

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

SATYRO BARBOSA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS NO
ENTORNO DOS RESERVATÓRIOS ELEVADOS DE ÁGUA NO
MUNICÍPIO DE PAULISTA-PE**

**RECIFE-PE
2019**

SATYRO BARBOSA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS NO
ENTORNO DOS RESERVATÓRIOS ELEVADOS DE ÁGUA NO
MUNICÍPIO DE PAULISTA-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador (a): Prof. Dr.^a Simone Mirtes Araújo Duarte

Co-orientador (a): Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva

**RECIFE-PE
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586d Silva, Satyro Barbosa da
Diagnóstico da arborização de vias públicas no entorno dos
reservatórios elevados de água no município de Paulista-PE
/ Satyro Barbosa da Silva. – 2018.
111 f. : il.

Orientador: Simone Mirtes Araújo Duarte.
Coorientador: Hernande Pereira da Silva
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal,
Recife, BR-PE, 2018.

Inclui referências, anexo(s) e apêndice(s).

1. Engenharia florestal 2. Arborização das cidades
3. Sensoriamento remoto 4. Paulista (PE) I. Duarte, Simone Mirtes
Araújo, orient. II. Silva, Hernande Pereira da, coorient. III. Título

CDD 634.9

SATYRO BARBOSA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS NO
ENTORNO DOS RESERVATÓRIOS ELEVADOS DE ÁGUA NO
MUNICÍPIO DE PAULISTA-PE**

Aprovado em

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr.^a Lúcia de Fátima de Carvalho Chaves
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Me. Jhonathan Gomes dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr.^a Simone Mirtes Araújo Duarte
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco

**RECIFE-PE
2019**

Dedico este trabalho aos meus filhos, por todo apoio, dedicação e amor incondicional e também a minha mãe, Luiza Maria (*in memoriam*), por ser meu incentivo e minha motivação.

*“Superação, coragem e determinação,
não são opções”.*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, que ao longo desses oito anos de estudo me acolheu e permitiu vivenciar um ambiente de experiência e inclusão.

A Deus, por me proporcionar o dom da vida e me dar força todos os dias para vencer cada desafio com humildade e determinação, permitindo que meu crescimento profissional e pessoal tivesse um gosto mais que especial, por saber que o respeito e a verdade nunca foram colocados em segundo plano.

Aos meus filhos Júlia Marques Barbosa da Silva e Miguel Marques Barbosa da Silva, pois sempre estiveram ao meu lado e faziam-me seguir em frente para dar-lhes o melhor como pai: o amor e o exemplo.

Dedico a minha querida mãe Luiza Maria (*in memorian*), por me ensinar a superar as dificuldades da vida tendo sua caminhada como exemplo ao criar sozinha doze filhos, sem deixar que nada os faltasse.

A minha orientadora Prof. Simone Mirtes, que se colocou à disposição, com toda dedicação e atenção, atuando com bastante comprometimento, responsabilidade e paciência.

Aos professores do Departamento de Ciência Florestal, pelos conhecimentos fornecidos e os que ainda terei o privilégio de receber e que já são importantes na minha vida acadêmica.

Aos amigos que constitui em diversas turmas por onde frequentei e pude compartilhar e receber ensinamentos valiosíssimos, a maior fortuna que um ser humano pode ter.

RESUMO

São indiscutíveis os benefícios que a arborização urbana fornece às comunidades onde há árvores estabelecidas, como fornecimento de sombra para pedestres, estabilização física do solo, redução do impacto da chuva, evitando ilhas de calor e desertos biológicos, fornecendo beleza cênica e bem-estar psicológico, barrando ou canalizando o vento e amortecendo o som. No entanto, são muitas as dificuldades encontradas para se estabelecer um projeto de arborização em comunidades urbanas consolidadas, principalmente, pela falta de planejamento, adequação do mobiliário urbano, além dos equipamentos de telefonia, saneamento e elétricos. As árvores, por vezes, são consideradas como pontos negativos de conflito, sendo responsabilizadas por destruir calçadas, atrapalhar fiações elétricas, romper encanamentos e provocar acidentes pela queda dos galhos ou por sofrerem tombamento. Com base no princípio de que quanto mais árvores, melhor a sensação térmica e menor a necessidade do uso da água tratada na busca desse equilíbrio, este trabalho vem propor um projeto de arborização no entorno dos cinco reservatórios administrados pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA, como forma de beneficiar as comunidades, não apenas com o saneamento, mas também com a arborização. Para tanto, usou-se imagens de recobrimento aerofotogramétrico de resolução 0,50 x 0,50 m, efetuou-se o censo das árvores no entorno dos cinco reservatórios utilizados no estudo do município de Paulista, do qual se extraiu diversos índices que permitiram avaliar e elaborar um plano de arborização nas vias que ofereciam condições físicas para tal. Foram levantados um total de 1.222 indivíduos, distribuídos em 19 famílias botânicas e 43 espécies, em que 86,7% das espécies são exóticas à flora brasileira e 13,3% são nativas. As espécies mais frequentes no entorno dos reservatórios foram: *Ficus benjamina* L. (29,7%), *Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F. Cook. (11,3%) e *Terminalia catappa* L. (10,8%). Tendo como base as normas vigentes e literatura similar, foram propostos locais, quantidade, distância adequada e espécies a serem plantada na via pública, com intuito de trazer de volta o bem-estar que a população tanto necessita, totalizando 415 árvores distribuídas em 15 espécies de origem nativa. O estudo também mostra a necessidade da intervenção do poder público através de campanhas de conscientização da importância das árvores e principalmente na estruturação das vias que carecem da devida atenção.

Palavras-chaves: índices de avaliação, arborização urbana, cálculo de sombreamento, SIG, sensoriamento remoto, Paulista.

Abstract

The benefits that urban tree-planting provides to communities where there are established trees, such as providing shade for pedestrians, physical soil stabilization, reducing the impact of rain, avoiding heat islands and biological deserts, provide scenic beauty and psychological well-being are indisputable, barring or channeling the wind and dampening the sound. However, there are many difficulties encountered in establishing an afforestation project in consolidated urban communities, mainly due to lack of planning, adequate urban furniture, telephony, sanitation and electrical equipment. Trees are sometimes considered as negative points of conflict, being blamed for destroying sidewalks, disrupting electrical wiring, breaking pipes and causing accidents by falling branches or falling over. Based on the principle that the more trees, the better the thermal sensation and the less the need to use treated water in the search for this balance, this work proposes an afforestation project around the five reservoirs administered by Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA, as a way to benefit communities, not only with sanitation, but also with afforestation. For that, aerial-photogrammetric images of 0.50 x 0.50 m resolution were used, the census of the trees was carried out in the surroundings of the five reservoirs used in the study of the city of Paulista, from which several indices were obtained that allowed to evaluate and elaborate an afforestation plan in the roads that offered the physical conditions to do so. A total of 1,222 individuals were collected, distributed in 19 botanical families and 43 species, in which 86.7% of the species are exotic to the Brazilian flora and 13.3% are native. The most frequent species around the reservoirs were: *Ficus benjamina* L. (29.7%), *Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F. Cook. (11.3%) and *Terminalia catappa* L. (10.8%). Based on current standards and similar literature, localities, quantity, adequate distance and species to be planted on the public, road were proposed in order to bring back the well-being that the population needs, totaling 415 trees distributed in 15 species of native origin. The study also shows the need for public intervention through campaigns to raise awareness of the importance of trees and especially in the structuring of roads that lack proper attention.

Keywords: indices of evaluation, urban afforestation, shading calculation, GIS, remote sensing, Paulista.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Instrumentos e equipamentos utilizados durante o censo nas regiões: mapa impresso	30
Figura 2	– Área de atuação para realização do censo arbóreo nas vias urbanas, em um raio de 500 m no entorno dos reservatórios de água do município de Paulista-PE... 30	30
Figura 3	– Desenho inserido no tópico “inclinação” da planilha do Excel.....	33
Figura 4	– Confecção do gabarito de 45° e exemplo de aplicação do mesmo em campo ...	34
Figura 5	– Vista Superior: condição em que a área destinada a árvore é menor que 1,0 m ²	37
Figura 6	– Vista superior de uma árvore: registro do maior diâmetro da copa.....	41
Figura 7	– Planilha do Excel com os dados brutos coletados em campo (esquerda).....	44
Figura 8	– Planilha do Excel com os dados brutos coletados em campo (intermediário) ...	45
Figura 9	– Planilha do Excel com os dados brutos coletados em campo (direita).....	46
Figura 10	– Disposição das figuras 7, 8 e 9 na Planilha do Excel com os dados brutos coletados	47
Figura 11	– Planilha do Excel com os dados processados (esquerda).....	48
Figura 12	– Planilha do Excel com os dados processados (intermediário).....	49
Figura 13	– Planilha do Excel com os dados processados (direita).....	50
Figura 14	– Disposição das figuras 11, 12 e 13 na Planilha do Excel com os dados processados.....	51
Figura 15	– Planilha do Excel com os dados coletados em campo e anotados na Ficha.....	52
Figura 16	– Banco de dados com identificação das árvores no entorno do reservatório de Portugal, na cidade de Paulista - PE.....	72
Figura 17	– Cenários com diferentes distâncias entre as árvores	74
Figura 18	– Distribuição da sombra das árvores na via urbana	78
Figura 19	– Dimensões mínimas dos componentes de uma calçada	87

LISTA DE FOTOS

- Fotografia 1** – Reservatórios de água da Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), no município de Paulista-PE: A-Indaiá; B-Portugal; C-Conceição; D-Maria Farinha; E-Pau Amarelo 28
- Fotografia 2** – Instrumentos e equipamentos utilizados durante o censo nas regiões: A-fita métrica de 20 m; B-trena de 5,0 m e C-prancheta 29
- Fotografia 3** – Telas do GPS GARMIN utilizado na coleta de coordenadas 33
- Fotografia 4** – Palmeira (*Pritchardia pacifica* Seem. & H.Wendl), registrada como CON-175, localizada dentro do raio de atuação do Reservatório de Conceição da COMPESA em Paulista-PE 42
- Fotografia 5** – Base do tronco de um Oitizeiro (*Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch), registrado como MF-216, localizado dentro do raio de atuação do Reservatório de Maria Farinha da COMPESA em Paulista-PE..... 42
- Fotografia 6** – Castanhola (*Terminalia catappa* L.), registrada como EAL-017, localizada dentro do raio de atuação do Reservatório de EAL Pau Amarelo da COMPESA em Paulista-PE 43
- Fotografia 7** – Exemplar de Ficus (*Ficus benjamina* L.), registrada como IND-051, localizada dentro do raio de atuação do Reservatório de Indaiá da COMPESA em Paulista-PE 43
- Fotografia 8** – Exemplar de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) registrado como EAL-061, com detalhe do espaço de crescimento forrado por gramínea na arborização urbana de Paulista-PE 65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Frequência de indivíduos por família botânica na arborização urbana de Paulista-PE.....	55
--	----

