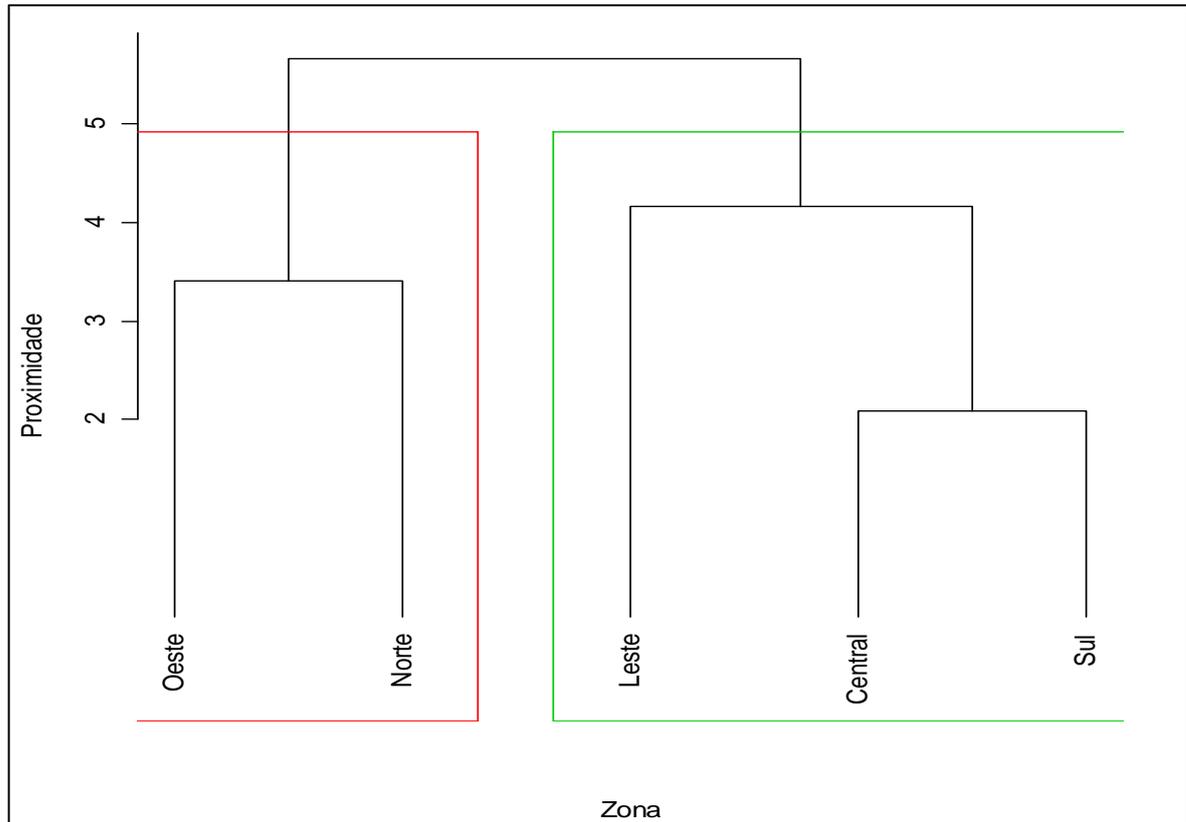


FIGURA 47 – DENDROGRAMA REPRESENTANDO AS VARIÁVEIS DA ACESSIBILIDADE NAS ZONAS ADMINISTRATIVAS DE BOA VISTA
 FONTE: O autor (2014)

Na análise do dendrograma foi traçada uma linha de corte no nível de homogeneidade de 10%, destacando-se dois grupos distintos, denominados grupos I e II, sendo o grupo I formado pelas Zonas Oeste e Norte, o grupo II formado pelas Zonas Leste, Central e Sul.

As Zonas Oeste e Norte fazem parte do Grupo I, pois apresentaram alta correlação dos valores percentuais das variáveis relacionadas com a acessibilidade. Essas zonas necessitam de maior atenção em relação à acessibilidade, mobilidade urbana e as árvores presentes.

As Zonas Central e Sul integram o grupo II, classificado como o grupo com menor percentual de árvores que causam danos à acessibilidade. Isto indica que nestas zonas são menores as prioridades para iniciar o manejo das árvores.

A Zona Leste participa do mesmo agrupamento da Zona Central e Sul, no entanto, apresenta maior necessidade de manutenção no tocante à acessibilidade. Estes resultados podem subsidiar o órgão responsável em relação à mobilidade e arborização urbana, promovendo melhorias na acessibilidade.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com os resultados alcançados foi possível obter as conclusões relacionadas aos seguintes aspectos:

I. Cadastro das árvores em Boa Vista

O emprego do receptor GPS para o cadastro censitário foi útil para esta pesquisa. No entanto, o equipamento pode ter uso restritivo para o cadastro da arborização devido à margem de erro de posicionamento devido à precisão do aparelho. Mesmo com a restrição no posicionamento foi possível localizar as árvores nas ruas, gerando a espacialização da arborização de ruas na cidade. Recomenda-se o uso de DGPS ou DGNSS com um bastão telescópico para antena.

A espacialização junto ao cadastro identificado de espécies em ambiente SIG auxiliou a realização do inventário. A utilização desta ferramenta facilitou a realização das coletas de campo, tornando a execução do inventário mais rápida e consequentemente menos onerosa.

Recomenda-se a utilização de outras técnicas de geoprocessamento para melhorar a acurácia no posicionamento das árvores de rua, a exemplo do processamento de imagens de satélite de alta resolução e de técnicas de fotogrametria e técnicas de levantamentos topográficos.

II. Urbanização em Boa Vista

A cidade encontra-se em contínuo processo de urbanização, observados pelas inúmeras obras de saneamento e pavimentação ao longo das vias públicas. Por conta disto, a Zona Oeste apresentou menor percentual de urbanização.

A Zona Central apresentou o maior percentual de ruas urbanizadas. Sendo assim, esta região tem potencial para a implantação da arborização.

Em todas as Zonas da cidade, a maior parte das calçadas apresentaram dimensões adequadas para a implantação de árvores. Nas Zonas Norte e Oeste foram encontradas as menores larguras de calçadas.

Em algumas ruas analisadas, as construções das calçadas ficaram a cargo do morador e, provavelmente sem devida fiscalização dos órgãos da gestão municipal fez com que as normas de dimensões e tipo de revestimento das calçadas não fossem respeitadas, gerando problemas de acessibilidade ao pedestre.

III. Índices espaciais da arborização de ruas

O Índice do número de Árvores por Quilômetro de Calçada Arborizada (IAQC) revelou que existe um déficit de aproximadamente 75 árvores para cada quilômetro de calçada da cidade. O menor IAQC foi observado na Zona Oeste e o maior na Zona Central. Conclui-se que a Zona Oeste é a região da cidade que necessita de mais árvores nas calçadas (6.719 indivíduos).

Com o Índice de Cobertura Arbórea das calçadas arborizadas (ICAlcalç) constatou-se que a Zona Central apresentou cobertura satisfatória.

Para o Índice de Densidade Arbórea (IDA) a Zona Sul apresentou o maior número de árvores para cada 100 m² de calçada e na Zona Central a menor quantidade.

O Índice de Plena Ocupação (IPO) aplicado para as zonas da cidade indicou a escassez de árvores nas calçadas. A Zona Central apresentou 50% de calçadas plenamente ocupadas, enquanto a Zona Leste e Norte apresentaram apenas 26% de ocupação em suas calçadas arborizadas.

A aplicação dos índices espaciais indicou a escassez de árvores nas ruas da cidade. A intensificação de plantios é necessária para que as ruas aumentem o percentual de cobertura arbórea da cidade.

