

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – FCA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS – PPG-CIFA



**DIRETRIZES TÉCNICAS PARA A ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE  
MONITORAMENTO AUTOMÁTICO DE DADOS NA ARBORIZAÇÃO URBANA  
DA CIDADE DE MANAUS/AM**

Manaus-AM  
Julho de 2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – FCA**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS – PPG-CIFA**

**DIRETRIZES TÉCNICAS PARA A ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE  
MONITORAMENTO AUTOMÁTICO DE DADOS NA ARBORIZAÇÃO URBANA  
DA CIDADE DE MANAUS/AM**

Conceição Pereira de Oliveira Vargas

Orientador: Dr. Julio César Rodríguez Tello

Co-Orientadora: Dra. Suzy Cristina Pedroza da Silva

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas (PPG-CIFA/UFAM) como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais.

Manaus-AM

Julho de 2018

### Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

V297d Vargas, Conceição Pereira de Oliveira  
Diretrizes Técnicas para a Elaboração do Programa de Monitoramento Automático da Arborização Urbana da Cidade de Manaus/AM / Conceição Pereira de Oliveira Vargas. 2018  
112 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Julio Cesar Rodriguez Tello  
Coorientadora: Suzy Cristina Pedroza da Silva  
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Arborização. 2. Banco de Dados. 3. Inventário Florístico. 4. Manaus. I. Tello, Julio Cesar Rodríguez II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CONCEIÇÃO PEREIRA DE OLIVEIRA VARGAS

DIRETRIZES TÉCNICAS PARA A ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE  
MONITORAMENTO AUTOMÁTICO DE DADOS DA ARBORIZAÇÃO URBANA  
DA CIDADE DE MANAUS/AM

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas (PPG-CIFA/UFAM) como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Julio César Rodríguez Tello - Presidente  
Universidade Federal do Amazonas

Prof<sup>a</sup>. Dra. Rosana Barbosa de Castro Lopes - Membro  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Jefferson da Cruz - Membro  
Universidade Federal do Amazonas



Poder Executivo  
Ministério da Educação  
Universidade Federal do Amazonas  
Faculdade de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Florestais e Ambientais - PPGCIFA



**PARECER**  
Defesa nº 196

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas, após arguir da mestranda **CONCEIÇÃO PEREIRA DE OLIVEIRA VARGAS**, em relação ao seu trabalho de dissertação intitulada "DIRETRIZES TÉCNICAS PARA A ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO AUTOMÁTICO DE DADOS NA ARBORIZAÇÃO URBANA DA CIDADE DE MANAUS/AM" é de parecer favorável à APROVAÇÃO da mestranda habilitando-a ao título de Mestre "Magister Scientiae" em Ciências Florestais e Ambientais, na área de concentração em **CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS (CIFA)**.

Professor Doutor Julio César Rodríguez Tello  
Professor da Universidade Federal do Amazonas  
Presidente

Professora Doutora Rosana Barbosa de Castro Lopes  
Professora da Universidade Federal do Amazonas  
Primeira Examinadora

Professor Doutor Jefferson da Cruz  
Professor da Universidade Federal do Amazonas  
Segundo Examinador



Manaus, 30 de julho de 2018.

Prof. Dr. Marciel José Ferreira  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais - PPG-CIFA

**Ao meu filho**  
**Davi Salomão**  
**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Deus, o todo poderoso, por todas as coisas.

Agradeço a minha família por todos os momentos, em especial aos meus pais Luiz Freire de Oliveira “*in memoriam*” e minha mãe Maria Luz de Oliveira pela minha concepção, à minha madrinha Lyres Balbi pela presença na minha formação, ao meu marido Moabe do Nascimento Vargas, pelo companheirismo e apoio incondicional, ao meu filho Davi Salomão que muitas vezes teve que sacrificar o seu tempo esperando por mim nas quando precisei ficar até mais tarde fazendo trabalhos, a minha sobrinha Vanessa Oliveira pela ajuda nas coletas.

Agradeço muitíssimo ao professor Doutor Julio César Rodríguez Tello por aceitar me orientar no programa, a professora Doutora Suzy Cristina Pedroza de Souza pela co-orientação e por às vezes, dar também orientação psicológica nos momentos de desespero, quando eu pensava que não iria conseguir.

Agradeço a todos os colegas da minha turma: Danielly Ferreira de Araújo, Erico Fernando Trevisan, Helender Ueno Seelig de Souza, Júlio Ferreira Falcao, Kellyson Luiz Reis Mota, Marcelo Renan de Oliveira Teles, Marcio Lima de Abreu, Nadiele Pereira Pacheco, Susane Almeida de Carvalho pela amizade e socorro durante todo o período do mestrado.

Agradeço aos demais professores do programa no desempenho das disciplinas, especialmente ao professor doutor Maciel Ferreira pelo seu perfeccionismo e dedicação aos mestrandos, com certeza um excelente mestre que fez eu enxergar além do que os meus olhos alcançavam, ao identificador Botânico, o senhor Pedro Marinho por acompanhar as aulas de conservação da Natureza e Botânica e pela amizade.

A Universidade Federal do Amazonas – UFAM, a Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoas de Nível Superior – CAPES.

A Gillieny Souza Rodriguez, secretária do PPG-CIFA, pela paciência e educação pelos mestrandos e pela amizade adquirida.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMMAS pela disponibilização de alguns dados.

A Rosemary Bianco da Costa, ex-diretora de Arborização e Paisagismo da SEMMAS, pelo apoio, ao Deyvson Braga, atual diretor de Arborização e

Paisagismo da SEMMAS, aos colegas técnicos: Sérgio Odilon Pacheco e Thana Esashika Bezerra pelo trabalho com as coletas de parte dos dados.

A todas as demais pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para que esse trabalho acontecesse.

"Temos uma população divorciada da origem da cidade, de suas origens. Prova maior é o abandono e a destruição de seu patrimônio arquitetônico, e mais recentemente, de seu patrimônio ecológico. São igarapés aterrados e terraplanagens de imensas áreas de floresta para a construção de condomínios. É como se as pessoas dissessem que não querem que a cidade permaneça em meio à natureza, em meio à floresta, e destroem tudo à sua volta".

**Etelvina Garcia**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a arborização de Manaus por meio da realização de levantamento das espécies utilizadas na arborização dessa cidade, com o propósito de criar um Banco de Dados e propor diretrizes técnicas para a elaboração do Programa de Monitoramento Automático da Arborização da cidade de Manaus. Foram listados e identificados os indivíduos arbóreos existentes nas principais avenidas e praças da cidade. A metodologia utilizada foi a partir de um banco de dados existentes na SEMMAS e coletas de dados em campo, inventário florístico e análise espacial com geoprocessamento. A avaliação dos indivíduos arbóreos foi analisada a partir de suas variáveis dendrométricas como: classe de altura (m), diamétrica e estado fitossanitário. Também foi calculada a frequência, densidade, dominância, valor de importância e cobertura de cada espécie e o índice de diversidade de espécies. Foram registrados 2584 indivíduos distribuídos em 14 famílias, 31 gêneros e 36 espécies, a maior representatividade foi a família *Chrisobalanaceae* 1047 indivíduos. A maioria das espécies arbóreas plantadas nas principais avenidas e praças são exóticas, com cerca de 68,5% da arborização urbana. Dessa forma pode-se inferir que a arborização urbana nas principais vias e praças da cidade é composta por indivíduos em sua maioria jovem com maior representação na classe de DAP entre 10,0 m – 19,9 m com 811 indivíduos e menos representados na classe > 80 m com 48 indivíduos, e a classe de altura mais representada: 10,0 – 14,9 m de com 924 indivíduos e menos representada a classe de 15,0 – 20,0 m com 48 indivíduos, no geral em bom estado fitossanitário com 99% dos indivíduos nessas condições. A cidade de Manaus ainda não conta com um Plano de monitoramento automático, portanto, a diretriz proposta nesse estudo servirá como subsídio para elaboração desse Plano.

**Palavras-chave:** Arborização, Banco de Dados, Inventário Florístico, Manaus.

## **ABSTRACT**

The objective of this work was to characterize the Arborization of Manaus by means of the survey of the species used in the afforestation of this city, with the purpose of creating a Database and to propose technical guidelines for the elaboration of the Program of Automatic Monitoring of the Arborization of the city of Manaus. Tree species were identified and identified in the main avenues and squares of the city. The methodology used was based on an existing database in SEMMAS and field data collection, floristic inventory and spatial analysis with geoprocessing. The evaluation of tree individuals was analyzed from their dendrometric variables as: height (m), diameter class and phytosanitary status. The frequency, density, dominance, importance value and coverage of each species and the diversity index of species were also calculated. There were 2584 individuals distributed in 14 families, 31 genera and 36 species, the highest representation was the Chrisobalanaceae family 1047 individuals. Most of the tree species planted in the main avenues and squares are exotic, with about 68.5% of the urban afforestation. In this way it can be inferred that the urban arborization in the main roads and squares of the city is made up of mostly young individuals with greater representation in the class of DAP between 10.0 m - 19.9 m with 811 individuals and less represented in the class > 80 m with 48 individuals, and the height class most represented: 10.0 - 14.9 m with 924 individuals and less represented the class of 15.0 - 20.0 m with 48 individuals, generally in good condition phytosanitary treatment with 99% of the individuals under these conditions. The city of Manaus does not yet have an Automatic Monitoring Plan, so the guideline proposed in this study will serve as a subsidy for the preparation of this Plan.

Key words: Arborization, Database, Floristic Inventory, Manaus.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ícone do 11º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável - ODS.....	13
Figura 2. Localização da área de estudo. ....	54
Figura 3. Zonas da Cidade de Manaus. e respectivos bairros oficiais .....	55
Figura 4. Árvores de Manaus, plantadas em canteiros centrais da Avenida Margarita.....	58
Figura 5. Método de amostragem da Arborização Urbana de Manaus.....	599
Figura 6. Inventário de campo, coleta na Avenida Curaçao.....	62
Figura 7. Planilha em Excel (.xls) para organização dos dados do Banco de Dados. ....	63
Figura 8. Banco de Dados em (.dbf) do software QGIS 2.18 para consulta de dados. ....	64
Figura 9. Oficina de propostas para as Diretrizes de Monitoramento da Arborização Urbana de Manaus.....	65
Figura 10. Frequência relativa das espécies vegetais do inventário florístico da arborização urbana de Manaus.....	677
Figura 11. Densidade relativa das espécies vegetais do inventário florístico da arborização urbana de Manaus.....	68
Figura 12. Dominância relativa das espécies vegetais do inventário florístico da arborização urbana de Manaus.....	69
Figura 13. Espécies com maior valor de importância das espécies vegetais do inventário florístico da arborização urbana de Manaus.....	70
Figura 14. Espécies com maior valor de cobertura das espécies vegetais do inventário florístico da arborização urbana de Manaus. ....	70
Figura 15. Falta de manutenção em arvores nas avenidas Sete de Maio e Curaçao.....	75
Figura 16. Conflitos de equipamentos urbanos e arborização de Manaus. ....	766
Figura 17. Classe de altura estimada na Arborização Urbana da Cidade Manaus.....	80
Figura 18. Classe diamétrica da Arborização Urbana da Cidade Manaus.....	83
Figura 19. Frequência relativa de árvores em Praças de Manaus Inventariadas.....	84
Figura 20. Densidade relativa de árvores em Praças de Manaus Inventariadas. ....	84
Figura 21. Dominância de árvores em Praças de Manaus Inventariadas. ....	85
Figura 22. Árvores com maior valor de cobertura em Praças de Manaus Inventariadas. ....	85
Figura 23. Classe Diamétrica das árvores encontradas nas praças de Manaus.....	87
Figura 24. Classe de altura das árvores encontradas nas praças de Manaus. ....	87
Figura 25. Quantidade de árvores inventariadas por zonas de Manaus. ....	88
Figura 26. Análise Espacial de Kernel da Arborização Urbana de Manaus. ....	89

Figura 27. Análise Espacial das Árvores não Identificadas (NI) da Arborização Urbana de Manaus. ....	90
Figura 28. Praças especializadas no Banco de Dados da Arborização Urbana de Manaus, na Zona centro sul.....	91
Figura 29. Número de árvores inventariadas por praça. ....	93
Figura 30. Praças de São Sebastião, Praça da Saudade, Praça do Congresso e Praça da polícia.....	93
Figura 31. Organograma da Prefeitura Municipal de Manaus.....	966
Figura 32. Depredação das árvores recém-plantadas e derrubada por acidentes.....	977
Figura 33. Conflito com calçadas e fiação elétrica. ....	988
Figura 34. Mangueira na Praça do Congresso, Oitizeiros no Largo de São Sebastião e Oitizeiros na Rua Ramos Ferreira. ....	988

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Espécies indicadas na arborização urbana de Manaus. ....	311
Tabela 2. Parcelas inventariadas da Arborização Urbana de Manaus. ....	60
Tabela 3. Índice de Diversidade da Arborização Urbana da Cidade de Manaus.....	789
Tabela 4. Diversidade de espécies em Praças de Manaus. ....	86
Tabela 5. Espécies de árvores por Praça de Manaus.....	93

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1_ Referências de autores que trabalharam levantamento de arborização urbana.....	32
Quadro 2. Estado Fitossanitário das árvores de Manaus.....	75

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS .....	15
2.1 Geral .....	15
2.2 Específicos .....	15
2.1 Arborização Urbana.....	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
3.1 Arborização urbana .....	15
3.2 Arborização de rua .....	20
3.3 Benefícios da Arborização urbana.....	21
3.4 Planejamento da arborização urbana .....	255
3.5 Legislação Aplicada ao Planejamento Urbano e Ambiental de Manaus.....	288
3.6 Plano Diretor de Arborização Urbana de Manaus .....	30
3.7 Levantamento florístico .....	322
3.8 Monitoramento da Arborização.....	32
3.9 Praças do centro de Manaus.....	327
3.10 Geoprocessamento, SIG e Banco de Dados .....	43
3.11 Estrutura de Dados Espaciais .....	45
3.11 Banco de Dados Geográficos.....	48
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	53
4.1 Área de Estudo .....	53
4.2 Procedimentos Metodológicos .....	599
4.2.1 Diagnóstico da arborização urbana na cidade de Manaus .....	599
4.2.2 Inventário Florístico .....	62
4.2.3 Criação de Banco de Dados não Espacial e Geográfico.....	63
4.2.4 Processamento e Análise de Dados .....	64
4.2.5 Propostas de Diretrizes de Monitoramento .....	64
4.2.6 Processamento e Análise de Dados .....	65
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	66
5.1 Diagnóstico e Avaliação da Arborização Urbana de Manaus.....	66
5.1.1 Levantamento Florístico.....	66
Origem das Espécies.....	71
Aspectos de Fitossanidade .....	73

Hábito das Plantas.....	76
Conflitos de equipamentos urbanos e arborização .....	766
Diversidade de Espécies nas Principais Ruas e Avenidas .....	78
Classes de Altura .....	799
Classes de Diâmetro .....	80
5.1.2 Praças de Manaus Inventariadas .....	83
5.1.3 Número de árvores por zona da cidade .....	88
5.2 Análise Espacial da Arborização Urbana de Manaus .....	88
5.3 Resultados das Oficinas e Programas de Arborização em Manaus .....	944
5.4 Diretrizes de Monitoramento .....	999
6. CONCLUSÕES.....	1033
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	1055
ANEXOS .....	111

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades altera a paisagem natural, dando lugar aos equipamentos urbanos e comunitários, as áreas verdes vão a cada dia escasseando, intensificando assim os problemas ambientais e de conforto térmico, especialmente nos grandes centros urbanos. Nesse sentido são incalculáveis as vantagens de espaços verdes nas cidades, os quais proporcionam a melhoria microclimática, o equilíbrio do ciclo hidrológico, controlando a poluição atmosférica, sonora, hídrica e visual.

Um adequado planejamento da arborização permite uma melhor caracterização das paisagens, sejam naturais ou artificiais, como ruas, parques ou praças públicas, permitindo ainda termos um panorama e uma dimensão melhor do espaço e/ou ambiente físico da cidade. Entretanto, muitas das cidades brasileiras, não possuem planejamento da arborização urbana, tampouco monitoram as áreas verdes existentes.

No Brasil, salvo raras exceções, a arborização urbana não passa por um planejamento prévio, embora essa mentalidade esteja aos poucos se modificando (SILVA *et al.* 2006).

A distribuição da vegetação em uma paisagem urbana depende do modelo de crescimento da cidade que é principalmente o resultado das características culturais e do sistema político (BIONDE, 1995).

Para Milano (1994), a arborização urbana no Brasil naquela época era uma atividade relativamente nova e para a efetivação dos benefícios esperados requeria que fosse adequadamente planejada e mantida de forma sustentável. O referido autor relatou ainda que os inventários para avaliação da arborização de ruas podem ser de caráter quantitativo, qualitativo ou quali-quantitativo. Apesar de haver passado 24 anos, ainda existem problemas referentes ao planejamento urbano na maioria das cidades brasileiras.

Conforme o Manual para Elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana, feito por instituições do estado do Paraná e publicado em 2012, a Arborização Urbana, também chamada de “Florestas Urbanas”, inclui os diversos espaços no tecido urbano passíveis de serem trabalhados com o elemento árvore, tais como: arborização de ruas, praças, parques, jardins, canteiros centrais de ruas e avenidas e margens de corpos d’água. Dentre estes, a arborização de ruas inclui as árvores de

propriedade pública, plantadas nas calçadas ou canteiro central de avenidas. Esta é a vegetação mais próxima da população urbana e que mais sofre com a falta de planejamento dos órgãos públicos e a falta de conscientização ambiental da população.

Outro fator limitante na questão arborização urbana é a diversidade de espécies. A pouca diversidade da vegetação nos centros urbanos é de grande risco para o equilíbrio ecológico do planeta, devendo ser evitada. A diversidade da vegetação é condição favorável para a sobrevivência da fauna. As cidades que assim encontram-se poderão se transformar em desertos verdes, podendo comprometer o crescimento, adaptabilidade e desenvolvimento das árvores. Para que isso não aconteça seria necessário que cada cidade utilizasse na arborização as espécies nativas da região, que são adaptadas ao local (PINHEIRO, 2008).

Para Mello Filho (1985) sob o ponto de vista botânico, a arborização urbana é um campo com possibilidades ilimitadas de pesquisas, uma vez que na flora brasileira existem de cinco a seis mil árvores precisando de estudos e experimentos, mais a cota atualmente introduzida em arborização não chega a cem espécies.

Arborização urbana não significa apenas plantar árvores em vias públicas, mas integrá-las ao ambiente urbano, compatibilizando-as com os espaços restritos e demais equipamentos públicos existentes (MILANO, 1987). Mas para que possa proporcionar estes benefícios, deve ser adequadamente planejada em sua concepção, implantação e manejo (MILLER, 1997).

Atualmente a arborização urbana da cidade de Manaus e de responsabilidade da Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS), Departamento de Arborização e Paisagismo (DEAP), responsável pelo planejamento, plantio e parte da manutenção. O Manejo da arborização (corte e poda) também é gerido pela SEMMAS. Nesse setor são feitas solicitações de corte e poda e emissão de autorizações para a referida atividade, já a execução do serviço de corte e poda, no caso da árvore estiver em área pública, é feito pela Secretaria Municipal de Limpeza e Serviços Públicos (SEMULSP) de acordo com agendamento preestabelecido pela SEMMAS.

Embora atualmente estejam em pauta as questões de natureza ambiental e haja uma consciência maior de parte da sociedade para este fato, as pesquisas sobre os problemas ambientais urbanos estão ainda pouco estruturadas e integradas.

Manaus que de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), é a segunda cidade no ranking com o menor percentual de arborização urbana, entre as cidades com mais de 1 milhão de habitantes e apesar de possuir um Plano Diretor da Arborização Urbana - PDAU (Resolução Nº 087 - COMDEMA, de 1 de dezembro de 2016), ainda não possui um Plano de Monitoramento da Arborização e das Áreas Verdes.

A importância da arborização urbana objetivada nesta pesquisa converge afim de atender uma parte importante na área urbana, que é a proteção do patrimônio cultural e natural do mundo, a partir da incorporação da arborização urbana e manutenção dos seus fragmentos florestais, concordando com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e as 169 metas propostas pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), de acordo com o objetivo 11 da Agenda do Milênio e sua meta 11.4:

**Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.**

**11.4 Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo.**



**Figura 1. Ícone do 11º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável - ODS.**

Fonte: <https://nacoesunidas.org/pos2015>

Para Lima Neto (2011), a realização de um inventário convencional da arborização exige um número grande de variáveis em campo o que demanda altos custos aos cofres públicos, considerando o deslocamento nas ruas, um número mínimo de pessoas para viabilizar a coleta de dados, além do tempo gasto para mensuração das variáveis.

De acordo com Silva *et al.* (2007), a informatização dos dados possibilita a análise, a atualização e o armazenamento de um grande volume de informações

geradas por um inventário. Essa informatização dos dados oferece redução de custos, fornecendo um melhor planejamento das arborizações urbanas.

Frente aos motivos expostos esta pesquisa almejou caracterizar a arborização de Manaus objetivando criar um Banco de Dados, tratando as variáveis anteriormente levantadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMMAS, inserindo novas variáveis e com esses dados construindo Bases Técnicas com abordagens científicas, e dando diretrizes técnicas para a elaboração do Programa de Monitoramento Automático de Dados da Arborização Urbana da Cidade de Manaus/AM, a partir do diagnóstico e avaliação de índices qualitativos e quantitativos, a fim de subsidiar a gestão e o monitoramento da arborização urbana de Manaus.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Criar diretrizes técnicas para a elaboração do programa de monitoramento automático de dados da arborização urbana da cidade de Manaus/AM.

### 2.2 Específicos

- Diagnosticar e avaliar por meios de índices qualitativos e quantitativos, a arborização urbana da cidade de Manaus;
- Criar um banco de dados espacial a fim de subsidiar a gestão e o monitoramento da arborização urbana;
- Propor diretrizes de monitoramento da arborização urbana para a cidade de Manaus.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 Arborização Urbana

A inserção da árvore no contexto urbano é muito recente na história dos povos, há relatos de que até o ano de 1700 D.C., este componente vegetal era visto apenas como integrante das florestas que circundavam as cidades; mas, os naturalistas da época já iniciavam estudos sobre a dinâmica de desenvolvimento das árvores nos jardins botânicos em toda a Europa. A partir de 1800 por meio da iniciativa pioneira das cidades de Londres e Paris, com seus *squares* e *boulevards*, respectivamente, as árvores foram definitivamente introduzidas na malha urbana (SANTOS; TEIXEIRA, 2001).

O desenvolvimento urbano na Europa se iniciou na metade do século XV e o aparecimento da vegetação em espaços públicos ocorreu no século XVII. A partir do século XVII, várias cidades da Europa construíram seu passeio ajardinado. Assim, Berlim teve, em 1647, a "Unter den Linden", alameda arborizada ligando a cidade ao parque de caça; Dublin teve o "Beaux Walk" e o "Gardener's Mall"; Amsterdam aproveitou um charco, transformando-o na "Nieuwe Plantage"; Bordeaux ganhou o

Jardim Royal e Nancy; Viena, Munique, São Petersburgo, Madrid e Lisboa implantaram passeios públicos arborizados (SEGAWA,1996).

A arborização faz parte da identidade local, relacionando-se com aspectos sociais, culturais e históricos das cidades, como é o caso do maior cajueiro do mundo, com 8.500 m<sup>2</sup>, em Pirangi do Norte -RN, ou da maior árvore do mundo, uma Sequoia - gigante, de 84 metros de altura e 11 de diâmetro, no Parque Nacional da Califórnia. Outra espécie que chama a atenção e atrai o turismo é o Baobá, árvores originárias de Madagascar e das Savanas Africanas, que podem atingir os 20 metros de diâmetro e o motivo de tamanha desproporção é bem simples: a árvore armazena até 100 mil litros de água no seu tronco oco, para aguentar os meses de seca e calor intenso (AGUIAR, 2014).

De acordo com Biondi (2011), na literatura brasileira e internacional são adotados três conceitos diferentes para descrever as particularidades e as ações efetuadas sobre a vegetação arbórea urbana: Floresta Urbana, Arborização Urbana e Silvicultura Urbana.

No Brasil, os termos Floresta Urbana e Arborização Urbana, de acordo com Magalhães (2006) vêm sendo muito utilizados para designar um conjunto da vegetação arbórea, presente nas cidades.

Neste estudo uma das categorias de análise que se utilizou foi o de Floresta Urbana, adotado pela FAO (Organização Mundial das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) que define floresta como:

Uma área medindo mais de 0,5 ha com árvores maiores que 5m de altura e cobertura de copa superior a 10%, ou árvores capazes de alcançar estes parâmetros "*in situ*", no caso de área urbana usa-se o conceito para áreas de floresta existentes nas zonas urbanas possuindo essas definições.

Para o termo arborização urbana essa categoria foi analisada a partir dos conceitos abordados pelos autores Milano (1992), Sanchotene (1994) e Silva Júnior; Mônico (1994). Para esses autores, o termo implica em um conjunto de terras públicas e/ou privadas (praças, parques, áreas particulares e vias públicas), com vegetação predominantemente arbórea, natural ou cultivada que uma cidade apresenta.

Entretanto, o termo arborização urbana tem dado lugar a um conceito mais abrangente e atual, denominada "silvicultura urbana", por se entender que os

agrupamentos de árvores são mais significativos que árvores isoladas (GONÇALVES, 2000).

O termo silvicultura provém do Latim *silva* (floresta) e *cultura* (cultivo de árvores). Ford-Robertson (1971) considera a silvicultura, como a ciência e arte de manipular um sistema dominado por árvores e seus produtos, com base no conhecimento da história da vida, e as características gerais das árvores e do sítio. Lamprecht (1990) trata como sendo o conjunto de todas as medidas tendentes a incrementar o rendimento econômico das árvores até se alcançar quando menos, um nível que permita um manejo sustentável.

Para Oldman (1990), silvicultura, é uma arte de planificação a longo prazo, com base em informação detalhada sobre as características da floresta com vista a alcançar o estado desejado. Dessa forma, pode-se utilizar o termo silvicultura urbana, em detrimento aos conceitos adotados, embora voltado para o cultivo de árvores nas zonas urbanas.

Randrup *et al.* (2005) citado por Bobrosky (2011) afirmaram que os conceitos de Silvicultura Urbana e de Floresta Urbana são recentes e ainda sujeitos a discussões. Este fato correlaciona-se com as observações de Biondi (2000), pois segundo a autora, alguns conceitos são muito abrangentes e outros muito restritivos.

De acordo com Magalhães (2006), a discussão a respeito dos conceitos utilizados para descrever as árvores existentes nas cidades é intensa no campo científico. Para o autor, no futuro, independente da terminologia que estará consagrada para designar o conjunto arbóreo urbano, a arboricultura e a silvicultura estarão atuando em estruturas distintas, sendo necessário que estas disciplinas e suas diferenças sejam incorporadas à pesquisa, à formação de profissionais e às políticas de administração destes componentes, nas cidades.

Nesse sentido para Magalhães (2006) considerando todas as diferenças citadas, seria interessante manter conceitos diferenciados para os componentes florestais e para as árvores isoladas ou em pequenos grupos. O primeiro poderia ser incluído no conceito de Floresta Urbana, ligado à atividade de Silvicultura Urbana e o segundo grupo deveria ser definido no campo de Arborização Urbana e estaria ligado às atividades de Arboricultura. O uso de algum dos dois termos para designar todo o conjunto arbóreo certamente encontraria dificuldades.

Para Milano (1988), a arborização urbana envolve o conjunto de terras públicas e particulares com cobertura arbórea que uma cidade apresenta, seja ela uma área pública, semi-pública ou particular, bosque, mata ciliar e outros desde que esteja dentro da área urbana. Para Lorusso (1992), a arborização urbana é composta por três setores individualizados que estabelecem interfaces entre si:

- (1) as áreas verdes públicas;
- (2) as áreas verdes privadas; e
- (3) arborização de ruas e vias públicas.

Pereira Lima (1994) trouxe contribuições importantes nesse sentido, quanto aos termos de espaços livres e áreas verdes. De acordo com o autor, a área verde é o local onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas que exercem apenas funções estéticas e ecológicas, devem, também, conceituar-se como área verde. Entretanto, as árvores que acompanham as vias públicas não devem ser consideradas como tal, pois as calçadas são impermeabilizadas.

Os parques urbanos são uma área verde, com função ecológica, estética e de lazer, no entanto com uma extensão maior que as praças e jardins públicos.

As praças são espaços livres públicos cuja principal função é o lazer, pode não ser uma área verde, quando não tem vegetação e encontra-se impermeabilizada.

A arborização urbana, diz respeito aos elementos vegetais de porte arbóreo dentro da cidade. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema de áreas verdes.

Portanto, por áreas verdes urbanas entende-se que incluem todos os espaços que possuem cobertura vegetal natural ou implantada, assim como, as áreas de preservação permanente, parques públicos, praças e áreas verdes destinadas à recreação, mas não incluem as áreas que são impermeabilizadas.

De acordo com Troppmair e Galina (2003) essas áreas não precisam ser extensas, podem ser pequenas, mas numerosas. Os espaços verdes em área urbana são divididos em três tipos: os fragmentos florestais, os jardins e quintais e os logradouros públicos (STEINER, 2008). Cada um desses lugares oferece um tipo

específico de benefício e uso social para os habitantes e demais organismos ambientais.

Os pequenos fragmentos florestais presentes na malha urbana podem abrigar uma abundante riqueza de espécies e oferecer abrigo e alimentação à fauna local, entretanto por encontrarem-se espalhados não têm nenhuma garantia de que as interações ecológicas irão ocorrer nas áreas. Para isso a formação de corredores ecológicos através da arborização urbana utilizando espécies nativas pode ser uma estratégia de ligar estes fragmentos, contribuindo assim para a conservação desses espaços.

Os quintais presentes no meio urbano são espaços sociais que têm seus usos de acordo com o tempo e condição social das pessoas, constituindo a forma mais antiga de manejo da terra. São espaços geralmente compostos por uma série de espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas. As famílias dão preferência a espécies que têm alguma utilidade (frutíferas, medicinais, ornamentais), (MARTINS, 1998; AMARAL; NETO, 2008).

Os jardins por sua vez, são locais onde se plantam espécies ornamentais, frutíferas, hortaliças, dentre outras que variam de acordo com a necessidade, motivação e interesse das pessoas e coletividade. São também obras de artes que contam com elementos vivos e inertes para comporem um local que leve o homem ao contato com a natureza, servindo como espaço de lazer e contemplação. Os jardins estão presentes em toda a história da humanidade, sofrendo transformações de estilos de acordo com cada época e cultura. Atualmente existem jardins públicos (praças, parques) e privados (condomínios, empresas, residenciais, industriais) os quais promovem a melhoria da paisagem urbana (LOBODA; DE ANGELIS, 2005; ARAÚJO; DANTAS, 2007; ANDRADE, 2008).

No Brasil a presença de praças e largos vem de longa data, remontando aos primeiros séculos da colonização. Sobre esses espaços recaíam as atenções principais dos administradores, pois constituíam pontos de atenção e focalização urbanística, localizando-se ao redor da arquitetura de maior apuro, já que pontos de concentração da população (REIS FILHO, 1968 apud LOBODA; DE ANGELIS, 2005).

Mais antiga manifestação em termos de paisagismo no Brasil ocorreu na primeira metade do século XVII em Pernambuco, por obra do Príncipe Maurício de Nassau, durante a invasão holandesa daquele estado nordestino. É certo que já antes

da expulsão dos holandeses, pouco ou nada sobrou desta iniciativa, exceto a dádiva notável de uma fabulosa quantidade de laranjeiras, tangerinas e limoeiros espalhados em todos os trajetos das campanhas de invasão. Um dos primeiros jardins públicos construídos em nosso país foi o Passeio Público do Rio de Janeiro. Por ordem do vice-rei D. Luís de Vasconcelos, suas obras iniciaram em 1779 por Valentim da Fonseca e Silva - Mestre Valentim - (SEGAWA, 1996).

Nesse estudo foi considerada a arborização viária e de algumas praças, não foi contabilizado áreas verdes; nem pomares domésticos.

### **3.2 Arborização de rua**

Com o surgimento de cidades, a vegetação natural foi gradativamente sendo substituída por elementos da infraestrutura urbana, constituídos basicamente por concreto, cerâmica, metais, vidro e asfalto. As cidades, principalmente as mais desenvolvidas, ao terem seus componentes urbanos construídos com estes materiais, têm como resultantes grandes superfícies com elevado índice de refletância, bem como a impermeabilização quase total dos solos (KIRCHNER *et al.* 1990).