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	– Localização do Município de Paulista-PE	26
Mapa 2	– Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno dos reservatórios elevados no Município do Paulista-PE.....	66
Mapa 3	– Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno do reservatório elevado de Indaiá no Município do Paulista-PE.....	67
Mapa 4	– Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno do reservatório elevado de Portugal no Município do Paulista-PE	68
Mapa 5	– Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno do reservatório elevado de Conceição no Município do Paulista-PE.....	69
Mapa 6	– Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno do reservatório elevado de Maria Farinha no Município do Paulista-PE	70
Mapa 7	– Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno do reservatório elevado do EAL Pau Amarelo no Município do Paulista-PE	71
Mapa 8	– Cobertura de copas das árvores no REL Indaiá	80
Mapa 9	– Cobertura de copas das árvores no REL Portugal.....	81
Mapa 10	– Cobertura de copas das árvores no REL Conceição	82
Mapa 11	– Cobertura de copas das árvores no REL Maria Farinha	83
Mapa 12	– Cobertura de copas das árvores no EAL Pau Amarelo.....	84
Mapa 13	– Disposição de locais para plantio das árvores propostas para o REL Indaiá, em Paulista-PE	96
Mapa 14	– Disposição de locais para plantio das árvores propostas para o REL Portugal, em Paulista-PE.....	97
Mapa 15	– Disposição de locais para plantio das árvores propostas para o REL Conceição, em Paulista-PE.....	98
Mapa 16	– Disposição de locais para plantio das árvores propostas para o REL Maria Farinha, em Paulista-PE	99
Mapa 17	– Disposição de locais para plantio das árvores propostas para o EAL Pau Amarelo, em Paulista-PE	100
Mapa 18	– Detalhamento quanto à disposição dos locais para plantio das árvores propostas na Rua Prof. José Copertino de Oliveira no REL Conceição, em Paulista-PE.....	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Domicílios com ausência de árvores no entorno	18
Tabela 2	– Relatório final do levantamento	54
Tabela 3	– Relação dos indivíduos exóticos e nativos do Brasil presentes na arborização urbana do município de Paulista-PE	54
Tabela 4	– Riqueza de espécies, por família botânica na arborização urbana de Paulista-PE	55
Tabela 5	– Lista florística das espécies encontradas, com número de indivíduos arbóreos por unidade amostral (reservatórios) no município de Paulista-PE	57
Tabela 6	– Relação das espécies em comum encontradas no entorno dos cinco reservatórios elevados de água em Paulista-PE	62
Tabela 7	– Área destinada ao desenvolvimento das árvores em um raio de 500 m no entorno dos reservatórios de água no município de Paulista-PE.....	63
Tabela 8	– Quantidade de calçadas pavimentadas, levantadas nas vias públicas no entorno dos reservatórios de água, no município de Paulista-PE	64
Tabela 9	– Distância média entre as árvores por área do entorno dos reservatórios elevados de água, em Paulista-PE	73
Tabela 10	– Percentual de área ocupada pela projeção de copas das árvores no entorno dos reservatórios elevados de água em Paulista-PE.....	79
Tabela 11	– Quantidade e espécies de árvores previstas para as vias públicas que apresentam condições de arborização no município de Paulista-PE	88
Tabela 12	– Resumo com espécies de árvores previstas para as vias que apresentam condições de arborização	95
Tabela 13	– Resumo com quantidade de árvores proposta por reservatório	95

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	PLANEJAMENTO DE ÁREAS URBANAS	17
2.2	GEOTECNOLOGIAS E URBANISMO	23
2.2.1	Sensoriamento remoto	23
2.2.2	Geoprocessamento	23
2.2.3	Sistema de Informações Geográficas - SIG	24
2.2.4	Fotografias aéreas	24
2.2.5	Planejamento urbano e geotecnologia	25
3	MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
3.2	NORMAS RELACIONADAS À ARBORIZAÇÃO	29
3.3	EQUIPAMENTOS	29
3.4	RAIO DE ATUAÇÃO	30
3.5	LEVANTAMENTO DE DADOS	31
3.5.1	Data da coleta das informações	31
3.5.2	Rua	31
3.5.3	Em frente à casa	32
3.5.4	Número da árvore	32
3.5.5	Espécie	32
3.5.6	Nome vulgar	32
3.5.7	Coordenadas	32
3.5.8	Inclinação	33
3.5.9	Largura da rua	34
3.5.10	Largura da calçada	35
3.5.11	Origem	35
3.5.12	Porte	35
3.5.13	Densidade da Copa	36

3.5.14	Altura da 1° Bifurcação	36
3.5.15	Área destinada a Árvore	37
3.5.16	Relação copa/fuste	38
3.5.17	Circunferência a altura do peito (CAP)	38
3.5.18	Interferência na iluminação, sinalização, muro	38
3.5.19	Conflito com as redes elétrica / telefônica	39
3.5.20	Local inserido (indivíduo)	39
3.5.21	Fitossanidade	40
3.5.22	Diâmetro da copa	40
3.5.23	Condição das raízes	41
3.6	FOTOS DAS ÁRVORES	41
3.7	PROCESSAMENTO DE DADOS	43
3.7.1	Geração de Imagens no QGIS	51
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
4.1	COMPOSIÇÃO DAS ESPÉCIES	54
4.2	ALTURA DA 1° BIFURCAÇÃO	63
4.3	ÁREA DE CRESCIMENTO/CANTEIRO DA ÁRVORE	63
4.4	GEORREFERENCIAMENTO DOS INDIVÍDUOS ARBÓREOS	65
4.5	ESPAÇAMENTO ENTRE AS ÁRVORES	73
4.6	LARGURA DAS RUAS ONDE HAVIAM ÁRVORES	75
4.7	DEMAIS SITUAÇÕES OBSERVADAS NAS ÁREAS DE ESTUDO	76
4.8	COBERTURA DA COPA PROPICIADA PELAS ÁRVORES	77
4.9	ESPÉCIES RECOMENDADAS PARA USO NA ARBORIZAÇÃO URBANA	85
4.10	PROPOSTA DE ARBORIZAÇÃO	86
4.10.1	Critérios para proposta	86
5	CONCLUSÃO	102
	REFERÊNCIAS	103
	APÊNDICE(S)	109
	ANEXO(S)	110

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o homem trocou o ambiente rural para viver nas áreas urbanas. Isso provocou um crescimento desordenado das cidades. Além disso, a falta de planejamento urbano resulta num deficiente ambiente para se viver, pois potencializa ainda mais a degradação desse cenário, ocasionando redução na qualidade de vida, culminando com a elevação de índices de internações por conta de doenças respiratórias, depressão, violência, poluição dos rios, lagos e ambientes florestais, aumento da temperatura ambiente, além de vários outros fatores indiretos, como o aumento do consumo de água e energia.

Áreas que não poderiam receber habitações, como encostas de grandes desfiladeiros, planícies de inundação e áreas de preservação, são ocupadas por diversas famílias, ou seja, tais ocupações estão totalmente sujeitas a catástrofes e em desconformidade com as leis federais, estaduais e municipais.

A superpopulação, no meio urbano, tem feito com que o homem procure, cada vez mais, condições que possam melhorar a sua convivência no ambiente, muitas vezes, adverso. “A ocupação desordenada das cidades foi provocando mudanças, principalmente, no que se refere à arborização, onde a utilização de uma vegetação apropriada é cada vez mais necessária” (MUNEROLI, 2009).

O solo das cidades torna-se cada vez menos permeável devido a sua compactação e várias formas de pavimentação, criando uma barreira definitiva ao ciclo natural das águas pluviais, impedindo que estas atinjam os lençóis freáticos, reduzindo assim a quantidade das reservas de água doce subterrânea, aumentando a quantidade de água sobre o solo, gerando grandes inundações. Em relação à poluição sonora em grandes centros, percebe-se que é tão evidente, que muitas vezes a tranquilidade torna-se “inviável”, além disso, provoca o isolamento do morador em sua própria residência ou sua migração para áreas com menor índice de degradação.

Outro tipo de poluição pouco difundida é a visual, esta contribui para deterioração da saúde humana por meio de anúncios, placas, avisos, etc., sendo responsável, por exemplo, pelo aumento do estresse nas pessoas e animais. Assim, diante desse problema e dos descritos anteriormente, observa-se a necessidade do homem voltar a se integrar com a natureza com a reinclusão e a conservação de árvores em centros urbanos, pois é vista como única saída para resolver tantos problemas advindos da sua ausência e do mau uso do meio ambiente.

Além disso, o avanço tecnológico que o mundo vem vivenciando permite ao ser humano realizar tarefas antes impensáveis e elevar o rendimento quando colocada tais ações

em prática, uma vez que analisa as medidas corretivas antes mesmo da implantação das árvores por meio de simulações. Dentre estas ferramentas, encontra-se o Sensoriamento Remoto que é um conjunto de técnicas que possibilita a obtenção de informações sobre alvos na superfície terrestre e o SIG que são sistemas de hardware, software, informação espacial, procedimentos computacionais e recursos humanos que permitem e facilitam a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem.

Quanto à densidade demográfica em uma comunidade, a solução mais econômica e definitiva é a implantação de um sistema público de abastecimento de água com a construção de um reservatório que proporcione o uso múltiplo da água (consumo coletivo, recreação, manutenção da vida com água para consumo, maior número de áreas ajardinadas e parques), culminando, assim, na diminuição de gastos com internações e medicina curativa em hospitais e postos de saúde, higiene pessoal, combate a incêndios e justificando os estudos sobre o nível de desenvolvimento no seu entorno.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Caracterizar a situação atual e elaborar uma proposta de arborização urbana na cidade do Paulista que valide a implantação de árvores nas vias do entorno dos reservatórios que contenham condições técnicas e físicas para plantio e manutenção.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Localizar, quantificar e georreferenciar, através de um censo, todas as árvores encontradas nas vias urbanas no entorno dos cinco reservatórios elevados pertencentes a COMPESA, no município de Paulista-PE;
- b) Utilizar geotecnologias para levantamento de dados e processamento de imagens e dados;
- c) Avaliar a real condição das vias urbanas a partir dos dados processados;
- d) Estabelecer número de arvores adequado à rua;
- e) Indicar a necessidade de plantio de árvores nas ruas que apresentem condições para tal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PLANEJAMENTO DE ÁREAS URBANAS

A criação e manutenção de áreas verdes urbanas são sempre defendidas por todas as esferas da sociedade pela sua capacidade de proporcionar à população melhores condições ambientais e sociais. “Essas áreas exercem papel positivo na qualidade de vida das pessoas, devido às suas funções sociais, ecológicas, estéticas e educativas, agindo como fator amenizador das condições negativas da urbanização [...]” (BARGOS, 2011), pois “[...] oferecem a possibilidade de lazer e recreação a céu aberto para a população, minimizando fatores estressantes, como ruído, calor e poluição do ar” (COSTA, 2010).