Para a obtenção dos índices espaciais também é recomendado o uso de fotografias digitais de alta resolução.

IV. Composição de espécies (análise florística)

S. malaccense (jambo) é a espécie mais frequente nas ruas da cidade. Constatou-se que esta espécie e *L. tomentosa* (oiti) estão com frequências superiores ao recomendado, 17,42 e 17,00% respectivamente. Faz-se necessário a realização de plantios de outras espécies adaptadas ao ambiente urbano para equilibrar a frequência de espécies, na cidade.

O plantio de indivíduos de espécies exóticas nas ruas foi maior que dos indivíduos de espécies nativas do Brasil. Portanto, a utilização de espécies exóticas é um fator a ser corrigido. Deve-se priorizar o plantio de espécies nativas e promover a diversidade na cidade.

V. Índices de diversidade e fitossociologia da arborização de ruas

A Zona Leste apresentou os melhores índices de diversidade. Devido a isto, recomenda-se a realização de plantios de diferentes espécies nas Zonas Central e Sul para elevar os índices de diversidade.

Os comprimentos médios de copa para as Zonas Sul e Oeste estão entre as maiores da cidade. Sendo assim, na cidade, a arborização de ruas tende a uma relação favorável à amenização climática.

A análise da estrutura vertical das árvores de ruas resultou que 46% das árvores podem apresentar conflitos com a rede aérea, sendo que a maioria dos conflitos é gerada por indivíduos de *S. malaccense* (jambo), *L. tomentosa* (oiti) e *F. benjamina* (figueira). A consequência maior deste conflito é o rebaixamento das copas das árvores.

A cobertura da arborização de ruas representa em média 0,3% da área da cidade. Portanto, recomenda-se que seja realizado com prioridade o plantio de árvores para aumentar a cobertura arbórea nas ruas da Zona Oeste.

VI. Estágio de desenvolvimento das espécies

A distribuição de diâmetro e altura de árvores na Zona Central indicou a presença tanto de árvores jovens quanto de árvores adultas. Os indivíduos de *L. tomentosa* (oiti) foram encontrados no estágio tanto adultos quanto senescentes. Recomenda-se incrementar indivíduos jovens ao longo dos anos, possibilitando a substituição das árvores senescentes. Os indivíduos de *S. malaccense* (jambo) estavam predominantes no estágio adulto nas ruas da cidade. De modo geral, a arborização da cidade apresentou poucos plantios recentes.

VII. Morfometria das espécies

Os índices morfométricos indicaram alterações na arquitetura típica das espécies *F. benjamina* (figueira), *L. tomentosa* (oiti), *S. malaccense* (jambo), *P. pluviosa* (sibipiruna) e *M. indica* (manga).

Houve alteração em árvores que estavam sob e sem a rede aérea, indicando que as podas são realizadas indiscriminadamente. As árvores com maior alteração na arquitetura da copa estavam em calçadas sem a rede aérea.

VIII. Práticas de manutenção

O percentual de indivíduos com deformações por podas excessivas é preocupante para a cidade devido a desestabilização da estrutura física das árvores, ocasionando quedas e comprometendo a segurança dos moradores.

Recomenda-se que os órgãos competentes pela execução de podas capacitem seus profissionais para tal atividade. Assim, as podas atenderão às necessidades reais das árvores no meio urbano. Bem como, esclareçam a população sobre a necessidade de realizar podas.

IX. Estado fitossanitário da arborização de ruas

A maioria das árvores amostradas não apresentaram ataque de pragas ou doenças (72,7%). Embora tenha sido observado indivíduos apresentaram sinais de declínio na copa e no fuste (24,9%). É necessário que as atividades de gestão se iniciem por estas árvores, a fim de fazer as devidas substituições ou tratamentos.

X. Árvores e a acessibilidade urbana

A análise de agrupamento levou a concluir que as Zonas Oeste e Norte necessitam de maior atenção em relação à acessibilidade urbana e as árvores de rua. Recomenda-se que os órgãos responsáveis pela mobilidade e arborização urbana comecem a atuar na promoção da acessibilidade, recuperando ou fiscalizando as calçadas dentro dos padrões exigidos.

REFERÊNCIAS

- ADAM, E.; GUEDES JÚNIOR, A.; HOCHHEIM, N. Geoprocessamento para o inventário das espécies arbóreas na região de Florianópolis. In: GIS BRASIL, 2001, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fator GIS, 2001. Não paginado.
- ALBERTIN, R. M.; DE ANGELIS, R.; ANGELIS NETO, G.; ANGELIS, B. L. D. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização viária de Nova Esperança, Paraná, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 128 - 148, 2011.
- ALMEIDA, D. N.; RONDON NETO, R. M. Análise da arborização urbana de três cidades da região norte do estado de Mato Grosso. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 4, p. 647-656, 2010.
- ALMEIDA, J. R.; BARBOSA, C. G. Diagnóstico da arborização urbana da cidade de Cacoal - RO. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 61 - 81, 2010.
- ALVEY, A. A. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 5, p. 195 - 201, 2006.
- ANDRADE, T. O. **Inventário e análise da arborização viária da Estância Turística de Campos de Jordão, SP**. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ANDREU, M. G.; BROWN, E. M.; FRIEDMAN, M. H.; NORTHROP, R. J.; THORNHILL, M. E. **Comparison of Urban Forest Inventory & Management Software Systems**. 2009. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/>> Acesso em: 05/03/2013.
- APOLINÁRIO, L. A.V. **Modelo de programação matemática para controle do crescimento da vegetação sob redes de distribuição de energia elétrica**. 175 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2009.
- ARAÚJO, M. N.; ARAÚJO, A. J. **Arborização Urbana**. Séries de Cadernos Técnicos da Agenda parlamentar, CREA-PR. 2011. Disponível em: <http://www.crea-pr.org.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=525:arborizacao-urbana&id=37:cadernos-tecnicos>. Acesso em: 08/11/2013.

ASSMANN, E. **Waldertargskunde**. München: Bayr, 1961. 490 p.

BARROS, M. S. T.; VARGAS, R. M. F. Óleo essencial de *Schinus molle* L.: extração por arraste a vapor, modelagem matemática e análise química. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA PUCRS, 10., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUCRS, 2009. p. 69.

BATISTEL, L. M.; DIAS, M. A. B.; MARTINS, A. S.; RESENDE, I. L. M. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana nos bairros Promissão e Pedro Cardoso, Quirinópolis, Goiás. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 4, n. 3, p.110 – 129, 2009.

BERNHARDT, E.; SWIECKI, T. **Guidelines for developing and evaluating tree ordinances**. International Society of Arboriculture. 2001. Disponível em: <http://www.isaarbor.com/education/onlineResources/treeOrdinanceGuidelines.aspx>. Acesso em: 2/4/2013.

BIOCIDADE. **Programa de Biodiversidade Urbana – 2011**. Disponível em: <<http://www.biocidade.curitiba.pr.gov.br/>>. Acesso em 12/02/2013.

BIONDI, D. **Diagnóstico da arborização urbana de Recife – PE**. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985.

BIONDI, D. **Curso de arborização urbana**. Curitiba: [s.n.], 2000. 45 p.

BIONDI, D. Introdução de Espécies na Arborização de Ruas. In: BIONDI, D.; LIMA NETO, E. M. (Org.). **Pesquisas em Arborização de Ruas**. Curitiba, p. 9 – 28, 2011.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba**: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF, 2005. 175 p.

BIONDI, D.; KISCHLAT, E. A vegetação urbana e a biodiversidade. **Diálogo**, Canoas, n. 1, p. 155 – 168, 2006.