Assim, levando-se em conta estes problemas, a presença das árvores de ruas, possibilita um conforto maior para as pessoas, em decorrência, da melhoria microclimática, estética e da diminuição da poluição. Sendo o bom planejamento, o responsável pela distribuição destas vantagens. Entretanto, a arborização de rua não deve ser concentrada em uma única região e sim, distribuída qualitativamente e quantitativamente em toda a área da cidade, de forma que os benefícios em decorrência da presença das árvores sejam uniformizados.

A arborização de uma cidade deve ser fundamentada em critérios técnico-científicos, considerando os aspectos culturais e históricos da população local; suas necessidades e anseios, aliados a uma análise das atividades desenvolvidas (indústria, comércio e habitação); a infraestrutura (rede elétrica, de água, esgoto etc); o perfeito conhecimento das condições locais, além do espaço físico disponível e da vegetação; uma criteriosa escolha de espécies; e a planificação do plantio e manutenção das árvores (CESP, 1988, MILANO, 1988; SCHUBERT, 1979; HOEHNE, 1944).

Dessa forma, todas as informações obtidas a partir desse levantamento, seriam analisadas e resultariam no plano geral que iria determinar os locais a serem

arborizados, os espaçamentos a serem obedecidos e os tipos de árvores a serem plantadas (CESP, 1988; MILANO, 1988; SCHUBERT, 1979; HOEHNE, 1944).

### **3.3 Benefícios da arborização urbana**

As cidades apresentam artificialidades, como forte impermeabilização do solo, abundância de materiais altamente refletivos, absorventes e transmissores de energia, excessivo consumo de energia e matéria, com correspondente geração de resíduos, poluição atmosférica, hídrica, sonora e visual (MILANO e DALCIN, 2000). Constituem ainda locais de grande desconforto térmico, que é agravado pelo clima tropical com forte nível de insolação durante todo ano nas regiões mais quentes do Brasil.

Dentre os inúmeros benefícios da arborização urbana, Perci Guzzo (1999) considera três principais: ecológica, estética e social com fins de lazer.

Sabe-se que cidades mais verdes e arborizadas apresentavam menores temperaturas do que cidades com menor número de árvores, assim, torna-se necessária à manutenção e/ou implantação de áreas verdes urbanas, para diminuir estas ilhas de calor. Porém, pode-se dizer que a intensidade das ilhas de calor não está somente relacionada com a diminuição dessas áreas, mas também com o tamanho das cidades, população, geometria das ruas e dos prédios (KATO e YAMAGUCHI, 2005).

Nas cidades, a arborização urbana exerce importantes serviços ecológicos, tais como: a purificação do ar pela retenção de partículas de poeira e fixação do carbono atmosférico (MUNEROLI e MASCARÓ, 2010), melhoria do microclima (evapotranspiração e geração de sombra), redução da velocidade do vento, amortecimento de ruídos, influência positiva no balanço hídrico (favorecendo a infiltração da água no solo), fornecimento de abrigo e alimento para a fauna, maior equilíbrio das cadeias alimentares, diminuição de pragas e agentes vetores de doenças, e a formação de corredores ecológicos (RODRIGUES *et al.* 2002).

Mesmo diante dos imensuráveis benefícios, o verde é o elemento mais frágil nas cidades, uma vez que sofre diretamente os efeitos das ações antrópicas, representadas pelas pressões de urbanização e do adensamento populacional (ALVAREZ, 2004).

A diminuição de áreas verdes cria mudanças na atmosfera local, modificando a temperatura, bem como a direção e velocidade dos ventos. Essas áreas também alteram os índices de reflexão do calor e favorecem a manutenção da umidade relativa do ar (KATO & YAMAGUCHI, 2005).

Em termos ambientais a arborização das grandes cidades são pontos que tem servido como valiosos serviços ambientais prestados para a sociedade. A preservação e conservação desses ambientes são necessárias para uma melhor qualidade de vida da sociedade.

Com elevado contingente humano, as grandes cidades, geralmente apresentam padrões ambientais abaixo do desejado e as médias e pequenas cidades não dispõem muitas vezes de políticas corretas de organização do aspecto paisagístico urbano. Tais características afetam negativamente o ambiente urbano, e em consequência a qualidade de vida das pessoas (MILANO e DALCIN, 2000).

A arborização urbana é um quesito importante para proporcionar um ambiente físico saudável de uma cidade. Atua sobre o conforto humano no ambiente por meio das características naturais, sendo desta maneira, um tema que vem se destacando nas discussões sobre os problemas das cidades, na busca de maior qualidade de vida para a população. Sabe-se que cidades mais arborizadas apresentavam menores temperaturas do que cidades com menor número de árvores, assim torna-se necessária a manutenção e/ou implantação de áreas verdes urbanas, para diminuir estes extremos de calor (MARTELLI e SANTOS Jr, 2015).

Araújo e Araújo (2011) ressaltam que alguns dos problemas que as árvores urbanas enfrentam no ambiente das cidades são o solo compactado ou alterado, com a presença de entulhos; deficiência de água e nutrientes; temperaturas modificadas; poluição do ar; radiação solar alterada (sombreamento); espaço reduzido para crescer tanto para as raízes como para a copa; podas drásticas (mutilação da árvore); danos mecânicos (por veículos, cortadores de grama, anelamento do tronco, e outros) e o vandalismo.

Segundo Mc Pherson *et al.* (1997), em uma estimativa feita na cidade de Chicago apontou que o incremento de 10% na cobertura vegetal urbana pode reduzir a energia gasta com resfriamento em até US\$ 90 por ano por habitação. A Associação Americana de Engenheiros Florestais estima que cada árvore propicie uma oferta de serviços no valor de US\$ 273,00/indivíduo/ano.

Apesar das inúmeras e inegáveis funções das áreas verdes, é sabido que a sua oferta é muito incipiente em relação à procura. Tal fato ocorre em função de como são tratadas as instâncias públicas em nosso país. É flagrante a carência de recursos para que o poder público possa considerar as áreas verdes no planejamento geral da urbe. As áreas verdes vistas como espaço geográfico impõem um desafio que é o de captá-las enquanto fatos dinâmicos, por onde perpassam não somente a individualidade de seus transeuntes e usuários, mas, sobretudo, o cotidiano da coletividade. Para Loboda & De Angelis (2005) é pertinente entendê-las na dimensão tempo-espaço, em que a associação de ambos nos possibilitam a compreensão da sociedade que lhe dá forma, estrutura e processo. Para expressar o desinteresse aos espaços coletivos, Pereira Leite (1997) salienta que: A renúncia ao espaço público da cidade fica caracterizada por uma série de procedimentos diferentes: nas camadas mais altas de renda, pelo desenvolvimento privado de atividades culturais e de lazer; nas de baixo poder aquisitivo pela impossibilidade de participar de atividades públicas ou culturais, seja pelo temor de sair de casa após o anoitecer pois não há garantia de segurança seja por sua marginalização do processo de desenvolvimento cultural; a atuação do poder público agrava essa situação pelos procedimentos intimidatórios dos espaços públicos de uso coletivo, visando atender as alegações de caráter essencialmente discriminatória: falta de segurança gerada pela permanência nas praças, parques e jardins de desocupados ou suspeitos, falta de condições intelectuais para a participação em atividades culturais. A cidade responde a essa rejeição recíproca entre as classes sociais e o poder público, exibindo uma paisagem fragmentada e desorganizada: espaços privados fortemente defendidos e espaços públicos abandonados e deteriorados. Em virtude da falta de espaços de lazer na periferia, a rua passa a exercer a função de tal: na rua, as pessoas param, conversam, brincam e, no meio dela, tecem a trama da convivência, criando um outro espaço. Carrinhos de rolimã, feitos de improviso pelas próprias crianças que as utilizam, descem as ruas esburacadas; em outro canto, meninos empinam pipas de materiais sucateados; rodas e correrias infantis coexistem com grupos de adultos que também fazem da rua um espaço de socialização (MARQUES, 2001). As atividades recreativas requerem espaços livres apropriados, esparsos por toda cidade. As zonas verdes para o jogo e para o esporte perto das casas, os parques dos bairros, os parques da cidade, as grandes zonas protegidas do território (BENEVOLO, 1993).

Como preconiza Santos (1997), as cidades são criadas para a economia e não para os cidadãos. A afirmação de Santos é evidente nas limitações entre a rua e casa, a redução do espaço público, o anonimato entre as pessoas, tornando a cidade cada vez mais funcional, o que contribui diretamente para o individualismo. As cidades transformam-se, transvestem-se em paraísos tecnológicos oferecendo aos seus habitantes falsas benesses. As coisas mais simples, como crianças brincando nas ruas ou os lugares de festas e de encontro desaparecem; as praças.

Segundo Loboda (2005), as áreas verdes urbanas são de extrema importância para a qualidade da vida urbana. Elas agem simultaneamente sobre o lado físico e mental do Homem, absorvendo ruídos, atenuando o calor do sol; no plano psicológico, atenua o sentimento de opressão do Homem com relação às grandes edificações; constitui-se em eficaz filtro das partículas sólidas em suspensão no ar, contribui para a formação e o aprimoramento do senso estético, entre tantos outros benefícios.

Além dos benefícios já citados pela arborização no meio urbano, Grey; Deneke (1978), Llardent (1981), Cavalheiro (1990), Di Fidio (1990), Lombardo (1990), Milano; Dalcin (2000), Sirkis (2000), Rivail Vanin (2001), destacam ainda os seguintes:

#### **Na Composição atmosférica urbana atua na:**

- Redução da poluição por meio de processos de oxigenação introdução de excesso de oxigênio na atmosfera;
- Purificação do ar por depuração bacteriana e de outros microorganismos;
- Ação purificadora por reciclagem de gases em processos fotossintéticos;
- Ação purificadora por fixação de gases tóxicos;
- Ação purificadora por fixação de poeiras e materiais residuais.

#### **No equilíbrio solo-clima-vegetação atua na:**

- Luminosidade e temperatura: a vegetação, ao filtrar a radiação solar, suaviza as temperaturas extremas;
- Enriquecimento da umidade por meio da transpiração da fitomassa (300 450 ml de água/metro quadrado de área);
- Umidade e temperatura: a vegetação contribui para conservar a umidade dos solos, atenuando sua temperatura;

- Redução na velocidade dos ventos;
- Mantém a permeabilidade e a fertilidade do solo;
- Embora somente parte da pluviosidade precipitada possa ser interceptada e retida pela vegetação em ambientes urbanos, esta diminui o escoamento superficial de áreas impermeabilizadas;
- Abrigo à fauna existente;
- Influencia no balanço hídrico.

#### **Atenuante dos níveis de ruído atua no:**

- Amortecimento dos ruídos de fundo sonoro contínuo e descontínuo de caráter estridente, ocorrente nas grandes cidades.

#### **Melhoria da estética urbana:**

- Transmite bem-estar psicológico, em calçadas e passeios;
- Quebra da monotonia da paisagem das cidades, causada pelos grandes complexos de edificações;
- Valorização visual e ornamental do espaço urbano;
- Caracterização e sinalização de espaços, constituindo-se em um elemento de interação entre as atividades humanas e o meio ambiente.

Em um estudo com modelagens feitas para dez cidades americanas, Nowak *et al.* (2013) apontaram que as árvores são capazes de remover da atmosfera material particulado em grandes quantidades. Somente em Nova York, de acordo com o modelo, a retirada desse tipo de material atribuída às árvores urbanas teria levado a uma economia de US\$ 60,1 milhões e teria evitado a morte de 7,6 habitantes em um ano.

### **3.4 Planejamento da arborização urbana**

Para Milano (1994), a arborização urbana é uma atividade relativamente nova e tem sido realizada no Brasil, com raras exceções, sem planejamento. Neste contexto, a arborização de ruas requer para a efetivação dos benefícios esperados, que seja adequadamente planejada e mantida de forma sustentável. Sob esses

aspectos, inventários para avaliação da arborização de ruas podem ser de caráter quantitativo, qualitativo ou quali-quantitativo (JÚNIOR *et al.* 2008).

O plantio de árvores inadequadas à estrutura urbana gera conflitos com equipamentos urbanos como: fiações elétricas, encanamentos, calhas, calçamentos, muros, e postes de iluminação. Estes problemas são muito comuns de serem visualizados e causam, na maioria das vezes, um manejo inadequado e prejudicial às árvores (RIBEIRO, 2009).

Para Santos (2001) há divergências até quanto à forma de se obter o índice área verde/habitante, pois alguns utilizam em seus cálculos somente as áreas públicas, enquanto outros consideram toda a “massa verde” da cidade.

De acordo com Silva (1997), neste contexto toda a vegetação existente na cidade deve ser considerada como área verde para fins de cálculo de índice de área verde, inclusive as árvores de grande porte que estão nos quintais, ou seja, em áreas particulares, todas estão sob fiscalização do Poder Público e fazem parte da massa vegetal da cidade, no entanto as classificações e análises devem ser tratadas separadamente, uma vez que árvores isoladas tem funções ecológicas diferenciadas de árvores em conjunto formando florestas.

Segundo Santiago (1970), citado por Santos (2010) vários são os fatores que impedem o bom desenvolvimento das árvores de rua e os fatores mais comuns são a compactação do solo para a pavimentação ou fundação de prédios, aliado aos depósitos de resíduos de construção e entulhos no subsolo; a pavimentação do leito carroçável e das calçadas; a poluição do ar com a suspensão de resíduos industriais; a fumaça do escapamento de veículos automotores e de chaminé de indústrias; as podas drásticas; e a abertura de valas junto as árvores mutilando o seu sistema radicular. No entanto, deve ser acrescentado os danos que as árvores sofrem devido a iluminação artificial das cidades, o vandalismo e o intenso fluxo de veículos e pedestres.

O Manual de Projeto, secção Projetos de Paisagismo, documento CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo, (1998 e revisado em 2008), traz elementos importantes que devem ser considerados no planejamento da arborização urbana, tais como: a vegetação, solo, topografia, a água, os equipamentos de esporte e de lazer, o mobiliário urbano, piso e iluminação:

A escolha da vegetação deve considerar as espécies nativas; ou as já adaptadas ao local e disponíveis comercialmente, preferencialmente na cidade onde será implantado o projeto de arborização e paisagismo, o porte, tempo de crescimento, tipo de raiz, época de floração, característica de flores e frutos, dimensão, toxicidade, adaptação às qualidades do solo, cuidados necessários e adequação à paisagem da região. Deve-se privilegiar na escolha da vegetação, mudas de porte e de preço moderado, rápido crescimento, resistente às pragas e doenças e em algumas situações espécies frutíferas, com o intuito de atrair a fauna local. Devem ser evitadas árvores com frutos e/ou flores danosos à saúde; ou que por sua dimensão ofereçam perigo aos usuários. A implantação da vegetação não deve perder de vista a infraestrutura instalada, tanto a aérea como a subterrânea. Suas raízes devem ficar distantes das canaletas, das guias, etc. Escolher árvores com raízes não agressivas quando forem próximas aos passeios. A vegetação empregada deve ser basicamente de árvores e de forrações, evitando-se os arbustos que formem moitas. Nas áreas de preservação permanente, utilizar apenas espécies nativas da região. A vegetação implantada à beira d'água deve ser sempre escolhida entre as espécies que compõem a mata ciliar.

Recomenda-se que as correções do solo, quando necessárias, sejam realizadas segundo critérios de preservação ambiental e sem o uso de corretivos agressivos ao meio ambiente.

Deve-se buscar o aproveitamento máximo da topografia natural do terreno, com a implantação de equipamentos adequados ao relevo existente. Quando for necessária a terraplenagem, deve-se minimizar o volume de movimento de terra e buscar um equilíbrio entre os volumes de corte e aterro. Não sendo possível, deve-se prever jazida de terra ou área para bota-fora, o mais próximo possível do local. Detalhar procedimentos de plantio, tratamento após o plantio e manutenção da vegetação, em especial nas áreas de taludes resultantes de serviços de terraplenagem.

O planejamento de áreas urbanas deve-se tirar partido dos corpos d'água existentes e da captação das águas provenientes da drenagem. A irrigação da vegetação deve ser prevista na arborização urbana, com a locação dos pontos de água.

De acordo com o Manual de Arborização, da Companhia Energética de Minas Gerais de 2011, o planejamento deve ser realizado em áreas verdes (praças, áreas de Preservação Permanentes - APPs e outros) e no Sistema Viário. Os quantitativos para implantação devem ser separados conforme a área específica, por exemplo, apresentar quantitativos específicos para Praça, para Sistema Viário, para APP, etc.

Alguns aspectos importantes devem ser considerados na implantação da arborização urbana, tais como: os culturais e históricos da localidade; ou as necessidades e anseios da comunidade, já que a participação da população é uma condição importante para o sucesso de qualquer projeto de arborização urbana.

Para Hildebrando *et al.* (2001), devem ser considerados as características, as necessidades e opiniões da população tanto no planejamento quanto na implantação de áreas verdes urbanas, assim como os objetivos ou funções de cada área em relação a estes aspectos. Neste sentido, para adequar função e uso, e assim obter uma maior eficiência na utilização destas áreas, é preciso ter claro quais são as necessidades e características da população atingida, sendo que pesquisas de opinião com usuários, pré e pós implantação destas áreas, podem se tornar eficientes ferramentas para o planejador.

O planejamento da arborização deve passar pela gestão pública em sua mais ampla concepção. O órgão gestor da arborização deve trabalhar em acordo com políticas comprometidas com um manejo que reconheça não somente a importância da presença das árvores na cidade, mas que efetivamente respalde as práticas necessárias à sua boa condução. Nesse contexto, a previsão orçamentária tem que dar suporte ao recrutamento de profissionais capacitados em todos os níveis, do comando técnico aos funcionários executores das diferentes tarefas operacionais e a garantia da aquisição de materiais e equipamentos apropriados às diversas etapas do ciclo de vida das árvores (MANUAL DE ARBORIZAÇÃO/MG, 2011).

### **3.5 Legislação Aplicada ao Planejamento Urbano e Ambiental de Manaus**

O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, que trata a Constituição da República Federativa do Brasil (1988) em seu artigo 255, é uma tentativa de preservar o meio ambiente, bem como de impedir o aumento dos danos ambientais causados por pessoas, tanto físicas quanto jurídicas. A maioria dos problemas ambientais identificados está intrinsecamente ligada a problemas de

gerenciamento por parte do Poder Público, uma vez que não leva em consideração os aspectos ambientais durante a fase de planejamento.

A constituição Federal do Brasil de 1988 dispõe de um capítulo voltado para a política urbana. O capítulo II, especificamente em seu Art. 182, estabelece que a política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal é obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana. O Plano Diretor dispõe sobre diretrizes estratégicas para desenvolvimento urbano e econômico da cidade e orienta os investimentos públicos. A elaboração do Plano Diretor é extremamente complexa e envolve uma equipe multidisciplinar, além do uso de uma série de instrumentos, dentre eles, o zoneamento ambiental e a adequação de zonas de preservação, como as áreas de preservação permanente - APPs e Fragmentos Florestais Urbanos.

O Plano Diretor está previsto no Estatuto das Cidades, Lei 10.257/2001, que trata de questões da Política Urbana e invoca uma série de instrumentos legais que carecem de ser utilizados para se atingir algumas diretrizes como por exemplo: realizar o planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas, ordenamento territorial, de forma a evitar a poluição e a degradação ambiental, preservar e recuperar o meio ambiente natural e construído.

Torres (2007) destaca que com a inserção do zoneamento ambiental no Plano Diretor, o município detectaria mais facilmente, as áreas verdes a serem preservadas diante da expansão urbana e as áreas degradadas, os fragmentos florestais, as unidades de conservação e outras áreas de interesse ambiental. Tal medida evitaria, no mínimo, os gastos econômicos com medidas de recuperação de áreas degradadas em virtude da expansão urbana inadequada sobre áreas ambientalmente frágeis e incorporaria as áreas verdes como prioridades para formação de corredores ecológicos e proteção de mata ciliar na cidade.

Para subsidiar a gestão pública ambiental, Manaus também dispõem de um Código Ambiental, regido pela Lei 605 de 24 de julho de 2001 e de um Plano Diretor da Arborização Urbana.

### **3.6 Plano Diretor de Arborização Urbana de Manaus**

Para normatizar o sistema de corte e poda de árvores na cidade de Manaus foi aprovada pelo Conselho Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente - COMDEMA a Resolução nº. 001 de 27 de janeiro de 2006, alterada posteriormente pela (Resolução nº. 005/2006) de 22 de fevereiro de 2006 e (Resolução nº. 090/2006) de 27 de setembro de 2006, tendo como uma das considerações a necessidade de adequação das resoluções anteriores. Em 2012 foi criado o Plano Diretor da Arborização Urbana de Manaus (PDAU) (Resolução nº. 001/2012), revisto em 2016, conforme a Resolução nº. 087/2016 – COMDEMA.

No PDAU (2016) está previsto o planejamento municipal para a implantação da política de produção, plantio, preservação, conservação, manejo e expansão da arborização na cidade. Assim a elaboração de projetos de arborização urbana na cidade de Manaus, deve estar em conformidade com o PDAU (2016), a fim de verificar a destinação de determinadas áreas de implantação de infraestrutura urbana, em casos de abertura ou ampliação de novos logradouros pelo Município e das redes de infraestrutura subterrânea.

No caso da Cidade de Manaus, deve-se priorizar a arborização em locais onde ocorra o fenômeno das ilhas de calor, ser compatível e integrar os projetos de arborização das ruas com os monumentos, prédios históricos ou tombados e detalhes arquitetônicos das edificações, promover a arborização das margens dos igarapés, promover a desobstrução do solo impermeabilizado em logradouros públicos, utilizar predominantemente espécies nativas regionais nas ruas, avenidas e de terrenos privados, respeitando o percentual mínimo de 70% de espécies nativas com vistas a promover a biodiversidade, vedado o plantio de espécies exóticas invasoras, estabelecer programas de atração da fauna na arborização de logradouros que constituem corredores de ligação com áreas verdes adjacentes, informatizar todas as ações, dados e documentos referentes à arborização urbana, com vistas a manter o cadastro permanentemente atualizado (PDAU, Resolução nº. 087/2016).

Ainda devem ser previstas ações de educação ambiental a fim de informar e sensibilizar a comunidade da importância da preservação e manutenção da arborização urbana, desenvolvendo ações educativas antes, durante e após as ações de arborização urbana (PDAU, 2016).

No seu artigo 66 dispõe que:

É vedado o plantio de espécies do gênero *Ficus*, Flamboyant (*Delonix regia*) e Oiti (*Licania tomentosa*) em passeios públicos e canteiros centrais menores que 3 metros, em função do seu sistema radicular amplamente ramificado e superficial gerar danos às estruturas públicas e privadas.

E no Artigo 67 que:

É vedado o plantio de espécies frutíferas, tais como: mangueiras, jameiros, jaqueiras, em passeios públicos e canteiros centrais, exceto palmeiras nativas.

De acordo com o Plano Diretor, as espécies indicadas para plantio em Manaus podem ser de porte pequeno (3 a 7 metros de altura), médio (8 a 19 metros de altura) e de grande porte de 20 a 30 metros de altura (Tabela 1).

**Tabela 1. Espécies indicadas na arborização urbana de Manaus.**

ESPÉCIES (NOME COMUM)	ESPÉCIES (NOME CIENTÍFICO)
<b>PEQUENO (DE 3 A 7 METROS DE ALTURA)</b>	
Mungubarana da campina	<i>Pachira brevipes</i> (A. Rob) W.S. Alverson
Palicore	<i>Palicourea nitidella</i> (Müll. Arg.) Standl
Humirí	<i>Humiria balsamifera</i> Aub.
Cebolão	<i>Clusia insignis</i> Mart.
Urucum	<i>Veitchia merrelli</i> (Becc.) H.E.Moore
Papoula	<i>Hibiscus rosa sinensis</i> L.
Ipê de jardim	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth
Flamboyant mirim	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) sw.
<b>MÉDIO PORTE (DE 8 A 19 M DE ALTURA)</b>	
Pau pretinho	<i>Cenostigma tocantinum</i> Duche
Jutairana	<i>Cynometra bauhiniifolia</i> Benth
Azeitona	<i>Syzygium jambolana</i> DC.
Açaí do pará	<i>Euterpe oleraceae</i> Mart.
Açaí juçara	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.
Pata de vaca	<i>Bauhinia variegata</i> L
Cocoloba	<i>Coccoloba</i> sp. P.Browne
Sorvinha	<i>Couma utilis</i> Muell. Arg.
Pau de rosas	<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl.
Lombrigueira	<i>Andira inermis</i> (S.W.) H.B.K. var. riedelii
Ucuuba da terra firme	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.
<b>GRANDE PORTE (20 A 30 M DE ALTURA)</b>	
Mogno	<i>Swetenia macrophylla</i> King
Sumaúma	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.

Oiti	<i>Licania tomentosa</i> (benth.) Fritsch
Munguba	<i>Paqira aquaica</i> Aubl.
Andiroba	<i>Carapa guanensis</i> Aubl.
Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i> Müll.Arg.
Ipê	<i>Handroanthus</i> sp. Matos
Freijó	<i>Cordia goeldiana</i> Huber
Visgueiro	<i>Parkia</i> sp. Robert Brown

Fonte: PDAU, Resolução Nº 087/2016

As espécies de grande porte sugeridas devem ser plantadas de acordo com análise técnica, em praças, projetos de recuperação vegetal e canteiros centrais com mais de 3 m de largura.

Revisão a respeito de levantamentos florísticos:

No quadro 1 estão listados alguns autores que fizeram levantamento florístico de árvores em cidades.

Quadro 1: Referências de autores que trabalharam levantamento de arborização urbana

VELOSO, 2016	Inventário da arborização urbana das principais avenidas do Município de Rorainópolis, Roraima
SANTOS <i>et al.</i> 2016	Levantamento Florístico em Foz do Iguaçu/PA
SILVA <i>et al.</i> 2016	Levantamento no centro do Rio de Janeiro/RJ
FREITAS <i>et al.</i> 2015	Levantamento no Bairro Tijuca no Rio de Janeiro/RJ
NUNES <i>et al.</i> 2013	Levantamento Qualiquantitativo da Arborização Urbana do Bairro Ferrarópolis na Cidade de Garça/SP
SANTOS <i>et al.</i> 2011	Levantamento Florístico das Espécies Utilizadas na Arborização de Praças no Município de Crato/CE
PAIVA <i>et al.</i> 2010	Inventário Diagnóstico da Arborização Urbana de Rio Branco,AC
PEREIRA <i>et al.</i> 2010	Levantamento Florístico do Conjunto dos Professores, Natal/RN: um Subsídio para Arborização Urbana
CARVALHO <i>et al.</i> 2010	Inventário Presente na Arborização de Calçadas da Porção Central do Bairro Santa Felicidade – Curitiba/PR

ALMEIDA, 2009	Análise da Arborização Urbana de Cinco Cidades da Região Norte do Estado de Mato Grosso
SILVA et al. 2008	Avaliação da Arborização de Vias Públicas de uma Área da Região Oeste da Cidade de Franca/SP
JÚNIOR <i>et al.</i> 2008	Análise da Arborização Urbana em Bairro da Cidade de Pombal no Estado da Paraíba
MELO <i>et al.</i> 2007	Diagnóstico Qualitativo e Quantitativo da Arborização Urbana no Bairro Bivar Olinto, Patos/Paraíba
VOLPI-FILIK <i>et al.</i> 2007	Avaliação da arborização de Ruas no Bairro São Dimas na Cidade de Piracicaba/SP através de Parâmetros Qualitativos
ALENCAR, 1999	Arborização de Ruas de Manaus: Avaliação Qualitativa e Quantitativa
MILANO, 1988	Avaliação Quali-quantitativa e Manejo da Arborização Urbana: exemplo de Maringá – PR
BIONDE, 1985	Diagnóstico da Arborização de Ruas da Cidade de Recife

### 3.7 Monitoramento da Arborização

De acordo com Bionde *et al.* (2006), devido à complexidade do ecossistema urbano, com seus diferentes mosaicos, geralmente geométricos e heterogêneos (em estrutura e função), o manejo da vegetação deve ser feito por meio de monitoramento contínuo ou temporário. Antes disso é preciso realizar um diagnóstico para servir de base ao banco de dados que será alimentado com as informações adquiridas no monitoramento. O monitoramento é um instrumento de planejamento e manejo necessário ao controle da arborização, no qual se destaca o cadastramento com dados atualizados de todos os serviços executados. Recomenda-se a criação de um banco de dados, computadorizado ou em fichários, contendo informações como: localização, espécie, data de plantio, porte, condição fitossanitária (pragas e doenças) e atividades de manutenção realizadas.

O monitoramento implica em levantamentos de dados de um recorte da paisagem de uma área definida e com o uso de metodologia predefinida num momento inicial e num momento posterior para detectar mudanças que sustentem as

tomadas de decisão de proteção à natureza e/ou apoiem planejamentos setoriais (LANG; BLASCHKE, 2009).

Em relação ao monitoramento de áreas verdes urbanas, alguns estudos trazem contribuições importantes para o debate de como executar essa tarefa junto ao poder público nas cidades. Dentre esses trabalhos destacam-se os trabalhos de:

- Lima Neto & Bionde (2012) que realizaram pesquisa na cidade de Curitiba/PR com o objetivo de detectar árvores de rua, utilizando o Sistema de Informação Geográfico - SIG, para subsidiar o planejamento e o monitoramento por meio de cadastro espacial da arborização de ruas. A detecção de árvores de rua utilizando fotografias aéreas foi realizada em ambiente SIG e comparada com a quantidade de árvores existentes nas ruas fornecidas pelo método de inventário convencional. Os resultados acusaram diferenças no número de árvores entre os métodos de detecção com uso do SIG em relação ao inventário convencional; no entanto, essas diferenças não foram estatisticamente significativas. Concluíram que a detecção de árvores em ambiente SIG pode ser utilizada como uma ferramenta de quantificação de árvores de ruas, numa cidade. Sendo assim, poderá auxiliar o inventário convencional diminuindo o número de variáveis mensuradas no campo e, em consequência, do alto custo proporcionado principalmente pelo deslocamento da equipe de trabalho.
- Araújo *et al.* (2011), no seu trabalho apresentado no Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, desenvolveram estudo sobre as áreas verdes em Belém/PA e verificaram que extensas áreas verdes na cidade estão desaparecendo, dando lugar à pequenos parques e a ambientes construídos.
- Bitencourt (2010) destaca que tendo em vista a necessidade de controle e monitoramento do espaço urbano e de áreas verdes, a área de geotecnologias tem desenvolvido métodos e técnicas, bem como softwares especializados que auxiliam na realização destas atividades, buscando solucionar problemas de uso e ocupação desordenada da terra. Dentre os métodos e técnicas destaca-se a Videografia Digital Aérea Multiespectral de Alta Resolução. A área de estudo foi a cidade de Manaus em locais identificados como áreas verdes. A pesquisa comprovou a eficiência do uso de imagens obtidas para monitoramento dos diferentes tipos de cobertura de vegetação.
- Bargas (2010) realizou um estudo de mapeamento e análise das áreas verdes urbanas como um indicador da qualidade ambiental urbana, por meio da utilização de técnicas de geoprocessamento, a fim de subsidiar políticas públicas para a cidade de

Paulínia-SP. O cálculo dos índices de áreas verdes por habitante em cada setor censitário possibilitou uma análise diferenciada da disponibilidade de áreas verdes por habitante no município e revelou a carência destas áreas em algumas localidades da cidade e a necessidade de proteção das áreas verdes urbanas.

- Rossetti *et al.* (2007) realizaram um estudo de mapeamento e avaliação de mudanças na distribuição espacial da vegetação urbana, bem como nos limites urbanos da cidade de Rio Claro, localizada no sudeste do estado de São Paulo, Brasil, em 1962 e em 1972, por meio de técnicas de sensoriamento remoto e SIG. O estudo permitiu criar um banco de dados espaciais georreferenciado para o processamento de dados e desta forma permitindo a análise multitemporal da distribuição de áreas verdes urbana e a expansão urbana.

- Takahashi (1992) elaborou um banco de dados para o cadastro total das árvores de Maringá no estado do Paraná, onde salientou a importância de um monitoramento para o manejo da arborização urbana.

O manejo e o gerenciamento de árvores nas cidades brasileiras ainda é um assunto problemático. O plantio de forma inadequada, o envelhecimento e outras adversidades acabam provocando acidentes, como a queda abrupta de alguns espécimes, o que pode trazer consequências trágicas. Conforme disponível na página da Prefeitura de São Paulo, entre 01/11/13 a 13/01/2014, foram registradas 398 quedas de árvores na cidade, segundo dados do Sistema Central Integrado – CCOI. No mesmo período durante o ano anterior, caíram 630 árvores, ou seja, uma redução em 37% nas quedas mostrando o resultado das ações preventivas feitas pela Prefeitura, como: podas, remoções e manutenção de áreas verdes, realizadas semanalmente com apoio das Subprefeituras<sup>1</sup>.

O Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da Escola Politécnica (Poli) da Universidade de São Paulo - USP desenvolveu um projeto piloto para analisar as árvores da Cidade Universitária em São Paulo. O sistema é composto por um chip comprado pronto e instalado dentro de um tipo de prego (feito de plástico de engenharia, mais resistente e durável). Esse prego é implantado em lugar de fácil acesso nas árvores. O professor Carlos Eduardo Cugnasca, professor da Poli e Coordenador do projeto explica que é como se cada árvore possuísse um 'RG', o chip armazena todas as informações sobre ela — espécie, idade, doenças, inclinação, geolocalização, latitude, longitude etc., obtidas a partir de um banco de dados

preexistente. (Fonte: <http://www.poli.usp.br/comunicacao/noticias/1952-departamento-de-engenharia-de-computacao-da-poli-usp-coloca-chips-em-arvores-da-cidade-universitaria.html>).

O projeto foi chamado de Inventário Ambiental na Cidade Universitária, o projeto piloto é uma parceria com a Prefeitura do Campus da USP da Capital (PUSP-C) e incluiu a instalação de chips em cerca de 200 árvores do campus. De acordo com o coordenador do projeto a tecnologia já vem sendo usada com muito êxito no exterior: “Em Paris, por exemplo, colocam o chip em todas as árvores da cidade, possibilitando uma forma mais racional de tratar essa questão, pois consideram a árvore como um ser vivo, que é plantado, se desenvolve, cresce, dura um certo período de vida e morre como qualquer outro ser.”<sup>1</sup>

O portal de mapas Árvores de Campinas é um WebGIS que permite ao usuário realizar consultas sobre a arborização viária na área urbana do Município de Campinas, assim como os plantios do Banco de Áreas Verdes (BAV) e as árvores imunes à corte. Em 2012, a Embrapa Monitoramento por Satélite iniciou o projeto “Árvores de Campinas” com o levantamento da arborização viária da área urbana do Município. Um Termo de Cooperação Técnica, visando aprofundar os estudos, foi firmado em 5 de junho de 2013 entre a Embrapa Monitoramento por Satélite e a Prefeitura Municipal de Campinas - PMC, por meio da Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável<sup>2</sup>. O levantamento da arborização viária (calçada, canteiro central e rotatória) foi separado em: árvores, arbustos, palmeiras e mudas, considerou espécimes sob a responsabilidade pública municipal, portanto, excluem-se aqueles situados em condomínios e no interior de terrenos. A estimativa total de indivíduos, em 2012, foi de 120.730 ou 24,83 árvores/km linear, obtida a partir da validação em campo com índice de acerto de 84%. Os plantios do Banco de Áreas Verdes - BAV são referentes ao ano de 2014. No total foram plantadas 48.045 mudas originadas, principalmente, de Termos de Compromisso Ambiental (TCA) das obras, empreendimentos e atividades poluidoras licenciadas em Campinas. As árvores legalmente declaradas imunes ao corte estão descritas na Lei Municipal nº 8.744/1996 e referem-se a 233 indivíduos situados em conjuntos por todo o município<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://www.poli.usp.br/comunicacao/noticias/1952-departamento-de-engenharia-de-computacao-da-poli-usp-coloca-chips-em-arvores-da-cidade-universitaria.html>).

<sup>2</sup> [http://mapas.cnpm.embrapa.br/arvores\\_campinas](http://mapas.cnpm.embrapa.br/arvores_campinas)

<sup>3</sup> [http://mapas.cnpm.embrapa.br/arvores\\_campinas](http://mapas.cnpm.embrapa.br/arvores_campinas)

Há também um exemplo de monitoramento por meio da Educação ambiental, utilizado dentro da Universidade Federal do Amazonas, inserida em um dos maiores fragmentos florestais urbanos do planeta, com aproximadamente 776 hectares e faz parte de uma “Área de Proteção Ambiental - APA UFAM-ACARIQUARA” (Decreto Municipal nº 1.503), foi a utilização de um vídeo educativo e da trilha interpretativa como instrumentos de educomunicação com alunos e professores da rede pública. Para a trilha ecológica interpretativa foram demarcadas estações (pontos) de interpretação identificadas por códigos QR e um aplicativo para celulares foi desenvolvido para a recuperação de informações, imagens fixas e trechos do vídeo apropriados para cada estação, com a identificação das árvores e do ambiente. Os resultados indicam que o vídeo teve maior êxito na fixação dos conteúdos, enquanto a trilha foi mais eficaz para sensibilizar os estudantes quanto à necessidade de conservação das áreas florestais (CÂMARA; LIMA, 2017).

De acordo com os autores e programas citados acima conclui-se que é salutar para subsidiar o monitoramento de árvores, a criação de um banco de dados e o uso de sistemas de geoprocessamento.

### **3.9 Praças do Centro de Manaus**

As praças são espaços públicos, dependendo da localidade, do ambiente e do estado de conservação, atraentes as pessoas da cidade. Por isso esse estudo avaliou o estado de conservação de seis praças localizadas no centro Histórico de Manaus.

No Centro Histórico de Manaus podem ser listadas atualmente dez praças: Praça Dom Pedro II, Praça Dom Bosco, Praça da Matriz, Praça Adalberto Vale, Praça dos Remédios (Torquato Tapajós), Praça Nossa Senhora de Auxiliadora, Praça da Polícia (Heliodoro Balbi), Praça da Saudade (5 de Setembro), Praça São Sebastião (Atual Largo de São Sebastião) e Praça do Congresso (Antônio Bittencourt). Além dos espaços que foram criados: Largo Mestre Chico e Parque Jefferson Péres. Todas estão localizadas dentro do perímetro do Centro Histórico; mas apenas seis delas tiveram suas árvores inventariadas nesse estudo. Segue, portanto, um relato descritivo destes espaços:

**Praça Heliodoro Balbi** conhecida como da Polícia, por estar em frente ao antigo quartel da Polícia Militar, atual Centro Cultural Palacete Provincial, é a mais

arborizada e mais ornamentada da cidade. Fica entre as avenidas 7 de Setembro, Floriano Peixoto e rua José Paranaguá. Na administração do prefeito Adolpho Lisboa (1902-1908) o logradouro foi ornamentado com esculturas em ferro, trazidas da França: Diana caçadora, Ninfa, Hermes, e Cão e Javali em luta, única peça assinada por um artista, o francês Charles Théodore Perron. Essas obras, de acordo com vários pesquisadores, estão relacionadas à temática da caça, muito comum nas praças parisienses do final do século 19. Há também o coreto art-nouveau, o maior e mais bem trabalhado da cidade, atualmente serve de palco para o Projeto Jaraqui, um movimento cultural e político que acontece nas manhãs de sábado e conta com a participação de intelectuais, políticos, artistas e demais indignados com a situação do país; o café do Pina, inaugurado em 03 de maio de 1951 tradicionalmente faz parte da história de Manaus, originalmente o Café do Pina ou Pavilhão São Jorge, estava localizado ao lado do Quartel da Polícia Militar. Nessa praça, em 1954, conta a lenda que, debaixo de uma árvore de mulateiro ainda existente, foi fundado o Clube da Madrugada, movimento artístico e literário formado por jovens que tinham o objetivo de renovar a cultura amazonense, estagnada no tempo.

**Praça 5 de Setembro** conhecida como praça da Saudade desde que foi aberta, em 1860, por estar próxima ao cemitério São José (onde hoje fica o Atlético Rio Negro Clube), fica entre a Avenida Epaminondas e as ruas Ramos Ferreira, Ferreira Pena e Simão Bolívar. O maior atrativo desse espaço é o monumento em mármore e bronze, dedicado à memória do primeiro presidente da província do Amazonas, João Batista de Figueiredo Tenreiro Aranha. Esse monumento veio da Itália, e aqui foi montado na praça Tamandaré, atual praça Tenreiro Aranha, em 1907. A obra foi trasladada para o atual local apenas em 1932, época em que também foram construídos seus jardins. A Praça 5 de Setembro foi revitalizada e reinaugurada em 2010, O nome 5 de Setembro foi devido à colocação do Monumento que homenageia a Província do Amazonas e o seu fundador, Tenreiro Aranha. A elevação do Amazonas à categoria de Província aconteceu em 5 de setembro de 1850 (NASCIMENTO, 2013, p. 142). Até os anos 1960, a praça tinha um traçado circular com vários canteiros e o monumento ao centro. Depois deste período passou por mudanças no traçado que a deixaram com espaços demarcados como parte alta e parte baixa: a parte alta era formada por árvores, lago artificial com fonte e duas esculturas em bronze, além de vários bancos em cimento; a parte baixa mantinha um pequeno parque de diversões

para crianças, o monumento à Tenreiro Aranha, um palco circular de cimento e um prédio da Suhab, de frente para a Avenida Epaminondas (e para o prédio do Atlético Rio Negro). Em 2000, houve uma intervenção na praça no sentido de recuperação do espaço degradado. Nesse período a fonte artificial foi dotada de peixes e alguns quelônios, e as esculturas (Homem pré-histórico e homem moderno) pintadas (NASCIMENTO, 2003).

**Praça Tenreiro Aranha**, segundo o historiador Mário Ypiranga Monteiro, a origem desse logradouro data de 1845. Em 21 de setembro de 1865, o vereador Antônio José Moura, em sessão da Câmara Municipal, propôs a alteração da nomenclatura dessa praça para Praça Tamandaré. No ano seguinte, sua área foi aterrada, calçada e houve, ainda, a construção de um cais próximo ao igarapé que fazia limite com esse logradouro. Em 1873, a Praça recebeu novo calçamento, serviço realizado por Leonardo Antônio Malcher. Decorridos seis anos, por meio da Lei 410, de 7 de abril de 1879, a Assembleia Provincial autorizou a reconstrução da rampa da Praça Tamandaré para facilitar o embarque e desembarque das cargas dos vapores. Em 1906, recebeu calçamento a paralelepípedos de asfalto e granito e a preparação de um pequeno parque onde seria colocada a estátua de Tenreiro Aranha, que havia sido encomendada pelo Município. O monumento em homenagem ao fundador da Província do Amazonas foi inaugurado em 5 de setembro de 1907. Em 1911 houve consertos no calçamento da praça e o plantio de muitos arbustos, flores variadas, mudas de fícus e elegantes palmeiras. Em 1918 seus jardins foram remodelados. Seu nome atual, Praça Tenreiro Aranha, foi oficializado em 1921 por meio da Lei Municipal 1.076, de 29 de março. Antes disso, essa denominação pertencia à outra praça que, por essa mesma lei, passou a se chamar Tamandaré, hoje, Nove de Novembro. Passados cinco anos, em 1926, o prefeito Araújo Lima mandou retirar os paralelepípedos de asfalto que compunham a passagem desse logradouro, e os dois jardins foram unificados. O monumento à Província, com a estátua de Tenreiro Aranha, foi transferido para a praça da Saudade durante a administração do prefeito Emmanuel de Moraes, em 1932. Na década de 40, o prefeito Jaime Bitancourt de Araújo extinguiu essa praça por intermédio do Decreto-Lei 278, de 30 de janeiro de 1946. Nesse mesmo dia, a área desse logradouro foi cedida à Associação Comercial do Amazonas – ACA para a construção de um hotel. No ano seguinte, o projeto de construção desse empreendimento ainda não havia saído do papel e a extinção do

logradouro foi revogada por força do Decreto-Lei 321, de 10 de julho de 1947, assinado pelo então prefeito Raimundo Chaves Ribeiro.

Atualmente a Praça Tenreiro Aranha se encontra fechada para reforma desde 2015.

**Praça dos Remédios**, Praça Torquato Tapajós, é o nome oficial da praça; mas é conhecida como Praça dos Remédios, por localizar-se à frente da Igreja dos Remédios, uma das mais antigas de Manaus. Situada entre as ruas Cel. Sérgio Pessoa, Miranda Leão, Leovegildo Coelho e Rua dos Barés. Essa é uma área também de intenso comércio por localizar-se nas imediações do Mercado Público Municipal Adolpho Lisboa. O nome da praça homenageia Torquato Xavier Monteiro Tapajós que nasceu em 1853 em Manaus e foi poeta e engenheiro geógrafo (TELLES, KRÜGER, 2006, p. 43). Quanto ao traçado, a praça é extensa em comprimento e pouco larga, na parte central possui árvores, bancos e a escultura do Cristo de braços abertos sob um alto pedestal, inaugurada em 1945. Em relação ao uso, a praça é frequentada por pessoas que trabalham nas proximidades, e por outros que utilizam a praça como local de trabalho, como os lavadores de carro. A arquitetura ao redor é marcada por casas de arquitetura antiga que foram adaptadas para o comércio, especialmente o comércio de atacado, o mais praticado no entorno. Também é um espaço de alto fluxo de pessoas durante o dia, mas que à noite se recolhe. Na esquina das ruas Miranda Leão e Cel. Sérgio Pessoa, no canto da praça há o prédio onde abrigou a Faculdade de Direito da Universidade Federal do Amazonas, fundada em 1909 pelo jurista Dr. Astrolábio Passos.

**Praça do Congresso**, conhecida como Praça do Congresso, recebeu esse nome devido ao Congresso Eucarístico que aconteceu em Manaus em 1942 e que teve seu ponto de encontro nesta praça, com a inauguração do Monumento à Nossa Senhora da Conceição. Antes desse nome, era chamada popularmente de Praça da Saúde, porque no seu entorno estava localizado o edifício em que funcionava a Repartição de Saúde Pública. Como nome oficial, a Praça foi batizada de Praça Antônio Bittencourt, homenageando um político importante no início do século XX. Além destes nomes, pelo uso, a Praça também era chamada de Praça do IEA, por estar localizada à frente do Instituto de Educação do Amazonas. Já foi chamada de Praça dos Híppies, porque o espaço reunia grupos de híppies que aproveitavam a sombra das árvores para produzir e vender seu artesanato. Também era conhecida

como Praça dos Skatistas, porque nos finais de tarde havia sempre um grupo praticando skate, aproveitando os canteiros e o calçamento da praça. Destes nomes todos, o mais forte continua sendo Praça do Congresso. A praça foi fechada para revitalização em dezembro de 2011, quando foi anunciada a primeira fase do Programa Cartão-Postal, uma iniciativa que pretendia revitalizar um trecho do Centro Histórico, do alto da Avenida Eduardo Ribeiro até a orla portuária e algumas ruas adjacentes. A praça foi reinaugurada em 28 de novembro de 2011.

**Largo de São Sebastião**, inicialmente não se tinha o Largo, mas sim a Praça de São Sebastião, que foi aberta em 1867, ocasião em que também foi inaugurada uma coluna comemorativa à Abertura dos Portos do Amazonas às nações amigas. Em 1900, a coluna foi substituída pelo Monumento à Abertura dos Portos, uma obra artística produzida na Itália e financiada com os recursos do período da borracha (NASCIMENTO, 2013, p. 39). Na frente da praça, está situado o Teatro Amazonas, datado de 1896, com material todo importado da Europa, tombado pelo IPHAN em 1966 e restaurado em 1974. O entorno do Teatro e da praça é composto por construções que em sua maioria datam deste mesmo período da borracha. O conjunto (Teatro, praça, Monumento, Igreja, casario, enfim o entorno) começou a receber tratamento mais unificado a partir da segunda metade dos anos 1990.

Em 1997, alguns projetos começaram a ser executados para a revitalização do Centro Histórico. Em 2003, o Projeto Belle Époque, de iniciativa do Governo do Estado, fez a revitalização dos prédios do entorno do Teatro Amazonas, o restauro do Monumento à Abertura dos Portos, e o espaço foi inaugurado em 2004 como Largo de São Sebastião e, com as atividades artísticas programadas, passou a ser chamado de Centro Cultural Largo de São Sebastião. Nesse cenário acontecem os grandes festivais da cidade (ópera, cinema, etc.) e muitas das apresentações dos artistas locais. Há um espaço bastante agradável, com bancos e árvores, constantemente ocupado por estudantes, pessoas lendo jornal ou aproveitando a tranquilidade do lugar. Às quartas-feiras acontece um evento denominado de “Tacaca da Bossa”, com apresentações culturais, aos sábados há uma roda de samba à tarde. No entorno o casario compõe um belo cenário, a maioria restaurada, uma arquitetura comum em vários lugares do Brasil e da Europa, nos fins do século XIX e início do século XX, em direção a Rua Costa Azevedo, há lanchonetes: African House (ou Mundo dos Sucos, como indica a placa) e O Pensador, restaurante e bar.

Esse espaço é bastante frequentado por turistas, estrangeiros ou nacionais, que estão a passeio pela cidade ou que vieram a trabalho e estão hospedados nos hotéis que ficam nas ruas próximas, a Barraca de Tacacá é um dos principais atrativos dessa praça. Os espetáculos que acontecem neste espaço têm sempre um grande público, que se desloca de várias zonas da cidade. A praça, calçada com pedras portuguesas e seu desenho sinuoso em branco e preto dão origem a algumas interpretações sobre o seu significado (que pode simbolizar o encontro das águas, o encontro de raças na região, que veio antes do calçadão de Copacabana); seus bancos, embaixo das árvores, é o refúgio durante o dia, para quem quer parar ou, nos finais de tarde, para quem quer passar um tempo, encontrar os amigos, ou simplesmente contemplar a paisagem antes de se deslocar para casa ou continuar suas atividades de trabalho ou estudo.

O monumento ao centro, erguido no começo de 1900, com mármore italiano, bronze produzido também na Itália, é presença certa nas recordações fotográficas de quem passa pela praça, venha de onde vier. E a Galeria do Largo, com exposições de trabalhos de artistas locais, uma pequena mostra do tanto de talentos que essa terra produz, na Rua 10 de julho em frente ao largo existe o Bar do Armando, um espaço chamado por alguns de “alternativo”, com uma clientela bem característica e cativa, de todas as idades e classes sociais, incluindo turistas. As atividades do Largo encerram às 22h, o Bar do Armando segue até o último cliente a sair. Diariamente conta com som ao vivo de cantores locais com violão e percussão.

A Igreja de São Sebastião, marcando a convivência entre o sagrado e o profano. A igreja, com as badaladas do sino, anuncia as horas que passam. Aos finais de tarde, as missas deixam a Igreja cheia e, durante o dia, os visitantes também entram para apreciar as pinturas centenárias.

O Largo São Sebastião também concentra uma variedade de usos em seu entorno e áreas próximas: há bares, restaurantes, lanchonetes, sorveteria, galeria, igreja, espaços culturais, hotéis, o Teatro Amazonas, biblioteca, residências, livrarias. O Largo tem vários espaços, muitas tribos, diferenças e conflitos. É um espaço que contém muitos outros espaços, em diferentes momentos do dia e nos diferentes dias da semana.

Além de concentrar os festivais da cidade, especialmente pelo Teatro Amazonas, é um espaço pulsante, pela presença de vários grupos que se organizam

numa perceptível divisão de uso, que se alterna de acordo com os dias e horários. Por exemplo, às 17h, durante a semana, o Largo ainda recebe o sol forte, e o público é constituído em sua maioria de estudantes que saem das escolas e passam pela praça, em direção aos pontos de ônibus (seja em direção à Avenida Getúlio Vargas, seja em direção à Rua da Instalação). A sombra das árvores atrai alguns, mas o mormaço ainda é forte no espaço. Às 18h, a Igreja de São Sebastião toca o sino para o início da missa. A praça, a barraca de tacacá e as lanchonetes já começam a receber seus clientes, ainda compostos de pessoas que estão saindo da escola ou do trabalho e passam rapidamente pela praça.

### **3.10 Geoprocessamento, Sistema de Informação Geográfico - SIG e Banco de Dados**

Já faz quase duas décadas que Câmara *et al.* (2009) afirmou que a tecnologia de sistema de informação geográfica estava tendo um crescimento substancial no Brasil. Esses sistemas utilizam diversas aplicações e podem ser encontradas para o uso de tecnologias em Sistemas de Informações Geográficas - SIG, como a tomada de decisões, administração e redistribuição espacial, gerenciamento de infraestrutura, saúde e segurança pública, com controles de epidemias, gerenciamento de recursos renováveis, logística, planejamento urbano regional, educação, pesquisa, mapeamento do terreno, análise, display de dados, modelos de simulação, monitoramento, dados de mapas temáticos e desenvolvimento do mapa-base, com análises, modificações e revisões (MACEDÔNIO DA SILVA, 2010).

Para o autor, o SIG compreende cinco elementos básicos que operam em um contexto institucional: hardware, software, dados, peopleware e métodos. A implementação de um SIG que vise diagnosticar e gerenciar estudos ambientais exige a obtenção e manipulação de uma grande variedade de informações, tais como: parâmetros, por exemplo, de recursos florestais, cobertura vegetal, hidrológicos básicos, climatologia e geologia.

Roberto Fitz (2008) conceitua SIG como um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e

analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

De acordo com BURROUGH (1998), os Sistemas de Informações Geográficas são constituídos de cinco módulos, esses módulos básicos são subsistemas que permitem as seguintes operações:

- Entrada e verificação de dados;
- Armazenamento e gerenciamento do banco de dados;
- Apresentação e saída dos dados;
- Transformação de dados;
- Interação com o usuário.

Os dados espaciais codificados em mapas analógicos necessitam de procedimentos especiais para serem transformados em dados digitais. Os processos envolvidos na transformação de dados analógicos em digitais são coletivamente conhecidos como captura de dados. Embora o uso de escanerização na captura de dados tenha alcançado resultados satisfatórios, o problema ainda continua na dependência da qualidade dos mapas originais e na ambiguidade existente em certos aspectos da arte de desenhar mapas. Devido a essas peculiaridades, a captura de dados espaciais via digitação manual é ainda amplamente usada (BARROS SILVA, 2012).

As fontes de dados espaciais podem ser consideradas como primárias e secundárias. As primárias correspondem àquelas medidas diretamente coletadas no campo. A densidade da coleta das informações determina a resolução espacial do dado, assim, os dados coletados a cada 2 km deixam de representar qualquer fenomenologia que esteja localizada em intervalo menor que 2 km, em outras palavras, se tiver medindo o comprimento de um rio com estações fixas de 20 m, os segmentos curvilíneos menores que 20m não serão representados. As fontes secundárias são aquelas derivadas de mapas e banco de dados preexistentes.

A coleta ou entrada de dado pode ser efetuada de diversas maneiras, podemos citar a cartografia, por meio de mapas; sensoriamento remoto, por meio de imagens de satélite e radar, fotogrametria, fotografias aéreas; topografia, levantamentos

topográficos e geodésicos; GPS, com georreferenciamento de dados gráficos e também para coleta de atributos; dados alfanuméricos, tabelas.

Como os dados espaciais correspondem sempre a uma generalização ou aproximação da realidade, eles contêm incertezas e imprecisões. Dessa forma, os estudos das incertezas dos dados espaciais, suas medidas, modelamento e a análise da propagação dos erros através da manipulação dos dados espaciais são sem dúvidas temas atuais dentro de um ambiente de SIG.

É importante nesse processo a verificação apropriada dos dados a fim de assegurar que a base de dados está isenta de quaisquer erros, uma vez que a criação de uma base de dados digitais é a tarefa mais importante e mais complexa no geoprocessamento e sobre a qual reside a utilidade do sistema. Uma vez que ambos os tipos de dados espaciais e não espaciais, tenham sido inseridos no sistema, a operação de ligação entre eles provê uma oportunidade ideal de verificar a qualidade dos dados BURROUGH (1998).

### **3.11 Estrutura de Dados Espaciais**

A representação geográfica tende a se estruturar em organizações mais complexas a partir das primitivas estruturas (pontos, linhas e áreas). Estas estruturas de dados provêm a diferença técnica chave entre sistemas de SIG. Estão consolidados no mercado dois tipos de estruturas ou modelos de representação espacial: matricial e vetorial

Para José Miranda (2005), o modelo matricial representa a realidade por meio de superfícies projetadas com um padrão regular ou matriz. As matrizes podem ser quadradas ou retangulares, para o banco de dados, são matrizes de duas dimensões. O modelo matricial é definido por células. Cada célula armazena um valor de atributo. Para criar um mapa temático, por exemplo, colecionam-se dados a cerca de um tema, na forma de uma matriz, onde cada célula representa o atributo do tema. Essa matriz bidimensional é conhecida como Plano de Informação – PI. Dependendo do plano de informação ou da variável que se quer representar, as células terão valores quantitativos ou qualitativos. Esses valores atribuídos conforme o tipo de tema pode representar numerosos fenômenos, como variáveis físicas (precipitação, com valor de célula atribuída com quantidade de chuva que cai naquela região; topografia com

variável atribuída como valor de elevação naquele lugar; regiões administrativas, com códigos para distritos urbanos; uso da terra, com células definidas a partir do sistema de classificação como área urbana, corpos d'água, área industrial, entre outros.

Outra informação importante no modelo matricial diz respeito à “resolução espacial” de cada célula, ou seja, quanto vale a área de cada célula relativa a superfície da Terra. Para criar um plano de informação matricial é primeiro definido o tamanho da célula, especificando a largura e altura. No sistema métrico decimal, por exemplo, pode-se definir células de 10 x 10m; 15 x 15 m; 20 x 20m. Neste caso, a primeira célula teria uma resolução espacial de 100m<sup>2</sup>, a segunda 225m<sup>2</sup>, e a terceira 400m<sup>2</sup>. A resolução das células tem reflexo nas análises realizadas. Assim não será possível distinguir em uma célula de 20 x 20m, objetos menores que a área de 400m<sup>2</sup> e para cálculo de distância, apenas valores maiores que 20m (MIRANDA, 2005).

Os objetivos ou condições do mundo real podem ser representados, discretamente, por pontos, nós, linhas ou arcos, cadeias e polígonos, embora essas abstrações não existam no mundo real. Esses objetos ou condições são coletivamente denominados de dados espaciais (BARROS SILVA, 2012).

O modelo vetorial representa o espaço como uma série de entidades definidas como pontos, linhas ou polígonos que são geograficamente referenciados por coordenadas cartesianas. Neste modelo as coordenadas são consideradas matematicamente exatas. Enquanto que na matemática um vetor é uma linha reta, tendo magnitude e direção, em um mapa digital, vetor é uma linha reta entre dois pontos, daí o conceito entre dados vetoriais usados no SIG e a designação de sistemas baseados em vetor (FRANCISCO, 2014).

As primitivas linhas, pontos, polígonos e superfície tem uma dependência recursiva, por exemplo, superfície e áreas são descritas por linhas limitantes, e a localização de uma linha pode ser aproximada por uma série de segmentos de reta conectando uma série de pontos, por exemplo, estradas e rios.

No modelo matricial pode-se perceber que o atributo do dado espacial está associado ao próprio plano de informação, por exemplo, no tema vegetação, cada célula da matriz está armazenada o valor que identificaria unicamente os diferentes tipos de vegetação da área de estudo. Então, numa só estrutura, estão o dado espacial e seu atributo. Para a estrutura vetorial a uma combinação entre entidade

dado espacial com seu atributo (dado não espacial). Geralmente o atributo é mantido em um arquivo separado, ou mesmo num sistema de gerência de banco de dados (SBDG). Estas duas informações devem ser de alguma forma ligada. Portanto neste modelo existem duas estruturas de armazenamento em vez de uma como no modelo matricial.

O que existe mais importante no modelo vetorial é a entidade ponto. Ela engloba todas as entidades geográficas e gráficas que são posicionadas por um simples par de coordenadas  $(x,y)$ , o caso da recursividade falado anteriormente. Na base de dados, pontos são representados por pares de coordenadas  $(x,y)$ . Além das coordenadas, sabe-se que seu atributo deve ser armazenado para indicar que tipo de ponto é, por exemplo, se um ponto fosse uma entidade árvores, o registro de dado teria que incluir informação acerca do diâmetro, altura, nome da espécie ou outras informações consideradas relevantes no trabalho.

Ponto é o dado espacial que não possui área, é representado por um único par de coordenadas e pode representar uma determinada árvore, uma fonte ou uma temperatura.

Outras entidades usadas na estrutura vetorial é a linha, que consiste de dois ou mais pares de coordenadas, que define o caminho conectado através do espaço, mas sem nenhuma largura verdadeira, a menos que especificasse em termo de atributo. Linhas mais complexas incluem um número maior de segmentos de retas, cada uma começando e terminando com um par de coordenadas. Elas podem ser compostas de 3 ou 3.000 pontos, por isso exigem mais espaço no disco do computador.

A entidade área é uma representação homogênea usada para objetos geográficos com estrutura fechada. As linhas que representam a área são organizadas de forma que o primeiro par de coordenadas no primeiro segmento da linha seja, o mesmo que o último par de coordenadas no último segmento da linha. Áreas são também chamadas de polígonos.

Na estrutura topológica as conexões e relações entre objetos são descritas independentemente de suas coordenadas. Suas topologias permanecem inalteradas quando a geometria é alongada ou dobrada. Para permitir que técnicas avançadas de análise espacial pelo computador é necessário fornecer o máximo de informações

espaciais explícitas. A estrutura topológica incorpora soluções analíticas avançadas em SIG. O modelo topológico emprega nós e arcos.

Através das relações topológicas de disjunção, adjacência, contingência, adjacência e contingência, igualdade, interseção e cruzamento, os dados espaciais podem ser analisados e manipulados.

Como modelos ambos os métodos têm vantagens e desvantagens para descrever a condição do mundo real.

Para Barros Silva (2012) estes dados espaciais são representados em mapas, em dimensões mais reduzidas que aquelas existentes no mundo real. Para que estas entidades espaciais reproduzam a realidade, em termos de dimensões, introduziu-se o conceito de escala. A escala representa a razão entre o comprimento ou área apresentada em mapa e o verdadeiro comprimento ou área existente na superfície da terra. Países adotam diferentes escalas para os seus produtos cartográficos. No Brasil, usa-se frequentemente escalas de 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000.

Outro conceito muito importante quando se trabalha com dados espaciais é a resolução espacial. A alta resolução está associada à maior discriminação dos elementos, portanto, a um número maior de observações. E, ao contrário, a baixa resolução está associada a uma pobre discriminação dos elementos, estando associada a um número menor de observações.

Estes dados espaciais em diferentes escalas e resoluções podem ser codificados em representações analógicas ou representações digitais. A representação analógica é a disposição das entidades espaciais em papel, enquanto que a representação digital é a codificação das entidades espaciais em linguagem binária, portanto em formato adequado para serem armazenados em computadores.

### **3.12 Banco de Dados Geográficos (BDG)**

Todo o local onde são armazenados dados físicos ou virtuais pode, em certo sentido, ser chamado de banco de dados ou base de dados (do inglês, database – DB). Em outras palavras é uma entidade na qual é possível armazenar dados de uma maneira estruturada e com a menor redundância possível. A noção básica de banco de dados é acoplada geralmente a uma rede para que um conjunto de entidades –

objetos, pessoas, etc. interligados uns aos outros possa utilizar as informações, daí o nome base.

Câmara et al (2009) definem banco de dados como um conjunto de arquivos, estruturado de forma a facilitar o acesso a algumas informações que descrevem determinadas entidades no mundo real. O banco de dados geográficos, além de armazenar dados alfanuméricos, armazena também dados sobre a localização das entidades. Além da forma de armazenamento é possível fazer análises espaciais.

No caso de sensoriamento remoto, o banco de dados geográfico é estruturado na forma de projetos, contendo, cada um, informações espaciais e não espaciais (alfanuméricos), armazenados segundo sua categoria, em planos de informações (PI).

Os dados espaciais são definidos através de seus atributos alfanuméricos e da localização geográfica, ou seja, de uma informação espacial representada por um par de coordenadas geográficas.

Para Barros Silva (2012), a tecnologias de Banco de Dados em SIG trabalha classicamente, com dados tabulares, que são relacionados a feições espaciais. Para que tenhamos a visão geral sobre Sistemas de Banco de Dados é necessário e conveniente que alguns conceitos sejam bem estabelecidos, como a entidade corresponde a um objeto e é perfeitamente distinguível de outros objetos. Por exemplo, uma área georeferenciada que possui um determinado atributo é uma entidade.

Conjunto de entidades, que não precisam ser independentes entre si, corresponde a um grupo de entidades do mesmo tipo. O conjunto de todas as informações de uma determinada área georeferenciada é um exemplo de conjunto de entidades.

Relacionamento representa uma associação que existem entre várias entidades. Por exemplo, a associação entre o tipo de solo e o tipo de vegetação de uma mesma área georeferenciada. Um conjunto de relacionamentos é um grupo de relacionamentos do mesmo tipo. Cardinalidade de mapeamento expressa ao número de entidades ao qual outra entidade pode estar associada através de um relacionamento.