De acordo com os números do Censo 2010, há carência de áreas verdes nas zonas urbanas do país, enquanto o percentual de implantação de iluminação pública e pavimentação das ruas continua evoluindo. Segundo a IstoÉ (2012), o Censo investigou, pela primeira vez, as características do entorno dos domicílios, como iluminação pública, pavimentação, calçadas, meio-fio (guia), placas de identificação de ruas, praças e outros logradouros, rampa para cadeirantes, bueiros para escoamento de água de chuva, arborização, esgoto a céu aberto e lixo acumulado. Em 14,9 milhões de moradias (31,73% do total pesquisado), onde vivem 50,5 milhões de pessoas (33%) localizadas em áreas urbanas, não há a existência de uma única árvore em seu entorno. “O levantamento leva em conta apenas as árvores existentes no entorno dos domicílios e não considera as que ficam, por exemplo, em jardins internos” (ISTOÉ, 2012). Nesse estudo, foram analisados apenas os entornos de domicílios urbanos que estavam localizados em quadras ou quarteirões, com isso, parte das moradias de favelas ficaram fora da pesquisa.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2010), a região Nordeste (Tabela 1) apresenta o segundo pior índice em ausência de áreas verdes próximo a residências com 38,16% dentre as cinco grandes regiões, ganhando apenas para a região Norte que possui 62,48%. A melhor região em cobertura verde nas áreas urbanas é a Sudeste, onde 26,19% das residências têm árvores por perto. Pernambuco está em décimo oitavo lugar em índice de arborização, onde 55,01% dos domicílios urbanos pernambucanos apresentam árvores no entorno. Com seus 42,03% de árvores no entorno das residências, o município de Paulista fica em quatro milésimo quingentésimo sexagésimo sétimo (4.467) lugar dentre as 5.565 cidades do país.

Tabela 1 - Domicílios com ausência de árvores no entorno

Tabela 3362 - Domicílios particulares permanentes e Moradores em domicílios particulares permanentes, em áreas com ordenamento urbano regular, por adequação da moradia e existência e características do entorno		
Variável - Domicílios particulares permanentes em áreas urbanas com ordenamento regular - percentual do total geral		
Existência de características do entorno - Não existe		
Ano - 2010		
Adequação da moradia - Total		
Características do entorno - Arborização		
#	Grande Região	
1	Norte	62,48
2	Nordeste	38,16
3	Centro-Oeste	30,33
4	Sul	27,79
5	Sudeste	26,19

Fonte: IBGE, 2010

A falta de área verde é muito mais acentuada nos domicílios pobres. Nas moradias com renda per capita mensal de até um quarto do salário mínimo, 43,2% não têm árvores no entorno. “O índice cai quase à metade, para 21,5%, nos domicílios de renda de mais de dois salários mínimos por pessoa” (ISTOÉ, 2012).

Lorusso (1992) define arborização urbana como o conjunto de áreas verdes compostas por três setores individualizados que estabelecem interfaces entre si: 1) áreas verdes públicas, destinadas ao lazer ou que oportunizam ocasiões de encontro e convívio direto com a natureza, como praças e parques; 2) áreas verdes privadas compostas pelos remanescentes vegetais significativos incorporados à malha urbana; e, 3) arborização de ruas e vias públicas.

Os efeitos positivos gerados pela arborização nas cidades, conforme Roppa et al. (2007), como redução da poluição do ar, minimização da poluição sonora, amenização da força do vento, favorecimento de um micro clima, contribuição para o balanço hídrico, fornecimento de abrigo, corredores de circulação e alimentação para a fauna local, agregando valor estético à paisagem e aumentando a segurança com a presença de mais pessoas nas vias que querem se beneficiar da presença de árvores, dentre outros, a arborização urbana, nos passeios públicos e outros elementos existentes na maioria dos centros urbanos como postes de iluminação pública, ficções, telefones públicos, placas de sinalização, paradas de ônibus, lixeiras, materiais de construção, carros estacionados nas calçadas, exposição de mercadorias,

dentre outros, convivem em desarmonia com o meio à falta de planejamento tanto para arborização, quanto desses outros componentes que ocupam o mesmo espaço.

Barros e Lombardo (2016) concluíram, no seu estudo na cidade de São Paulo, que a presença baixa ou a total ausência de vegetação apresentava-se como a principal causa da distribuição espacial e da intensidade das ilhas de calor urbana. Eles levantaram que a abundância de asfalto, concreto e telhados de zinco, amianto e alumínio oriundos dos armazéns, indústrias e comércio ensejavam maior propagação e armazenamento de calor, o que aumentava a diferença de temperatura da superfície em mais de 8° C em relação aos ambientes rurais.

Muneroli e Mascaró (2010) enfatizam que arborização urbana proporciona vários benefícios ao ambiente, onde se pode destacar a captura do carbono atmosférico, uma vez que a vegetação representa papel importante na absorção desse gás através do fenômeno da fotossíntese, assim como a importância estabelecer critérios para arborizar o ambiente urbano utilizando espécies arbóreas nativas com características próprias de cada região, pois o ambiente urbano, quando bem arborizado além da captura do carbono também aumenta a umidade do ar, controla a temperatura, fornece alimento à fauna silvestre, diminui a intensidade do vento e alivia o estresse da população.

De forma mais incisiva, a presença de árvores no meio urbano reduz a pressão sobre os recursos naturais no planeta, dentre eles, a água. Maior quantidade de árvores culmina numa menor temperatura ambiente ocasionando melhor sensação térmica, reduzindo o consumo de água por parte dos moradores do entorno dos reservatórios de água que são administrados pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

Paiva e Gonçalves (2012) enfatizam a importância de considerar o verde urbano não só como lazer, mas também como meio para geração de renda, trabalho e melhores condições de vida pelas soluções que pode apresentar para a resolução dos problemas bioclimáticos.

Em âmbito mundial, até 40% da precipitação terrestre é gerada pela transpiração vegetal e pela evaporação do solo, também responsáveis pela maior parte das precipitações em algumas regiões. Portanto, as decisões relativas ao uso do solo em um determinado lugar podem ter consequências significativas para os recursos hídricos, as pessoas, a economia e o meio ambiente “[...] em lugares distantes – o que indica as limitações das bacias de drenagem (em oposição às “bacias de precipitação”) em servir como as bases para o gerenciamento da água” (UNESCO, 2018).

Para Landi (2011), o planejamento é essencial nesse processo, onde a cidade de São Paulo se debruça em melhorar os índices de arborização. Pelas metas do Plano Diretor, a

prefeitura planeja uma ampliação das áreas verdes equivalentes a 33 parques Ibirapuera, onde o custo total da proposta, não pode ser estimado, pois estudos para a cidade apontam para muitas áreas a serem desapropriadas, causando impacto social.

Biondi e Lima Neto (2011) ressaltam que para o planejamento da arborização de ruas é imprescindível o conhecimento da estrutura urbana para não ocorrer conflito entre árvore e ambiente.

“Os governos locais podem tomar medidas para ajudar os residentes, a infraestrutura e os sistemas a reduzir sua vulnerabilidade ao calor, tanto em resposta a um evento de calor extremo quanto como parte do planejamento de longo prazo para reduzir os riscos futuros” (EPA, 2016).

“A qualidade ambiental é um dos fatores-chave na criação de uma imagem positiva da cidade” (TYRVÄINEN, 2001). Sendo um indicador de qualidade ambiental, a vegetação atua associada a outros indicadores (qualidade do ar, da água, solos, fauna e clima) como elemento indispensável ao equilíbrio, seja na manutenção de algumas condições vigentes desejáveis seja nas ações que visem à melhoria da qualidade de vida em áreas mais comprometidas. Dessa forma, a importância das áreas verdes como indicador de qualidade ambiental reflete-se nas funções que estas desempenham no ambiente urbano.

Segundo Mascaró (2004), quando há a substituição de plantas por asfalto, tijolos, ferro e concreto, favorece-se a absorção de radiação solar diurna e a reflexão noturna, formando assim o fenômeno intitulado como “ilhas de calor”. A construção de edificações, estabelecimentos comerciais e indústrias, em espaços cada vez mais reduzido em áreas urbanas, cresce ocupando o lugar da arborização, que não é replantada ou adequada ao novo ambiente, gerando um desconforto na ambiência urbana.

Já para Ferreira et al. (2010), a formação e expansão das cidades é um contínuo processo de substituição das superfícies naturais por materiais artificiais, lançamento de gases e material particulado na atmosfera que como consequência ocasiona a degradação ambiental e a mudança dos padrões climáticos desses locais. Oke et al. (1999) complementa as consequências desse “processo de substituição” que criam seus próprios climas devido ao impacto do desenvolvimento urbano no balanço de calor à superfície condicionando a formação do fenômeno da ilha de calor urbana. O termo final “urbana” estabelece uma melhor especificação do local de ocorrência dessa ilha permitindo inferir que o mesmo não é exclusividade desse ambiente.

A ilha de calor urbana possui uma natureza complexa e se relaciona com outros importantes fatores climáticos como poluição atmosférica, fortes precipitações que levam ao

risco de inundações e alteração nas amplitudes térmicas, além da dinâmica de uso e cobertura do solo e outros conjuntos de variáveis como habitação e saúde pública.

O termo "ilha de calor" descreve áreas construídas que são mais quentes do que as áreas rurais próximas. "A temperatura média anual do ar de uma cidade com um milhão de pessoas ou mais pode ser de 1,8 a 5,4° F (1 a 3° C) mais quente que o ambiente ao redor" (OKE, 1997). "Em uma noite clara e calma, no entanto, a diferença de temperatura pode chegar a até 22° F (12° C)" (OKE, 1987). As ilhas de calor afetam as comunidades nela residentes, aumentando a demanda e o pico de energia na época mais quente, os custos de manutenção com o constante uso do ar condicionado ou outro tipo de equipamento, a poluição do ar, culminando no aumento na emissão de gases de efeito estufa e o uso da água tratada ou não, elevando o índice de doenças e mortalidade relacionadas ao calor e à qualidade da água.

Barros e Lombardo (2012) concluíram em sua pesquisa realizada na cidade do Recife-PE, que a formação das ilhas de calor urbanas nessa cidade, referente aos aspectos de uso do solo e morfologia urbana, estão relacionadas a duas composições urbanas distintas. A primeira delas é o centro urbano onde há um intensivo uso do solo pelas atividades do comércio e oferecimento de serviços, nela circulando diariamente uma grande quantidade de pessoas e veículos de diversos portes, possuindo grandes aglomerados de edificações de variados formatos e altura, pertencentes há diferentes tempos históricos. A segunda corresponde a algumas áreas edificadas da planície, no qual o uso do solo é estritamente residencial. Eles também concluíram que as áreas dentro da unidade as quais correspondem à formação de ilhas de calor possuem a característica de Zonas Especiais de Interesse Social (Zeis) composta por famílias em situação de alta vulnerabilidade socioeconômica e que conseqüentemente constroem suas residências com matérias de baixa qualidade, o que intensifica o aumento das temperaturas.

As atividades para reduzir as ilhas de calor variam de iniciativas voluntárias, como projetos de demonstração de pavimentos frios, até ações de políticas, estabelecendo exigência de coberturas frias via códigos de construção. A maioria das atividades de mitigação tem múltiplos benefícios, incluindo ar mais limpo, melhor saúde e conforto humanos, custos reduzidos de energia e menores emissões de gases de efeito estufa. "A mitigação das ilhas de calor também pode ajudar as cidades a reduzir os impactos das mudanças climáticas" (EPA, 2016).

Segundo Paiva (2000), para implantar a arborização é importante escolher as espécies e avaliar alguns critérios, como o ritmo e as exigências para o crescimento, o tipo de copa, o porte, a folhagem, as flores, os frutos, os troncos, as raízes, os problemas de toxidez, a

rusticidade, a resistência, a desrama natural e a origem das espécies; além de considerar outros fatores relevantes, entre eles, a largura da calçada, a rede de infraestrutura, o clima, o solo e a umidade.