BIONDI, D.; LEAL, L. Caracterização das plantas produzidas no Horto Municipal da Barreirinha - Curitiba / PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 3, n. 2, p. 20 – 36, 2008.

BIONDI, D.; LEAL, L. Comportamento silvicultural de espécies nativas em viveiro de espera para uso potencial em arborização de ruas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 83, p. 313 – 319, 2009.

BOA VISTA. Prefeitura Municipal. **Lei Municipal nº 244/91**. 1991. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a/rr/b/boa-vista/lei-ordinaria/1991/24/244/lei-ordinaria-n-244-1991-dispoe-sobre-a-promocao-do-desenvolvimento-urbano-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-sistema-viario-parcelamento-do-solo-e-da-outras-providencias-2008-12-31.html>> Acesso em: 18/3/2013.

BOA VISTA. Prefeitura Municipal. **Diagnóstico municipal integrado de Boa Vista**. 2003. Disponível em: <<http://www.boavista.rr.gov.br/produtos/index.html>> Acesso em: 5/8/2012.

BOA VISTA. Prefeitura Municipal. **Dados Municipais**. 2012. Disponível em: <<http://www.boavista.rr.gov.br/mucipio/dados>>. Acesso em: 13/1/2012.

BOBROWSKI, R. **Estrutura e dinâmica da arborização de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984 - 2010**. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011a.

BOBROWSKI, R. Inventário florestal contínuo e dinâmica da arborização de rua. In: BIONDI, D.; LIMA NETO, E. M. (Org.). **Pesquisas em Arborização de Ruas**. Curitiba, p. 91 – 110. 2011b.

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Distribuição e dinâmica da área de copa na arborização de ruas de Curitiba, Paraná, Brasil, no período de 1984-2010. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, p. 625 – 635, 2012.

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D.; FIGUEIREDO, A. F. Dinâmica da distribuição diamétrica na arborização de ruas da cidade de Curitiba, Paraná, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, p. 167 –178, 2012.

BOBROWSKI, R.; LIMA NETO, E. M.; BIONDI, D. Alterações na arquitetura típica de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze na arborização de ruas de Curitiba, Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, p. 281 – 289, 2013.

BOENI, B. O.; SILVEIRA, D. Diagnóstico da arborização urbana em bairros do município de Porto Alegre, RS, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 189 – 206, 2011.

BOND, J.; BUCHANAN, B.; INTERNATIONAL SOCIETY OF ARBORICULTURE (ISA). **Best Management Practices: Tree Inventories**. Champaign, IL: International Society of Arboriculture. 2006.

BORTOLETO, S. **Inventário quali-quantitativo da arborização viária da Estância de Águas de São Pedro**. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BORTOLETO, S.; SILVA FILHO, D. F.; SOUZA, V. C.; FERREIRA, M. A. P.; POLLIZEL, J. L.; RIBEIRO, R. C. S. Composição e distribuição da arborização viária da Estância de Águas de São Pedro – SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n. 3, p. 32 – 46, 2007.

BORTOLETO, S. ; SILVA FILHO, D. F. Situação da arborização viária da Estância de Águas de São Pedro – SP. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 1, p. 391 – 403, 2008.

BRANDAO, I. M.; GOMES, L. B.; REIS, N. C. A.; FERRARO, A. C.; SILVA, A. G. ; GONÇALVES, F. G. Análise quali-quantitativa da arborização urbana do município de São João Evangelista – MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n.4, p. 158 – 174, 2010.

BRASIL, H. M. S. **Caracterização da arborização urbana: o caso de Belém**. 204 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 1994.

BRITO, A.; FERREIRA, M. Z.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; ACEWRBI, F. W. Comparação entre os métodos de quadrantes e PRODAN para análises florística, fitossociológica e volumétrica. **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 399 – 405, 2007.

BRITO, C. R.; CASTRO, J. P. M de; BARROS, K. O.; FARIA, A. L. L. de. O uso de SIG no inventário de árvores no Campus do Instituto Politécnico de Bragança, Portugal. **Revista Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 16, p. 157 – 177, 2012.

BURGER, H. Baumkrone und zuwachs in zwei hiebsreifen fichtenbeständen. **Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen**, Zurich, v. 21, p.147 – 176, 1939.

CALIXTO JÚNIOR, J. T.; SANTANA, G. M.; LIRA FILHO, J. A. Análise quantitativa da arborização urbana de Lavras da Mangabeira, nordeste do Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 4, n. 3, p. 99 – 109, 2009.

CARAUTA, J. P. P.; DIAZ, B. E. **Figueiras no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002. 208 p.

CARTER, E. J. **The potential of urban forestry in developing countries: a concept paper.** 1995. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/t1680e/t1680e00.htm>> Acesso em: 12/06/2014.

CARVER, A. D.; DANSKIN, S. D.; ZACZEK, J. J.; MANGUN, J. C.; WILLIARD, K.. A GIS methodology for generating riparian tree planting recommendations. **Northern Journal of Applied Forestry**, v. 21, n. 2, p. 100 – 106, 2004.

CEREZO, F. L. B.; MARTINS, C. S. Poda e arborização urbana em Belo Horizonte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2. ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5., São Luiz, 1994. **Anais...** São Luiz: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 377-387.

CHACALO, A.; ALDAMA, A.; GRABINSKY, J. Street tree inventory in Mexico city. **Journal of Arboriculture**, v. 20, p. 222 – 226, 1994.

COELBA. **Guia de Arborização Urbana.** Salvador: Venture, 2002. 55 p.

COLLETO, E. P.; MÜLLER, N. G.; WOLSKI, S. S. Diagnóstico da arborização de vias públicas do município de Sete de Setembro-RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 3, n. 2, p. 110 – 122, 2008.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL). **Arborização de vias públicas.** 2009. Disponível em: <http://www.copel.com/hpcopel/guia_arb/onde_plantar.html> Acesso em: 28/10/2013.

CONDÉ, T. M.; LIMA, M. L. M.; LIMA NETO, E. M.; TONINI, H. Equações morfométricas das espécies Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl) e Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, no estado de Rondônia. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v. 4, p. 119 – 139, 2012.

CONDÉ, T. M.; LIMA, M. L. M.; LIMA NETO, E. M.; TONINI, H. Morfometria de quatro espécies florestais em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. **Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 7, p. 18 – 27, 2013.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO PARANÁ (CREA-PR). **Acessibilidade:** responsabilidade profissional, número 4. 2. ed. Curitiba: Cadernos do CREA-PR, n. 4., 2008.

CORRÊA, L. R. Relações entre o critério socioeconômico e parâmetros ecológicos relativos à arborização viária de Canoas, Brasil. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo, n. 57, p. 303 – 317, 2006.

COSTA, L. A.; HIGUCHI, A. Arborização de ruas de Manaus: avaliação qualitativa e quantitativa. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 213 – 221, 1999.

COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ (CPFL ENERGIA). **Arborização urbana viária**: aspectos de planejamento, implantação e manejo / CPFL Energia – ed. rev. Campinas, SP: CPFL Energia, 2008.120 p.

CRUZ, P. M. F.; SOUSA, H. A.; CARVALHO, J. O. P.; BRITO, J. S. Análise quali-quantitativa da arborização urbana da avenida Marechal Castelo Branco em Teresina – Piauí. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 3, 2008, Fortaleza – CE. **Anais...** Fortaleza: CEFET, 2008. p. 8.

DANTAS, I. C.; SOUZA, C. M. C. de. Arborização urbana na cidade de Campina Grande – PB: Inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, não paginado, 2004.