A maneira mais prática de classificar banco de dados é de acordo com a forma que os seus dados são visto pelo usuário, ou seja, seu modelo de dados. Atualmente são quatro modelos empregados para organizar um banco de dados:

- modelo em rede
- modelo relacional
- modelo hierárquico
- modelo orientado

Um banco de dados (BD) consiste em uma coleção de dados inter-relacionados. Um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) corresponde a um conjunto de programas, que serve para acessar os dados pertencentes ao banco de dados. O principal objetivo de um SGBD é proporcionar um ambiente conveniente e eficiente para retirar, armazenar e atualizar as informações contidas no BD. Os principais desafios e os SGBD enfrentam são: redundância dos dados, inconsistência, dificuldade de acesso aos dados, isolamento dos dados, múltiplos usuários, segurança e integridade dos dados (BARROS SILVA, 2012).

**Banco de Dados em Rede** – Idos dos anos 60, os dados existentes no modelo em rede são representados por coleções em caixa, que correspondem a tipos de registros e os relacionamentos entre os dados são representados por linhas que correspondem a ligações. A ligação é uma associação entre exatamente dois registros. Os bancos de dados em rede foram bastantes estudados pelo Database Task Group (BDTG). Neste modelo somente são permitida ligações um-para-um e um-para-muitos, pois as ligações muito-para-muitos são difíceis de ser implementadas.

**Bando de Dados Relacional** – De uma perspectiva histórica, o modelo de dados relacional é relativamente novo. Os primeiros sistemas de banco de dados se basearam no modelo hierárquico. O modelo de dados entidade-relacionamento foi introduzido por Chen (1976). Um banco de dados relacional consiste em uma coleção de tabelas, cada uma associada a um nome único (KORTH e SILBERSCHATZ, 1994).

O modelo relacional foi proposto por E.F. CODD, do Laboratório de Pesquisa da IBM, no final dos aos 60. No Banco de Dados Relacional, cada tabela possui uma determinada estrutura em que uma linha representa o relacionamento entre um conjunto de valores. Uma vez que uma tabela é uma coleção de tais relacionamentos,

há uma estreita correspondência entre o conceito de tabela e o conceito matemático de relação, de onde o modelo de dados relacional toma o seu nome.

Uma estrutura relacional correta é referida como um set e as unidades de registros devem ser únicos. Em outras palavras, se o primeiro nome de uma lista de cidades não for definitivamente um único atributo, outros parâmetros devem ser adicionados. Se o atributo é simples ou uma combinação, é chamado de chave. A chave usada para identificar registros é chamada de chave primária. Uma importante feição no modelo relacional é que, como os registros da chave primária são únicos, não há a necessidade de um ordenamento. O processo de encontrar as únicas chaves primárias em um arranjo complicado de dados pode ser alcançado mediante uma série de algoritmos conhecidos como normalização dos dados. Alguns exemplos de banco de dados relacionais: DB2, Oracle, Sybase, Ingres, SQL, Server e Informix.

**Banco de Dados Hierárquicos** – O modelo hierárquico é similar ao modelo em rede, no sentido em que os dados e as relações entre eles também são representados por registros e ligações, respectivamente. O modelo hierárquico difere do modelo em rede, pois os registros são organizados como coleções de árvores, ao invés de grafos arbitrários. O modelo hierárquico como um banco de dados que consiste em uma coleção de registros interconectados através de ligações. O registro é similar a um registro no modelo em rede. Cada registro é uma coleção de campos (atributos), cada um dos quais contendo somente uma informação. Uma ligação é similar ao conceito de ligação no modelo em rede.

Basicamente o modelo hierárquico é uma estrutura em árvore, e não permite uma ligação entre os mesmos tipos de registros, isto significa que, se houver a necessidade de se questionar entre os dados, há a necessidade de subir e descer na árvore. A importância do modelo hierárquico se deve ao fato de ter sido adotado pela IBM.

**Banco de Dados Orientado ao Objeto** – O modelo de orientação a objeto está relacionado no encapsulamento de um código e dados em uma única entidade chamada objeto. A interface entre um objeto e o resto do sistema é definida como um conjunto de mensagens. Os dados em um banco de dados a objetos podem ter diferentes representações arbitrariamente longas, tais como: textos, dados de áudio, gráficos, imagens e vídeos entre outros.

O banco de dados orientados a objetos (BDOO) está se tornando basicamente popular e as pesquisas no sentido do desenvolvimento destes sistemas tem crescido substancialmente. Isto se deve à possibilidade de se ter um banco de dados estruturado nas representações de abstrações como ícones coexistindo com os dados. Isto significa que nós podemos ter um exemplo prático do dado (objeto) e sua representação gráfica.

Os bancos de dados comerciais são o SQL/DS (System Query Language / Data System), Database 2, Oracle e Ingres.

A linguagem de consulta estruturada (SQL) original foi desenvolvida no início da década de 70 no Laboratório de Pesquisa da IBM. Em 1986, passou a ser padrão ANSI com o nome SQL e se estabeleceu como linguagem padrão de banco de dados relacional. O SQL/DS inclui comandos usuais de SQL e adicionalmente comandos que permitem ao administrador do banco de dados o controle sobre a estrutura física do banco de dados.

O Database2 é um sistema disponível por meio da IBM, para uso de grandes computadores que rodam no sistema MVS.

O Oracle, da Oracle Corporation é um sistema embora não desenvolvido pela IBM, que se ajusta perfeitamente à linguagem SQL/DS.

O Ingres foi desenvolvido em um computador PDI-11, rodando sob o sistema operacional Unix.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são aplicativos constituídos de cinco módulos que permitem as operações de entrada e verificação de dados, armazenamento e gerenciamento de banco de dados, apresentação e saída de dados, transformação de dados e interação com o usuário (BORROUGH, 1998).

De acordo com Câmara *et al.* (2009), o SIG pode ser definido como um conjunto de tecnologias que integram as fases de coleta, o processamento e uso de informações relacionadas ao espaço físico, seus cruzamentos, análises e produtos. Nesse sentido a organização de um Banco de Dados torna-se fundamental.

Silva *et al.* (2016), afirma que os gestores urbanos necessitam de informações individualizadas das árvores para que possam melhor programar suas ações de manejo junto à arborização. Mesmo realizando-se um trabalho de campo, com cadastro das espécies arbóreas e os dados dispostos em tabelas em formato analógico, estas informações em alguns anos tornam-se obsoletas e o conhecimento

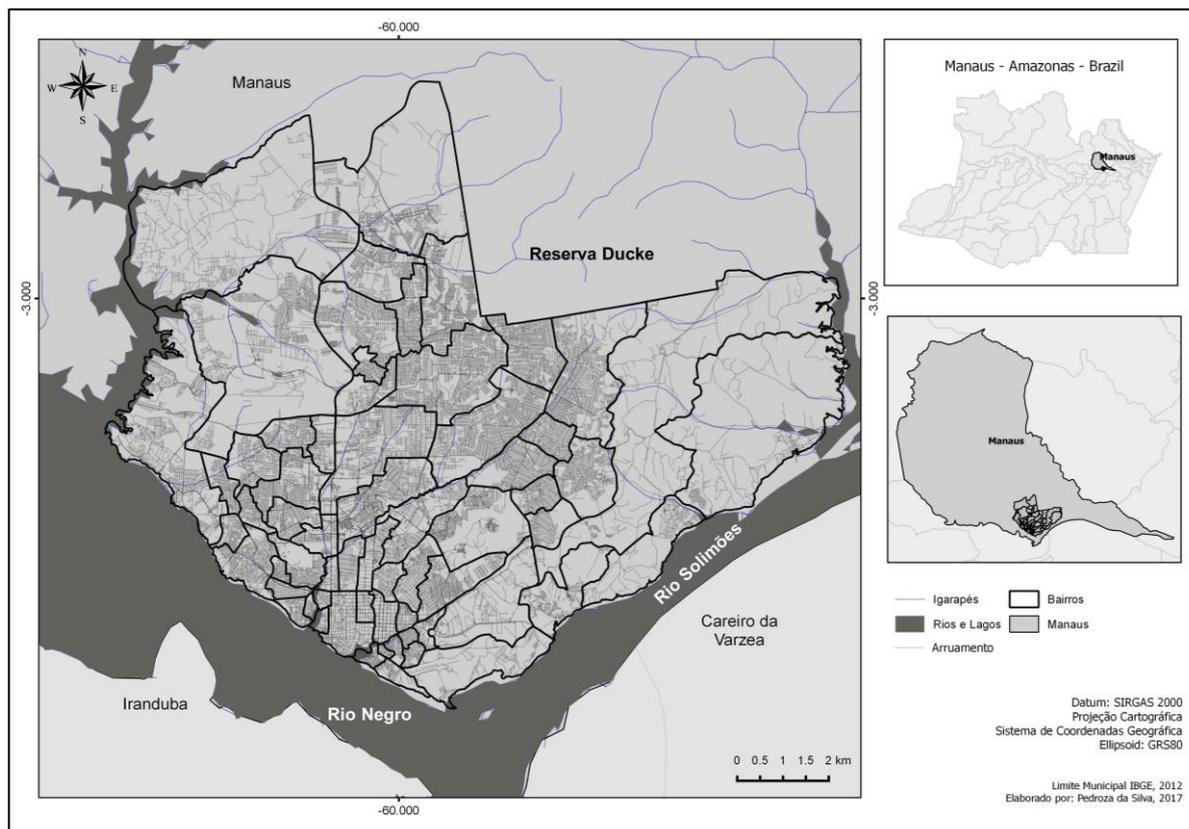
a respeito do estado dos indivíduos arbóreos fica comprometido, pois sua atualização e manipulação normalmente são trabalhosas e lentas. Os mapas sem a ferramenta de Sistema de Informação Geográfica (SIG) possuem utilidade limitada, pois não há uma integração facilitada dos dados espaciais com as análises das planilhas e poucos são os recursos interativos visuais.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Área de Estudo**

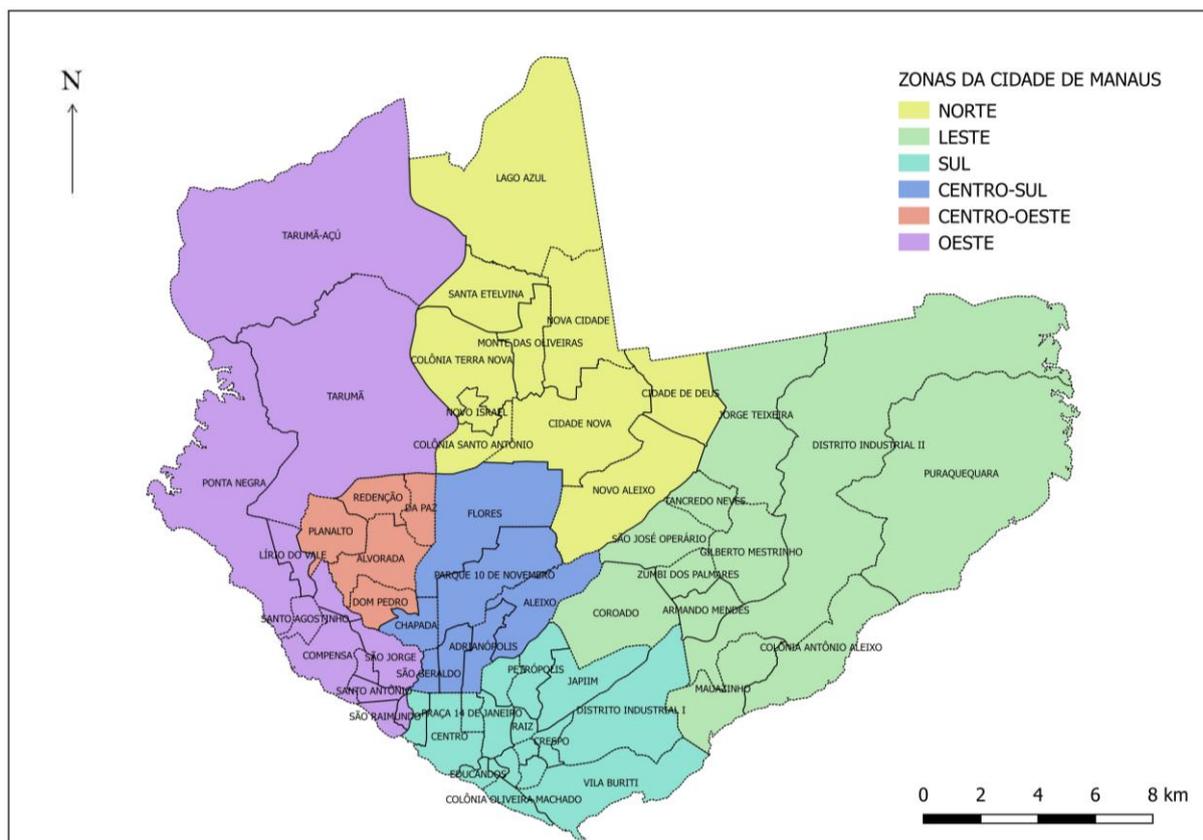
O estudo foi realizado na área urbana da cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas que está localizada na parte central da Amazônia Brasileira, na foz do rio Negro, afluente do rio Amazonas, entre as coordenadas geográficas 60° 01' 30" W e 03° 06' 07" S, com altitude de 92,9 metros (IBGE, 2017).

Manaus possui uma população estimada de 2.094.391 habitantes (IBGE, 2015) e uma área territorial de 11.401,092 km<sup>2</sup> (IBGE, 2016). Limita-se pelo norte com o município de Presidente Figueiredo, pelo sul com os municípios de Iranduba e Careiro, à leste com os municípios de rio Preto da Eva e Itacoatiara e à oeste com o município de Novo Airão (Figura 2).



**Figura 2. Localização da área de estudo.**

Manaus possui 63 bairros oficiais distribuídos nas zonas norte, sul, leste oeste, centro sul e centro oeste da cidade (IMPLURB, 2015) e quase 190 comunidades não oficiais (Figura 3).



**Figura 3. Zonas da Cidade de Manaus e respectivos bairros oficiais.**

A cidade de Manaus é composta por seis zonas, nas quais são distribuídos os bairros da cidade, a saber:

**Zona Norte:** Composta por 10 bairros: Cidade de Deus, Cidade Nova, Colônia Santo Antônio, Colônia Terra Nova, Lago Azul, Monte das Oliveiras, Nova Cidade, Novo Aleixo, Novo Israel, Santa Etelvina. A área total aproximada é de 6.000km<sup>2</sup> do município de Manaus. Possui uma população de 444.946 habitantes (IBGE. 2010). Faz limite com as zonas leste, centro-sul e oeste. A zona norte é a que mais cresceu em população nos últimos anos, principalmente devido à expansão imobiliária para a área, com construções populares de programas sociais, tais como: “Minha casa, minha vida”, Conjuntos: cidadãos e Viver Melhor. Nessa zona também se encontram as Reservas: Parque Estadual Sumaúma (Cidade Nova) e a Reserva Florestal Adolpho Duche (Cidade de Deus), a qual abriga o Jardim Botânico Adolpho Ducke e o Museu da Amazônia – MUSA, além do Parque Municipal Nascente do Mindu (Cidade de Deus).

**Zona Sul:** composta por 18 bairros: Betânia, Cachoeirinha, Centro, Colônia Oliveira Machado, Crespo, Distrito Industrial I, Educandos, Japiim, Morro da

Liberdade, Nossa Senhora Aparecida, Petrópolis, Praça 14 de Janeiro, Presidente Vargas, Raiz, Santa Luzia, São Francisco, São Lázaro, Vila Buriti. Área de 47,07km<sup>2</sup>, população de 286,488 habitantes (IBGE, 2010), Densidade de 6.086 hab/km<sup>2</sup>, renda média 805,00 reais, limita-se com as zonas Leste, Centro-sul e Oeste. Nessa zona está localizado os bairros mais antigos de Manaus, foi onde a cidade foi fundada em 1669 a partir do forte de São José da Barra do Rio Negro, a sede da Capitania, e a sede da Província. O nome da cidade provém da tribo dos manáos, habitantes da região que na língua indígena significa Mãe dos Deuses. Entre os anos de 1580 e 1640, época em que Portugal e Espanha estavam sob uma só coroa, tem início a povoação europeia na Amazônia. A ocupação foi demorada porque não havia facilidade para obtenção de lucros em curto prazo, o acesso era difícil e era desconhecida a existência de riquezas, como ouro e prata. Em 1669 começou a ser construído o Forte São José da Barra do Rio Negro, erguido em pedra e barro, com quatro canhões, para garantir o domínio da coroa de Portugal na região, está situado o Centro Histórico de Manaus com um grande patrimônio arquitetônico constituído por construções como: Teatro Amazonas, Igreja de São Sebastião, Largo de São Sebastião, Alfândega, Paço da Liberdade, Praça Dom Pedro II, Palácio Rio Branco, Mercado Municipal Adolpho Lisboa, Praça Heliodoro Balbi, Palácio Rio Negro, dentre outros.

**Zona Leste:** composta de 11 bairros, Armando Mendes, Colônia Antônio Aleixo, Coroado, Distrito Industrial II, Gilberto Mestrinho, Jorge Teixeira, Mauzinho, Puraquequara, São José Operário, Tancredo Neves, Zumbi dos Palmares. Possui população de 447.947 (IBGE, 2010), renda média de 883.20, limita-se com norte, centro-sul e sul. Essa zona é a maior em extensão e população, junto com a zona norte forma a macro-zona, conhecida como “zona de crescimento”. Na Zona Leste situam-se os Terminais de Integração T4 (Jorge Teixeira) e T5 (São José), o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Zona Leste (antiga Escola Agrotécnica), o Centro de Produção de Mudas de Manaus, o Refúgio da Vida Silvestre Sauim-Castanheiras, o Instituto Soka – CEPEAM (Reserva do Patrimônio Natural Dr. Daisaku Ikeda, o Teatro Luiz Cabral, o Shopping T4 (centro popular de compras), a mini vila olímpica do Coroado, o Estádio Carlos Zamith, o Estádio Roberto Simonsen (Estádio do Sesi), o Clube do Trabalhador, as Feiras do Coroado e do Produtor, o Centro Cultural Thiago de Mello, dentre outros.

**Zona Oeste** é a região mais próxima da Ponte Rio Negro, que liga Manaus à Iranduba, é composta por 12 bairros: Compensa, Glória, Lírio do Vale, Nova Esperança, Ponta Negra, Santo Agostinho, Santo Antônio, São Jorge, São Raimundo, Tarumã, Tarumã-Açu, Vila da Prata. Possui área de 128.28km<sup>2</sup>, população de 253.589 habitantes (IBGE, 2010), Densidade 1.976hab/km<sup>2</sup>. Limita-se com as zonas Norte, Centro-Oeste e Sul. É a segunda zona mais extensa entre as zonas da cidade, de acordo com o censo brasileiro de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Nessa região situam-se o Estádio Ismael Benigno (Colina), no São Raimundo; as sedes da Prefeitura de Manaus e do Governo do Amazonas, no Compensa; a sede da Câmara Municipal de Vereadores, no Santo Antônio; o Parque Rio Negro, no São Raimundo; o Zoológico do Centro de Instrução de Guerra na Selva - CIGS, no São Jorge, entre outros.

**Zona Centro Sul:** composta por 7 bairros, Adrianópolis, Aleixo, Chapada, Flores, Nossa Senhora das Graças, Parque 10 de Novembro, São Geraldo. Área menor que 1000 km<sup>2</sup>, população de 152.753 habitantes (IBGE, 2010), população aproximada de 200.000 habitantes, renda média por habitante de 3.720,25 (IBGE, 2008), limita-se com as zonas: Leste, Norte, Oeste, Sul e Centro-Oeste. Nessa zona está situado o Parque Municipal do Mindu e o Parque Municipal Ponte dos Bilhares e a Universidade Federal do Amazonas – UFAM que possui o maior fragmento florestal Urbano do Brasil e terceiro maior do mundo com 700 hectares.

**Zona Centro-oeste:** composta por 5 bairros: Alvorada, Da Paz, Dom Pedro, Planalto e Redenção, é a menor zona administrativa de Manaus, área de 1897,55km<sup>2</sup>, população de 148.333 hab (IBGE, 2010), limita-se com as zonas: Centro-sul e Oeste. Nessa zona está localizada a Arena da Amazônia, Arena Amadeu Teixeira, o Centro de Convenções do Amazonas Vasco Vasques, o Centro de Convenções de Manaus (Sambódromo), a Fundação Hospitalar de Hematologia e Hemoterapia do Amazonas – HEMOAM, a Fundação de Medicina Tropical - FMT, a Fundação Centro de Controle de Oncologia do Estado do Amazonas - FCECON, a sede da Polícia Federal no Amazonas e a Vila Olímpica Danilo Duarte de Mattos Areosa.

No estudo específico foram selecionadas as principais avenidas e praças distribuídas nas zonas da cidade de Manaus, a partir do Banco de Dados disponível na SEMMAS. Assim foram realizadas o estudo em 27 avenidas, 30 ruas, 1 travessa,

uma estrada de acesso e 6 praças. As árvores estavam plantadas ora no canteiro central, ora nas caçadas e nas praças (Figura 4).



**Figura 4. Árvores de Manaus, plantadas em canteiros centrais na avenida Margarita.**

## 4.2 Procedimentos Metodológicos

### 4.2.1 Diagnóstico da arborização urbana na cidade de Manaus

O Método de pesquisa abordado no estudo foi do tipo estratificado. Para Couto (1994) a estratificação significa dividir a população em subpopulações não sobrepostas de modo que as medições tomadas nas subpopulações sejam mais homogêneas (menos variáveis) que na população original.

Neste estudo considerou-se cada subpopulação denominada de estrato, de onde foram selecionadas as unidades amostrais. Em levantamento das árvores de rua, os bairros ou levantamento da densidade das árvores de ruas (km/hectare), constituem os estratos (Figura 5).

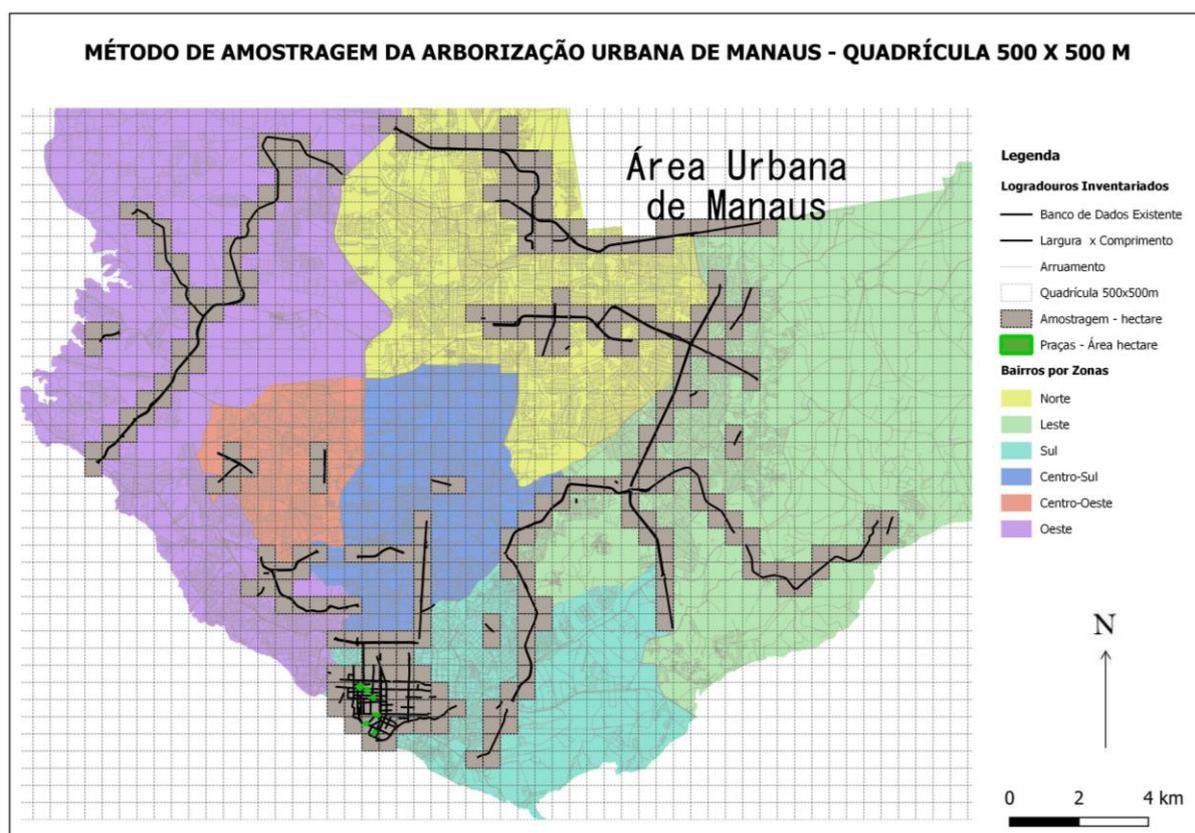


Figura 5. Método de amostragem da Arborização Urbana de Manaus.

Foram consideradas seis parcelas, sendo essas parcelas as seis zonas geográficas da cidade de Manaus (norte, sul, leste, oeste, centro sul e centro oeste), cada parcela foi dividida em subparcelas, sendo estas os logradouros públicos como as ruas, avenidas e praças totalizando uma área amostral de 336.547,93 m<sup>2</sup> ou 33,65 há (Tabela 2).

**Tabela 2. Parcelas inventariadas da Arborização Urbana de Manaus.**

PARCELAS	LOGRADOURO	SUBPARCELA	Larg. Canteiro Central /Calçada (m)	Comp. Ruas e Avenidas (m)	Área Amostral m <sup>2</sup>	Área Amostral hectares
Centro-Oeste	Rua Jacira Reis	1A	2,50	1.470,00	3.675,00	0,37
Centro-Oeste	Av. Desembargador João Machado	1B	4,00	5.180,00	20.720,00	2,07
Centro-Oeste	Av. Profa. Cacilda Pedrosa	1C	3,00	925,00	2.775,00	0,28
Centro Sul	Av. Darcy Vargas	2A	4,00	1.410,00	5.640,00	0,56
Centro Sul	Av. Rodrigo Otavio	2B	2,00	6.630,00	13.260,00	1,33
Leste	Av. Alameda Cosme Ferreira	3A	3,00	4.250,00	12.750,00	1,28
Leste	Av. Autaz Mirim	3B	4,00	6.400,00	25.600,00	2,56
Leste	Av. Itauba	3C	4,00	2.071,00	8.284,00	0,83
Norte	Av. Bispo Massa	4A	2,00	1.160,00	2.320,00	0,23
Norte	Av. Camapua	4B	4,00	3.150,00	12.600,00	1,26
Norte	Av. Noel Nutels	4C	4,00	4.400,00	17.600,00	1,76
Norte	Av. Marguerita	4D	4,00	4.980,00	19.920,00	1,99
Norte	Av. 7 de maio	4E	3,00	4.241,90	12.725,70	1,27
Norte	Av. Curaçao	4F	2,00	3.723,00	7.446,00	0,74
Oeste	Av. do Turismo	5A	4,00	1.300,00	5.200,00	0,52
Oeste	Av. Sao Jorge	5B	2,00	2.780,00	5.560,00	0,56
Oeste	Estrada do Cetur	5C	2,00	3.900,00	7.800,00	0,78
Sul	Av. Boulevard Álvaro Maia	6A	6,00	2.500,00	15.000,00	1,50
Sul	Av. Humberto Calderaro	6B	4,00	3.350,00	13.400,00	1,34
Sul	Av. Getulio Vargas	6C	4,00	1.240,00	4.960,00	0,50
Sul	Rua Lauro Cavalcante	6D	1,50	294,16	441,24	0,04
Sul	Av. Huascar de Figueiredo	6E	2,00	320,00	640,00	0,06
Sul	Av. Joaquim Nabuco	6F	2,00	1.560,00	3.120,00	0,31
Sul	Rua 10 de julho	6G	2,00	810,00	1.620,00	0,16
Sul	Rua Monsenhor Coutinho	6H	2,00	945,58	1.891,16	0,19
Sul	Rua Ramos Ferreira	6I	2,00	2.667,66	5.335,32	0,53
Sul	Av. Leonardo Malcher	6J	2,00	2.594,64	5.189,28	0,52
Sul	Rua Lobo D'Almada	6L	2,00	528,90	1.057,80	0,11
Sul	Av. Ferreira Pena	6M	2,00	1.508,72	3.017,44	0,30
Sul	Av. Joaquim Sarmento	6N	2,00	429,32	858,64	0,09
Sul	Rua 24 de maio	6O	2,00	822,86	1.645,72	0,16

PARCELAS	LOGRADOURO	SUBPARCELA	Larg. Canteiro Central /Calçada (m)	Comp. Ruas e Avenidas (m)	Área Amostral m <sup>2</sup>	Área Amostral hectares
Sul	Av. Epaminondas	6P	2,00	961,17	1.922,34	0,19
Sul	Rua Simao Bolivar	6Q	2,00	443,42	886,84	0,09
Sul	Rua Saldanha Marinho	6R	2,00	599,56	1.199,12	0,12
Sul	Rua Candido Mariano	6S	2,00	261,19	522,38	0,05
Sul	Av. Luiz Antony	6T	2,00	1.260,00	2.520,00	0,25
Sul	Av. Sete de Setembro	6U	2,00	1.399,00	2.798,00	0,28
Sul	Rua 15 de novembro	6V	2,00	270,00	540,00	0,05
Sul	Rua Governador Vitório	6X	2,00	240,00	480,00	0,05
Sul	Rua Barão de São Domingos	6Z	2,00	380,00	760,00	0,08
Sul	Av. Floriano Peixoto	6W	2,00	940,00	1.880,00	0,19
Sul	Travessa Marcal Ferreira	6Y	1,00	173,00	173,00	0,02
Sul	Rua Barroso	6K	4,00	432,00	1.728,00	0,17
Sul	Rua Jose Paranagua	6ZA	2,00	495,00	990,00	0,10
Sul	Rua Leovegilo Coelho	6ZB	2,00	759,00	1.518,00	0,15
Sul	Rua dos Andradas	6ZC	2,00	670,00	1.340,00	0,13
Sul	Rua Coronel Sergio Pessoa	6ZD	2,00	245,00	490,00	0,05
Sul	Rua Manaus Moderna	6ZG	2,00	1.303,25	2.606,50	0,26
Sul	Rua Rocha dos Santos	6ZH	2,00	195,00	390,00	0,04
Sul	Rua Santa Izabel	6ZI	2,00	400,00	800,00	0,08
Sul	Rua Lima Bacury	6ZJ	2,00	570,00	1.140,00	0,11
Sul	Rua Marçílio Dias	6ZL	2,00	375,00	750,00	0,08
Sul	Rua Doutor Alminio	6ZM	2,00	340,00	680,00	0,07
Sul	Rua Jose Clemente	6ZN	4,00	90,00	360,00	0,04
Sul	Rua Coronel Salgado	6ZO	2,00	190,00	380,00	0,04
Sul	Rua Ajuricaba	6ZP	2,00	345,00	690,00	0,07
Sul	Rua Tapajos	6ZQ	2,00	890,00	1.780,00	0,18
Sul	Rua Duque de Caxias	6ZR	4,00	2.250,00	9.000,00	0,90
Sul	Rua Visconde de Porto Alegre	6ZS	4,00	2.120,00	8.480,00	0,85
Sul	Praça da Saudade	P6ZT			13.559,77	1,36
Sul	Praça do Congresso	P6ZU			6.637,87	0,66
Sul	Praça dos Remédios	P6ZV			2.512,58	0,25
Sul	Praça Heliódório Balbi (Polícia)	P6ZX			15.892,71	1,59
Sul	Praça São Sebastião	P6ZW			5.263,16	0,53
Sul	Praça Tenreiro Aranha	P6ZY			3.825,35	0,38
<b>U = Área Amostrada m<sup>2</sup></b>					<b>336.547,92</b>	<b>33,65</b>

#### 4.2.2 Inventário Florístico

Uma parte dos dados analisados foi coletado pelos técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) no ano de 2015, disponível no Banco de Dados da Instituição. A outra parte foi realizada a partir de um inventário de campo, coletados em setembro de 2017, realizado nas principais avenidas da cidade, nas quais não havia informações no Banco de Dados (Figura 6).



Figura 6. Inventário de campo, coleta na Avenida Curaçao.

Os principais descritores analisados no inventário florístico foram o diâmetro a altura do peito (DAP), altura, nome comum, nome científico, família e origem da espécie (nativa da Amazônia ou exótica), além de:

- Endereço;
- Coordenadas geográficas;
- Estado fitossanitário
- Potencial de interferências com o calçamento;
- Benfeitorias públicas e privadas de seu entorno;
- Presença de Rede Aérea;

- Distanciamento linear do poste, recuo, passeio e esquina.