A escolha de espécies adequadas para serem implantadas em um determinado local da cidade é fundamental quando se planeja a arborização urbana. Uma correta escolha acarretará na diminuição dos custos de manutenção que ocorreriam caso fossem implantadas em local inadequado, sem o mínimo planejamento. Durante a fase de planejamento da arborização urbana, vários critérios devem ser adotados: em canteiros centrais de avenidas e em ruas de calçadas largas, “[...] pode-se optar por espécies de porte grande e médio, porém em calçadas estreitas, devem-se usar espécies de pequeno porte para não causar interferências principalmente com a rede de infraestrutura” (PAIVA, 2000).

Endossando tal cuidado durante processo de implantação de espécies arbóreas na área urbana, Cunha (2005) afirma que onde já está implantada a arborização será necessário um acompanhamento técnico, uma reformulação do planejado com a efetiva participação da comunidade, onde sejam observados os seguintes condicionantes: estudo da espécie, comportamento no meio urbano, integralização com os outros elementos da cidade, dimensões de ruas e passeios, altura das construções, presença de redes aéreas ou subterrâneas, localização das diferentes atividades, condições de clima e solo, fluxo de veículos e pedestres.

Segundo a revista Planeta (2012), a falta de cuidados comprometem em grande medida a conservação das espécies, e não só as prefeituras são responsáveis por elas. É comum a população, sem buscar nenhuma orientação, impermeabilizar a calçada ao redor do tronco, fixar pregos ou fazer corte ou poda irregulares, podendo resultar em altas multas e ser considerado crime ambiental, em alguns casos. Por vezes, o morador planta uma muda por conta própria e não atenta para características importantes do local ou da espécie, sem verificar, por exemplo, se há espaço suficiente no passeio para a árvore escolhida.

São muitos os benefícios promovidos pelo plantio de árvores em áreas urbanas. “Elas ajudam a reduzir o calor da selva de pedra urbana, a evitar enchentes e preservar cursos de água, além de tornarem o ambiente mais agradável com suas cores e sombras” (GGN, 2015).

Em teoria, quanto mais verde a cidade, melhor a qualidade do ar que se respira e mais agradáveis “[...] são a paisagem e o clima, as sombras criadas pelas copas, a umidade gerada pela vegetação em geral e a quantidade maior de área permeável são características que ajudam nesses aspectos [...]” (GAZETA, 2016). Mas não basta ter quantidade. É preciso planejar muito bem onde, o que e como se planta. Apesar de ser muito difundida a informação

de que a Organização Mundial da Saúde (OMS) preconizava como quantidade mínima 12 m² de área verde por habitante, sendo o ideal de 36 m², ou seja, cerca de três árvores por morador, tal dado não consta no referido órgão. “Apareceu equivocadamente em um estudo antigo e passou a ser reproduzido, sobretudo pelos meios de comunicação” (PLANETA, 2012). Por isso não se há um padrão que estabeleça quantas árvores devam ser plantadas em relação a uma distância ou área.

2.2 GEOTECNOLOGIAS E URBANISMO

2.2.1 Sensoriamento remoto

As origens da teoria dos sistemas remontam aos anos quarenta, a partir da contribuição “[...] de Ludwig von Bertalanffy, na segunda guerra mundial, quando a necessidade de coleta e tratamento de informação à distância e em tempo curto, para tomada de decisões operacionais era decisiva” (PEREIRA; SILVA, 2001).

O termo sensoriamento remoto de forma íntegra foi fundamentado no início dos anos de 1960, por Evelyn L. Pruit e colaboradores, “[...] é uma das mais bem-sucedidas tecnologias de coleta automática de dados para o levantamento e monitoramento dos recursos terrestres em escala global” (MENESES; ALMEIDA, 2012).

2.2.2 Geoprocessamento

O Geoprocessamento é um ramo da área do conhecimento conhecida como Geomática e engloba o total conjunto de técnicas ligadas à informação espacial, quer seja no tocante a coleta, armazenamento, tratamento e análise, bem como uso integrado desses dados geográficos. Estas técnicas ou tecnologias são comumente chamadas de Geotecnologias. “Alguns exemplos de Geotecnologias são: Topografia, Fotogrametria, Cartografia, Sensoriamento Remoto, Posicionamento por Satélite, Geoestatística, Banco de Dados Geográficos, WebMapping e SIG” (MEDEIROS, 2012), de modo que o SIG bem como as demais Geotecnologias, constituem parte do conjunto maior de técnicas - o Geoprocessamento.

O termo Geoprocessamento é composto das palavras *geo* (derivado do termo grego *gaia* - Terra) e *processamento*, referindo-se à capacidade de processar informações. “Podendo

ser o geoprocessamento conjunto de tecnologias, métodos e processos para o processamento digital de dados e informações geográficas” (PEREIRA; SILVA, 2001).

2.2.3 Sistema de Informações Geográficas - SIG

O SIG se refere a um pacote de software que permite o tratamento automatizado de dados gráficos e não gráficos georreferenciados, a componente base de dados de um “Sistema de Informações Geográficas é o elemento chave do sistema, pois é o que reflete a representação da realidade” (PEREIRA; SILVA, 2001).

“O sistema de informação geográfica – SIG é uma das melhores ferramentas para tomadas de decisões sobre planejamentos urbano, e suas aplicações pode ser muito eficaz através de mapas e bancos de dados que abrangem as características do local” (TEIXEIRA, 1995). Dessa forma, o SIG pode ser aplicado para auxiliar no planejamento urbano, no que diz respeito ao acesso de dados geográficos, para ajudar os responsáveis no diagnóstico, projeto e apresentação dos resultados de seu trabalho.

O sistema de informações geográficas tem sido muito útil para a administração pública, possibilitando uma visão mais ampla sobre a cidade e ajudando na tomada de decisões. “A utilização do SIG junto com as imagens de satélites, além de trazer contribuições para o desenvolvimento do Plano Diretor, como ajudar várias secretarias do município a planejar e disponibilizar suas ações e informações” (CAVENAGHI; LIMA, 2006).

Biondi e Lima Neto (2011) salientam a importância da análise especial dos dados para tornar possível a geração de informações espaciais que venham gerenciar as ruas arborizadas, disponibilizando informações a comunidade e órgãos/instituições de fomento a esse serviço, com intuito de tonificar o conhecimento técnico-científico ao que discerne a arborização urbana.

2.2.4 Fotografias aéreas

A definição de Fotogrametria até a década de 60, era: “[...] ciência e arte de obter medidas confiáveis por meio de fotografias [...]” (ASP, 1966). Com o advento de novos tipos de sensores uma definição mais abrangente de Fotogrametria foi proposta também pela ASP em 1966, como sendo a arte, ciência e tecnologia de obtenção de informação confiável sobre objetos físicos e o meio ambiente através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética radiante e outras fontes.

A Fotogrametria é definida como a ciência aplicada, a técnica e a arte de extrair de fotografias métricas, contemplando a forma, as dimensões e a posição dos objetos nelas contidos. Uma das classificações adotadas para a fotogrametria é quanto à evolução dos equipamentos e materiais envolvidos nos processos, podendo a mesma ser: fotogrametria analógica, fotogrametria analítica ou fotogrametria digital. Nos últimos anos, a fotogrametria aérea, notadamente a de satélites em órbita, alterou substancialmente técnicas como a Cartografia e a interpretação aerofotométrica. O desenvolvimento da fotogrametria cartográfica como ferramenta útil à agrimensura levou à sua adaptação para utilização em outras áreas do conhecimento, quando é denominada fotogrametria não-cartográfica. “Entre as áreas do conhecimento que se beneficiaram da adoção dos princípios da fotogrametria está a biomecânica, através da análise do movimento baseada em imagens, ou cinemática” (EDUCALINGO, 2018).

O objetivo da fotogrametria é a medição sobre fotografias aéreas, para a partir destas medições chegar ao mapa. Seja cartográfico, topográfico, geológico, geomorfológico, geográfico, etc.

2.2.5 Planejamento urbano e geotecnologia

“Planejamento urbano é uma área na qual as vantagens de adotar tecnologias de Geoprocessamento são geralmente aceitas, embora não exista muita sistematização sobre o assunto” (PEREIRA; SILVA, 2001).

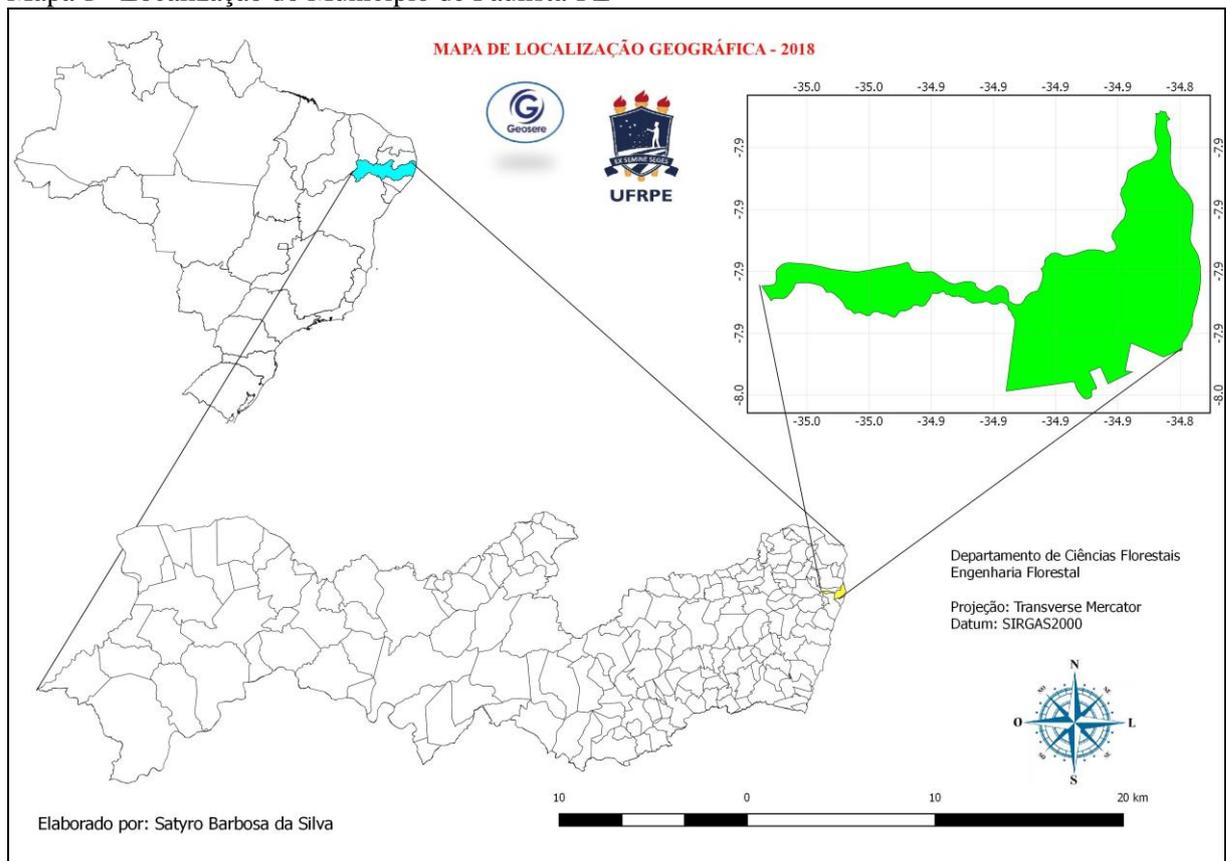
Souza (2010) versa sobre a aplicabilidade do geoprocessamento na cidade, pois reflete na aceleração e acuidade nos procedimentos voltados aos cadastros, localização e organização territorial dos objetos nele presente. Contudo, o autor alerta sobre o cuidado em se colocar as geotecnologias como um suporte tecnológico ao invés de um instrumento. E ainda discorre sobre como o meio acadêmico, por meio de trabalhos de pesquisa, vem utilizando de forma inadequada essa ferramenta. Ele atenta que o ganho teórico-metodológico e conceitual é realizado somente pelo ser humano e que jamais deve ser substituído e colocado como secundário na pesquisa, ou seja, os dados obtidos devem ser avaliados pelo ser humano e não tão somente pela máquina.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Esta pesquisa foi desenvolvida no município de Paulista, Pernambuco, Brasil, que segundo os dados do Censo 2017, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possui uma população de 328.353 habitantes convivendo em uma área de 97,312 km², configurando uma densidade populacional de 3.374,229 hab/km². Localizado no litoral do estado (Mapa 1), o município fica situado entre as coordenadas 7° 50' 34.9" Sul, 34° 50' 19.5" Oeste e 7° 58' 45.5" Sul, 34° 54' 50.1" Oeste e está a 17 km da capital pernambucana, Recife.