DIAS, A. C. **Composição florística, fitossociologia, diversidade de espécies e comparação de métodos de amostragem na Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual Carlos Botelho/SP - Brasil**. 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 55 - 66, 1998.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J.; DENARDI, L. Modelagem da copa de *Cedrela fissilis* Vellozo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 79 - 89, 2004.

DWYER, J.F.; NOWAK, D. J.; WATSON, G. W. Future directions for urban forestry research in the United States. **Journal of Arboriculture**. v. 28 n. 5. p. 231 - 236, 2002.

ESCOBEDO, F.; ANDREU, M. **A community guide to urban forest inventories**. Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences, 2008, 4 p.

ESCOBEDO, F.J.; NOWAK, D.J.; WAGNER, J.E.; DE LA MAZA, C.L.; RODRIGUEZ, M.; CRANE, D.E.; HERNANDEZ, J. The socioeconomics and management of Santiago de Chile's public urban forests. **Urban Forests and Urban Greening** v. 4, p. 105–114, 2006.

FALCÃO, M. de A.; PARALUPPI, N. D.; CLEMENT, C. R. Fenologia e produtividade do jambo (*Syzygium malaccense*) na Amazônia central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 32, n. 1, p. 3 - 8, 2002.

FARIA, J. L. G.; MONTEIRO, E. A.; FISCH, S. T. V. Arborização de vias públicas do município de Jacareí – SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n. 4, p. 20 - 33, 2007.

FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora da UFV, 2011. 558 p.

FERREIRA, F. A., GASPAROTTO, L.; LIMA, M. I. P. M. Uma ferrugem, causada por *Phakopsora tomentosae* em oiti, em Manaus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 206 - 208, 2001.

FERREIRA, M. A. G.; SANCHES, S. P. Índice de qualidade das calçadas - IQC. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo, v. 01, n.91, p. 47-60, 2001.

FRANCO, V. S. M. **Gerenciamento da arborização na área do campus UFMG utilizando ferramentas SIG**. 38 f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) - Departamento de Cartografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, p. 520-540, 2012.

GATTO, A.; WENDLING, I. **Solo, planta e água na formação da paisagem**. Viçosa - MG: Aprenda Fácil, 2002. (Coleção Jardinagem e Paisagismo, Série Implantação de Jardins).

GENOVEZ, P. C.; MONTEIRO, A. M.; CÂMARA, G. Indicadores Territoriais de Inclusão/Exclusão: Geoinformação como suporte ao planejamento de Políticas Sociais. In: MONTEIRO, A.M., ALMEIDA, C., CÂMARA, G. (Org.) **Geoinformação em Urbanismo: cidade real x cidade virtual**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p.

GILMAN, E.F. Deflecting roots near sidewalks. **Arboriculture and Urban Forestry**. Califórnia. v. 32, n.1, p. 18 – 23, 2006.

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.

GONÇALVES, S.; ROCHA, F. T. Caracterização da arborização urbana do bairro de Vila Maria Baixa. **Conscientia e Saúde**, São Paulo, v. 2, p. 67 - 75, 2003.

GONÇALVES, W.; STRINGHETA, Â. C. O.; COELHO, L. L. Análise de árvores urbanas para fins de supressão. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n. 4, p. 1 - 19, 2007.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 279 p.

GUARAPARI. Prefeitura Municipal. **Calçada cidadã**: normas para construção, reforma e conservação de calçadas. Guarapari: Prefeitura Municipal de Guarapari, 2009. 19 p.

HALTER, A. D. **Determining existing, possible, and preferable urban tree canopy for Austin, Texas**. 96 f. Thesis (Master of Science in Community and Regional Planning) - University of Texas, Austin, 2013.

HARTEL, D. R.; MILLER, K. P. **Street tree inventory: including the bay street & hermitage road design areas** – City of Beaufort, SC. Comer, GA. 2002. Disponível em: <http://www.cityofbeaufort.org/client_resources/pdf/planning/resources/2002>. Acesso em: 10/10/2013.

HASENAUER, H. Dimensional relationships of open-grown trees in Austria. **Forest Ecology and Management**, Fort Collins, v. 96, p.197 - 206, 1997.

HASENAUER, H., MONSERUD R. A. A crown ratio model for Austrian forests. **Forest ecology and management**, Fort Collins, v. 84, p. 49 - 60. 1996.

HERRERA, H. A. R.; ROSOT, N. C.; ROSOT, M. A. D.; OLIVEIRA, Y. M. M. Análise florística e fitossociológica do componente arbóreo da floresta ombrófila mista presente na reserva florestal EMBRAPA/EPAGRI, Caçador, SC – Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 39 n. 3, p. 485 - 500, 2009.

HOFLE, H. E. **Levantamento da arborização urbana do bairro Sagrado Coração de Jesus em São Miguel do Iguaçu-PR.** 63 f. Monografia (Engenharia Ambiental) - Faculdade Dinâmica de Cataratas, Foz do Iguaçu, 2010.

HOSOKAWA, R. T.; MOURA, J. B.; CUNHA, U. S. **Introdução ao manejo e economia de florestas.** Curitiba: Editora UFPR, 2008. 164 p.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul:** ecologia, composição e importância econômica. São Paulo: Polígono, 1972. 465 p.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration.** 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1972. 402 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Informações Municipais – 2012.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo/>>. Acesso em: 05/04/2013.

JIM, C. Y. Evaluation of heritage trees for conservation and management in Guangzhou City (China). **Environmental Management**, New York, v. 33, n. 1, p. 74 – 86, 2004.

JIM, C.Y., CHEN, W.Y. Pattern and divergence of tree communities in Taipei's main urban green spaces. **Landscape and Urban Planning**, v. 84, p.312 – 323, 2008.

KANIESKI, M. R.; ARAUJO, A. C. B.; LONGHI, S. J. Quantificação da diversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa. **Scientia Forestalis**, Viçosa, v. 38, n. 88, p. 567 - 577, 2010.

KIBLER, N. M. P. **Management of the urban forest: a zip code level approach.** 72 f. Thesis (Master of Environmental Studies Capstone Projects) - Scholarly Commons, University of Pennsylvania, Philadelphia, 2012.

KIRNBAUER, M. C.; KENNEY, W. A.; CHURCHILL, C. J.; BAETZ, B. W. A prototype decision support system for sustainable urban tree planting programs. **Urban Forestry & Urban Greening**, Davis, v. 8, p. 3-19, 2009.

KLECHOWICZ, N. A. **Diagnóstico dos acidentes com árvores na cidade de Curitiba – PR.** 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR, 2001. 96 p.

KOESER, A.; HAUER, R.; NORRIS, K; KROUSE, R. Factors influencing long-term street tree survival in Milwaukee, WI, USA. **Urban Forestry & Urban Greening**. v. 12 n. 4. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2013.05.006>. Acesso em: 02/01/2014.

KONTOES, C. C.; RAPTIS, V.; LAUTNER, M.; OBERSTADLER, R. The potential of kernel classification techniques for land use mapping in urban areas using 5m-spatial resolution IRS-1C imagery. **International Journal of Remote Sensing**, Nottingham, v. 21, n. 16, p. 5 – 9, 2000.

KUEFFER, C.; DAEHLER, C. C.; TORRES-SANTANA, C. W. LAVERGNE, C.; MEYER, J. Y.; OTTO, R.; SILVA, L. A global comparison of plant invasions on oceanic islands. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Amsterdam, v. 12, p. 145 - 162, 2010.

KURIHARA, D. L.; ENCINAS, J. I.; PAULA, J. E. de. Levantamento da Arborização do Campus da Universidade de Brasília. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 127 - 136, 2005.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.