Todas as plantas situadas na amostra foram contabilizadas e quando possível identificadas em nome vulgar, científico e família botânica; no entanto para análise dos descritores só foram considerados os indivíduos com DAP  $\geq 10,0$  e altura  $\geq 2$  m.

### 4.2.3 Criação de Banco de Dados não Espacial e Geográfico

Para a criação de um banco de dados foi criado uma planilha com extensão (.xls) contendo as informações arbóreas do inventário qualitativo e quantitativo das árvores e palmeiras arbóreas plantadas em Manaus, dados da SEMMAS e do inventário florístico de campo realizado, contendo todas as variáveis (atributos), inclusive com as coordenadas geográficas (Figura 7).

Num	Lat	Log	PARCELAS	LOGRADOURO	SUBPARCELA	NOME VULGAR	Hábito	Tipo de Uso no Paisagismo	NOME CIENTIFICO	FAMILIA	GENERO	ORIGEM	Altura Total	Classe de Altura
1	-3,0728	-60,0617	Centro oeste	João Machao	1B	Jambeiro	Árvore	Abrigo e Alimento para Pássaro	Syzygium malaccense	Myrtaceae	Syzygium	Exótica	15	14,1 - 15,0 m
2	-3,0728	-60,0618	Centro oeste	João Machao	1B	Jambeiro	Árvore	Abrigo e Alimento para Pássaro	Syzygium malaccense	Myrtaceae	Syzygium	Exótica	15	14,1 - 15,0 m
3	-3,0714	-60,0605	Centro oeste	João Machao	1B	Castanholeira	Árvore	Sombreamento	Terminalia catapa	Combretaceae	Terminalia	Exótica	12	11,1 - 12,0 m
4	-3,0713	-60,0604	Centro oeste	João Machao	1B	Castanholeira	Árvore	Sombreamento	Terminalia catapa	Combretaceae	Terminalia	Exótica	12	11,1 - 12,0 m
5	-3,0708	-60,0601	Centro oeste	João Machao	1B	Oiti	Árvore	Sombreamento	Licania tomentosa	Crisobalanaceae	Licania	Exótica	12	11,1 - 12,0 m
6	-3,0708	-60,0601	Centro oeste	João Machao	1B	Oiti	Árvore	Sombreamento	Licania tomentosa	Crisobalanaceae	Licania	Exótica	12	11,1 - 12,0 m
7	-3,0708	-60,0601	Centro oeste	João Machao	1B	Oiti	Árvore	Sombreamento	Licania tomentosa	Crisobalanaceae	Licania	Exótica	12	11,1 - 12,0 m
8	-3,0708	-60,0600	Centro oeste	João Machao	1B	Oiti	Árvore	Sombreamento	Licania tomentosa	Crisobalanaceae	Licania	Exótica	12	11,1 - 12,0 m
9	-3,0708	-60,0600	Centro oeste	João Machao	1B	Oiti	Árvore	Sombreamento	Licania tomentosa	Crisobalanaceae	Licania	Exótica	12	11,1 - 12,0 m
10	-3,0707	-60,0600	Centro oeste	João Machao	1B	Oiti	Árvore	Sombreamento	Licania tomentosa	Crisobalanaceae	Licania	Exótica	12	11,1 - 12,0 m
11	-3,0705	-60,0596	Centro oeste	João Machao	1B	Ficus	Árvore	Sombreamento	Ficus benjamina	Moraceae	Ficus	Exótica	12	11,1 - 12,0 m
12	-3,0700	-60,0590	Centro oeste	João Machao	1B	almeira Imperit	Palmeira	Ornamentação em Formas e Co	Roystonia oleracea	Arecaceae	Roystonia	Exótica	12	11,1 - 12,0 m
13	-3,0688	-60,0577	Centro oeste	João Machao	1B	Jutairana	Árvore	Sombreamento	Cynometra bauhinifoli	Fabaceae	Cynometra	Nativa	25	25,1 - 26,0 m
14	-3,0687	-60,0579	Centro oeste	João Machao	1B	Palheteira	Árvore	Sombreamento	Clitoria racemosa	Fabaceae	Clitoria	Exótica	25	25,1 - 26,0 m
15	-3,0694	-60,0566	Centro oeste	João Machao	1B	Jutairana	Árvore	Sombreamento	Cynometra bauhinifoli	Fabaceae	Cynometra	Nativa	11	10,1 - 11,0 m
16	-3,0695	-60,0566	Centro oeste	João Machao	1B	Jutairana	Árvore	Sombreamento	Cynometra bauhinifoli	Fabaceae	Cynometra	Nativa	11	10,1 - 11,0 m
17	-3,0981	-59,9844	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	Azeitoneira	Árvore	Abrigo e Alimento para Pássaro	Syzygium jambolanum	Myrtaceae	Syzygium	Exótica	14	13,1 - 14,0 m
18	-3,0984	-59,9843	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	16	15,1 - 16,0 m
19	-3,0993	-59,9839	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	12	11,1 - 12,0 m
20	-3,1008	-59,9832	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	12	11,1 - 12,0 m
21	-3,1011	-59,9830	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	14	13,1 - 14,0 m
22	-3,1015	-59,9828	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	14	13,1 - 14,0 m
23	-3,1016	-59,9828	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	14	13,1 - 14,0 m
24	-3,1044	-59,9815	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	25	25,1 - 26,0 m
25	-3,1044	-59,9815	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	18	17,1 - 18,0 m
26	-3,1046	-59,9815	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	12	11,1 - 12,0 m
27	-3,1050	-59,9813	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	25	25,1 - 26,0 m
28	-3,1051	-59,9812	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	16	15,1 - 16,0 m
29	-3,1171	-59,9831	Centro sul	Rodrigo Otavio	2B	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	14	13,1 - 14,0 m
30	-3,0399	-59,9349	Leste	Av. Itauba	3C	Cróton	Herbácea	Ornamentação em Formas e Co	Codiaeum Variegatum	Euphorbiaceae	Codiaeum	Exótica	12	11,1 - 12,0 m
31	-3,0414	-59,9320	Leste	Av. Itauba	3C	Mangueira	Árvore	Abrigo e Alimento para Pássaro	Mangifera Indica	Anacardiaceae	Mangifera	Exótica	12	11,1 - 12,0 m

Figura 7. Planilha em Excel (.xls) para organização dos dados do Banco de Dados.

### 4.2.4 Processamento e Análise de Dados

Os dados foram analisados em planilhas eletrônicas com subsídio de tabelas dinâmicas, softwares livres de geoprocessamento (QGIS, Google EARTH Pro, Google Maps), aplicando uma abordagem da estatística descritiva, análise dos descritores do

inventário florístico e análise de conteúdo das entrevistas para elaboração das diretrizes.

Para a criação de Banco de Dados Geográfico (BDG), todas as feições atribuídas a um par de coordenadas geográficas, ou seja, a localização das árvores foi transformada em arquivo no formato *shapefile* (.shp) para operar em um ambiente SIG. O arquivo *shapefile* (extensão shp) tem um formato que propicia a representação de qualquer objeto (ponto, linha e polígono) em um ambiente SIG (Figura 8) e seus atributos em arquivos complementares em uma extensão (dbf). Após a coleta dos dados e a criação do BDG foram realizadas algumas análises espaciais, como o mapeamento das áreas urbanas da cidade de Manaus.

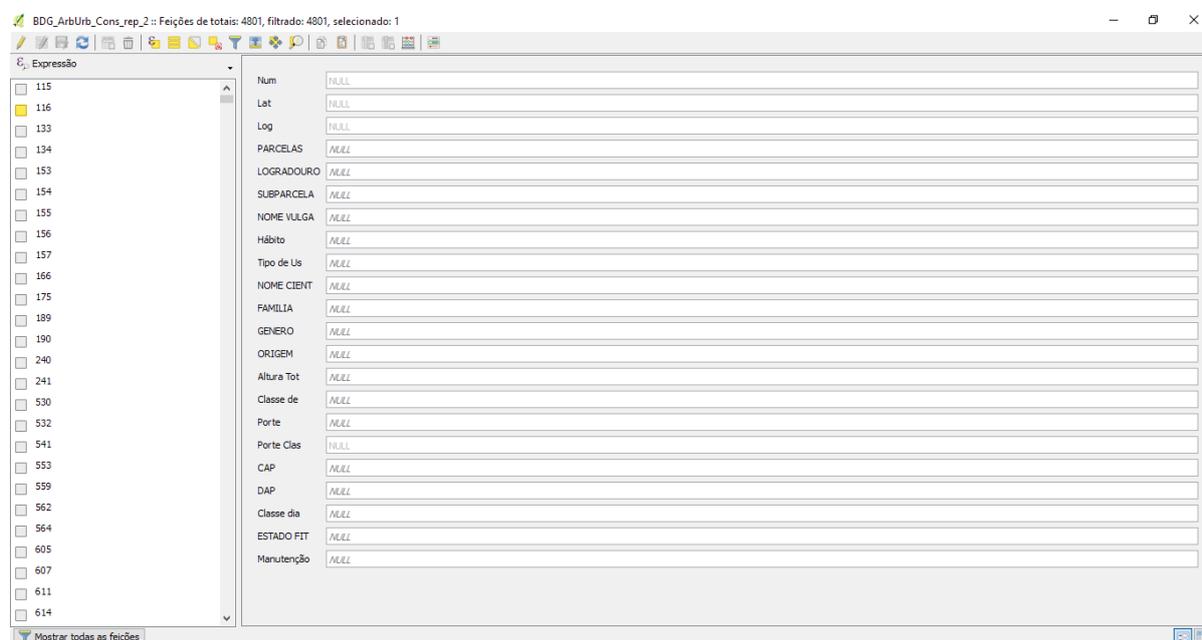


Figura 8. Banco de Dados em (.dbf) do software QGIS 2.18 para consulta de dados.

#### 4.2.5 Propostas de Diretrizes de Monitoramento

As propostas para as Diretrizes de Monitoramento da Arborização Urbana de Manaus foram advindas de entrevistas e reuniões com a administração da SEMMAS, responsáveis pelo setor de arborização. Foram entrevistadas pessoas chaves da administração e realizadas reuniões de discussão dessas propostas (Figura 9).



**Figura 9. Reunião de discussão de propostas para as Diretrizes de Monitoramento da Arborização Urbana de Manaus.**

O objetivo dessas reuniões foi trazer para discussão problemas corriqueiros que surgem com relação ao manejo adequado das árvores, podas, maus tratos, averiguação de denúncias, controle de espécies invasoras, implementação de programas educativos e elaborar um cronograma de monitoramento e um protocolo de fiscalização.

#### **4.2.6 Processamento e Análise dos Dados**

Os dados foram processados no Software Excell 2013 e Quantum Gis (QGIS 2.18) com auxílio de Google Earth e Google Maps.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Diagnóstico e Avaliação da Arborização Urbana de Manaus

#### 5.1.1 Levantamento Florístico

No total foram levantados 2584 indivíduos distribuídos em 14 famílias, 31 gêneros e 36 espécies. As 14 famílias botânica, identificadas no estudo, apresentaram cada uma os seguintes números de indivíduos: *Chrisobalanaceae* (1047), *Fabaceae* (561), *Anacardiaceae* (292), *Myrtaceae* (251), *Moraceae* (205), *Bignoniaceae* (52), *Combretaceae* (52), *Euphorbiaceae* (36), *Meliaceae* (10), *Malvaceae* (8), *Arecaceae* (2), *Apocinaceae* (1), *Rutaceae* (1) e *Sapindaceae* (1), além de 65 espécies que não foram identificadas no momento da coleta; no entanto a proposta é que esse estudo seja contínuo dentro da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMMAS, e em outro momento essas espécies sejam identificadas.

Quanto ao número de espécies, as famílias botânicas mais significativas foram a *Crisobalanaceae*, *Fabaceae*, *Anacardiaceae* e *Moraceae* que contribuíram com 81,46% do levantamento botânico da arborização urbana da cidade de Manaus.

As espécies vegetais mais frequentes na arborização urbana de Manaus, foram: *Licania tomentosa* (oiti), *Ficus bejamina* (Ficus), *Cenostigma tocantinum* (Pau pretinho), *Mangifera indica* (Mangueira), *Terminalia catappa* (Castanholeira), *Tapebuaia sp.* (Ipê), *Cynometra bauhinifolia* (Jutairana), *Clitoria racemosa* (Palheteira), *Syzygium jambolanum* (Azeitoneira) *Delonix regia* (Flamboyant), *Leucaena leucocephala* (Leucena) totalizando 71.9 % da amostra, 4.1 % foi de espécies não identificadas no momento da coleta, totalizando 76,00% da amostragem (Figura 10). O restante das espécies somou 24,00% do total da amostra.

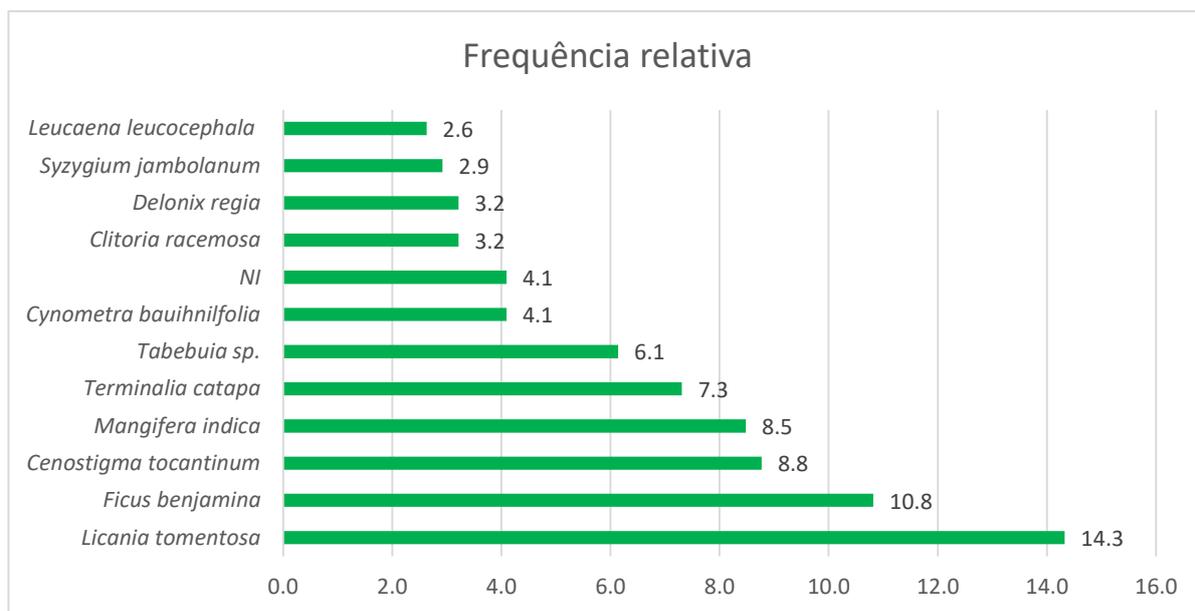


Figura 10. Frequência relativa das espécies vegetais do inventário florístico da arborização urbana de Manaus.

Em outros estudos de inventários florísticos realizados em áreas urbanas, foram encontrados os seguintes resultados:

No trabalho de Santos *et al.* (2016) que inventariou a arborização de um trecho da região central da Avenida Juscelino Kubitschek em Foz do Iguaçu no Paraná, Sul do Brasil, encontrou 114 indivíduos arbóreos distribuídos em cinco espécies pertencentes a quatro famílias de maior ocorrência que foram a Fabaceae, Bignoniaceae, Oleaceae e Chrysobalanaceae. Dentre as quatro espécies constatadas, a *Tipuana tipu* foi a que apresentou maior ocorrência de indivíduos (92) e frequência relativa de 80,70%.

O estudo de Nunes *et al.* (2013), onde foi realizado o levantamento qualitativo do bairro Ferrarópolis, município de Garça, em São Paulo, usando o método do censo (inventário total). Registrou 1.516 indivíduos, pertencentes a 55 espécies, 49 gêneros e 25 famílias, das quais a família Fabaceae foi a que apresentou maior riqueza, com 20 espécies representadas.

Santos *et al.* (2011) realizaram um estudo em Aracaju no Estado de Sergipe, no qual identificou 66 espécies onde 10 espécies foram responsáveis por 86% do total de indivíduos avaliados, distribuídos entre as espécies *Pithecellobium dulce* (mata-fome) com 22,61%; *Ficus benjamina* (ficus) com 18,69%; *Cocus nucifera* (coqueiro) com 9,68%; *Licania tomentosa* (oiti) com 8,12%; *Terminalia catappa*

(amendoeira/castanholeira) com 7,15%; *Anacardium occidentale* (cajueiro) com 5,67%; *Roystonea regia* (palmeira imperial) com 4,56%.

Almeida (2009), em estudo realizado em cinco cidades do Mato Grosso constatou que as famílias mais representadas naqueles locais foram a Fabaceae, Anacardiaceae e Myrtaceae contribuindo com 3,6%, 3,1% e 2,1% respectivamente do total de indivíduos.

Melo *et al.* (2007) realizaram estudo quali-quantitativo em um bairro da cidade de Patos na Paraíba. Nas seis ruas inventariadas foram encontradas 164 plantas arbóreas, pertencentes a 12 espécies, sendo uma delas (*Ficus benjamina*) responsável por quase 70% dos indivíduos levantados

Souza (1997), explica que a uniformidade quanto ao emprego das espécies é consequência generalizada da arborização urbana de cidades brasileiras, que se deve, a uma cidade procurar imitar a arborização da outra. Daí a pouca diversidade, obtendo um número reduzido de espécies e causando os mesmos problemas.

Quanto a densidade relativa na arborização urbana de Manaus, as espécies que apresentaram maior densidade relativa foram apenas seis, totalizando 73,8% (Figura 11), representados pelas espécies *Licania tomentosa*, *Cenostigma tocanthinum*, *Mangifera indica*, *Ficus benjamina* e *Syzygium jambolanum*.

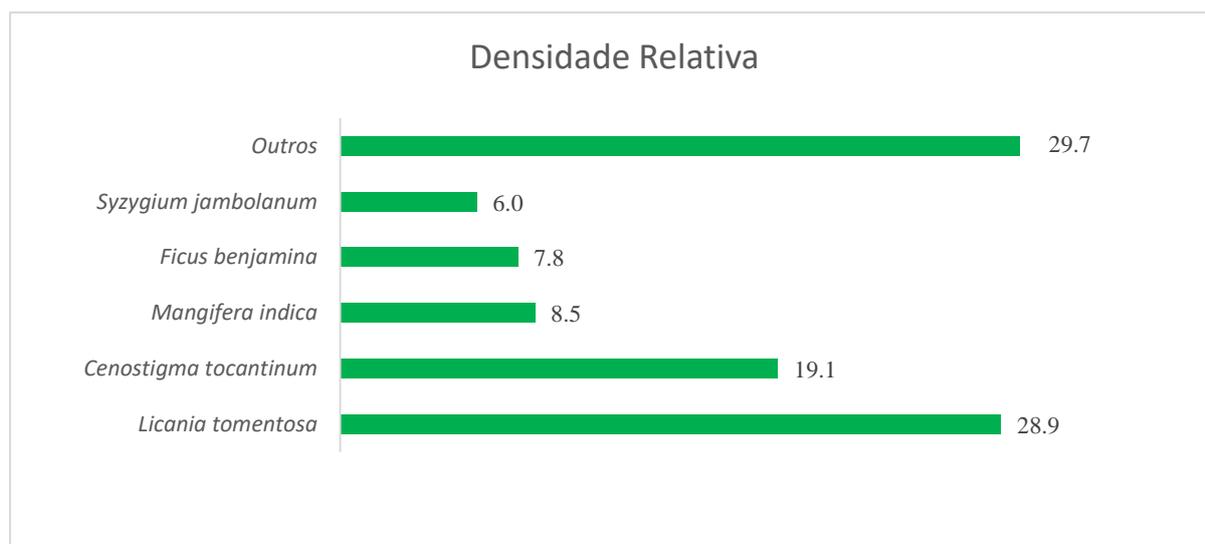
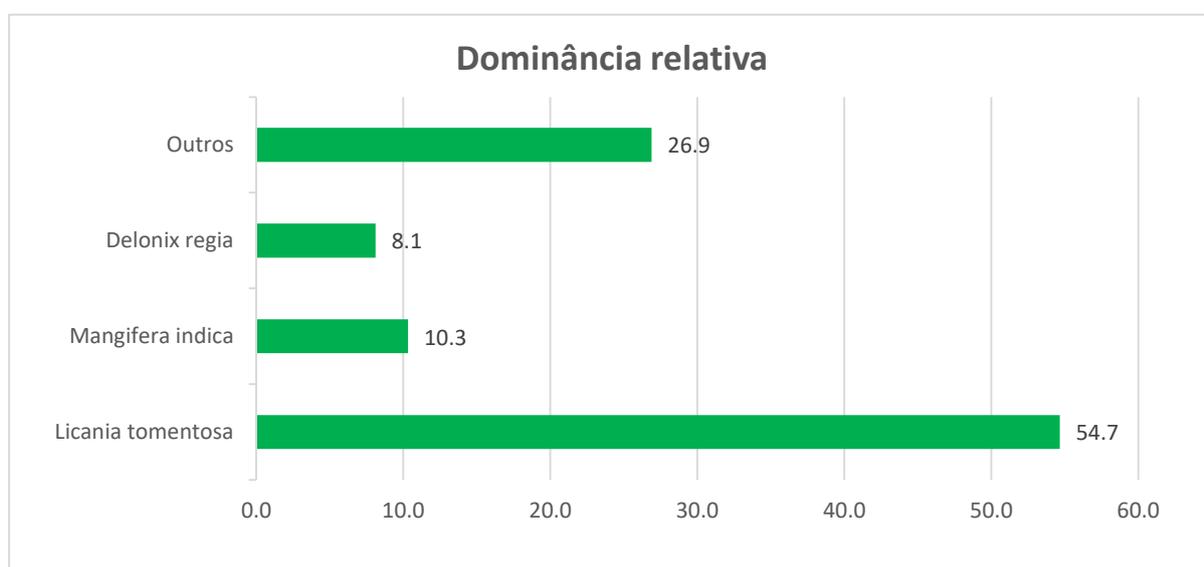


Figura 11. Densidade relativa das espécies arbóreas do inventário florístico da arborização urbana de Manaus.

Júnior e Costa (2014) em estudo de densidade de espécies, realizado em um bairro de Ji-Paraná em Rondônia, uma cidade que também faz parte do Bioma Amazônico brasileiro, concluíram que a vegetação do Bairro é composta predominantemente por quatro espécies *Ficus benjamina*, *Caesalpinia peltophoroides*, *Syzygium malaccense* e *Licania tomentosa*, um cenário semelhante a arborização das ruas de Manaus.

As espécies mais dominantes na arborização urbana de Manaus foram a *Licania tomentosa*, *Mangifera indica* e *Delonix regia* representando 73,1% do total do inventário realizado (Figura 12).



**Figura 12. Dominância relativa das espécies vegetais do inventário florístico da arborização urbana de Manaus.**

Sete espécies se destacaram com maior Índice de valor de importância sendo elas: *Licania tomentosa*, *Cenostigma tocantinum*, *Mangifera indica*, *Ficus bejamina*, *Delonix regia*, *Syzygium jambolanum*, *Tabebuia sp.* As sete espécies mais importantes corresponderam a 72,2 % do total da amostra (Figura 13).



Figura 13. Espécies com maior valor de importância das espécies vegetais do inventário florístico da arborização urbana de Manaus.

Cinco espécies apresentaram maior Índice de valor de cobertura, sendo elas: *Licania tomentosa*, *Cenostigma tocantinum*, *Mangifera indica*, *Ficus bejamina*, *Delonix regia*, correspondendo a 73.2 % do total da amostra (Figura 14).

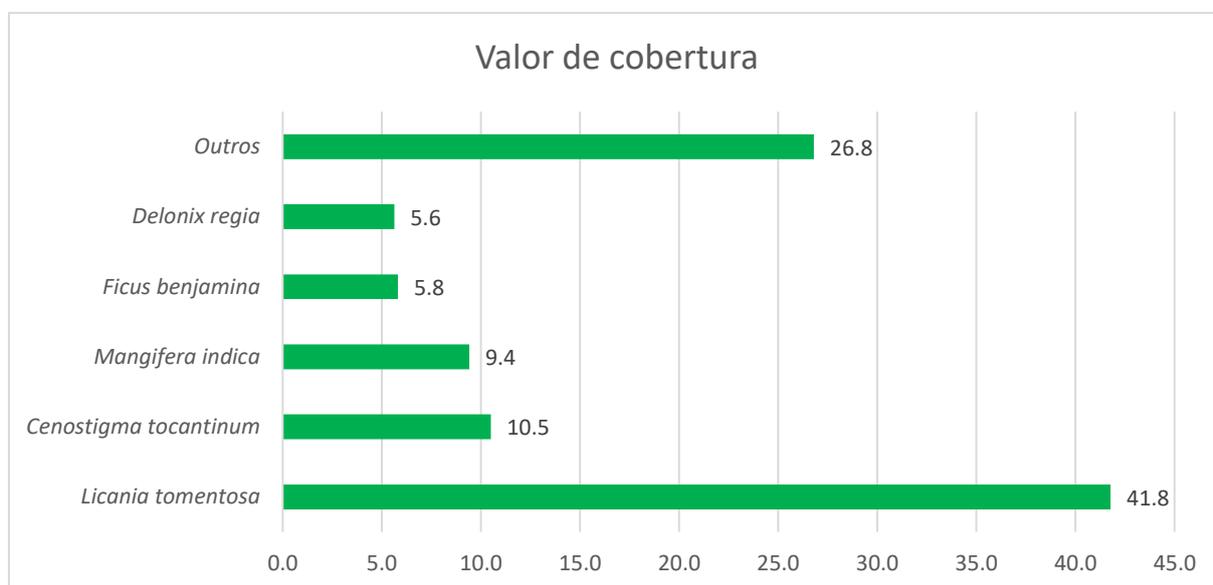


Figura 14. Espécies com maior valor de cobertura das espécies vegetais do inventário florístico da arborização urbana de Manaus.

## Origem das Espécies

Quanto à origem das espécies vegetais (exóticas da região norte e/ou nativas) verificou-se na Tabela 3, que das 11 espécies mais frequentes, 9 são exóticas da região e representam 68,5% enquanto que as nativas são somente 2 e representam 11,74%. Desta forma constatando que a arborização urbana de Manaus ainda não está em conformidade com o PDAU (2016), que prevê uma porcentagem de 70% de espécies nativas e 30% de espécies exóticas.

**Tabela 3. Origem das espécies vegetais (exóticas e/ou nativas) na arborização urbana de Manaus.**

Família	Nome Científico	Nome Comum	Origem
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	Cajueiro	Exótica
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mangueira	Exótica
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Taperebá	Nativa
Annonaceae	<i>Rollinia mucosa</i>	Biriba	Nativa
Apocynaceae	<i>Plumeria pudica</i>	Jasmim de leite	Exótica
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i>	Alamanda	Exótica
Arecaceae	<i>Caryota urens</i>	Palmeira rabo de peixe	Exótica
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coqueiro	Exótica
Arecaceae	<i>Dyopsis lutescens</i>	Palmeira areca	Exótica
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Açaí	Nativa
Arecaceae	<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	Exótica
Arecaceae	<i>Veitchia merrillii</i>	Palmeira Merrile	Exótica
Bignoniaceae	<i>Tabebuia sp.</i>	Ipê	Exótica
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá mimoso	Exótica
Bignoniaceae	<i>Tabebuia alba</i>	Ipê amarelo cascudo	Exótica
Bignoniaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Ipê amarelo	Nativa
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	Urucum	Nativa
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Palma grande	Exótica
Combretaceae	<i>Terminalia catapa</i>	Castanholeira	Exótica
Crisobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	Exótica
Cycanaceae	<i>Cycas revoluta</i>	Palmeira cica	Exótica
Euphorbiaceae	<i>Codiaeum Variegatum</i>	Cróton	Exótica
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i>	Seringueira	Nativa
Fabaceae	<i>Acassia mangium</i>	Acássia	Exótica
Fabaceae	<i>Acassia sp.</i>	Acássia	Exótica
Fabaceae	<i>Adenantha pavonina</i>	Tento	Exótica
Fabaceae	<i>Bauhinia sp.</i>	Pata de vaca	Exótica
Fabaceae	<i>Caesalpinia echinata</i>	Pau-Brasil	Exótica
Fabaceae	<i>Caesalpinia leiostachya</i>	Pau-ferro	Nativa
Fabaceae	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Sibipiruna	Exótica
Fabaceae	<i>Cenostigma tocaninum</i>	Pau pretinho	Nativa

Família	Nome Científico	Nome Comum	Origem
Fabaceae	<i>Clitoria racemosa</i>	Palheteira	Exótica
Fabaceae	<i>Copaifera multijuga</i>	Copaíba	Nativa
Fabaceae	<i>Cynometra bauhinifolia</i>	Jutairana	Nativa
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Flamboyant	Exótica
Fabaceae	<i>Hyminea courbaril</i>	Jatobá	Nativa
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Ingazeiro	Nativa
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	Exótica
Fabaceae	<i>Parkia pendula</i>	Visgueiro	Nativa
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	Exótica
Lamiaceae	<i>Tectonas grandis</i>	Teca	Exótica
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Murici	Nativa
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	Exótica
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Samauma	Nativa
Malvaceae	<i>Hibiscus Sp.</i>	Hibiscus (papoula)	Exótica
Malvaceae	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Algodão da Praia	Exótica
Malvaceae	<i>Paquira aquática</i>	Mungubarana	Nativa
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacaueiro	Nativa
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Neem	Exótica
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	Andiroba	Nativa
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Nativa
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Mogno	Nativa
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Jaqueira	Exótica
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	Exótica
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Apuizeiro	Nativa
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	Amora	Exótica
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	Nativa
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiabeira	Nativa
Myrtaceae	<i>Syzygium jambolanum</i>	Azeitoneira	Exótica
Myrtaceae	<i>Syzygium malaccense</i>	Jambeiro	Exótica
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	Exótica
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Jenipapo	Nativa
Rubiaceae	<i>Yxora macrothyrsa</i>	Yxora Rei	Exótica
Rutaceae	<i>Citrus Sp.</i>	Laranjeira	Exótica
Rutaceae	<i>Citrus Sp.</i>	Limoeiro	Exótica
Rutaceae	<i>Citrus Sp.</i>	Tanjerineira	Exótica
Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i>	Murta	Exótica
Sapindaceae	<i>Talisia esculenta</i>	Pitomba	Nativa

No estudo de Santos (2013) na cidade de Aracaju em Sergipe, as espécies com maior número de indivíduos são exóticas à região (*Caesalpinia peltophoroides* e *Licania tomentosa*), e a dominância de poucas espécies contribuiu para redução dos índices de diversidade nas praças estudadas. O autor recomenda que o uso de maior

número de espécies, de preferência nativas da região em substituição às espécies exóticas seja uma alternativa para o aumento dos índices de diversidade, que é baixo.

Santos *et al.* (2016) observou que 60% das espécies encontradas são nativas e 40% são exóticas, constatando mais uma vez a diversidade de espécies vegetais na arborização urbana é baixa em todo o Brasil; uma vez que as mesmas espécies utilizadas no norte do país também são usadas no Sul. Enquanto que no estudo de Nunes (2013) a espécie com maior frequência foi a *Lagerstroemia indica*, com 268 indivíduos.

A Prefeitura Municipal de Natal, Rio Grande do Norte, em 2015 realizou um inventário onde catalogaram 37 espécies exóticas e 27 nativas. O número de indivíduos catalogados foi 1729. A espécie mais frequente nos logradouros foi o oitizeiro (*Licania tomentosa* (Benth). Fritsch), uma espécie nativa daquela região. Contudo, esta espécie tem causado transtornos, pois em algumas ruas ela possui frequência significativa, ou seja, mais de 15% de representação, o que está resultando em disseminação de pragas e doenças. Outro fator observado foi o grande porte da espécie. Muitos indivíduos adultos não têm espaço suficiente para seu desenvolvimento, o que provoca conflitos entre imóveis, fiação e com o trânsito de pedestres e veículos. Assim como outras espécies de grande porte que foram plantadas de forma indevida, como por exemplo, a *Ficus benjamina* L.

Na arborização urbana de Manaus, corroborando com as recomendações de Milano (1984) que recomendou que cada espécie não deve ultrapassar 15% do total de indivíduos da população arbórea, com o intuito de minimizar riscos de pragas e doenças, além de intempéries às quais as espécies possam ser submetidas. A espécie vegetal com maior frequência relativa em Manaus, corresponde a 14,3% do total de indivíduos o que chega a ser um risco.