Mapa 1 - Localização do Município de Paulista-PE



Fonte: Elaborado pelo autor

O município tem seus limites: ao norte com Igarassu e Abreu e Lima, ao sul com Olinda e Recife, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Paudalho. “O relevo é constituído por tabuleiros, cuja altitude varia de 40 a 50 metros, próximo à planície costeira e

até mais de 160 metros, na porção oeste, estendendo-se para o leste” (PAULISTA EM FOCO, 2018).

O clima para o litoral do estado é considerado quente e úmido com chuvas de outono-inverno. A temperatura tem média de 25,8° C e de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, Paulista está classificada em Am, que representa um clima tropical com estação seca no verão e segundo a Climate-Data.org (2018), precipitação anual média de 1.819 mm.

O município faz parte da Região Metropolitana do Recife, que polariza fluxos econômicos, com predominância do setor de serviços e funciona como centro distribuidor de mercadorias. Além de concentrar maior número de indústrias de transformação do Estado, outro pilar da economia metropolitana é a agroindústria, voltada para os setores do álcool e açúcar. “Destaca-se também o cultivo de frutas e hortaliças, como banana, coco, inhame, mandioca, entre outros” (PAULISTA40GRAUS, 2011).

Os cinco reservatórios (Fotografia 1), objeto do estudo, possuem área de influência em um ou mais bairros.

Reservatório:	Bairro:
EAL PAU AMARELO	- Pau Amarelo
REL INDAIÁ	- Nossa Senhora do Ó - Nossa Senhora da Conceição - Janga
REL PORTUGAL	- Pau Amarelo - Nossa Senhora do Ó - Nossa Senhora da Conceição - Engenho Maranguape
REL CONCEIÇÃO	- Nossa Senhora do Ó - Nossa Senhora da Conceição
REL MARIA FARINHA	- Maria Farinha

Através de consulta a tabelas, fornecidas pelo corpo técnico da GNM-Norte (Gerência Norte Metropolitana) da COMPESA, as informações quanto a capacidade de armazenamento de água de cada reservatório elevado foi extraída. Os reservatórios do EAL (estação de abastecimento e loja) Pau Amarelo, REL (reservatório elevado) Conceição, REL Portugal e REL Indaiá possuem capacidade para armazenar 300 m³ de água, enquanto o reservatório do REL Maria Farinha possui capacidade de armazenamento de 200 m³.

Fotografia 1 - Reservatórios de água da Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), no município de Paulista-PE: A-Indaiá; B-Portugal; C-Conceição; D-Maria Farinha; E-Pau Amarelo



Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 NORMAS RELACIONADAS À ARBORIZAÇÃO

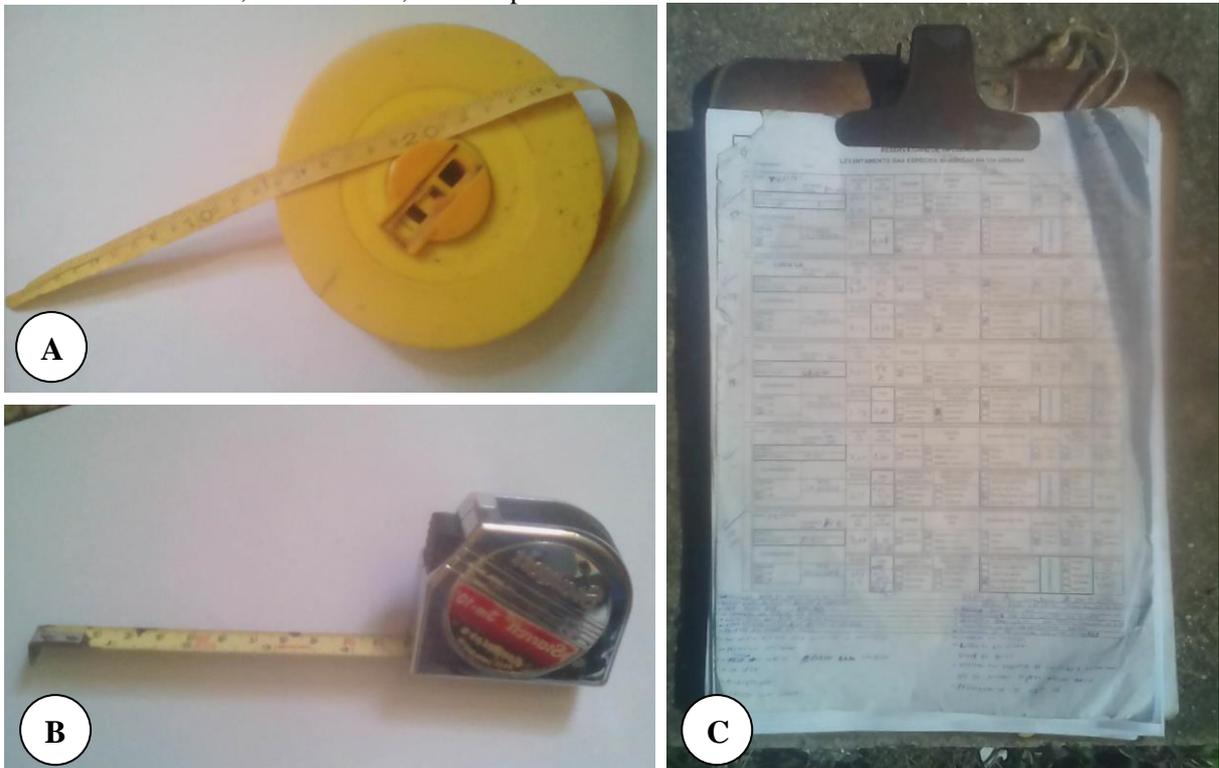
A metodologia de pesquisa teve enfoque qualitativo e quantitativo baseado em parte, por pesquisas realizadas anteriormente, como também literaturas que abordaram similar assunto e por material gerado pelo próprio discente.

3.3 EQUIPAMENTOS

Durante todo o trabalho de campo foram utilizados os seguintes equipamentos (Fotografia 2):

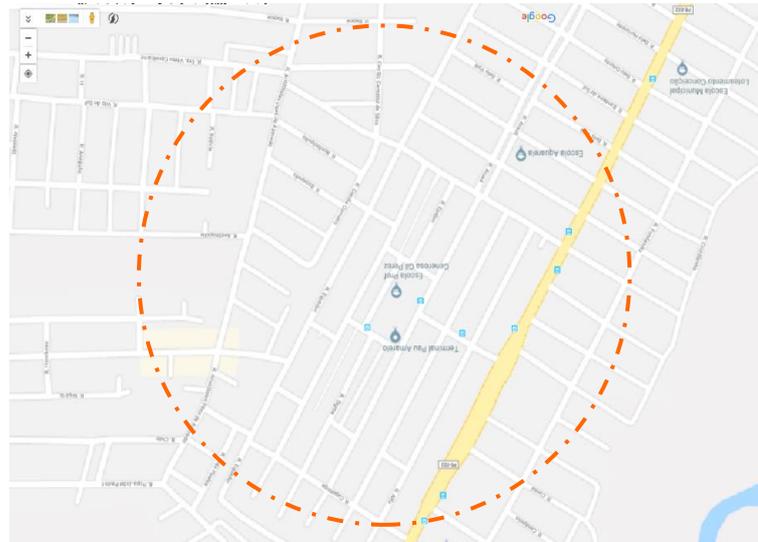
- Fita métrica de 20 m;
- Trena de 5,0 m;
- Prancheta com formulários para preenchimento;
- Mapas impresso (Figura 1);
- Garrafa de água;
- Papel com ângulo 45°.

Fotografia 2 - Instrumentos e equipamentos utilizados durante o censo nas regiões: A-fita métrica de 20 m; B-trena de 5,0 m e C-prancheta



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 1 - Instrumentos e equipamentos utilizados durante o censo nas regiões: mapa impresso



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 RAIOS DE ATUAÇÃO

Devido à variabilidade de limites de abastecimento de cada reservatório e para permitir uma comparação em igualdade de condições entre os mesmos, fora estabelecido um raio de levantamento de dados de 500 m tendo como centro o reservatório em questão (Figura 2) perfazendo, nos reservatórios de Indaiá, Portugal e Conceição, área de 785.398,25 m² (78,54 ha), no reservatório de Maria Farinha, área de 564.560,05 m² (56,46 ha) e no EAL Pau Amarelo, uma área de 662.080,64 m² (66,21 ha).

Figura 2 - Área de atuação para realização do censo arbóreo nas vias urbanas, em um raio de 500 m no entorno dos reservatórios de água do município de Paulista-PE



Fonte: Elaborado pelo autor

Não se realizou coleta de dados nas praças inseridas dentro do raio de vistoria estabelecido para o trabalho de campo, pois as mesmas não se enquadravam no objetivo do relatório que era de verificar a quantidade e diversidade de espécies arbóreas em vias urbanas. As praças se enquadram na categoria de Área Verde de Convivência, Recreação, Esporte ou Lazer (AVCEL) do SMUP (Sistema Municipal de Unidades Protegidas) de Paulista.

Vale salientar que árvores localizadas em posição recuada do terreno (entre a calçada e a casa ou na área disponibilizada para estacionamento do comércio ou casa) e plantadas em vasos, fato comumente observado nos locais vistoriados, também não foram contabilizadas.

3.5 LEVANTAMENTO DE DADOS

Os dados obtidos em cada árvore, foram registrados em um formulário (Anexo 1), com todas as informações que foram coletadas dentro do raio estabelecido para realização do censo. Com o passar das primeiras coletas de dados, o mesmo foi aperfeiçoado com a inserção de novos parâmetros e a melhor definição de outros para manter um levantamento uniforme e binário utilizável em qualquer local. Dessa forma, é possível utilizá-lo e compará-lo com outros estudos de similar objetivo. Para melhor absorção das informações contidas no referido formulário, segue detalhamento de cada tópico.