LEAL, L.; BUJOKAS, W. M.; BIONDI, D. Análise da infestação de erva-de-passarinho na arborização de ruas de Curitiba-PR. **Floresta**, v. 36, p. 323 - 330, 2006.

LEAL, L. **Custos das Árvores de Rua – estudo de caso: cidade de Curitiba / PR**. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

LEMOS, S.; ASSUNCAO, M. E. P.; SIMOES, F. A. MEDEIROS FILHO, D. A. . Qualidade das calçadas no campus da universidade estadual de Maringá - PR . In: SIMPGEU- Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, 3, 2012, **Anais...** Maringá. Gestão dos Espaços Públicos, p. 2 – 11, 2012.

LIMA NETO, E. M.; BIONDI, D.; ARAKI, H. Aplicação do SIG na arborização viária – unidade amostral em Curitiba - PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3., 2010, Recife. **Anais...** Recife: UFPE – Departamento de Geomática, 2010.

LIMA NETO, E. M.; BIONDI, D. Composição florística da arborização viária do centro de Curitiba/PR. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO SUL DO BRASIL, 1. **Anais...**, Florianópolis - SC, 2010.

LIMA NETO, E. M.; BARDELLI-DA-SILVA, M. Y.; SILVA, A. R.; BIONDI, D. Arborização de ruas e acessibilidade no bairro centro de Curitiba-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 5, n. 4, p. 65 - 79, 2010.

LIMA NETO, E. M. **Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR**. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

LIMA NETO, E. M. ; BIONDI, D. Acessibilidade: um novo desafio para a arborização de ruas. In: BIONDI, D.; LIMA NETO, E. M. (Org.). **Pesquisas em Arborização de Ruas**. Curitiba: O Autor, 2011. p. 131 - 150

LIMA NETO, E. M.; MELO E SOUZA, R. Comportamento e características das espécies arbóreas nas áreas verdes públicas de Aracaju, Sergipe. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 7, p. 1 - 10, 2011.

LIMA NETO, E. M.; BIONDI, D. Delineamento espacial de unidades amostrais para o inventário da arborização de ruas em Curitiba, PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, p. 107 -1 18, 2012.

LIMA NETO, E. M.; CONDÉ, T. M.; CRUZ, N.; COSTA, S. A.; CHAGAS, F. Índices de diversidade e equabilidade ecológica na arborização viária de Rorainópolis-RR. In: MOSTRA ACADÊMICA DO CAMPUS DE RORAINÓPOLIS, 2, 2012, Rorainópolis. **Anais...** Rorainópolis, 2012. Não paginado.

LIMA NETO, E. M.; MELO E SOUZA, R. Índices de Sombreamento e Densidade arbórea das áreas verdes públicas de Aracaju-SE. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 4, n. 4, p. 47 - 62, 2009.

LIMA NETO, E. M.; BIONDI, D.; ARAKI, H.; BOBROWSKI, R. Fotografias aéreas para mensuração da área de copa das árvores de ruas de Curitiba - PR. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 42, p. 577 - 588, 2012.

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

LOBÃO, D. E.; VALERI, S. V. Sistema cacau-cabruca: conservação de espécies arbóreas da floresta atlântica. **Agrotropica**, Itabuna, v. 21, p. 43 - 54, 2009.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D.; DE ANGELIS NETO, G.; SILVA, E. S. da. Avaliação das áreas verdes em espaços públicos no município de Guarapuava - PR. **Ambiência**, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 141 - 155, 2005.

LONDRINA. Prefeitura Municipal. **Calçada para Todos**. Novembro. 2004. Disponível em: <http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=585&Itemid=703> Acesso em: 15/6/2013.

LONGHI, S. J.; SELLE, G. L.; RAGAGNIN, L. I. M.; DAMIANI, J. E. Composição florística e fitossociológica de um “capão” de *Podocarpus Lambertii* Klotz. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 9 - 26, 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras II**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009. 384 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil**: madeiras, ornamentais e aromáticas. 1.ed. Nova Odessa: Platarum, 2003. 352 p.

MACO, S. E.; McPHERSON, E. G. Assessing canopy cover over streets and sidewalks in street tree populations. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v. 28, n. 3, p. 270 - 276. 2002.

MAGALHÃES, L. M. S. Arborização e florestas urbanas:-terminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades brasileiras. Série Técnica. **Floresta e Ambiente**, n. 1. p.23 - 26, 2006.

MAGALHAES, L. M. S.; FREITAS, W. K. Fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais: bases para o seu manejo e conservação. In: SEMINÁRIO AGRICULTURA MIGRATÓRIA NA REGIÃO SERRANA DO RIO DE JANEIRO, 2004, Bom Jardim. **Anais...** EMBRAPA, Seropédica, 2004. p. 32 - 39.

MALTA, J. A. O.; SOUZA, H. T.; MELO E SOUZA, R. Fitogeografia e regeneração natural em florestas urbanas de São Cristóvão/SE-Brasil. **Investigaciones Geográficas**, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. n. 77. p. 48-62. 2012.

MARANHO, Á. S.; PAULA, S. R. P.; LIMA, E. ; PAIVA, A. V. de; ALVES, A. P.; NASCIMENTO, D. O. Levantamento censitário da arborização urbana viária de Senador Guimard, Acre. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 7, n. 3, p. 44 - 56, 2012.

MARTINI, A. M. Z.; PRADO, P. I. K. L. **Índices de diversidade de espécies**. Notas de aula. PPGECEB-UDESC, 1º semestre, 2010.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Editora UNICAMP, 1991. 246 p.

MARINGÁ. Diário Oficial da prefeitura municipal. **Lei nº 4.806, de 02 de junho de 1999**.

MARTINS, L. F. V. **Análise da arborização de acompanhamento viário em uma cidade de pequeno porte: Luiziana, Paraná**. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2010.

McPHERSON, E. G. Structure and sustainability of Sacramento's Urban Forest. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v. 24, n. 4, p.174-190, 1998.

McPHERSON, E. G.; NOWAK, D.; HEISLER, D.; GRIMMOND, S.; SOUCH, C.; GRANT, R.; ROWNTREE, R. Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago urban forest climate project. **Urban Ecosystems**, Duluth, v. 1, 1997.

MELO, E. F. R. Q.; SEVERO, B. M. A. Vegetação arbórea do Campus da Universidade de Passo Fundo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n. 2, p. 76 - 87, 2007.

MENEGHETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos, SP**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

MENESES, C. H. S. G.; SOUSA, E. B. de M.; MEDEIROS, F. P. de M.; MENEZES, I. R. de; ALBUQUERQUE, H. N. de; SANTOS, L. dos. Análise da arborização dos bairros do Mirante e Vila Cabral na cidade de Campina Grande - PB. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 3, n. 2, 2003.

MICHI, S. M. P.; COUTO, H. T. Z. do. Estudo de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de Piracicaba. In: CURSO EM TREINAMENTO SOBRE PODAS EM ESPÉCIES ARBÓREAS FLORESTAIS E DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1996, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba-SP, 1996. Não paginado.

MILANO, M S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba-PR**. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

MILANO, M. S. Planejamento e replanejamento de arborização de ruas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1987, Maringá. **Anais...** Maringá, p. 01 – 08, 1987.

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

MILLER, R. W. **Urban forestry: planning and managing urban greenspaces**. 2.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 502 p.

MOCHIUTTI, S.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SIMON, A. A. Outras espécies florestais. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 835-848.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 555 - 564, 2005.

MODENA, C. M.; ROSSATO, M. Caracterização Morfológica de *Schinus molle* L. pertencente ao banco ativo de germoplasma da Universidade de Caxias do Sul. In: ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES, 19., 2011, Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul: UNC, 2011. p. 56.