### **Aspectos de Fitossanidade**

Quanto a fitossanidade, as árvores observadas em Manaus (Quadro) estavam em sua maioria em bom estado fitossanitário, 2543 (99%) não apresentaram nenhum tipo de anomalia, 32 estavam atacadas por algum tipo de praga (cupim, ervas de passarinho, fungo), 5 estava faltando podar, 2 estavam ocadas e 2 estavam

lesionadas (vandalismo, retirada de casca provavelmente para fins medicinais, galho quebrado por acidente com veículos), conforme consta no quadro.

Quadro 3: Estado fitossanitário das árvores amostradas

Estado Fitossanitário	N. Ind	%
Bom	2543	98%
Ataque de Pragas (cupim, erva de passarinho, fungos)	32	1%
Falta Poda	5	0%
Ocada	2	0%
Lesionada	2	0%
	2584	100%

Macedo *et al.* (2012) realizou levantamento em uma área de 123 hectares do Campus Central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte para compor um plano de manejo, a área foi subdividida em 159 unidades amostrais tomadas aleatoriamente. Foram avaliados aspectos da fitossanidade e situação dos espécimes com DAP maior que 15 cm, sendo estes enquadrados num índice de aspecto geral. Foram analisadas 606 árvores de 45 espécies, das quais 40% são de origem nativa. Houve predominância de dez espécies, que perfazem 80% da população total, sendo *Cocos nucifera* a mais frequente. O índice médio foi de 4,49, indicando condições das árvores entre “boa” e “ótima”. Entretanto, 46,53% apresentaram problemas fitossanitários e 13,53% não estão em situação adequada. O Campus da UFRN é privilegiado na arborização em relação às áreas urbanas circunvizinhas, entretanto apresenta um déficit de cobertura arbórea, com relação de 0,16 árvores por habitante, formada predominantemente por espécies exóticas que devem ser substituídas gradativamente por nativas locais.

No estudo de Nunes (2013) das árvores catalogadas, 561 estavam com sua condição boa, 189 necessitavam de controle fitossanitário e 766 necessitavam de podas leves ou de limpeza e a interferência na fiação e calçadas foi baixa devido as constantes podas. Naquela área de estudo as espécies ocorreram em uma distribuição heterogênea dos indivíduos, ocorrendo devido ao plantio aleatório feito pelos órgãos municipais ou até mesmo pela população, além do plantio de espécies exóticas por ser atrativa em sua estética, ao invés de inserir espécies nativas da região.

Para Melo et al (2007) a arborização do bairro, onde foi realizada a pesquisa foi considerada de forma geral como sadia, pois 88,47% das árvores apresentavam

boas condições fitossanitárias. Mais de 90% dos indivíduos obtiveram valores inferiores a cinco metros de altura e mais de 60% inferiores a dez centímetros de diâmetro, o que caracteriza uma arborização relativamente jovem. Outras análises demonstraram ainda que a situação das fiações preocupante, quase 70% dos indivíduos as apresentava acima das copas.

Brianezi *et al.* (2013) avaliaram a arborização do campus-sede da UFV durante o período de dezembro de 2010 a fevereiro de 2011, observaram as condições fitossanitárias de cada indivíduo e classificaram em: bons, regulares ou ruins. Foram levantados 2.893 indivíduos, distribuídos em 114 espécies e 34 famílias botânicas, sendo duas espécies pertencentes ao grupo das gimnospermas. A família Fabaceae apresentou o maior número de espécies (31). *Licania tomentosa* (oiti) é a espécie mais plantada, totalizando 448 indivíduos, seguida de *Michelia champaca* (magnólia) com 304 árvores. Cinquenta e sete por cento das árvores se encontram saudáveis e em bom estado fitossanitário. Quanto à origem, prevalecem as espécies nativas (58,26%) em relação às espécies exóticas. A maior parte das árvores encontra-se plantada na principal avenida da UFV, entretanto, o arboreto da reitoria é o local com maior concentração de espécies arbóreas. Conclui-se que a arborização do campus se caracteriza por apresentar grande riqueza de espécies, mas pouca heterogeneidade, pois a maior parte dos indivíduos concentra-se em poucas espécies.

Árvores nas Avenidas Sete de Maio, Bairro Santa Etelvina e Avenida Curaçao, Conjunto Nova Cidade, é evidente a falta de manutenção principalmente em estágio inicial quando a competição é maior (Figura 15).



**Figura 15. Falta de manutenção em árvores nas avenidas Sete de Maio e Curaçao.**

## Hábito das Plantas

Quanto ao hábito as plantas observadas foram identificadas como arbóreas (2577), Arbustivas (4), palmeiras arbóreas (3) e as herbáceas não foram contabilizadas.

## Conflitos de equipamentos urbanos e arborização

Nesse estudo o conflito não foi analisado individualmente para cada espécime; mas no geral, um grande dano observado foi a competição de espaço da árvore com bancas e barracas de vendedores ambulantes que ocupam os espaços públicos, danificam as árvores, afixando cartazes, placas publicitárias, barracas, fiação elétrica (furtam energia), além de obstruírem o passeio público, ainda danificam a arborização urbana. Há também falta de roçagem, há muitas plantas ruderais competindo com as árvores, que em alguns casos ainda estão em crescimento (Figura 16).



Figura 16. Conflitos de equipamentos urbanos e arborização de Manaus.

Pinto e Correa (2010) realizaram estudo em uma área equivalente a 70% da área total da cidade de Inconfidentes em Minas Gerais, onde se constatou a presença

de 408 indivíduos arbóreos divididos em 40 espécies e 21 famílias. Foi verificado que 226 indivíduos (55,39%) geram algum tipo de conflito, sendo os maiores conflitos com fios, calçadas e pedestres. Com relação a fios, 103 indivíduos (25,24%) estavam conflitando com fios da rede elétrica e telefônica. As espécies de maior frequência foram a *Caesalpinia peltophoroides* (sibipiruna), totalizando 27% do total inventariado, *Ficus benjamina* (ficus) com 11%, *Delonix regia* (flamboyant) com 8% e *Murraya paniculata* (murta) com 7,5%. Constatou-se que dos 106 indivíduos da espécie sibipiruna inventariados, 41 (38,68%) estão em conflito com fios e que 49 (46,23%) estão em conflito com calçadas. Outra espécie de grande preocupação é o espécime conhecido como ficus, por todos os problemas que esta espécie gera no local que é plantada. Dentre os conflitos constatados, conclui-se que as características físicas, largura das ruas e calçadas, não limita o plantio de espécies e portes diversificados e a presença de rede elétrica convencional limita o plantio de espécies de médio e grande porte. Para poder planejar um plantio com espécies ideais há necessidade da substituição da rede elétrica convencional.

Souza e Martins (2007) afirmam que para a harmonização dos serviços públicos de distribuição de energia e a arborização urbana em Manaus será necessário a promoção de melhorias no planejamento urbano, atentando para as técnicas adequadas de arborização, bem como da utilização de alternativas de engenharia já disponíveis no mercado. A qualificação de mão de obra também poderá representar aprimoramento dos serviços

Os padrões das redes elétricas também podem – e devem – mudar, embora por muito tempo os técnicos das companhias elétricas as tenham considerado não reformuláveis. Algum pioneirismo e boa vontade de algumas companhias estão levando esse mito ao fim, como pode se notar, por exemplo, no uso de redes compactas em Maringá, posteriormente em Curitiba e, atualmente, em vários outros lugares, as quais compatibilizam árvores e redes (MILANO e DALCIN, 2000).

Velasco (2003) avaliou a arborização viária versus o sistema de distribuição de energia elétrica quanto aos custos, estudos das podas e problemas fitotécnicos com o intuito de verificar as podas feitas em árvores urbanas e analisar novas técnicas possíveis de serem utilizadas para reduzir o número de podas, melhorar a convivência das espécies com a fiação elétrica, além de permitir que a árvore desempenha plenamente a sua função ecológica. No estudo buscou-se levantar dados referentes

aos três principais tipos de distribuição de energia elétrica (aérea convencional, aérea compacta e subterrânea). A autora concluiu em seu estudo que devido à satisfatória classificação quanto ao aspecto geral das árvores, razoável porcentagem de árvores sem presença de poda, a ausência de necessidade de podas drásticas, 1/3 de redução nos custos de manutenção e altíssima confiabilidade do sistema, pode-se afirmar que a rede subterrânea seja mais vantajosa em relação a rede convencional apesar do alto investimento inicial.

### Diversidade de espécies nas principais ruas e avenidas

Na arborização de Manaus, para um número de indivíduos de 2584 espécies, o índice de diversidade de Shannon - IDS ( $H'$ ) foi de 0,04, diversidade máxima ( $H_{max}$ ) foi de 3,58 e Equabilidade ( $J'$ ) foi de 0,01 (Tabela 6). Isto significa que a diversidade é menor que 3, indicando baixa diversidade de espécies.

É recomendável para garantir uma diversidade elevada e conseqüentemente uma sustentabilidade ecológica maior, que se trabalhe no planejamento da arborização urbana com no mínimo 10 espécies e de preferência nativas. Sendo assim, as frequências desejáveis deverão estar abaixo de 10%, ou seja, cada espécie com menos de 10 % do total de indivíduos (ELETROPAULO, 1995; BIONDI e ALTHAUS, 2005).

A Prefeitura Municipal de Natal, no tocante a diversidade arbórea, verificou que o índice de Shannon-Wiener variou entre logradouros de 0,59 a 3,09 com um total de 1729 indivíduos catalogados.

**Tabela 3. Índice de Diversidade da Arborização Urbana da Cidade de Manaus.**

Índices	Unidade	
Número de Indivíduos	N	2584
Número de Espécies	S	36
Índice de Diversidade de Shannon	$H'$	0,04
Diversidade Máxima ( $\ln S$ )	( $H_{max.}$ )	3,58
Equabilidade	$J'$	0,01

Monteiro *et al.* (2013) realizaram estudo em Farol do estado do Paraná, com 977 espécimes, distribuídos em 41 espécies e 21 famílias, entre as espécies

levantadas foram registrados os seguintes conflitos: seis são consideradas como exóticas invasoras *Leucaena leucocephala*, *Melia azedarach*, *Morus nigra*, *Psidium guajava*, *Ligustrum lucidum*, *Eriobotrya japonica*; três apresentaram danos severos ao calçamento *Ficus benjamina*, *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides*, *Delonix regia*; seis espécies apresentaram podas drásticas na maioria dos indivíduos amostrados: *Mangifera indica*, *Tibouchina granulosa*, *Libidibia ferrea* var. *leiostachya*, *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides*, *Ficus benjamina*, *Melia azedarach*. Com base no exposto verificou-se que mais de 70% da vegetação urbana de Farol/PR apresenta problemas.

### Classes de Altura

As alturas das árvores de Manaus foram divididas em classe de altura, onde a mais representada no estudo, foi a com alturas estimadas entre 10,0 a 14,9 m, com 924 indivíduos, seguida da classe de 5,0 a 9,9 m com 824 indivíduos e de 2 a 4,9 com 718 indivíduos e a classe com menor representação foi a 15 a 20 m com 21 indivíduos (Figura 17), já os indivíduos com altura superior a 20 não tiveram representatividade nesse estudo.

As espécies na classe de 2,0 a 4,9 m foram as seguintes: *Acassia mangium* (8), *Acássia* sp. (1), *Adenantha pavovina* (1), *Anacardium occidentale* (5), *Ceiba pentandra* (1), *Cenostigma tocantinum* (76), *Citrus* sp. (1), *Clitoria racemosa* (5), *Cynometra bauhinifolia* (34), *Delonix regia* (55), *Euterpe precatória* (1), *Ficus benjamina* (61), *Hevea brasiliensis* (1), *Hymenea coubaril* (1), *Tabebuia* sp. (29), *Leucaena leucocephala* (11), *Licania tomentosa* (165), *Mangifera indica* (95), *Psidium guajava* (1), *Swetinia Heterophylla* (1), *Syzygium jambolanum* (79), *Syzygium malaccense* (28), *Tamarindus indica* (50), *Terminalia catapa* (4) e 8 não foram identificadas.

As da na classe de 5,0 a 9,9 m foram as seguintes: *Acassia mangium* (10), *Acássia* sp. (21), *Anacardium occidentale* (5), *Arthocarpus Heterofillus* (2), *Caesalpinia pluviosa* (6), *Carapa guianensis* (2), *Ceiba pentandra* (1), *Cenostigma tocantinum* (75), *Clitoria racemosa* (26), *Cynometra bauhinifolia* (13), *Delonix regia* (56), *Ficus benjamina* (115), *Hibiscus tiliaceus* (1), *Leucaena leucocephala* (13), *Licania tomentosa* (241), *Mangifera indica* (112), *Psidium guajava* (2), *Swetinia Heterophylla*

(1), *Syzygium jambolanum* (94), *Syzygium malaccense* (28), *Tabebuia* sp. (15), *Talisia esculenta* (1), *Tamarindus indica* (8), *Terminalia catapa* (18).

As espécies na classe de 10,0 a 14,9 foram as seguintes: *Acassia mangium* (18), *Acássia* sp. (24), *Caesalpinia echidata* (1), *Caesalpinia leiostachya* (1), *Caesalpinia pluviosa* (2), *Cedrela odorata* (1), *Ceiba pentandra* (1), *Cenostigma tocanthinum* (12), *Clipitoria racemosa* (8), *Codiaeum Variegatum* (1), *Cocos nucifera* (1), *Cynometra bauhinifolia* (2), *Delonix regia* (10), *Ficus benjamina* (27), *Hevea brasiliensis* (30), *Hibiscus tiliaceus* (2), *Tabebuia* sp. (8), *Leocaena leococephala* (4), *Licania tomentosa* (620), *Mangifera indica* (75), *Plumeria pudica* (1), *Roystonea oleraceae* (1), *Swetinia Heterophylla* (1), *Syzygium jambolanum* (10), *Syzygium malaccense* (7), *Tabebuia* sp. (8), *Talisia esculenta* (1), *Tamarindus indica* (4), *Terminalia catapa* (29), e 23 espécies não foram identificadas.

As espécies na classe de 15,0 a 20,0 foram as seguintes: *Acassia mangium* (1), *Caesalpinia leiostachya* (1), *Caesalpinia pluviosa* (2), *Ceiba pentandra* (1), *Clipitoria racemosa* (1), *Hevea brasiliensis* (4), *Licania tomentosa* (21), *Mangifera indica* (5), *Swetinia macrophylla* (4), *Syzygium malaccense* (2), *Terminalia catapa* (1), e 4 não foram identificadas.

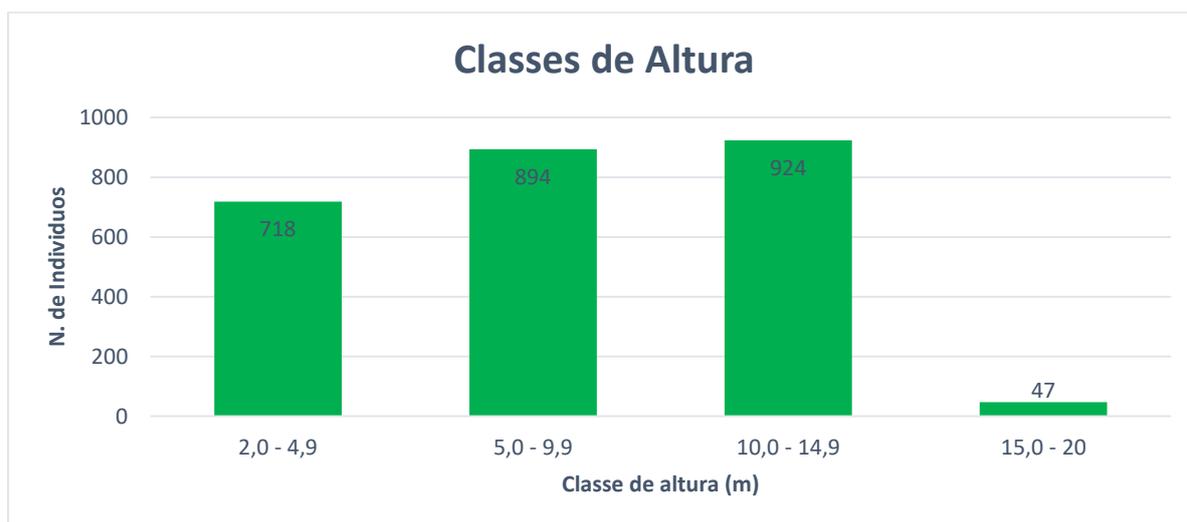


Figura 17. Classe de altura estimada na Arborização Urbana da Cidade Manaus.

### Classes de diâmetro

Quanto ao diâmetro as árvores foram divididas por classe de acordo com o diâmetro, no total foram oito classe, as classes foram distribuídas a partir do Diâmetro

a Altura do Peito – DAP iniciando no DAP igual a 10,0, na primeira classe, até árvores com DAP maiores que 80, na última classe, conforme (Figura 18).

Na primeira classe (10,0 – 19,9) foram constatados 811 indivíduos distribuídos nas seguintes espécies: *Acassia mangium* (3), *Acássia sp.* (7), *Anacardium occidentale* (1), *Caesalpinia echinata* (1), *Caesalpinia leiostachya* (1), *Caesalpinia pluviosa* (1), *Carapa guianensis* (1), *Cedrela odorata* (1), *Ceiba pentandra* (2), *Cenostigma tocantinum* (123), *Citrus sp. Clipitoria racemosa* (20), *Cynometra bauhinifolia* (43), *Delonix regia* (16), *Ficus benjamina* (116), *Hibiscus tiliacius* (1), *Hyminea courbaril* (1), *Leucaena leucocephala* (19), *Licania tomentosa* (175), *Mangifera indica* (94), *Psidium guajava* (3), *Swetinia macrophylla* (1), *Syzygium jabolatum* (53), *Syzygium malaccense* (6), *Tabebuia sp.* (25), *Talisia esculenta* (1), *Tamarindus indica* (54), *Terminalia catapa* (9), *Theobroma cacao* (1), e 31 não foram identificadas.

Na segunda classe (20,0 – 29,9) foi constatado 669 indivíduos distribuídos nas seguintes espécies: *Acassia mangium* (8), *Acássia sp.* (17), *Adenantha pavonina* (1), *Anacardium occidentale* (2), *Caesalpinia pluviosa* (1), *Carapa guianensis* (1), *Ceiba pentandra* (1), *Cenostigma tocantinum* (34), *Citrus sp. Clipitoria racemosa* (7), *Cynometra bauhinifolia* (7), *Delonix regia* (18), *Euterpe precatória* (1), *Ficus benjamina* (49), *Hevea brasiliensis* (1), *Hibiscus tiliacius* (2), *Leucaena leucocephala* (9), *Licania tomentosa* (240), *Mangifera indica* (98), *Plumeria pudica* (1), *Swetinia macrophylla* (4), *Syzygium jabolatum* (53), *Syzygium malaccense* (40), *Tabebuia sp.* (22), *Tamarindus indica* (7), *Terminalia catapa* (15), e 30 não foram identificadas.

Na terceira classe (30,0 – 39,9) foi constatado 418 indivíduos distribuídos nas seguintes espécies: *Acassia mangium* (23), *Acássia sp.* (12), *Anacardium occidentale* (1), *Artocarpus Heterophyllus* (1), *Caesalpinia pluviosa* (3), *Cenostigma tocantinum* (5), *Clipitoria racemosa* (5), *Codiaeum Variegatum* (1), *Delonix regia* (20), *Ficus benjamina* (10), *Hevea brasiliensis* (3), *Licania tomentosa* (202), *Mangifera indica* (36), *Swetinia macrophylla* (2), *Syzygium jabolatum* (67), *Syzygium malaccense* (10), *Tabebuia sp.* (4), *Tamarindus indica* (1), *Terminalia catapa* (8), e 2 não foram identificadas.

Na quarta classe (40,0 – 49,9) foi constatado 230 indivíduos distribuídos nas seguintes espécies: *Acassia mangium* (2), *Acássia sp.* (9), *Artocarpus Heterophyllus* (1), *Cenostigma tocantinum* (1), *Clipitoria racemosa* (5), *Delonix regia* (22), *Ficus benjamina* (20), *Hevea brasiliensis* (5), *Licania tomentosa* (128), *Mangifera indica* (13),

*Roystonea oleraceae* (1), *Syzygium jabolatum* (8), *Syzygium malaccense* (3), *Tabebuia* sp. (1), *Tamarindus indica* (1), *Terminalia catapa* (10). E 1 não foi identificada.

Na quinta classe (50,0 – 59,0) foi constatado 169 indivíduos distribuídos nas seguintes espécies: *Acassia mangium* (2), *Ceiba pentandra* (1), *Cocos nucifera* (1), *Delonix regia* (16), *Ficus benjamina* (4), *Hevea brasiliensis* (15), *Licania tomentosa* (107), *Mangifera indica* (7), *Roystonea oleraceae* (1), *Syzygium jabolatum* (2), *Syzygium malaccense* (6), *Terminalia catapa* (6), e 1 não foi identificada.

Na sexta classe (60,0 – 69,9), foi constatado 185 indivíduos distribuídos nas seguintes espécies: *Anacardium occidentale* (1), *Cesalpinia pluviosa* (1), *Clipitoria racemosa* (1), *Delonix regia* (11), *Ficus benjamina* (4), *Hevea brasiliensis* (9), *Licania tomentosa* (128), *Mangifera indica* (26), *Terminalia catapa* (2).

Na sétima classe (70,0 – 79,0) foi constatado 59 indivíduos distribuídos nas seguintes espécies: *Cesalpinia pluviosa* (1), *Delonix regia* (10), *Hevea brasiliensis* (1), *Licania tomentosa* (40), *Mangifera indica* (5), *Terminalia catapa* (2).

Na oitava e última classe, com indivíduos maiores de 80,0 de DAP foi constatado 48 indivíduos distribuídos nas seguintes: *Caesalpinia leiostachya* (1), *Cesalpinia pluviosa* (3), *Delonix regia* (8), *Hevea brasiliensis* (1), *Licania tomentosa* (27), *Mangifera indica* (8).

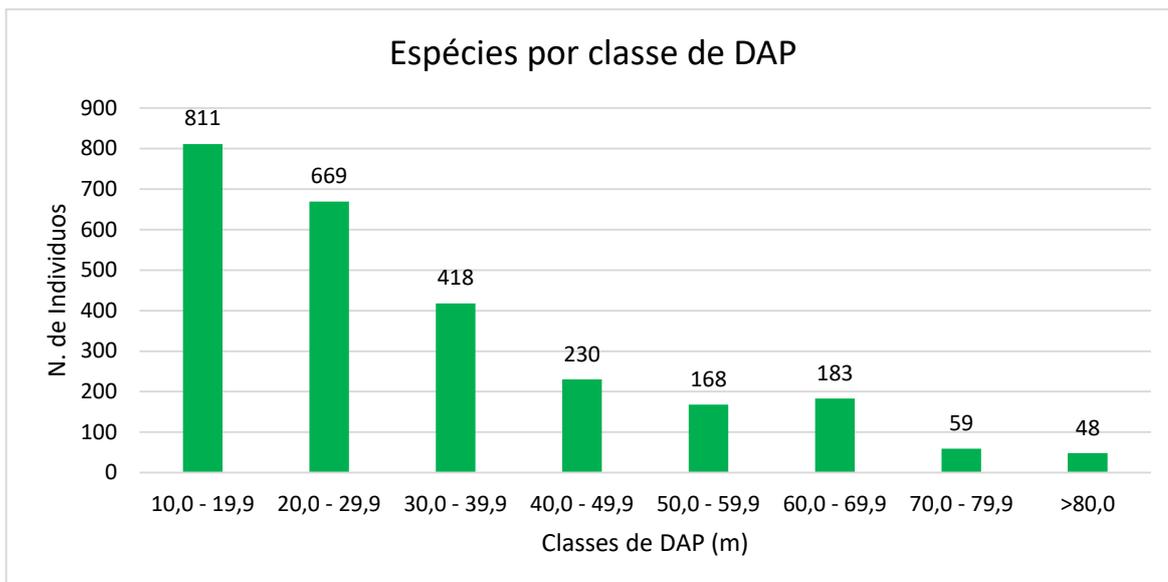


Figura 18. Classe diamétrica da Arborização Urbana da Cidade Manaus.

### 5.1.2 Praças de Manaus Inventariadas

Nesse estudo foram inventariadas as árvores de 6 praças localizadas na zona sul (Centro) de Manaus. O método utilizado para cada praça foi o Censo (SEMMAS, 2015), pois tratavam-se de pequenas áreas florestadas ou áreas com pequeno número de indivíduos, sem muito custo financeiro para realizar essa atividade.

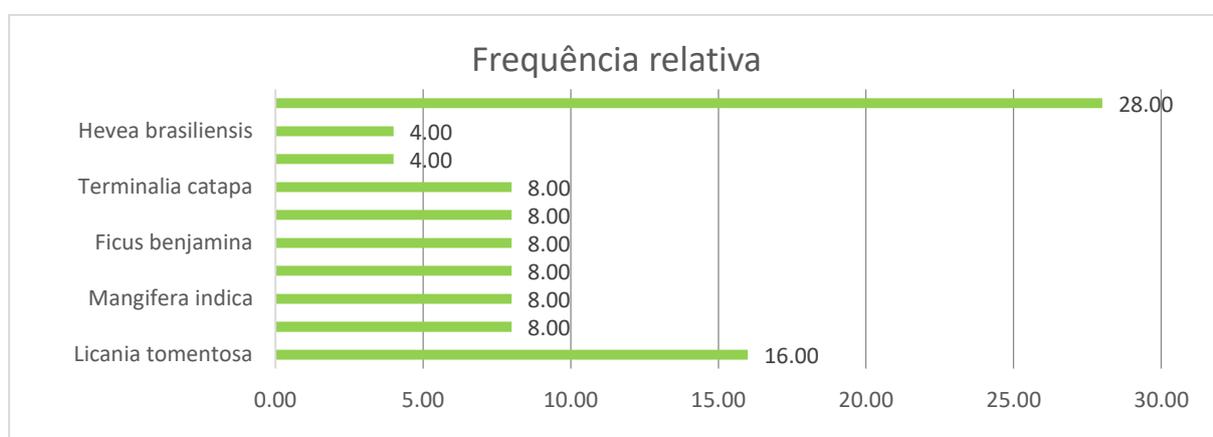
Nas 6 praças foram levantados 166 indivíduos representados em 11 Famílias botânicas, 16 Gêneros e 18 espécies.

As espécies mais frequentes nas praças foram: *Licania tomentosa* (16%), *Delonix régia* (8%), *Mangifera indica* (8%), *Cesalpinia pluviosa* (8%), *Ficus benjamina* (8%), *Tabebuia sp.* (8%), *Terminalia catapa* (8%), *Acassia sp.*, (4%), *Hevea brasiliensis* (4%) (Figura 19).

Lima & Arruda (2013) inventariaram árvores de 12 praças de Manaus. Esse estudo foi realizado em praças distintas das estudadas nesse trabalho. Os referidos autores encontraram um total de 222 árvores, distribuídas em 13 famílias botânicas, 29 gêneros e 31 espécies. A família botânica mais abundante foi a Fabaceae com 9 espécies em 12 praças. A *Mangifera indica* foi à espécie mais frequente.

Freitas (2015) inventariou as árvores de quatro praças no bairro Tijuca no Rio de Janeiro. As espécies que se destacaram foram *Cassia siamea* e *Delonix regia* que juntas corresponderam a 32,4% dos indivíduos.

Lima et al (2015) inventariou árvores em praças de Nova Xavantina-MT, nesse inventario foram encontrados 851 indivíduos, distribuídos em 86 espécies e 28 famílias. As famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram Fabaceae (20 espécies), Arecaceae (12) e Bignoniaceae (10). A maioria das famílias registrou de uma a três espécies apenas. Do total de espécies encontradas, 55% são nativas. A similaridade florística entre as praças do município é baixa, pois apenas três grupos apresentaram alta similaridade, evidenciando assim que uma maior diversidade de espécies está sendo utilizada na arborização das praças do município.



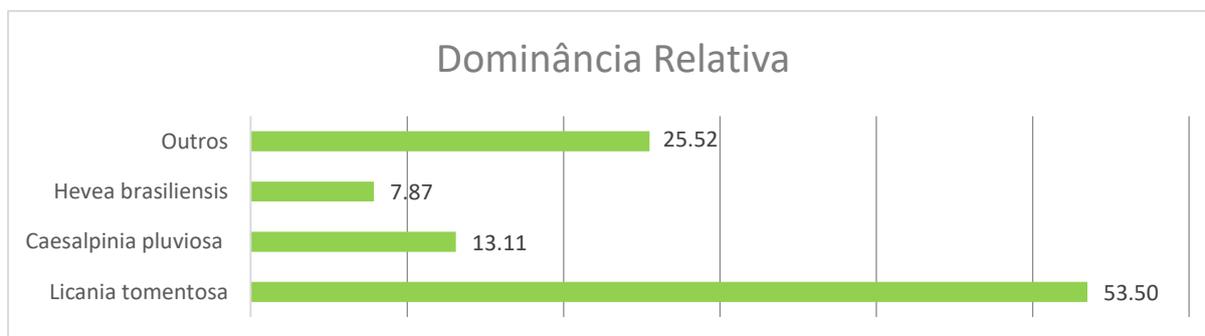
**Figura 19. Frequência relativa de árvores em Praças de Manaus Inventariadas.**

As espécies com maior densidade relativa foram: *Licania tomentosa* (43%), *Delonix regia* (9.64%), *Acassia sp.* (9.04%) e *Mangifera indica* (8.43%) correspondendo a 72.89% do total de espécies (Figura 20).



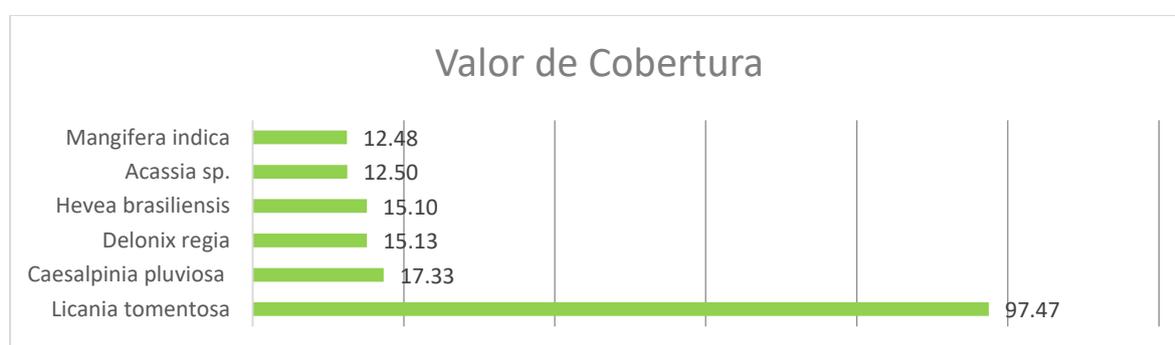
**Figura 20. Densidade relativa de árvores em Praças de Manaus Inventariadas.**

As espécies mais dominantes foram: *Licania tomentosa* (53.5%), *Caesalpinia pluviosa* (13.11%) e *Hevea brasiliensis* (7.87%) correspondendo a 74.48% do total (Figura 21).



**Figura 21. Dominância de árvores em Praças de Manaus Inventariadas.**

As espécies com maior valor de cobertura foram *Licania tomentosa* (97.47%), *Caesalpinia pluviosa* (17.33%), *Delonix regia* (15.13%), *Hevea brasiliensis* (15.10%), *Acassia sp.* (12.50 %) e *Mangifera indica* (12.48%) (Figura 22).