3.5.1 Data da coleta das informações

Data em que a coleta de dados, daquela árvore, foi realizada. Eventualmente pode-se iniciar o levantamento num dia e finalizá-lo em outro dia qualquer devido à falta de algum instrumento de medição, condições climáticas, horário, dúvidas em relação a uma situação específica, ou mesmo falta de formulário.

3.5.2 Rua

Endereço onde a árvore se encontra. Quando a mesma está localizada em um cruzamento entre duas vias, se avalia em que rua a mesma melhor se enquadra de forma a permitir sua identificação numa eventual confirmação de dados. Eventualmente ainda existem ruas sem nome, elas são descritas no formulário como “sem nome”, mas como a planilha do Excel é preenchida “por reservatório” e com as coordenadas, fica fácil sua localização e rastreamento futuro.

3.5.3 Em frente à casa

Número da residência em que a árvore está plantada logo a sua frente. Evita-se utilizar um número localizado no outro extremo da rua, mas se não houver nenhuma forma de localizar o mesmo, recorre-se a este método ou a de residências próximas ou entre residências.

3.5.4 Número da árvore

Para facilitar o controle e já que não seria possível realizar todo o censo num único dia, realizou-se a numeração iniciada do “1” em cada novo reservatório de abastecimento para permitir identificação da quantidade de árvores no local. Esse número não representa a quantidade de leituras realizadas já que numa árvore que possui bifurcação do tronco a menos de 1,30 m de altura em relação ao nível do solo deve-se realizar a leitura do PAP (perímetro na altura do peito) em todos os troncos originados da(s) bifurcação(ões). Esse número evita que se conclua que se trata de uma nova árvore o que geraria grande erro no levantamento.

3.5.5 Espécie

Nome científico da espécie coletado com base no *site* Flora do Brasil e do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, para espécies nativas.

3.5.6 Nome vulgar

Nome dado à espécie comum na região onde está inserida.

3.5.7 Coordenadas

Localização das árvores na superfície terrestre através do uso do GPS GARMIN eTrex 10 com precisão de 3,6 m ou 12 pés (Fotografia 3). Coleta de coordenadas realizadas com equipamento posicionado a uma distância máxima de 2,0 m do tronco da árvore.

Fotografia 3 - Telas do GPS GARMIN utilizado na coleta de coordenadas



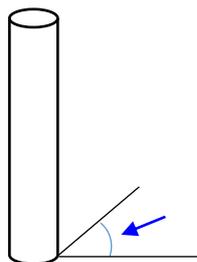
Fonte: Elaborado pelo autor

Todas as árvores tiveram suas coordenadas registradas no aparelho GPS e posteriormente cadastradas nos programas Excel e QGIS para montagem do banco de dados que permitiu a avaliação da arborização nas áreas de estudo.

3.5.8 Inclinação

Nesse tópico foram avaliadas duas condições: árvores com inclinação acima e abaixo de 45° (ângulo formado entre o solo e o tronco da árvore). Para facilitar o entendimento de qual perspectiva está sendo utilizada foi inserida uma figura na planilha do Excel onde a seta indica de onde a resposta está relacionada (Figura 3).

Figura 3 - Desenho inserido no tópico “inclinação” da planilha do Excel

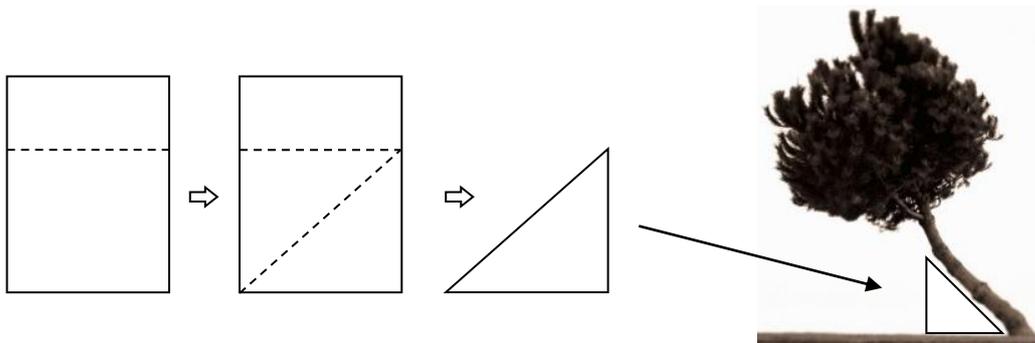


Fonte: Elaborado pelo autor

Árvores com inclinação (onde há a seta) “[...] inferior a 45° são mais propensas a tombar [...]” (SEITZ, 2006).

Para levantar esse dado utilizou-se um método muito simples: a do papel dobrado (Figura 4), onde a partir da dobra de um papel tamanho A4, forma-se um polígono (quadrado). Com o quadrado formado é só unir uma aresta a aresta do lado oposto formando assim um triângulo retângulo com ângulos de 45° . De posse dessa figura, faz-se a aproximação na base da árvore e verifica-se se está acima ou abaixo de 45° .

Figura 4 - Confeção do gabarito de 45° e exemplo de aplicação do mesmo em campo



Fonte: Lumiar, A. (2011), adaptado pelo autor

3.5.9 Largura da rua

Neste campo é inserido a largura da rua, em metros, utilizando para isso uma fita métrica de 20 m. Caso se verifique que a rua não é pavimentada (com asfalto, paralelepípedo, pedras ou outro tipo de revestimento) coloca-se essa informação no mesmo campo em que deveria ser colocado o valor referente a largura. Em suma, entende que árvores inseridas em locais que não possuem revestimento com demarcações preestabelecidas são mais propensas a erradicação por parte de moradores e órgãos públicos ou privados despreocupados com o seu valor no meio.

Quanto se insere que a rua não é pavimentada entende-se que:

Neste campo também foi permitida a inclusão da informação: rua não pavimentada, onde já se entende que pode não será incluído o valor referente à largura. Em ruas muito estreitas (abaixo do recomendado que é de 7,0 m segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT), a árvore tem maior probabilidade de ser erradicada, com a justificativa da necessidade em disponibilizar espaço para passagem ou estacionamento de veículos e circulação de pedestres, além da reforma dos imóveis.

3.5.10 Largura da calçada

Neste campo é inserido a largura da calçada, em metros, onde a árvore está inserida, ou seja, só é registrada a largura no local que possui uma árvore. Utiliza-se para isso uma fita métrica de 20 m ou uma trena de 5,0 m. Caso se verifique que a calçada não é pavimentada (com asfalto, paralelepípedo, pedras, gramínea ou outro tipo de revestimento) coloca-se essa informação (não pavimentada) no mesmo campo em que deveria ser colocado o valor referente a largura. Da mesma forma que descrito no tópico referente a “Ruas”, entende-se que árvores inseridas em locais que não possuem revestimento com demarcações preestabelecidas são mais propensas à erradicação por parte de moradores e órgãos públicos ou privados, despreocupados com o seu valor no meio, e até mesmo por efeito de fatores físicos.

Pode-se encontrar calçadas sem revestimento no piso, mas com largura limitada pela presença de paralelepípedo ou muro de alvenaria no meio fio. Nessa situação é registrado que a calçada não possui piso e inserida sua largura.

A NBR 9050/2004 determina que a faixa livre (destinada exclusivamente para fluxo de pedestres) deve ser de no mínimo 1,20 m de largura e que a faixa de serviço (utilizada para acomodação de mobiliário, canteiros, árvores e postes de iluminação ou sinalização) deve possuir no mínimo 0,70 m de largura.

3.5.11 Origem

Por meio de consulta posterior da literatura ou conhecimento adquirido em outros estudos, é inserido se a espécie é nativa (pertencente ao país de origem) ou exótica (pertencente a outro país e transportada para o Brasil). A literatura recomenda a proporção superior de espécies nativas em relação a exóticas, por conta da sua natural adaptabilidade ao local, rusticidade, resistência aos patógenos da região e preservação do habitat natural de outras espécies.

3.5.12 Porte

Reconhecendo o objetivo da pesquisa, a falta de necessidade de valores precisos e a falta de instrumentos de medição que fornecessem uma altura exata da árvore, optou-se em estimar a altura total da árvore que compreende a distância entre o solo e o final da copa,

segundo Soares et al. (2006), esse dado, obtido por medição ou estimação, permite estimar o volume do fuste em equações de volume, servindo assim de base para futuros estudos. Sendo assim utilizou-se a seguinte classificação:

- PEQUENO PORTE (árvores com altura na faixa de 3,0 a 5,0 m)
- MÉDIO PORTE (árvores com altura na faixa de 5,0 a 8,0 m)
- GRANDE PORTE (árvores com altura acima de 8,0 m)

Dessa forma, obtém-se uma ótima noção do espaço ocupado pela árvore além do volume de madeira presente em seu tronco.

Devido à importância do levantamento e a vantagem em permitir que outras pesquisas futuras possam acompanhar a evolução e o desenvolvimento das árvores na via urbana e também ao seu potencial de crescimento em curto espaço de tempo, esse trabalho também incluiu espécies com porte abaixo dos 3,0 m, se enquadrando na categoria de “PEQUENO PORTE”.

3.5.13 Densidade da copa

Juntamente com o parâmetro “Diâmetro da Copa”, esse parâmetro indica bem a intensidade com que a árvore propicia de benefício à localidade, pois ele informa qual o grau de sombra presente naquele local. Quanto maior a densidade da copa, menor a penetração dos raios solares, o que significa menor aumento da temperatura corporal, reduzindo a necessidade do uso de água, o que permite a diminuição do consumo de água daquele reservatório responsável pelo abastecimento do local.

Foram estabelecidas três classificações:

- Copa DENSA
- Copa RALA
- Copa TRANSPARENTE

3.5.14 Altura da 1° Bifurcação

Segundo Webster et al. (1971) e Júnior (2004), as árvores deverão ter um tronco livre de ramificações até no mínimo à altura de 1,80 m, por isso fora registrado se o tronco da

árvore possui sua primeira bifurcação antes de atingir essa altura em relação ao solo. Espécies que possuem troncos já possuem bifurcação abaixo dos 1,80 m indicam que a mesma:

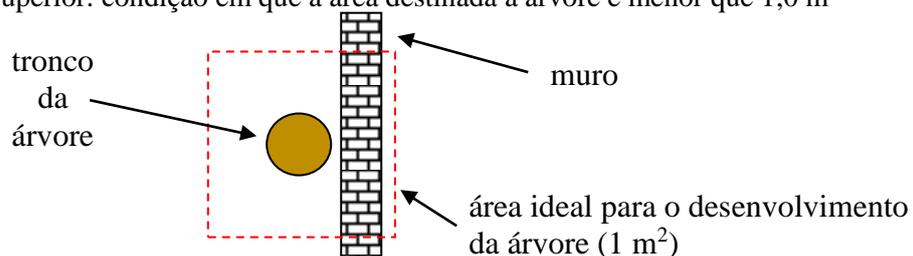
- pode estar com peso da copa mal distribuído podendo provocar a queda da árvore;
- dificulta a aproximação por parte de transeuntes que gostariam de desfrutar da sua sombra;
- pode causar incidentes com a colisão de uma parte do membro superior da pessoa com esse tronco bifurcado precocemente;
- não foi bem conduzida durante seu desenvolvimento;
- pode ser erradicada pelo motivo de causar risco a veículos que circulam no local.