MOTTER, N; MULLER, N. T. G. Diagnóstico da arborização urbana no município de Tuparendi-RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 7, n. 4, p. 27 - 36, 2012.

MOURA, T. A.; SANTOS, V. L. L. V. Levantamento quantitativo de espécies arbóreas e arbustivas na arborização urbana dos bairros Centro e Centro Norte de Várzea Grande - Mato Grosso. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 97 - 117, 2009.

MUSSATO, O. B. **Urbanização e segregação socioespacial: uma análise da área Monte das Oliveiras em Boa Vista – RR**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Economia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

NAGENDRA, H.; GOPAL, D. Street trees in Bangalore: Density, diversity, composition and distribution. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 9, p. 129 – 137, 2010.

NOWAK, D.J.; ROWNTREE, R.A.; MCPHERSON, E.G.; SISINNI, S.M.; KERKMANN, E.; STEVENS, J.C. Measuring and analyzing urban tree cover. **Landscape and Urban Planning**, v.36, p. 49 – 57, 1996.

NOWAK, D. J.; GREENFIELD, E. J. Tree and Impervious Cover Change in U.S Cities. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 11, n. 1, p. 21-30, 2012.

NOWAK, D. J.; HOEHN, R.; CRANE, D. E.; STEVENS, J. C.; WALTON, J. T. Assessing urban forest effects and values: Philadelphia's urban forest: Newtown Square, PA: US **Department of Agriculture, Forest Service**, Northern Research Station, 2007.

NOWAK, D. J.; WALTON, J. T.; STEVENS, J. C.; CRANE, D. E.; HOEHN, R. E. Effect of plot and sample size on timing and precision of urban forest assessments. **Arboriculture & Urban Forestry**, Champaign, IL, v. 34, n. 06, p.386 - 390, 2008.

O'BRIEN, P. R.; JOEHLIN, K. A.; O'BRIEN, D. J. Performance standards for municipal tree maintenance. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v. 18, n. 6, p. 307 -315. 1992.

OLIVEIRA FILHO, P. C.; SILVA, S. V. K. Um sistema de informações para suporte espacial e de decisões à gestão da arborização urbana no município de Guarapuava, Paraná. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 5, n. 3, p. 82-96, 2010.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; MACHADO, E. L. M.; PIFANO, D. S.; VALENTE, A. S. M.; MARTINS, J. C.; SILVA, C. P. C. Espécies de ocorrência exclusiva do domínio do Cerrado. In: OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S. (Org.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa**. Lavras: Editora UFLA, 2008. 619 p.

ORELLANA, E.; KOEHLER, A. B. Relações Morfométricas de *Ocotea odorífera* (vell) Rohwer. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 2, p. 229-237, 2008.

ORZEL, S. A comparative analysis of slenderness of the main tree species of the Niepolomice Forest. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, Cracow, v. 10, n. 2, 2007. Não paginado.

PAIVA, A. V.; LIMA, A. B. M.; CARVALHO, A.; JUNIOR, A.; GOMES, A.; MELO, C. S.; FARIAS, C. O.; REIS, C.; BEZERRA, C.; JUNIOR, E. A. S.; MACEDO, E.; LIMA, E. S.; SOBRINHO, F.; SILVA, F. M.; BONFIM, J. C.; JUNIOR, L. S.; CORREA, M.; DUMONT, M. L.; JUNIOR, M. A. I.; PANTOJA, N. V.; DAVILA, R. M.; GABRIEL, R.; SILVA, R. A.; CUNHA, R. M.; OLIVEIRA, R. S.; DIAS R.; NICHELI, S. P.; COSTA, S.; SOUZA, T. C.; PEREIRA, T. F.; CASTELO, Z.; FERRARI, Z. S. Inventário e diagnóstico da arborização urbana viária de Rio Branco, AC. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 144 - 159, 2010.

PARRY, M. M.; DA SILVA, M. M.; SENA, I. S.; OLIVEIRA, F. P. M. Composição florística da arborização da cidade de Altamira, Pará. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 7, n.1, p. 140 - 155, 2012.

PATTERSON, M. F. **Standardization of street sampling units to improve street tree population estimates derived by i-tree streets inventory software**. 86 f. (Master of Science Forestry), 2012.

PAULEIT, S.; DUHME, F.. GIS Assessment of munich's urban forest structure for urban planning. **Journal Arboriculture**. v. 26, n. 3. p. 133 - 141, 2000.

PEREIRA, G. A.; MONTEIRO, C. S.; CAMPELO, M. A.; MEDEIROS, C. O uso de espécies vegetais, como instrumento de biodiversidade da avifauna silvestre, na arborização pública: o caso do Recife. **Atualidades Ornitológicas**, Ivaiporã, n. 125, p. 1 - 15, 2005.

PEREIRA, R. I. **O sentido da paisagem e a paisagem consentida**: projetos participativos na produção de espaço livre público. 203 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU/USP São Paulo, 2006.

PESTANA, L. T.; ALVES, F. M.; SARTORI, A. L. B. Espécies arbóreas do paisagismo urbano do centro do Município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 1 - 21, 2011.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1977. 385p.

PINCETI, S. Implementing municipal tree planting: Los Angeles million-tree initiative. **Environmental Management**, v. 45, p. 227 - 238, 2009.

PINHEIRO, M. A. S. **Fitossociologia de áreas enriquecidas com o Palmeiro *Euterpe edulis* (Martius) em paisagens alteradas da Mata Atlântica**. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

PINHEIRO, R.; FRANCHIN, E.; RIBEIRO, R. S.; WOLFF, W.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P. Arborização Urbana na Cidade de São José do Cerrito, SC: Diagnóstico e proposta para áreas de maior trânsito. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 4, n.4, p. 62 - 78, 2009.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO D. F. Arborização urbana. Jaboticabal: UNESP, 2002. 68p. (Serie Arborização Urbana).

PDAU. Plano diretor da arborização urbana de Goiânia, Prefeitura Municipal de Goiânia, 2008. 131 p.

PORTLAND PARKS & RECREATION. **Street Tree Inventory Report**: Concordia Neighborhood. Portland, OR. Disponível em: <<http://www.portlandonline.com/parks/index.cfm?a=336601&c=53181>>. Acesso em: 25/03/2013.

QUEIROZ, W. T. **Técnicas de amostragem em inventário florestal nos trópicos**. Belém: Serviço de Documentação e Informação da FCAP, 1998. 170 p .

RANDOLPH, J. Urban forestry. In: **Environmental land use planning and management**: Creating sustainable communities, watersheds, and ecosystems. Washington, DC: Island Press, p. 328 - 342, 2011.

REGAZZI, A. J. **Análise multivariada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.2001. Apostila de disciplina. 166 p.

ROCHA, R. T. da; LELES, P. S. S.; NETO, S. N. O. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: O Caso dos Bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 599-607, 2004.

RODE, R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; GALVÃO, F.; MACHADO, S. A. Comparação florística entre uma floresta ombrófila mista e uma vegetação arbórea estabelecida sob um povoamento de *Araucaria angustifolia* de 60 anos. **Revista Cerne**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 101 - 115, 2009.

RODOLFO JUNIOR, F.; MELO, R. R.; CUNHA, T A.; STANGERLIN, D. M. Análise da arborização urbana em bairros da cidade de Pombal no Estado da Paraíba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 3, n. 4, p. 3 - 19, 2008.

ROLLO, F. M. A.; SILVA FILHO D. F.; COUTO, H. T. Z.; POLIZEL, J. L. Uso de cenas videográficas para avaliação da floresta urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n. 3, p. 63 – 79, 2007.