**Figura 22. Árvores com maior valor de cobertura em Praças de Manaus Inventariadas.**

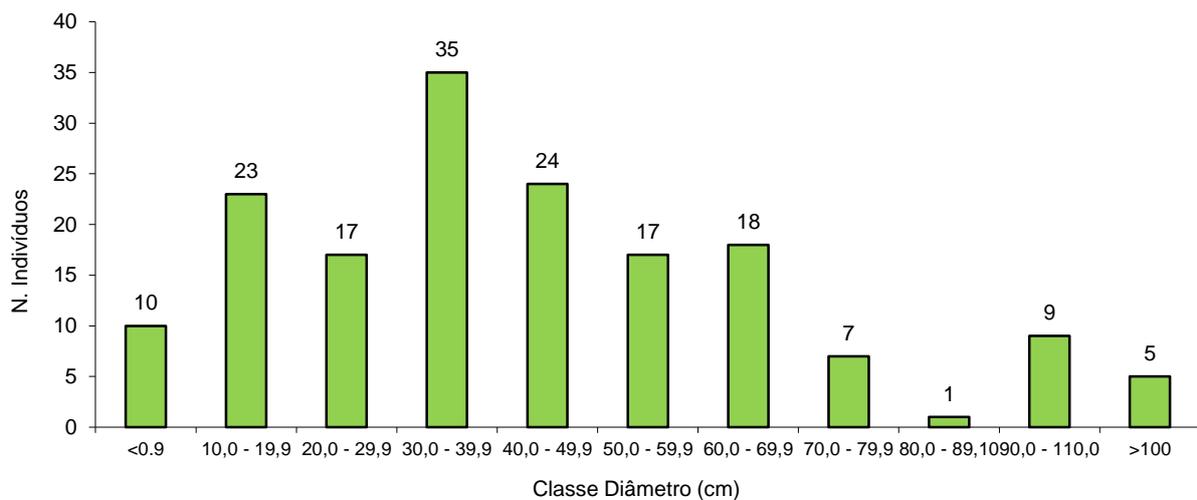
Para o total de 166 indivíduos, 18 espécies, o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) foi 0.89, Diversidade máxima ( $H_{max}$ ) 2.89 e Equabilidade ( $J'$ ) foi de 0.31.

**Tabela 4. Diversidade de espécies em Praças de Manaus.**

Praças	Unidade	Índices
Número de Indivíduos	N	166
Número de Espécies	S	18
Índice de Diversidade de Shannon	$H'$	0.89
Diversidade Máxima ( $\ln S$ )	( $H_{max}$ )	2.89
Quabilidade	$J'$	0.31

Os indivíduos observados nas praças de Manaus se encontravam em classes de DAP de <0.9 a >100, as classes que mais se destacaram foram as entre 30,0-30,9 com 35 indivíduos seguida da de 40,0-49,9 com 24 indivíduos e de 10,0-19,9 com 23 indivíduos (Figura 23).

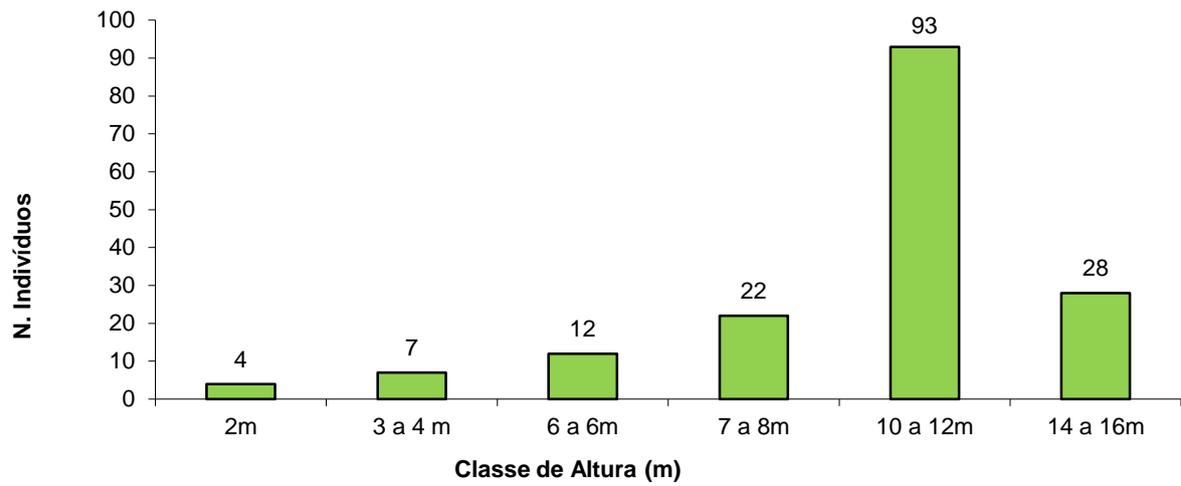
Freitas *et al.* (2015) observaram que 49,5% das árvores apresentaram DAP maiores que 30 cm.



**Figura 23. Classe Diamétrica das árvores encontradas nas praças de Manaus.**

As alturas das árvores observadas nas praças de Manaus foram de 2 m a 16 m, destacaram-se as árvores nas classes de 12-14 m com 93 indivíduos, seguido da classe de 14-16 m com 28 indivíduos e de 7-8 m com 22 indivíduos (Figura 24).

No estudo de Freitas (2015) todos os indivíduos amostrados, 83,6% concentraram-se entre 5 m e 15 m de altura.



**Figura 24. Classe de altura das árvores encontradas nas praças de Manaus.**

### 5.1.3 Número de árvores por zona da cidade

A parcela da amostra que apresentou o maior número de árvores foi a zona sul, provavelmente por ser a parcela onde o inventário foi mais abrangente, e a parcela que apresentou o menor número de indivíduos foi a zona norte, no entanto, nessa área foi a que houve menos esforço amostral (Figura 24).

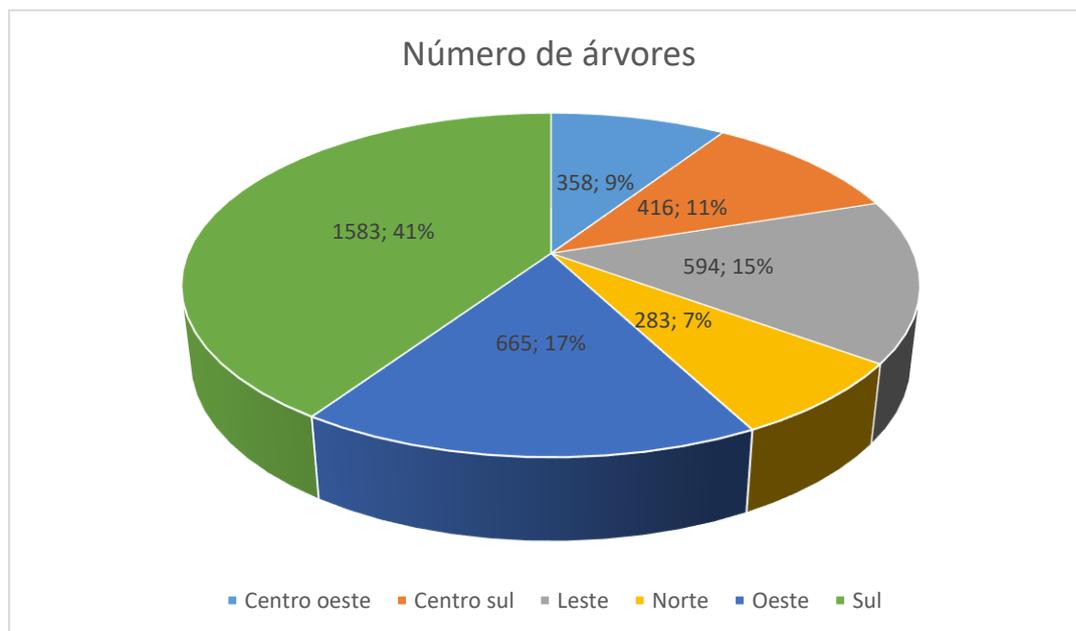
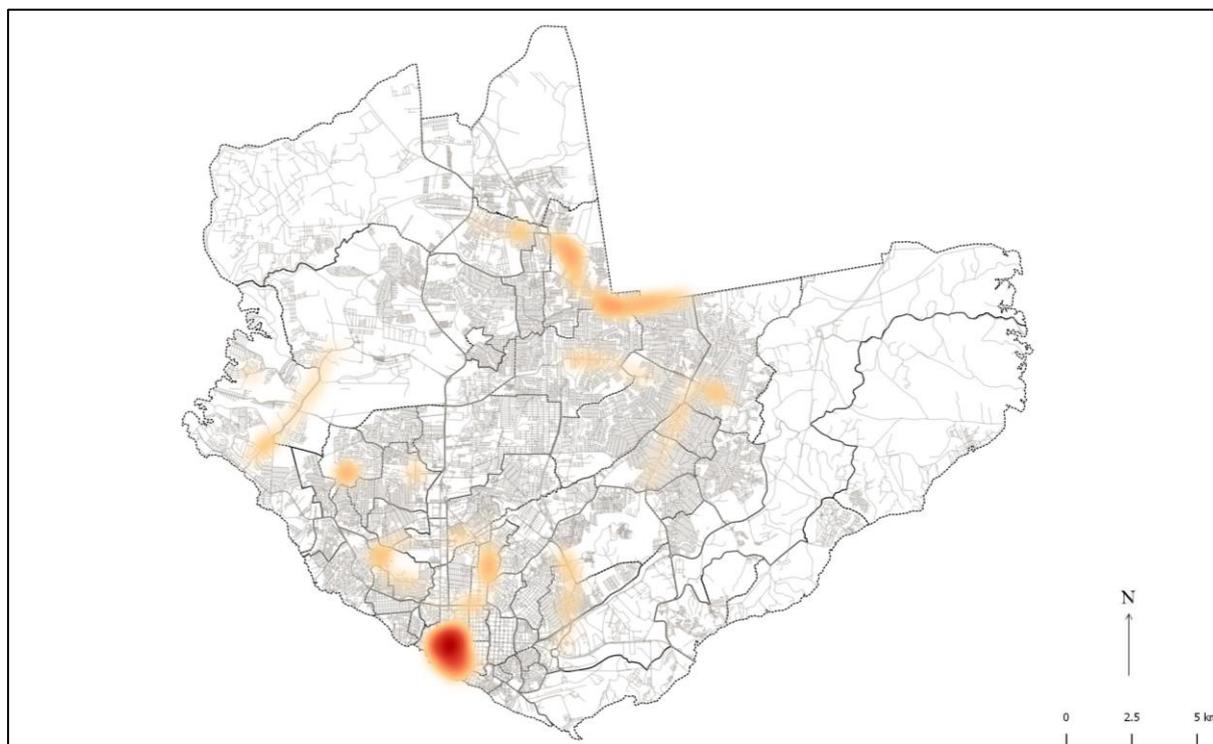


Figura 25. Quantidade de árvores inventariadas por zona de Manaus.

### 5.2 Análise Espacial da Arborização Urbana de Manaus

Para a análise Espacial da Arborização Urbana de Manaus foi usada a análise de Kernel. De acordo com o mapa da Análise espacial de Kernel (Figura 25), onde a concentração de árvores georreferenciadas aparece em vermelho, percebe-se que a maior concentração de árvores se encontra na área central de Manaus, na Zona Sul, conforme os dados coletados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMMAS e onde o inventário foi em 100% das árvores. Enquanto as árvores provenientes dos dados coletados nesse estudo a concentração maior de árvores está nas proximidades da Reserva Florestal Adolpho Ducke (Jardim Botânico), na Zona Norte, especificamente na Avenida Margarita; contudo ainda

faltam muitos dados a serem coletados para se ter uma visualização completa da arborização viária de Manaus.



**Figura 26. Análise Espacial de Kernel da Arborização Urbana de Manaus.**

Para Fonseca *et al.* (2014), o SIG representa uma oportunidade para uma análise ambiental urbana integrada, em que permite, de maneira prática, análises que direcionam o planejamento urbano e orientam a arborização urbana de forma consistente.

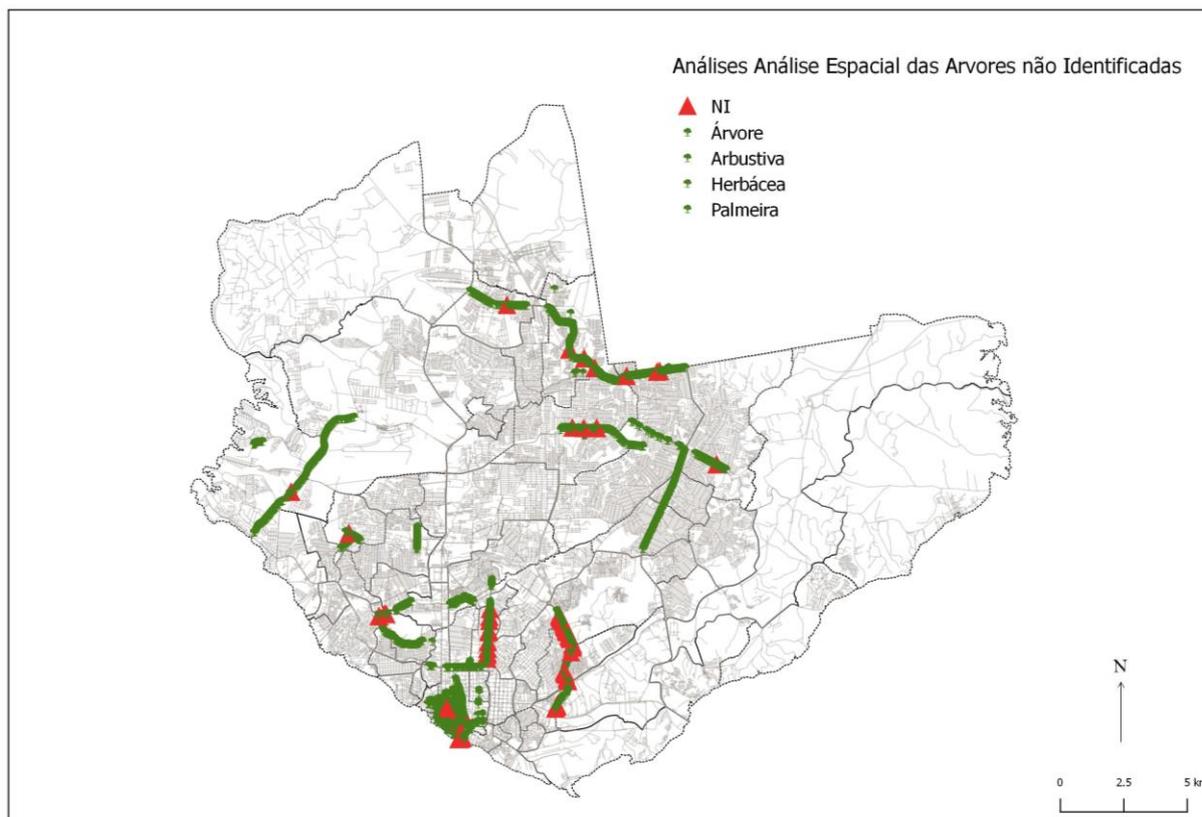
Devido à complexidade do ambiente urbano, com os seus diferentes mosaicos, geralmente geométricos e heterogêneos (em estrutura e função), o manejo da vegetação deve ser feito por meio de monitoramento contínuo ou temporário (BIONDE, 2006).

Silva Filho *et al* (2002) constatou que o uso do banco de dados relacional para arborização de vias públicas é de grande importância, pois: a) fornece informações sobre o entorno onde o indivíduo arbóreo está inserido e a porcentagem de árvores sob fiação, árvores em contato com algum tipo de fiação, árvores com afloramento de raízes, construções com recuo e árvores sem equilíbrio, entre outras. b) Com esse método é possível realizar pesquisas por espécie, bairro ou rua e, além disto, cruzar informações, buscando relações, como saber a quantidade de árvores

desequilibradas que apresentam lesão ou comparar a população com problemas fitossanitários e a incidência de podas drásticas. c) É uma aplicação prática da informática, fornecendo resultados sobre a valoração de indivíduos cadastrados, diversidade nos bairros e na cidade, possibilidade de introdução de fotos digitais, diversificados relatórios para manejo e auxílio ao cadastramento das árvores por meio de interface amigável.

Para Lima Neto (2011), torna-se imprescindível a utilização de SIGs no planejamento da arborização urbana, os quais permitem cruzar informações oriundas dos inventários, organizar e padronizar os dados, conferindo maior agilidade na visualização das informações e na tomada de decisões.

Na figura 26 observa-se que em algumas áreas inventariadas existem muitas espécies vegetais sem identificação botânica. Isso prejudica o monitoramento das árvores e o estado de fitossanidade e a adequação da arborização com o tipo de calçadas, fiações elétricas entre outros. A partir dessa análise espacial, se recomenda equipes de botânicos para identificação dessas árvores *in loco*.



**Figura 27. Análise Espacial das Árvores não Identificadas (NI) da Arborização Urbana de Manaus.**

Na cidade de Manaus, em apenas uma pequena porção da cidade, Zona Centro Sul, foram inventariadas as praças pela SEMMAS em 2015. São praças mais históricas da cidade de Manaus (Figura 27), situadas no perímetro compreendido como Centro Histórico, o qual está protegido pela Lei Orgânica do Município de Manaus – LOMAM, desde 1990 e tombado pelo Iphan desde 2012.



**Figura 25. Praças especializadas no Banco de Dados da Arborização Urbana de Manaus, na Zona centro sul.**

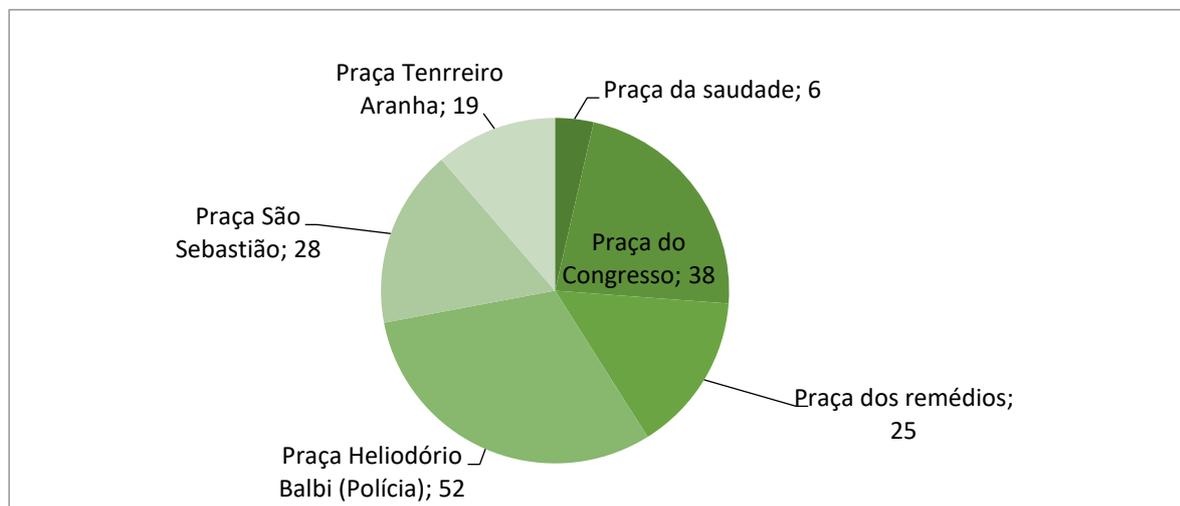
As espécies mais frequentes nessas praças foram a *Licania tomentosa* (Oiti) com 73 indivíduos, *Delonix régia* (*Flamboyant*) com 16 indivíduos, *Mangifera indica* (Mangueira) com 14 indivíduos, *Cenostigma tocantinum* (Pau pretinho) com 5 indivíduos, *Cesalpinia pluviosa* (Sibipiruna) com 3 indivíduos, *Ficus benjamina* (Ficus) com 4 indivíduos, *Ipe* sp. (*Ipe*) com 4 indivíduos, *Terminalia catapa* (Castanholeira) com 3 indivíduos, *Acassia* sp., (*Acássia*) com 15 indivíduos, *Hevea brasiliensis* (Seringueira) com 12 indivíduos (Tabela 9).

**Tabela 4. Espécies de árvores por Praça de Manaus.**

Praça	Total
<b>Praça da Saudade</b>	<b>6</b>
Cedrela odorata	1
Cenostigma tocantinum	2
Ipe sp.	1
Mangifera indica	1
Syzygium jambolanum	1
<b>Praça do Congresso</b>	<b>38</b>
Acassia sp.	15
Delonix regia	11
Ficus benjamina	1
Ipe sp.	2
Mangifera indica	9
<b>Praça dos Remédios</b>	<b>25</b>
Cenostigma tocantinum	3
Licania tomentosa	21
Terminalia catapa	1
<b>Praça Heliodóro Balbi (Polícia)</b>	<b>52</b>
Caesalpinia echinata	1
Caesalpinia leiostachya	2
Caesalpinia pluviosa	3
Ceiba pentandra	1
Clitoria racemosa	5
Delonix regia	5
Hevea brasiliensis	12
Ipe sp.	1
Licania tomentosa	15
Mangifera indica	4
Plumeria pudica	1
<b>Praça São Sebastião</b>	<b>28</b>
Licania tomentosa	28
<b>Praça Tenreiro Aranha</b>	<b>19</b>
Caesalpinia pluviosa	4
Ficus benjamina	3
Licania tomentosa	9
Talisia esculenta	1
Terminalia catapa	2

Das 6 praças que tiveram as árvores inventariadas a Praça Heliodóro Balbi (Polícia) foi a que apresentou o maior número de indivíduos (52), seguida da Praça

de São Sebastião (28), Praça dos Remédios (25), Praça Tenreiro Aranha (19) e a Praça da Saudade com o menor número de árvores (6) (Figura 28).



**Figura 29. Número de árvores inventariadas por praça.**

Para Tischer et al (2014) no município de Leme-SP, as praças são utilizadas diariamente pela população para passeios, caminhadas e lazer. Neste período em que visitam as praças, a população interage com o meio, exercendo grande influência sobre o mesmo, pois além das atividades recreativas, os frequentadores estão em um íntimo contato com a natureza. Nesse sentido, destaca-se a importância do planejamento urbano em relação às áreas verdes.

As praças inventariadas de Manaus (Figura 30).



Figura 30. Praças de São Sebastião, Praça da Saudade, Praça do Congresso e Praça da polícia.

### 5.3 Resultados das Oficinas e Programas de Arborização em Manaus

Conforme informações levantadas nas oficinas, as áreas prioritárias para a implantação da arborização urbana são as áreas que oferecem condições para a implantação desse tipo de projeto, uma vez que a maioria das ruas de Manaus não possuem canteiros centrais; nem calçadas planejadas para o plantio de espécies arbóreas.

Diante da situação, a Prefeitura de Manaus procura áreas verdes, praças, avenidas com canteiros centrais viáveis, além de corredores urbanos, onde os canteiros centrais sejam mais largos. Esses plantios devem ser priorizados, principalmente as áreas próximas aos pontos de ônibus (transporte coletivo) e aos prédios públicos. Essas áreas são priorizadas quando há maior circulação de pessoas, haja visto, os benefícios propostos, tais como estabilidade climática, conforto ambiental, melhoria da qualidade do ar, bem como a saúde física e mental, além de influenciar na redução da poluição sonora, visual e auxiliar na conservação do ambiente ecologicamente equilibrado para melhoria da qualidade de vida.

Atualmente a Prefeitura Municipal de Manaus conta o Programa Manaus Verde e Viva<sup>4</sup>, objetivando melhorar a arborização e paisagismo da cidade. O programa visa desde a produção de mudas de espécies florestais, frutíferas e ornamentais para

<sup>4</sup> (Fonte: < <http://semmas.manaus.am.gov.br/arborizacao/>>).

atender as demandas da arborização urbana, nos componentes: jardinagens, arborização, revegetação de áreas degradadas e doação, em conformidade com o Plano Diretor de Arborização Urbana da cidade de Manaus (PDAU).

Dentro do programa podem-se encontrar os seguintes projetos:

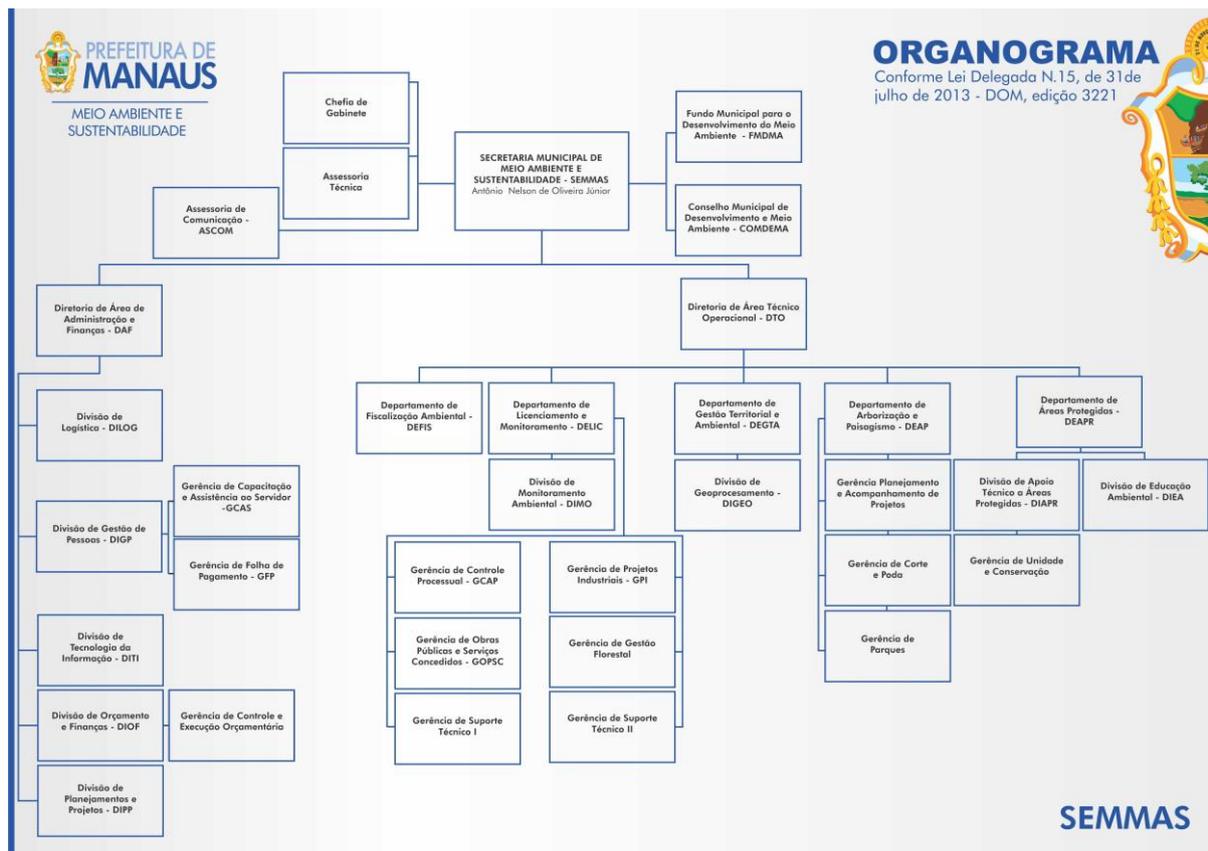
**Arboriza Manaus**, esse programa constitui-se numa política municipal de arborização urbana que tem por objetivo dotar o município das condições necessárias para realizar intervenções de plantio de mudas de espécies nativas e exóticas em áreas públicas, tais como: canteiros centrais, passeios públicos, praças, parques, áreas verdes, entre outros, englobando as seis zonas da cidade, sendo o plantio feito dentro dos padrões estabelecidos pelo Plano Diretor de Arborização Urbana de Manaus. O Arboriza Manaus tem como meta o plantio anual de 10 mil mudas em pelo menos 60 logradouros públicos da cidade. Em 2016 foram plantadas 14 mil mudas de árvores em mais de 90 logradouros. O trabalho prevê também ações de manutenção (serviços de irrigação, adubação complementar, replantio, retutoramento e capinação). De acordo com dados da SEMMAS, desde o lançamento em 2016 até janeiro de 2018, por meio do programa foram plantadas 25.060 mudas de árvores em mais de 150 logradouros públicos da cidade.

O programa lançado em 2016, entra na sua segunda fase. Depois de realizar o plantio de 25.060 mudas de árvores em mais de 150 logradouros públicos da cidade, ao longo de dois anos, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS), começa agora a investir no paisagismo com a implantação de jardins com espécies ornamentais nos canteiros centrais, rotatórias, passeios públicos e praças da cidade (Projeto ornamenta Manaus).

**Ornamenta Manaus**, esse projeto foi lançado em janeiro de 2018 e tem como um dos objetivos plantar 50.000 mudas ornamentais em logradouros na cidade de Manaus. Atuará também na manutenção das mudas de árvores plantadas pelo Arboriza.

**Projeto Mais Fruta no Quintal** que tem como objetivo principal distribuir mudas de plantas frutíferas para a população de Manaus para que as mudas sejam plantadas em seus quintais na zona urbana.

Além desses projetos citados a Prefeitura disponibiliza mudas de plantas para instituições públicas e/ou sem fins lucrativos, solicitadas com ofício a SEMMAS e



sujeito avaliação e aprovação, para serem distribuídas a população em eventos dessas instituições.

Para atender a cidade de Manaus o setor de Arborização e Paisagismo da SEMNAS dispõem de 50 pessoas. Essas pessoas estão distribuídas entre funcionários do quadro e terceirizados, incluindo os técnicos de nível superior. As equipes estão distribuídas em 4 grupos da seguinte forma: equipe da produção de mudas (viveiro municipal): 2 equipes de campo que trabalham no plantio e manutenção de canteiros centrais e jardins: equipe de planejamento e execução de projetos: equipe de corte e poda, responsável pelo atendimento de solicitação de corte e poda: vistoria para avaliação e emissão de autorização para os referidos serviços (Veja o organograma de RH, na figura 31).

### Principais problemas observados nas oficinas e no campo

Os principais problemas relatados nas oficinas e encontrados durante as coletas de campo foram os conflitos entre a arborização e os equipamentos públicos

**Figura 31. Organograma da Prefeitura Municipal de Manaus.**

tais como: a fiação elétrica, postes, tubulações, além dos conflitos com as ocupações irregulares que obstruem os canteiros e depredam as árvores.

Das áreas observadas, os canteiros centrais situados nos corredores urbanos oferecem melhores condições para a implantação da arborização e pelo visto é o que a Prefeitura de Manaus vem fazendo, no entanto percebe-se o conflito com os postes de iluminação pública quanto à proximidade, consequentemente quanto a iluminação pública quando as árvores estiverem maiores, e nos casos onde a fiação vem de forma subterrânea a partir de uma fiação paralela aos canteiros oferece riscos futuros no conflito entre fiação e raízes. Há também a questão das ocupações irregulares dos canteiros por vendedores ambulantes e até invasão desses espaços por barracas fixas, cartazes, placas, banners e outros objetos, deposição de resíduos sólidos de forma inadequada.

Outro problema relatado e observado foi à depredação das árvores recém-plantadas tanto por pessoas físicas quanto por veículos em acidente (Figura 32).



**Figura 262. Depredação das árvores recém-plantadas e derrubada por acidentes.**

Nas vias públicas mais antigas de Manaus é comum encontrar árvores adultas, de grande porte que geralmente oferecem risco, devido seu porte, conflito com a fiação elétrica e rachaduras de calçadas e em alguns casos conflito com o muro. Muitas dessas árvores são de espécies frutíferas como mangueiras e oitizeiros, que

no futuro poderá agravar a situação em períodos de floração e frutificação (Figura 33). Nos locais onde há conflito com a fiação elétrica geralmente ocorre a poda drástica com o intuito de rebaixar a copa das árvores para minimizar o risco de acidentes; porém essa prática já não é comum na cidade de Manaus.



**Figura 3327. Conflito com calçadas e fiação elétrica.**

Os bairros mais antigos de Manaus apresentam grande parte da arborização composta por árvores da mesma espécie principalmente mangueiras e oitizeiros o que é um risco devido à falta de diversidade biológica (Figura 34).



**Figura 34. Mangueira na Praça do Congresso, Oitizeiros no Largo de São Sebastião e Oitizeiros na Rua Ramos Ferreira.**

A acessibilidade de pedestre foi outro problema relatado nas oficinas e observado durante as coletas. Em todas as vias onde foram realizadas as coletas o problema persistiu, na Avenida Sete de Maio, que inicia na Torquato Tapajós e termina

no Bairro Monte das Oliveiras, o passeio está quase totalmente obstruído por barracas de vendedores ambulantes, placas e cartazes de propagandas.

O problema continua na Avenida Curaçao que inicia no Bairro Monte das Oliveiras e Termina no Conjunto Nova Cidade, especificamente na rotatória da Caixa d'água, a partir daí inicia a Avenida Margarita que na parte inicial possui acessibilidade de pedestres e até algumas pessoas usam para fazer caminhadas e correr.

No trecho a partir de uma rotatória próxima a Comunidade Aliança com Deus até o Jardim Botânico de Manaus Adolpho Ducke, não existe acessibilidade de pedestre, o canteiro central tem 4 metros de largura, no entanto, não tem infraestrutura, há grande quantidade de resíduos sólidos depositado no canteiro (lixo, entulho), dificultando o acesso, além disso há galerias abertas ao longo do canteiro, causando sérios risco de uma pessoa sofrer um acidente vindo a cair em uma dessas galerias (bueiros) escondidos na vegetação ruderal devido à falta de manutenção (roçagem), as construções na lateral vão até a rua não respeitando as áreas de acesso aos pedestres (calçadas), as pessoas caminham pelo meio da rua dividindo o espaço com os veículos.