Segundo a NBR 9050 (2004) a faixa livre, destinada à circulação de pedestres, deve está isenta de qualquer obstáculo, com altura livre de no mínimo 2,10 m.

3.5.15 Área destinada à árvore

Para permitir o mínimo de espaço destinado ao desenvolvimento da árvore é estabelecido a área de 1,0 m² como área livre para a árvore. De modo a evitar danos provocados pelo sistema radicular das árvores, “[...] os planos de arborização de cidades devem respeitar a área livre mínima de 1,00m², inclusive para que possa ser realizada a irrigação e a adubação periódica” (PIVETTA; FILHO, 2002). Atenta-se ao cuidado que essa referência não se aplica a todas as espécies, já que há aquelas que, pela sua genética e hábito, necessitam de áreas bem extensas. Esse estudo não levou em consideração a recomendação quanto a necessidade de área disponível por espécie, mas se há área mínima de 1,0 m² para desenvolvimento da árvore. Essa área compreende o espaço “ao redor” da árvore, ou seja, caso a árvore se encontre próximo a um obstáculo (por exemplo, um muro) e tenha espaço livre à sua frente para se desenvolver, essa área é considerada menor (<) que 1,0 m², pois essa árvore terá o crescimento diamétrico em todos os sentidos (Figura 5).

Figura 5 - Vista Superior: condição em que a área destinada a árvore é menor que 1,0 m²



Fonte: Elaborado pelo autor

3.5.16 Relação copa/fuste

De forma visual e com auxílio de outro objeto que era utilizado como referência, foi realizada a relação copa/fuste, possibilitando avaliar como está a distribuição aérea das partes da árvore (copa e tronco) para posteriormente poder concluir se há boa harmonia entre ambas no local. Em casos, onde se identificava uma diferença muito elevada nessa relação, prevalecendo a proporção de tronco em relação à copa, permitia-se concluir que a poda foi realizada de forma muito agressiva, prejudicando o bom andamento do desenvolvimento da espécie arbórea.

3.5.17 Circunferência à altura do peito (CAP)

Seguindo a metodologia de Soares et al. (2006), foi obtida a circunferência à altura do peito (em 1,30 m de altura em relação ao solo) junto com o parâmetro “porte” permite estimar o volume de madeira presente nesse indivíduo.

A sua medição é realizada através do uso da fita métrica de 20 m.

Árvores com bifurcação abaixo de 1,30 m de altura em relação ao solo tinham todos os troncos localizados abaixo dessa altura medidos, mas não considerados como uma nova árvore. Na planilha do Excel, foram inseridos todos os CAP, mas manteve-se o número da árvore constate para se identificar que essas medidas provinham de um mesmo indivíduo.

3.5.18 Interferência na iluminação, sinalização, muro

De forma visual, observava-se se partes da árvore estavam impedindo a passagem da luz artificial proveniente de postes e projetores, se obstruíam a visualização de placas de sinalização de trânsito ou de alerta, acesso a cestos de lixo ou se impediam o seguimento de um muro no local (muro tem sua continuidade comprometida por conta de um tronco ou galho ou muro não segue uma linha contínua de construção).

Foram adotadas três considerações:

- EM CONTATO - parte da árvore entrou em choque com um desses alvos;
- POTENCIAL - parte da árvore está na eminência de entrar em choque com um desses alvos, ou seja, um problema futuro caso ações corretivas não sejam tomadas;

- AUSENTE - nenhuma parte da árvore entra em choque com um desses alvos.

Com esse registro também será possível obter uma análise temporal dessa condição, pois intervenções futuras podem ser realizadas (instalação de redes elétrica, telefônica ou cabo ótico) e atribua-se à árvore a “culpa” por ter se desenvolvido em “local inadequado”.

3.5.19 Conflito com as redes elétrica / telefônica

De forma visual foi observado se partes da árvore estavam entrando em contato com a rede elétrica, telefônica, cabos de internet ou fibra ótica. Essa situação pode ocasionar riscos de incêndios no local e representa a falta de manutenção por parte dos órgãos públicos responsáveis.

Foram adotadas três considerações:

- EM CONTATO - parte da árvore entrou em choque com um desses alvos;
- POTENCIAL - parte da árvore está na eminência de entrar em choque com um desses alvos, ou seja, um problema futuro caso ações corretivas não sejam tomada;
- AUSENTE - nenhuma parte da árvore entra em choque com um desses alvos.

3.5.20 Local inserido (indivíduo)

Através de uma rápida visualização em torno da árvore pode-se observar se a mesma se encontra enquadrada numa dessas classificações:

- JUNTO AO MEIO FIO - árvore muito próxima ao meio da rua;
- JUNTO AO MURO - árvore em contato com o muro da residência/terreno;
- CENTRALIZADO NA CALÇADA - árvore localizada bem no meio da calçada;
- 50 cm DO MEIO FIO - árvore localizada a 50 cm do meio fio da rua;
- OUTROS - situações que não se enquadram em nenhuma opção citada (distante da calçada, na rampa da garagem, na área destinada a construção de muro, etc.).

Estando a calçada dentro da largura mínima de 1,90 m, busca-se a classificação de 50 cm do meio fio como a ideal para se encontrar uma árvore na localidade.

3.5.21 Fitossanidade

Para analisar a fitossanidade, observou-se o estado físico das árvores seguindo metodologia de Batistel et al. (2009) onde o resultado era registrado a partir de uma inspeção visual no entorno do indivíduo.

Realizou-se uma rápida inspeção na árvore a procura de:

- troncos danificados de forma mecânica ou através de ataque de diversos agentes: insetos (cupins, formigas, entre outros) e patógenos (plantas parasitas e cipós);
- galhos secos em risco eminente de queda;
- folhas secas com coloração diferente do restante presente na copa;
- raízes mortas.

Diante dessa observação assinalou-se as que maior se enquadravam na árvore estudada:

ÓTIMA - árvore sem sinais aparente de problemas de saúde;

BOA - árvore com a presença de um dos parâmetros relatados acima;

REGULAR - árvore com a presença de mais de um dos parâmetros relatados acima;

PÉSSIMA - árvore com a presença de vários parâmetros relatados acima;

MORTA - árvore já estava morta no local.

Tal parâmetro permite entender como será o futuro daquele local se tal condição permanecer, ou seja, com a erradicação de mais árvores por problemas de saúde.

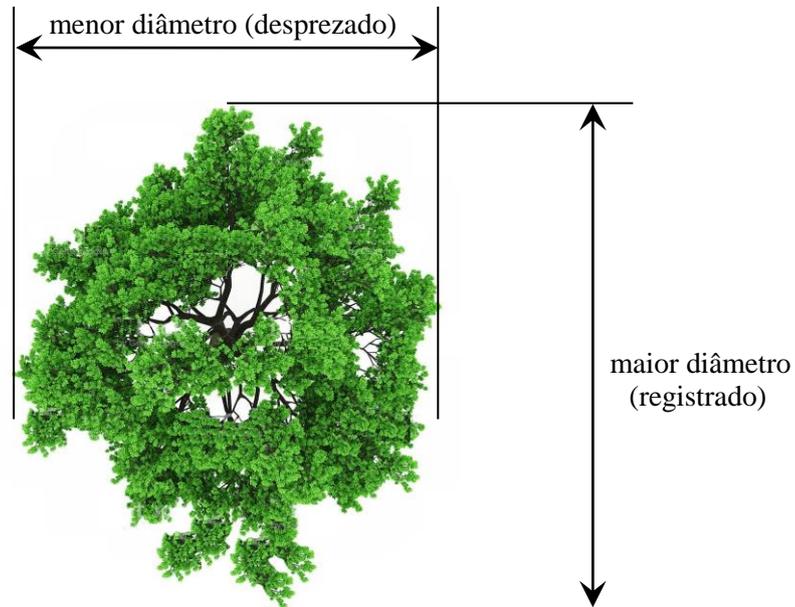
3.5.22 Diâmetro da copa

Juntamente com o parâmetro “Densidade da Copa”, esse parâmetro indica bem a intensidade com que a árvore propicia de benefício a localidade, pois ele informa qual o grau de sombreamento presente naquele local. Quanto maior o diâmetro da copa, menor a penetração dos raios solares, o que significa diminuição da temperatura corporal do ser humano, reduzindo a necessidade do uso de água, o que permite a diminuição do consumo de água daquele reservatório responsável pelo abastecimento do local.

Para esse censo foi adotado o procedimento de considerar no registro, o maior diâmetro encontrado na árvore (Figura 6). Em virtude da atividade de medição do diâmetro da copa ter sido realizada por uma única pessoa, a fita métrica fora estendida no solo onde se

colocava a extremidade da mesma no início da copa e liberava o restante da fita até coincidir com o final da copa no lado oposto, registrando valor apresentado.

Figura 6 - Vista superior de uma árvore: registro do maior diâmetro da copa



Fonte: Istock (2012), adaptado pelo autor

O valor referente a esse parâmetro foi obtido com a medição, com o uso de fita métrica de 20 m, do maior diâmetro observado da copa da árvore.

3.5.23 Condição das raízes

A condição da raiz segundo Cerqueira Junior (2004) diz respeito às condições externas do sistema radicular do indivíduo arbóreo. Nesse levantamento foram adotados dois critérios: árvores com sistema radicular subterrâneo e com sistema radicular superficial.

3.6 FOTOS DAS ÁRVORES

Foram retiradas fotos de todas as árvores (Fotografias 4, 5, 6 e 7) registradas na pesquisa para permitir um maior entendimento de onde a mesma está inserida e dá subsídio para um acompanhamento mais detalhamento do desenvolvimento da mesma através de um estudo temporal futuro.

Fotografia 4 - Palmeira (*Pritchardia pacifica* Seem. & H.Wendl), registrada como CON-175, localizada dentro do raio de atuação do Reservatório de Conceição da COMPESA em Paulista-PE



Fonte: Elaborado pelo autor

Fotografia 5 - Base do tronco de um Oitizeiro (*Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch), registrado como MF-216, localizado dentro do raio de atuação do Reservatório de Maria Farinha da COMPESA em Paulista-PE



Fonte: Elaborado pelo autor

Fotografia 6 - Castanhola (*Terminalia catappa* L.), registrada como EAL-017, localizada dentro do raio de atuação do Reservatório de EAL Pau Amarelo da COMPESA em Paulista-PE



Fonte: Elaborado pelo autor

Fotografia 7 - Exemplar de Ficus (*Ficus benjamina* L.), registrada como IND-051, localizada dentro do raio de atuação do Reservatório de Indaiá da COMPESA em Paulista-PE



Fonte: Elaborado pelo autor

3.7 PROCESSAMENTO DE DADOS

Com base nas informações levantadas *in loco* nas áreas de estudo e inseridas na ficha de campo (Anexo 1), uma planilha no programa Excel 2013 foi criada (Figuras 7, 8 e 9), pelo próprio graduando, e alimentada com essas informações que foram distribuídas em vários campos dispostos horizontalmente (Figura 10).