ROMAN, M.; BRESSAN, D. A.; DURLO, M. A. Variáveis morfométricas e relações Interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 473 - 480, 2009.

ROSSATO, D. R.; TONIATO, M. T. Z.; DURIGAN, G. Flora fanerogâmica não-arbórea do cerrado na Estação Ecológica de Assis, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, p. 409 – 424, 2008.

ROSSETTI, A. I. N.; PELLEGRINO, P. R. M.; TAVARES, A. R. As árvores e suas interfaces no ambiente urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 1 - 24, 2010.

ROWNTREE, R. A.; NOWAK, D. J. Quantifying the role of urban forests in removing atmospheric carbon dioxide. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 17, n. 10, p.269 - 275, 1991.

SANTAMOUR JÚNIOR, F.S. **Trees for urban planting**: diversity unifomuty, and common sense. Washington: U.S. National Arboretum, Agriculture Research Service, 2002.

SANTOS, C. Z. A.; FERREIRA, R. A.; SANTOS, L. R. C.; SANTOS, L. I. C.; GRACA, D. A. S.; GOMES, S. H. M.; NETO, W. B. P.; CORREIA, T. S.; BOSCHESI, A. C. B. Composição florística de 25 vias públicas de Aracaju-SE. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 2, p. 123 - 141, 2011.

SANTOS, T. O. B. ; LISBOA, C. M. C. A. ; CARVALHO, F. G. Análise da arborização viária do bairro de Petrópolis, Natal, RN: uma abordagem para diagnóstico e planejamento da flora urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 7, n. 4, p. 90 - 106, 2012.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal. **Conheça as Regras para Arrumar a sua Calçada**. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2005. 38 p.

SAPORETTI JUNIOR, A. W.; MEIRA NETO, J. A. A.; ALMADO, R. Fitossociologia de sub-bosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 905 - 910, 2003.

SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO FILHO, A.; GALVÃO, F.; SANQUETTA, C. R.; LONGHI, S. J. Modificações florístico-estruturais de um remanescente de floresta ombrófila mista montana no período entre 1979 e 2000. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 271 - 291, 2006.

SCHALLENBERGER G. O.; MACHADO, L. S. Inventário da arborização na região central do município de Mangueirinha – PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 8, n. 1, p. 54 - 64, 2013.

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE RORAIMA (SEPLAN-RR). **Informações socioeconômicas do Município de Boa Vista – RR**, 2013. Disponível em: <<http://www.seplan.rr.gov.br/>> Acesso em: 11/8/2013.

SEITZ, R. A. **A Poda de Árvores**. Piracicaba: IPEF, 1996. 27 p.

SELLE, G. L.; VUADEN, E. Crescimento de seis espécies nativas na região central do estado do Rio Grande do Sul. **Ambiência**, Guarapuava, v. 6, n. 1, p. 169 - 192, 2010.

SERPA, D. S. ; MORAIS, N. A. ; MOURA, T. M. Arborização urbana em três municípios do sul do estado de Goiás: Morrinhos, Goiatuba e Caldas Novas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 4, n. 3, p. 98 - 112, 2009.

SILVA FILHO, D. F.; COSTA, F. P. S.; POLIZEL, J. L. Planejamento da arborização urbana da cidade de Engenheiro Coelho: uso de SIG e de inventários amostral. **Geografia em Atos**, Presidente Prudente, v. 1, p. 1 - 8, 2012.

SILVA FILHO, D. F.; PIZETTA, P. U. C.; ALMEIDA, J. B. S. A. DE ; 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 FILHO, D. **Planejamento da Floresta Urbana**. Disponível em: http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:syllabvs:lcf0636:boletim_-_planejamento.pdf> Acesso em: 13/8/2013.

SILVA FILHO, D.F.; BORTOLETO, S. Uso de indicadores de diversidade na definição de plano de manejo da arborização viária de Águas de São Pedro-SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, p. 973 - 982, 2005.

SILVA JUNIOR, M. C.; LIMA, R. M. C. **100 Árvores Urbanas - Brasília**: guia de campo. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2010. 280 p .

SILVA, A. G. **Inventário da arborização urbana viária: métodos de amostragem, tamanho e forma de parcelas**. 110f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SILVA, A. G.; GONÇALVES, W.; LEITE, H. G.; SANTOS, E. Comparação de Três Métodos de Obtenção de Dados para Avaliação Quali-Quantitativa da Arborização Viária, em Belo Horizonte-MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 31 - 44, 2006.

SILVA, A. G.; PAIVA, H. N., GONÇALVES, W. **Avaliando a arborização urbana**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2007. 346 p. (Série Arborização Urbana - Coleção Jardinagem e paisagismo, Vol. 5).

SILVA, D. B.; LEMOS, B. S. **Plantas da área verde da Super Quadra Norte 416 - Brasília,DF**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 147 p.

SILVA, E. M.; SILVA, A. M.; MELO, P. H.; BORGES, S. S.; LIMA, S. C. Estudo da Arborização Urbana do bairro Mansour, na Cidade de Uberlândia-MG. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 5, n. 3, p. 73-83, 2002.

SILVA, F. F.; FIDELIS, M. E. A.; CASTRO, P. F. Arborização e acessibilidade em calçada: comentários sobre o deslocamento entre Campi da Universidade Federal Fluminense. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 43-63, 2011.

SILVA, J. M. M. N. **Rede de avaliação e capacitação para a implementação dos planos diretores participativos – 2007**. Disponível em: <<http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/rr/PD%20Boa%20Vista-avalia%C3%A7%C3%A3o.pdf>> Acesso em: 14/5/2013.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J. O. P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para a instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 36 p.

SILVA, L. M.; HASSE, I. Inventário da arborização em duas vias de Mirópolis-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 36 - 53, 2008.

SILVA, L. M.; MOCCELLIN, R.; WEISSHEIMER, D. I.; ZBORALSKI, A. R.; FONSECA, L.; RODIGUIERO, D. A. Inventário e sugestões para arborização de via pública de Pato Branco/PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n. 1, p. 101 - 108, 2007.

SILVA, L. M.; RODIGHIERO, D. A.; HASSE, I. ; CADORIN, D. A. Arborização dos Bairros Pinheiros, Brasília e Bancários em Pato Branco - PR. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 275 - 282, 2008.

SILVA, S. V. K.; OLIVEIRA FILHO, P. C. Um protótipo para suporte espacial e de decisões à gestão da arborização urbana no município de Guarapuava (PR). **Ambiência**, Guarapuava, v. 6, p. 235 - 246, 2010.

SIMOES, L. O. de C.; MAROTTA, H.; PIRES, B. B. M.; UMBELINO, L. F.; COSTA, A. J. S. T. Índices de arborização em espaço urbano: um estudo de caso no bairro de Vila Isabel, Rio de Janeiro, RJ. In: ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 9., 2002, Brasília. **Anais...** Brasília, 2002. Não Paginado.

SMILEY, E. T.; BAKER, F. A. Options in street tree inventories. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v. 14, n. 2, p. 36 - 42, 1988.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Editora da UFV, 2006. 276 p.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas**: estrutura, dinâmica e manejo. Viçosa: Editora UFV, 2013. 322 p.

SOUZA, C. S.; DODONOV, P.; CORTEZ, R. B. Diversidade, fitossanidade e adequação ao ambiente urbano de árvores de rua em um bairro na cidade de Ourinhos, SP, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 7, n. 4, p. 77 - 89, 2012.

STAEVIE, P. M. Expansão urbana e exclusão social em Boa Vista - RR. **Oculum Ensaios**, Campinas, v. 13, p. 68 - 86, 2011.