Os bairros mais periféricos, na sua maioria não dispõem de áreas para arborização, as construções se estendem até as áreas carroçáveis, só restando os quintais quando existem; ou os canteiros centrais para a implantação da arborização.

#### **5.4 Diretrizes de Monitoramento**

Segundo Oliveira *apud* Malavasi e Malavasi (2001) os parâmetros utilizados para a avaliação da arborização urbana baseiam-se geralmente na observação e mensuração de variáveis biológicas; embora tenha sido já admitido que fatores sentimentais, psicológicos e estéticos são importantes. A arborização de cidades surgiu com o intuito de garantir o veículo atávico do homem com o "natural", a fim de desfrutar seus principais benefícios como a redução de ruídos, melhoria do microclima, alteração do campo visual, recreação e lazer urbano, portanto as propriedades inerentes ao bem-estar do homem cidadão estão diretamente vinculadas ao componente vegetal que faz parte dos aglomerados urbanos, ou seja, arborizar áreas significa atender a dupla natureza humana: a biológica e cultural.

Portanto, é necessário que os profissionais habilitados, o poder público municipal e demais setores responsáveis pela arborização urbana atuem de forma eficiente, de acordo com as leis pertinentes, para assim colaborar com capacitação técnica, escolhas corretas de plantio, constante manutenção das espécies arbóreas e demais preocupações que tangem o estudo e planejamento da arborização urbana. Dessa forma, poderão ser evitados prejuízos e acidentes, transformando o ambiente urbano o mais agradável possível.

Para desempenhar plenamente seu papel, a arborização urbana precisa ser aprimorada a partir de um melhor planejamento.

Para Kudo (2015) ainda que se reconheça a importância dos fragmentos florestais nos centros urbanos, não é suficiente que esses espaços apenas existam nas várias cidades como “sobras” dos processos de parcelamento do solo. É necessário que haja investimentos na conservação dessas áreas e no planejamento adequado visando assim o seu melhor aproveitamento. Para que os fragmentos florestais urbanos se mantenham, é necessária a aplicação de normas ambientais e urbanísticas, com a finalidade de proteção.

Considerando os itens apontados neste trabalho, é fundamental que a Prefeitura Municipal de Manaus deva dispor de um sistema integrado de atuação com o Instituto de Planejamento Urbano, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Concessionárias de Água e Energia e a Secretaria de Limpeza Pública a fim de cumprir a legislação urbana, no que concerne a implantação da arborização urbana para que não haja conflitos, como os quais foi relatado aqui.

A fiscalização deverá ser mais eficaz, no sentido de coibir a invasão dos canteiros por vendedores ambulantes e publicidades ilegais.

Após a realização do inventário total da arborização viária de Manaus pode-se apontar áreas prioritárias para a implantação de novos plantios.

Propostas para as Diretrizes de Monitoramento da Arborização Urbana de Manaus:

1. O monitoramento deverá ser realizado em 100% das árvores de ruas e praças plantadas e que compõem a arborização urbana de Manaus;
2. Deverá ser criada uma ficha individual de controle para cada árvore, contendo além dos dados de inventário (Nome popular, nome específico, gênero, família, coordenada geográfica, etc.) também todos

os dados referentes às manutenções periódicas (podas, tratamentos, denúncias) e qualquer outro tipo de registro referente àquela árvore.

3. É importante que esse registro seja realizado de forma digital no campo, com apoio de aplicativos, tabletes e acesso à internet, a fim de automatizar o sistema e agilizar o processo; Análise das variáveis analisadas com uso do mapeamento realizado e dos índices;
4. Planejar medidas de enriquecimento das espécies, a partir da análise e verificação de espécies menos frequentes na arborização por zonas da cidade de Manaus;
5. Deve haver controle de espécies invasoras (tipo leucena);
6. Fiscalização da área pelos órgãos competentes (SEMMAS, IMPLURB, SEMPAB), a fim de coibir a ocupação do espaço público por invasores que danificam as árvores e impedem o trânsito de pedestres.
7. Implementação de programas educativos.
8. A criação de um Comitê de Trabalho Interinstitucional para Análise do Plano Municipal de Arborização Urbana do Município de Manaus, uma equipe integrada por profissionais técnicos das instituições envolvidas na Administração e execução da implantação e Manejo da Arborização de Manaus.

Para se fazer o monitoramento da arborização urbana de Manaus será necessário:

1. A realização do Inventário florístico total (100%), o censo;
2. Informatização do sistema de monitoramento, informatizar todas as ações, dados e documentos referentes à arborização urbana, com vistas a manter o cadastro permanentemente atualizado (previsto no PDAU, Resolução nº. 087/2016).
3. Capacitação de equipe permanente do quadro da Prefeitura de Manaus;
4. Contratação de novos profissionais; ou empresa terceirada para a realização dos serviços;

5. Uso de equipamentos eletrônicos na coleta de dados do monitoramento (TABLETS, GPS, MAQUINAS FOTOGRÁFICAS);
6. Uso de software específicos para o monitoramento;
7. Desenvolvimento de equipamentos específicos para monitoramento da arborização urbana de Manaus;
8. Compartilhamento de dados;
9. Uso obrigatório de equipamentos de Proteção Individuais – EPIs e de proteção coletiva - EPC;
10. Em conformidade com o PDAU fazer a integração da educação ambiental com arborização urbana e assim garantir a participação da população. Esse tópico tem sido cumprido pela SEMMAS; mas para efetivar os resultados será necessário o investimento em pessoal, insumos, infraestrutura.

Milano (1984) alertou que a falta de participação comunitária nos programas de arborização pode gerar sérios prejuízos. Como o “vandalismo” evidenciando, assim, a necessidade de se fazer planejamentos mais abrangentes para a arborização em uma cidade, considerando uma avaliação das percepções dos seus usuários finais.

Conforme Pivetta e Silva Filho (2002), por meio do inventário da arborização pode ser obtida a composição, os principais problemas de cada espécie 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, criar programas de conscientização ou educação ambiental; e para divulgar os resultados obtidos, mostrando produtividade e buscando apoio da população.

Por fim, ressalta-se que entre os objetivos principais do Plano Municipal de Arborização Urbana estão: definir as diretrizes de planejamento, implantação e manejo da Arborização Urbana no Município; promover a arborização como um instrumento de desenvolvimento urbano e qualidade de vida; implantar e manter a arborização urbana visando à melhoria da qualidade de vida e o equilíbrio ambiental; e integrar e envolver a população, objetivando à manutenção e a preservação da arborização urbana.

Corroborando com Freitas (2016) constata-se que Manaus, de fato, rendeu-se à influência da Belle Époque. No âmbito da cidade, o plano de reforma urbana

executado no governo do Eduardo Ribeiro e de seus sucessores nivelou ruas, projetou novas avenidas e boulevards, alinhou e calçou as principais vias, construiu praças e jardins, instalando neles coretos, estátuas, fontes e chafarizes importados da Europa, aterrou igarapés, como o do Espírito Santo e do Aterro, e os transformou em principais avenidas. Em relação aos igarapés maiores, foram edificadas pontes de pedras e ferro, para que a cidade crescesse além deles. De acordo com Freitas foi assim que Manaus “deu costas para o rio e se expandiu em direção ao norte e à leste”, como um furacão voraz a destruir toda a massa verde vegetal acinzentando a paisagem manauara que até hoje ainda não aprendeu a conviver em harmonia com o verde.

## 6. CONCLUSÕES

O objetivo geral desse estudo que foi o de criar diretrizes técnicas para a elaboração do programa de monitoramento automático de dados da arborização urbana da cidade de Manaus/AM, ainda não foi alcançado, considerando que as reuniões e questionários não foram suficientes para discutir a problemática e consolidar essas diretrizes, no entanto os resultados referentes aos objetivos específicos desse estudo oferecem condições para que essas diretrizes sejam traçadas.

Quanto aos objetivos específicos:

1 objetivo - Diagnosticar e avaliar por meios de índices qualitativos e quantitativos, a arborização urbana da cidade de Manaus:

Foi feito o diagnóstico da arborização urbana da cidade de Manaus pelo método de amostragem, onde foi constatado que a arborização de Manaus ainda é formada em sua maioria por espécies exóticas à região norte, apesar de ter sido introduzida duas espécies nativa (*Cenostigma tocanthum* e *Cynometra bauhinifolia*). Ainda carece de pesquisas para viabilizar novas espécies nativas.

2 Objetivo - Criar um banco de dados espacial a fim de subsidiar a gestão e o monitoramento da arborização urbana:

Com dados fornecidos pela SEMMAS acrescentado de dados coletados em campo foi criado um banco de dados espacial que pode ser manipulado por meio do programa livre denominado Quantum Gis (QGis).

3 Objetivo - Propor diretrizes de monitoramento da arborização urbana para a cidade de Manaus.

Foi feita recomendações de diretrizes para o monitoramento da arborização urbana da cidade de Manaus. As informações geradas com esse estudo serão disponibilizadas à SEMMAS para o início do monitoramento automático dos dados da arborização, o banco de dados criado nesse estudo ficará à disposição do setor de Arborização e Paisagismo da SEMMAS para ser alimentado sempre que um novo pedido de corte; ou poda de árvore for solicitado à referida secretaria.

Como estratégia para melhorar a arborização das vias e praças de Manaus, é urgente a implementação do programa de monitoramento para a arborização urbana, associado a programas de educação ambiental junto à comunidade do entorno, estabelecendo regras, realizando acompanhamento, manejo, controle de maneira efetiva e principalmente fiscalização.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, V. Arborização Urbana Planejada. CN Registradores. Disponível em: <<http://iregistradores.org.br/arborizacao-urbana-planejada/>>. Acesso em: 13.03.2017.

ALMEIDA, D. N. DE. **Análise da Arborização Urbana de Cinco Cidades da Região Norte do Estado do Mato Grosso. Cuiabá/MT.** Dissertação (em Ciências Florestais e Ambientais). Universidade Federal do Mato Grosso/MT. 50p. 2009. Disponível em: <http://www.ufmt.br/fenf/arquivos/0a241f85423324b3077c8ee2dc7b6748.pdf>. Acesso em: 15.01.18.

ALVAREZ, I. A. **Qualidade do Espaço Verde Urbano: Uma proposta de Índice de Avaliação.** Tese (Doutorado) apresentado à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” para a obtenção do título de doutor em Agronomia, área de concentração: Fitotecnia. Piracicaba/SP. 187 p. 2004. Acesso em: [www.google.com.br](http://www.google.com.br). Acesso em: 20 de janeiro de 2018.

ARAÚJO, M. N. de; ARAÚJO, A. J. de. Arborização Urbana. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná – CREA-PR. 2011. 39 p.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S. MAGALHAES, G. C.; MEDEIROS, C.M.B. Anatomia de sistemas de informação geográfica. Artigo conjunto da INPE, IBM, Telebrás e Unicamp. 1996

CÂMARA, J. F. O. R. da; & LIMA; V. T. A. A Utilização de Video e Trilha como Instrumento de Educomunicação na APA da UFAM. Revbea, São Paulo, V. 12, N. 2: 79-95, 2017. Disponível em: <<http://www.sbecotur.org.br/revbea/index.php/revbea/article/viewFile/4883/3262>> . Acesso em: jan. 2018.

CAMARA, G. et al. **Fundamentos de Geoprocessamento.** INPE. Disponível em: <<http://www.dpi.INPE.br/gilberto>>. Acesso em: 18 de agosto 2009.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Território e Ambiente – Arborização de Vias Públicas. Manaus/AM. IBGE. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/panorama>>. Acesso em: 12 de fev. 2017.

BARGOS, D.C. Mapeamento e Análise das Áreas Verdes Urbanas como Indicador da Qualidade Ambiental Urbana: estudo de caso de Paulínia-SP. 2010. 151 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2010.

BARROS SILVA, A. **Sistemas de Informações Geo-Referenciadas.** Campinas-SP, Editora da Unicamp, 2003. 236p.

BIONDE, D. Paisagismo e Arborização Urbana. II CURSO DE Especialização em Silvicultura. Universidade Federal de Pernambuco, 1995, Recife, 64p. Apostila.

BIONDE, D & KISCHLAT, E. A Vegetação Urbana e a Biodiversidade. Dialogo, **Canoas**, nº. 9, fs. 155-158, jun, dez 2006.

BIONDI, D. & ALTHAUS, M. Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo. Curitiba, PR: FUPEF, 2005. 177p

BITTENCOURT; F.F. B. Videografia digital aérea: proposta de um sistema e aplicação no estudo de uso do solo, cobertura vegetal e silvicultura urbana na Amazônia Central, município de Manaus, AM. Dissertação (em Ciências Florestais e Ambientais). Universidade Federal do Amazonas-UFAM/AM. 166 pg. 2010. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3037>>. Acesso em: 23.03.2018.

BOBROWSKI, R. Estrutura e Dinâmica da Arborização de Ruas de Curitiba, Paraná, no Período 1984-2010. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 144f, 2011.

BORROUGH, P. **Principles of geography information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press. 1998.

BRASIL. Lei no. 605, de 24 de julho de 2001. Institui o Código Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências.

BRIANEZI, D.; JACOVINE, L. A.G; GONÇALVES; W; ROCHA, S. J. S. S. Avaliação da Arborização no Campus-Sede da Universidade Federal de Viçosa. REVSBAU, Piracicaba/SP, V. 8, nº. 4, p 89-106. 2013. Disponível em: < [http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos\\_cientificos/artigo100sn-publicacao.pdf](http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo100sn-publicacao.pdf)>. Acesso em: Janeiro de 2016.

CÂMARA, J. F. O. R.; LIMA, V. T. A. A utilização de vídeo e trilha Como instrumentos de Educomunicação na APA da UFAM. **Revbea**, São Paulo, V. 12, No 2: 79-95, 2017.

CEMIG - **Companhia Energética de Minas Gerais. Manual de arborização**. Belo Horizonte: CEMIG, 2001. 40 p.

COSTA, L. A. Análise e avaliação do manejo da arborização urbana pública da cidade de Manaus. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/FUA como requisitos para a obtenção do título de Mestre em Manejo Florestal. Manaus, 1993.

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

#### CONSELHO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

DRAY, W. T. Arborização Condominial em Manaus: um estudo sobre as percepções dos moradores. Dissertação (mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia). Universidade Federal do Amazonas. 108 f. 2014. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3037>. Consultado em: 15.02.2017.

DUARTE, D. M. Manaus – Entre o Passado e o Presente. 2009. 1ª. Edição. Manaus/AM. Vol. 01. Ed. Midia.comm. 296p. Disponível em: <http://idd.org.br/livros-durango-duarte/manaus-entre-o-passado-e-o-presente.pdf>. Acesso: 29 de abril de 2018.

FARAH, Ivete M. C. Árvore e população: as relações que se estabelecem no contexto da cidade. Paisagem e Ambiente, São Paulo, v. 1, n. 18, p. 99-120, 2004.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Oficina de Texto, 2008. 160p.

FRANCISCO, C. N. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICAS – ESTUDO Dirigido em SIG.

FREITAS, W. K; PINHEIRO, M.A.S; ABRAHÃO, L.L.F. Análise da Arborização de Quatro Praças no Bairro da Tijuca, RJ, Brasil. *Floresta e Ambiente* 2015; 22(1):23-31. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/floram/v22n1/2179-8087-floram-22-1-23.pdf>. Acesso em: 4 de jun. de 2016.

FREIRE, J. R. B. “Barés, Manáos e Tarumãs” IN: Amazônia em Cadernos, História em novos cenários, n.23, v.2, Manaus: Universidade do Amazonas/ Museu Amazônico, 1993/1994, p. 159.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. **Silvicultura urbana: implantação e manejo**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006.

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

JÚNIOR, F. R; MELO, R.R; CUNHA, T. A; STANGERLIN, D. M. Análise da Arborização Urbana em Bairros da Cidade de Pombal no Estado da Paraíba. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.3, n.4, p.3-19, 2008. Disponível em: [www.google.com.br](http://www.google.com.br). Consultado em: 04.02.20017.

JÚNIOR, A. S. & COSTA, L. M. Espécies Empregadas na Arborização Urbana do Bairro Santiago, Ji-Paraná/RO. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.9, n.1, p 78-91, 2014. Disponível em: [http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos\\_cientificos/artigo7sn-publicacao.pdf](http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo7sn-publicacao.pdf). Acesso em: 15.02.2017.

KATO, S.; YAMAGUCHI, Y. (2005). Analysis of urban heat-island effect using ASTER and ETM+ Data: Separation of Anthropogenic heat discharge and natural heat radiation from sensible heat flux. Remote Sensing of Environment, vol. 99, p.44-54.

KIRCHNER, F. F.; DETZEL, V.A.; MITISHITA, E. A. Mapeamento da Vegetação Urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 3., Curitiba, 1990. Anais. p. 72-85.

LANG, S; BLASCHKE, T. Análise da Paisagem com SIG – com SIG. Tradução: Hermann Kux. Ed. I. 424p. Editora. Oficina de textos. 2009.

LEÃO, I. Sistema de Monitoramento de árvores pode reduzir riscos de queda. Jornal da USP | São Paulo - 01/07/2016 - 13h00. Disponível em: <<http://painelacademico.uol.com.br/painel-academico/7128-sistema-de-monitoramento-de-arvores-pode-evitar-risco-de-quedas>>. Consultado em: 01.02.2018.

LIMA, J. P; KREUTZ, C. PEREIRA, O. R. Levantamento Florístico das Espécies Utilizadas na Arborização de Praças no Município de Nova Xavantina-MT. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.10, n.3, p. 60-72, 2015. Disponível em: <[http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos\\_cientificos/artigo456sn-publicacao.pdf](http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo456sn-publicacao.pdf)>. Acesso em: 05 de agosto de 2017.

LIMA NETO, E. M. L.; 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. & BIONDE, D. Detecção de árvores de ruas da cidade de Curitiba, PR, utilizando fotografias aéreas. Rev. Bras. Ciênc. Agrár. v.7, n.4, p.641-647. 2012 Recife-PE. Disponível em: [www.agraria.ufrpe.br](http://www.agraria.ufrpe.br). Acesso em: Abril de 2017.

LIMA NETO, E. M. Aplicação de Sistema de Informação Geográfica para o Inventário da Arborização de Ruas de Curitiba, PR. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Curso de Engenharia Florestal, setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 20011.108 fls. Disponível em: [www.google.com.br](http://www.google.com.br). Acesso em: abril de 2017.

LOBODA, C.R.; DE ANGELIS, B.L.D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. Ambiente - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, v.1 n.1 p. 125-139 jan/jun. 2005. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/viewFile/157/185>. Acesso: 19 de janeiro de 2017.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, v.1. 4. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2002. 384p. LOURENÇO, J. N. de P. Januário, N. S; Feio, E. F. Oliveira, N. M. V. ; Oliveira, C. F.; Ramos, K. da S.; Sousa; S. G. A. de; Lourenço. de S. L. A percepção dos moradores de Parintins – AM, sobre arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 12. 2008, Manaus. Conservação e expansão dos espaços verdes: um desafio ao gerenciamento urbano: palestras, resumos e relatos de experiências. Manaus: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana: International Society Arboriculture: Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 2008.

LIMA, D.C.A. & ARRUDA, Y. M. B. C. Inventário das Espécies Arbóreas Utilizadas na Arborização das Praças de Manaus/AM. Relatório Final apresentado ao Programa Institucional de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas. 2013. 40p.

LIMA NETO, E. M. **Aplicação Do Sistema De Informações Geográficas Para O Inventário Da Arborização De Ruas De Curitiba, PR.** (2011). Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2011.

LORUSSO, D.C.S. Gestão de áreas Verdes Urbana. In: Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, 1. Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 4. Vitória 1992. Anais. Vitória: Prefeitura. 1992. Vol. 1. p. 105-118.

MAGALHÃES, L. M. S. Arborização e Florestas Urbanas - Terminologia Adotada para a Cobertura Arbórea das Cidades Brasileiras. Série Técnica Floresta e Ambiente. p.23-26, Jan/2006. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/st/pdf/arboriza.pdf>. Acesso em: 25 de março de 2016.

MACEDÔNIO DA SILVA, R. **Introdução ao Geoprocessamento: conceitos, técnicas e aplicações.** Novo Hamburgo: Feevale, 2010. 184p.

MARTELLI; A. & SANTOS Jr; A. R. Arborização Urbana do Município de Itapira – SP: Perspectivas para a educação ambiental e sua influência no conforto térmico. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Santa Maria/RS. V. 19, n. 2, mai-ago. 2015, p. 1018-1031.

MIRANDA, J. I. **Fundamento de Sistemas de Informações Geográficas.** Brasília, DF: EMBRAPA, 2005. 475p.

MILANO, M.S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba-PR.** Curitiba, 1984. 130 f. Dissertação. Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal.

MILANO, M.S. Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: Exemplo de Maringá-PR. 1988. 120 F. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/312018180\\_ARBORIZACAO\\_URBANA\\_E\\_A\\_IMPORTANCIA\\_DO\\_PLANEJAMENTO\\_AMBIENTAL\\_ATRAVES\\_DE\\_POLITICAS\\_PUBLICAS](https://www.researchgate.net/publication/312018180_ARBORIZACAO_URBANA_E_A_IMPORTANCIA_DO_PLANEJAMENTO_AMBIENTAL_ATRAVES_DE_POLITICAS_PUBLICAS)>. Acesso: 18 de março de 2018.

MILANO, M.S. Acidade, os espaços abertos e a vegetação. IN Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, 1. Vitória. 1992. Anais. Vitória: Prefeitura. P 3-14.

MILLER, R. W. Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces. New Jersey. Prentice Hall. 1997.

MELO, R. R de; FILHO, J. A. L.; JÚNIOR, F.R. Diagnóstico Qualitativo e Quantitativo da Arborização Urbana no Bairro Bivar Olinto, Patos, Paraíba. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. V. 02, n. 1. 2007, p. 64-80.

MACÊDO, B. R. M de; LISBOA, C. M. C. A.; CARVALHO; F.G; Diagnóstico e Diretrizes para a Arborização do Campus Central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. REVSBAU- Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Piracicaba – SP, v.7, n.1, p. 35-51, 2012. Disponível em:

MONICO, I. M. Árvores e Arborização da Cidade de Piracicaba/SP: Um olhar sobre a Questão à Luz da Questão Ambiental. Dissertação (Mestrado) apresentada a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais. 2001. 165 f. Disponível em: [www.google.com.br](http://www.google.com.br). Acesso em: 23 de março de 2016.

MONTEIRO, M.R. KURODA; C. Y; SILCA, O. H.; CAXAMBU M. G. Levantamento dos Espécimes Vegetais da Arborização Urbana e Seus Conflitos com os Equipamentos Públicos no Município de Farol

– Paraná. Rer. GEOMAE. Campo Mourão, PR. V. 4. Nº. 2. p. 25-36. 2013. ISSN 2178-3306. Disponível em: [http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/viewFile/1024/pdf\\_148](http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/viewFile/1024/pdf_148). Acesso em: 7.01.18.

NETO, N. F. de A. L.; Sousa, P. R. P. de; Viana, Á. L.; Mari, M. L. G.; Medeiros, S. H. da S. Avaliação da arborização urbana da Cidade de Manaus por seus residentes. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 20, n. 1, jan.-abr. 2016, p. 162-173. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM ISSN: 22361170.

NUNES, R. L.; MARMONTEL, C.V. F.; RODRIGUEZ, J.P.; MELO, A. G. C. Levantamento Qualiquantitativo da Arborização Urbana do Bairro Ferrarópolis na Cidade de Garça-SP. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.8, n.1, p.65-74, 2013. Disponível em:< [http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos\\_cientificos/artigo20sn-publicacao.pdf](http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo20sn-publicacao.pdf)>. Acesso em: 02.04.17.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. Arborização urbana. Jaboticabal: UNESP/FCAV/FUNEP, 2002. 74p. (Boletim Acadêmico. Série Arborização Urbana).

PINTO; L. V. A.; CORREA; R. F. M. Conflitos da Arborização Urbana em Vias Públicas de Inconfidentes. MG. Anais do I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 21 e 24 de novembro de 2010, Bauru/SP, realizado pelo Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais – IBEAS. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2010/XI-006.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2018.

RANDRUP, T. B.; KONIJNENDIJK, C.; DOBBERTIN, M. K.; PRÜLLER, R. The concept of Urban Forestry in Europe. In: KONIJNENDIJK, C.; NILSSON, K.; RANDRUP, T. B.; SCHIPPERIJN, J. Urban Forest and Trees, Amsterdam: Elsevier, 2005. p. 09-22.

REIS FILHO, N. G. Contribuição ao estudo da evolução urbana no Brasil (1500/ 1720). São Paulo: EDUSP, 1968.

SANCHOTENE, M. C. C. Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 2., 1994, São Luís. Anais... São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994.

SANTOS, C. Z. A. dos; FERREIRA, R. A.; SANTOS, L. R. SANTOS,; L. I.; GRAÇA, D. A. S. da; GOMES, S. H.; NETO, W. B. P.; CORREIS, T. S.; BOSCHESI, A. C. B. Composição Florística de 25 Vias Públicas de Aracaju – SE. **Soc. Bras. de Arborização Urbana - REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.6, n.2, p.125-144, 2011.

SANTOS, - A. S. R. **Arborização Urbana: importância e aspectos jurídicos**. Disponível em: <http://www.ultimaarcadenoe.com.br/arborizacao-urbana>, Acesso em: 8 de março de 2018.

SANTOS, F. S.; LIMA, D.P.; FERREIRA, M. F. Levantamento de espécies arbóreas em via urbana do Município de Foz do Iguaçu-Paraná. 2006. Biota Amazônia ISSN 2179-5746. Macapá, v. 6, n. 3, p. 52-54, 2016 Disponível em <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota> Submetido em 22 de Março de 2016 / Aceito em 07 de Julho de 2016.

SEGAWA, H. **Ao amor do público**: jardins no Brasil. São Paulo: Studio Nobel, 1996. 240p. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/mailhena/ao-amordopublicojardinsnobrasilhugosegawa>. Acesso em: 21 de abril de 2017.

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**, v.1, n.1, 2006, p.31-44.

SILVA, J. A. **Direito Urbanístico Brasileiro**, 2ª Edição. São Paulo. Malheiros, 1997, pg 247-248. Disponível em:< <https://pt.scribd.com/doc/211539340/Direito-Urbanistico-Brasileiro-Jose-Afonso-da-Silva-2010-1-pdf>>. Acesso em: 21 de abril de 2017.

Silva Filho, Demóstenes Ferreira da et al. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. *Revista Árvore*. Sociedade de Investigações Florestais, v. 26, n. 5, p. 629-642, 2002. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/3280>>. Acesso em: 02.02.17.

SILVA, K.A.R. da; LELES, P.S. S; GIÁCOMO. R.G; MENDONÇA, B.A.F de. Diagnóstico e Uso de Geoprocessamento para Manejo da Arborização Urbana do Bairro Centro da Cidade do Rio de Janeiro – RG. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.11, n.4, p. 98-114, 2016. Disponível em: [www.google.com.br](http://www.google.com.br). Consultado em: 12.02.2018.

SPADOTTO, L.G. F. & Júnior, O. D. Planeamiento y Gerenciamiento de La Arboricultura Urbana Utilizando Técnicas de Geoprocementario. *Tékhnē e Lógos*, Botucatu, SP, v.1, n. 1, out. 2009. Disponível em: <[www.google.com.br](http://www.google.com.br)>. Acesso em: 21 de abril de 2017.

PEREIRA, H. S. et al. CURUPIRA II: Popularizando Conhecimentos Científicos Sobre Ecologia e Conservação de Fragmentos Florestais Urbanos. **Anais de Resumo da 2ª Mostra e Intercâmbio de Experiências em Educação Ambiental na Amazônia**, 01 a 04 de dezembro de 2015, Manaus / Organização de Ana Lúcia Silva Gomes, Maria Olívia de A. Ribeiro Simão e Henrique dos Santos Pereira - Manaus: EDUA, 2015.

SILVA, A. G.; PAIVA, H. N., GONÇALVES, W. Avaliando a arborização urbana. **Série Arborização Urbana**. Coleção Jardinagem e paisagismo, Volume 5. Viçosa – MG : Ed. Aprenda Fácil, 2007.

STEINER, C. Desafios da participação comunitária na conservação e expansão dos espaços verdes. Um exemplo da cidade de Manaus – AM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2008, Manaus-AM. Anais... Manaus: SBAU, CD-ROM. 2008.

STEINER, C. Subsídios para o planejamento de Sistemas de Áreas Verdes Urbanas no Brasil. 222F. 2016. Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

TISCHER, J. C.; FORTE, PEDROSO-DE-MORAES, C. Análise Qualiquantitativa de Indivíduos Arbóreos Das Praças Centrais Do Município De Leme, SP. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.9, n.3, p 49-64, 2014.

TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. Áreas verdes. In: *Território & Cidadania*. Rio Claro, SP, ano III, n. 2, jun-dez, 2003.

TORRES, Marcos Abreu. Estatuto da cidade: sua interface no meio ambiente. *Revista de Direito Ambiental*. São Paulo, n. 45, ano 12, p. 196-212, jan./ mar. 2007. Disponível em: <[http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/doutrina\\_estatuto\\_de\\_cidade.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/doutrina_estatuto_de_cidade.pdf)>. Acesso em: 26 de fev. de 2018.

VELASCO, G. D. N. Arborização Viária X Sistema de Distribuição de Energia Elétrica: Avaliação dos custos, estudos das podas e levantamento de problemas fitotécnicos. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 94f. 2003. Disponível em: <[http://www.uesb.br/flower/alunos/pdfs/arborizacao\\_viaria\\_rede%20eletrica.pdf](http://www.uesb.br/flower/alunos/pdfs/arborizacao_viaria_rede%20eletrica.pdf)>. Acesso em: 03 de abril de 2017.

VELOSO, J. N. Inventário da Arborização Urbana das Principais Avenidas do Município de Rorainópolis, Roraima. *Bol. Mus. Int. de Roraima*. V 10(2): 28— 40. 2016.

## ANEXOS

### Anexo 1. Ficha de Inventário Florístico

Nº.	Zona	Logradouro	Espécies	Cap	Altura	Coordenadas	Estado Fitossanitário	Observações

## **Anexo 2. Questionário das Oficinas de Planejamento para Elaboração de Diretrizes**

### **PLANEJAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA**

1. Quais as áreas prioritárias para a implantação da arborização urbana de Manaus?
2. Qual a quantidade de mudas necessárias para a arborização de um bairro?
3. Quais os programas estão previstos na arborização urbana de Manaus?
4. Quanto a população participa no planejamento da arborização urbana de cada zona de Manaus?
5. Quais instituições estão envolvidas no Planejamento da arborização urbana de Manaus?
6. Como é feito o planejamento do manejo da arborização urbana (corte/poda) e em quanto tempo?
7. Quais os casos mais ocorrentes de autuação por dano a arborização urbana de Manaus?

### **EXECUÇÃO DA ARBORIZAÇÃO EM CAMPO**

1. Qual a infraestrutura que possui hoje para execução da arborização urbana em Manaus?

Quantos Carros? Quantidades de pessoas? Número de viveiro? Capacidade do viveiro? Implementos agrícolas? EPIs? Como é controlado o uso de EPIs? Qual a estrutura organizacional que trata da arborização urbana hoje? Qual o nível de informatização da arborização urbano? Com é a segurança dos locais? Quais as fragilidades?

### **MONITORAMENTO DA ARBORIZAÇÃO**

- 1- O que pode ser feito para que o monitoramento da arborização urbana de Manaus seja contínuo e eficiente?
- 2- Quantas pessoas serão necessárias para fazer o monitoramento da arborização urbana de Manaus?
- 3- Quais formações técnicas?
- 4- Quais as possíveis capacitações técnicas para o monitoramento da arborização urbana?
- 5- Quais equipamentos seriam necessários para implementar o monitorar da arborização urbana de Manaus?
- 6- Quais as parcerias institucionais devem ser feitas para que seja consolidado o plano de monitoramento contínuo da arborização urbana de Manaus?
- 7- Quais os recursos que a Prefeitura de Manaus disponibilizaria para implantar e executar o Plano de monitoramento contínuo da arborização urbana de Manaus?
- 8- Escreva o seu ponto de vista a respeito da situação atual do monitoramento da arborização urbana de Manaus e de que forma pode ser melhorado.
- 9- Acrescente o que mais houver a respeito do monitoramento da arborização urbana e não foi mencionado nesse questionário.
- 10- Quais as zonas da cidade são prioridade para o monitoramento? Por que?