STERBA, H. **Forstliche Ertragslehre**. Wien: Institut für Waldwachstumsforschung, 1991. 320 p.

TEIXEIRA, I. F. Análise qualitativa da arborização de ruas do conjunto habitacional Tencredo Neves, Santa Maria - RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 9 - 21, 1999.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F. O crescimento da Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em Roraima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 7, p. 633 - 638, 2005.

TONINI, H.; KAMINSKI, P. E.; COSTA, P. Relação da produção de sementes de castanha-do-brasil com características morfológicas da copa e índice de competição. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 11, p. 1509 - 1516, 2008.

TUDINI, O. G. **A arborização de acompanhamento viário e a verticalização na Zona 7 de Maringá-PR.** 149 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

UTHKHEDE, R.; STEPHEN, B; WONG, S. Control of *Phytophthora lateralis* root rot of Lawson Cypress with *Enterobacter aerogenes*. **Journal of Arboriculture**, Champaign, v. 23, n. 4, p. 144 - 146, 1997.

VALE, A. F. **Migração e territorialização:** as dimensões territoriais dos nordestinos em Boa Vista, RR. 268 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2007.

VELASCO, G. N. **Arborização viária x sistemas de distribuição de energia elétrica:** avaliação dos custos, estudo das podas e levantamento de problemas fitotécnicos. 117 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

VELASKI, S.; CARVALHO, J. A. de; NUCCI, J. C. Árvores frutíferas na arborização de calçadas do bairro Santa Felicidade - Curitiba/PR e seus benefícios para a sociedade. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 12, p. 972 - 985, 2008.

VICINI, L.; SOUZA, A. M. **Análise multivariada da teoria à prática.** Santa Maria: Editora da UFSM, 2005. 215 p.

VITÓRIA. Prefeitura Municipal. **Projeto Calçada Cidadã.** Dezembro, 2002. Disponível em: <<http://www.vitoria.es.gov.br/sedec.php?pagina=projctocalcadacidada>> Acesso em 15/7/2013.

VOLPE-FILIKI, A.; SILVA, L. F.; LIMA, A. M. L. P. Avaliação da arborização de ruas do bairro São Dimas na cidade de Piracicaba/SP através de parâmetros qualitativos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n. 1, 2007. Não paginado.

WACHTEL TREE SCIENCE & SERVICE. **Urban forest inventory report and strategic management plan for the town of Madison**, 2007. Disponível em: <http://town.madison.wi.us/publicworks/information/Town_of_Madison_Urban_Forest_Report.pdf> Acesso em: 04/03/2013.

WARD, K. T.; JOHNSON, G. R. Geospatial methods provide timely and comprehensive urban forest information. **Urban Forestry & Urban Greening**, Davis, v. 6, p. 15 - 22, 2007.

WELCH, J. M. **An assessment of socioeconomic and land use histories that influence urban forest structure:** Boston's neighborhoods of Roxbury and North Dorchester. Boston University, Boston, 1994. 406 p.

WU, C.; XIAO, Q.; MCPHERSON, E. G. A method for locating potential tree-planting sites in urban areas: a case study of Los Angeles, USA. **Urban Forestry & Urban Greening**, Davis, v. 7, p. 65 – 76, 2008.

YOUNG, R. Planting the living city. **Journal of the American Planning Association**, v. 77, n. 4, p. 368 - 381, 2011.

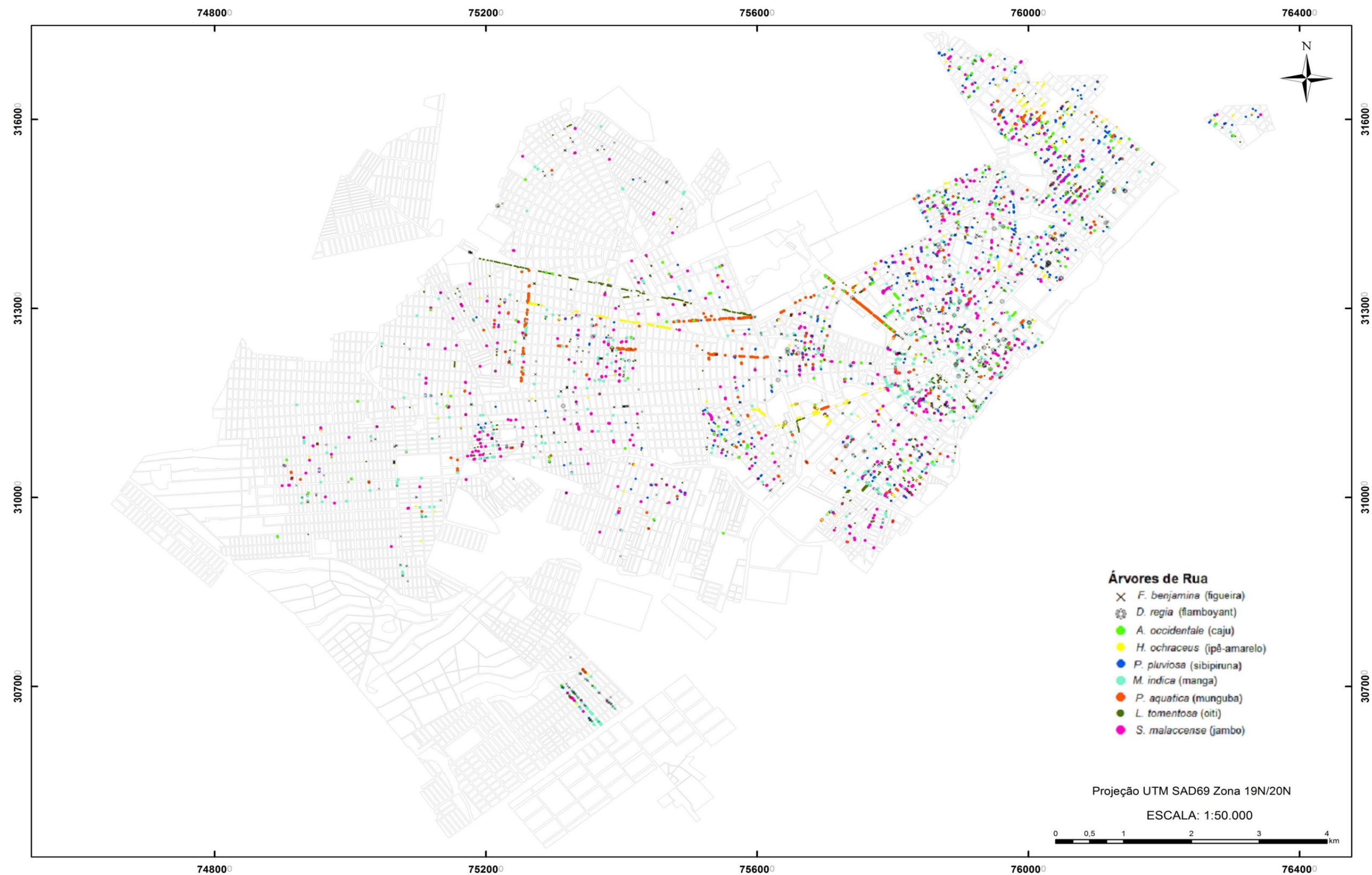
ZEM, L. M. **Vandalismo em mudas da arborização viária de Curitiba-PR.** 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

ZILLER, S.R.; DEBERDT A. J. **Espécies Exóticas invasoras em unidades de conservação.** Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/ChicoMendes/Artigos/Artigo_EEI_em_UCs.pdf> Acesso em: 29/09/2013.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA	167
--	-----

APÊNDICE 1 – ESPÉCIES MAIS FREQUENTES NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE BOA VISTA



FONTE: O autor (2014)