Figura 7 - Planilha do Excel com os dados brutos coletados em campo (esquerda)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2		Nº	DATA DA COLETA DE INFORMAÇÕES	RUA	EM FRENTE A CASA	NÚMERO DA ÁRVORE	POSSUE RUA PAVIMENTADA	LARGURA DA RUA	POSSUE CALÇADA PAVIMENTADA	LARGURA DA CALÇADA	COORDENADAS	NOME VULGAR
3	Cor	1	24/12/2017	Rua Tenente Agnaldo Lima	219	1	SIM	9,10	SIM	2,50	7° 53' 35.45" S 34° 50' 4.62" W	Palmeira Imperial
4	Cor	2	24/12/2017	Rua Tenente Agnaldo Lima	219	2	SIM	9,10	SIM	2,50	7° 53' 35.45" S 34° 50' 4.62" W	Palmeira Imperial
5	Cor	3	24/12/2017	Rua Tenente Agnaldo Lima	219	3	SIM	9,10	SIM	2,50	7° 53' 35.45" S 34° 50' 4.62" W	Palmeira Imperial
6	Cor	4	24/12/2017	Rua Tenente Agnaldo Lima	219	4	SIM	9,10	SIM	2,50	7° 53' 35.45" S 34° 50' 4.62" W	Palmeira Imperial
7	Cor	5	14/02/2018	sem identificação (ao lado do REL	s/n	5	SIM	9,50	SIM	2,50	7° 53' 35.54" S 34° 50' 4.94" W	Ficus
8	Cor	6	14/02/2018	Rua Brigadeiro Aldo Pinho Alves	sem identificação	6	SIM	7,00	SIM	1,34	7° 53' 30.75" S 34° 49' 54.65" W	Castanhola
9	Cor	7	16/02/2018	Rua Epsilon	170	7	SIM	7,00	SIM	1,44	7° 53' 37.13" S 34° 50' 6.24" W	Mata-Fome
10	Cor	8	16/02/2018	Rua Epsilon	170	8	SIM	7,00	SIM	1,44	7° 53' 37.13" S 34° 50' 6.24" W	Mata-Fome
11	Cor	9	16/02/2018	Rua Epsilon	148	9	SIM	7,00	SIM	1,44	7° 53' 37.26" S 34° 50' 7.16" W	Ficus
12	Cor	10	16/02/2018	Rua Epsilon	148	10	SIM	7,00	SIM	1,44	7° 53' 37.26" S 34° 50' 7.16" W	Ficus
13	Cor	11	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central	11	SIM	7,10	SIM	1,90	7° 53' 40.97" S 34° 50' 10.19" W	Castanhola
14	Cor	12	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central							
15	Cor	13	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central							
16	Cor	14	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central	12	SIM	7,10	SIM	2,70	7° 53' 42.21" S 34° 50' 11.52" W	Sombreiro
17	Cor	15	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central							
18	Cor	16	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central							
19	Cor	17	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central							
20	Cor	18	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central	13	SIM	7,10	SIM	2,70	7° 53' 42.21" S 34° 50' 11.52" W	Coqueiro
21	Cor	19	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central	14	SIM	7,10	SIM	2,70	7° 53' 42.21" S 34° 50' 11.52" W	Coqueiro
22	Cor	20	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central	15	SIM	7,10	SIM	2,70	7° 53' 42.34" S 34° 50' 12.11" W	Coqueiro
23	Cor	21	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central	16	SIM	7,10	SIM	2,70	7° 53' 42.34" S 34° 50' 12.11" W	Coqueiro
24	Cor	22	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central	17	SIM	7,10	SIM	2,70	7° 53' 45.25" S 34° 50' 12.87" W	Castanhola
25	Cor	23	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central	18	SIM	7,10	SIM	2,70	7° 53' 45.25" S 34° 50' 12.87" W	Castanhola
26	Cor	24	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central	19	SIM	7,10	SIM	2,70	7° 53' 45.25" S 34° 50' 12.87" W	Castanhola
27	Cor	25	06/03/2018	Rua Araxá	Canteiro central	20	SIM	7,10	SIM	2,70	7° 53' 45.25" S 34° 50' 12.87" W	Castanhola

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8 - Planilha do Excel com os dados brutos coletados em campo (intermediário)

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1											
2	ESPÉCIE	ORIGEM	PORTE	DENSIDADE DA COPA	1ª BIFURCAÇÃO	ÁREA DESTINADA A ÁRVORE	RAÍZES	RELAÇÃO COPA/FUSTE	CIRCUNFERÊNCIA A ALTURA DO PEITO (CAP) (m)	INTERFERÊNCIA NA ILUMINAÇÃO, SINALIZAÇÃO, MURO	CONFIGURAÇÃO ELEMENTAR
3	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook.	EXÓTICA	GRANDE (acima de 8)	DENSA	> 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	6/1	1,37	AUSENTE	AL
4	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook.	EXÓTICA	GRANDE (acima de 8)	DENSA	> 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	6/1	1,68	AUSENTE	AL
5	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook.	EXÓTICA	GRANDE (acima de 8)	DENSA	> 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	6/1	1,11	AUSENTE	AL
6	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook.	EXÓTICA	GRANDE (acima de 8)	DENSA	> 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	6/1	1,65	AUSENTE	AL
7	<i>Ficus benjamina</i>	EXÓTICA	PEQUENO (3 a 5)	RALA	< 1,80 m	< 1 m²	SUPERFICIAL	2/1	1,50	AUSENTE	EM C
8	<i>Terminalia catappa</i> L.	EXÓTICA	GRANDE (acima de 8)	DENSA	> 1,80 m	> 1 m²	SUPERFICIAL	3/2	1,29	AUSENTE	PO
9	<i>Pithecellobium dulce</i> Benth	EXÓTICA	GRANDE (acima de 8)	DENSA	< 1,80 m	> 1 m²	SUPERFICIAL	3/1	2,45	AUSENTE	EM C
10	<i>Pithecellobium dulce</i> Benth	EXÓTICA	GRANDE (acima de 8)	DENSA	< 1,80 m	> 1 m²	SUPERFICIAL	2/1	1,40	AUSENTE	EM C
11	<i>Ficus benjamina</i>	EXÓTICA	PEQUENO (3 a 5)	DENSA	< 1,80 m	< 1 m²	SUPERFICIAL	1/1	0,63	EM CONTATO	EM C
12	<i>Ficus benjamina</i>	EXÓTICA	PEQUENO (3 a 5)	DENSA	< 1,80 m	< 1 m²	SUPERFICIAL	1/1	0,64	EM CONTATO	EM C
13	<i>Terminalia catappa</i> L.	EXÓTICA	GRANDE (acima de 8)	DENSA	< 1,80 m	> 1 m²	SUPERFICIAL	4/1	1,38	AUSENTE	EM C
14									1,46		
15									1,14		
16	<i>Clitoria fairchildiana</i>	NATIVA	PEQUENO (3 a 5)	RALA	< 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	1/1	0,17	AUSENTE	AL
17									0,12		
18									0,15		
19									0,22		
20	<i>Cocos nucifera</i>	EXÓTICA	PEQUENO (3 a 5)	RALA	< 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	5/1	0,38	AUSENTE	AL
21	<i>Cocos nucifera</i>	EXÓTICA	PEQUENO (3 a 5)	RALA	< 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	8/1	0,46	AUSENTE	AL
22	<i>Cocos nucifera</i>	EXÓTICA	PEQUENO (3 a 5)	RALA	< 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	6/1	0,60	AUSENTE	AL
23	<i>Cocos nucifera</i>	EXÓTICA	PEQUENO (3 a 5)	RALA	< 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	6/1	1,12	AUSENTE	PO
24	<i>Terminalia catappa</i> L.	EXÓTICA	MÉDIO (5 a 8)	DENSA	> 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	1/1	0,39	AUSENTE	EM C
25	<i>Terminalia catappa</i> L.	EXÓTICA	MÉDIO (5 a 8)	DENSA	> 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	1/3	0,33	AUSENTE	AL
26	<i>Terminalia catappa</i> L.	EXÓTICA	PEQUENO (3 a 5)	DENSA	< 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	1/1	0,40	AUSENTE	AL
27	<i>Terminalia catappa</i> L.	EXÓTICA	MÉDIO (5 a 8)	DENSA	< 1,80 m	> 1 m²	SUBTERRÂNEO	3/1	0,40	AUSENTE	AL

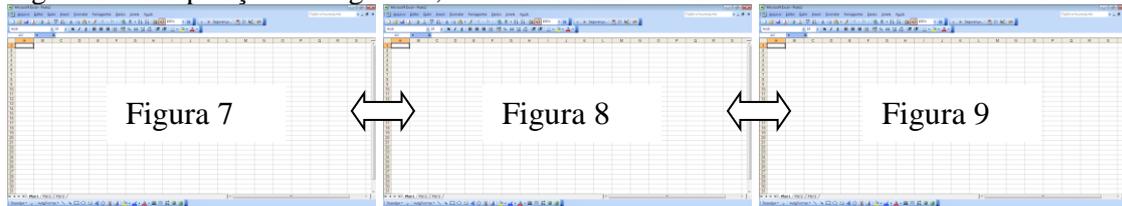
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 9 - Planilha do Excel com os dados brutos coletados em campo (direita)

	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1										
2	CONFLITO COM AS REDES ELÉTRICA/ TELEFÔNICA	LOCAL INSERIDO (INDIVÍDUO)	FITOSSANIDADE	DIÂMETRO DA COPA (m)	INCLINAÇÃO	OBSERVAÇÕES				
3	AUSENTE	50 cm DO MEIO FIO (mínimo)	BOA	6,30	> 45°					
4	AUSENTE	50 cm DO MEIO FIO (mínimo)	BOA	6,30	> 45°					
5	AUSENTE	50 cm DO MEIO FIO (mínimo)	BOA	6,30	> 45°					
6	AUSENTE	50 cm DO MEIO FIO (mínimo)	BOA	6,30	> 45°					
7	EM CONTATO	JUNTO AO MURO	REGULAR	8,75	> 45°	CAP elevado devido a enorme quantidade de cipós em torno do tronco.				
8	POTENCIAL	CENTRALIZADO NA CALÇADA	ÓTIMA	12,60	> 45°					
9	EM CONTATO	JUNTO AO MEIO FIO	BOA	15,60	> 45°					
10	EM CONTATO	JUNTO AO MEIO FIO	BOA	16,40	> 45°					
11	EM CONTATO	CENTRALIZADO NA CALÇADA	ÓTIMA	6,70	> 45°					
12	EM CONTATO	CENTRALIZADO NA CALÇADA	ÓTIMA	5,80	> 45°					
13	EM CONTATO	OUTROS	BOA	14,50	> 45°	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
14						Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
15						Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
16	AUSENTE	OUTROS	BOA	5,80	> 45°	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
17						Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
18						Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
19						Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
20	AUSENTE	OUTROS	BOA	2,50	> 45°	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
21	AUSENTE	OUTROS	BOA	3,20	> 45°	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
22	AUSENTE	OUTROS	BOA	4,20	> 45°	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
23	POTENCIAL	OUTROS	BOA	6,30	> 45°	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
24	EM CONTATO	OUTROS	BOA	7,00	> 45°	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
25	AUSENTE	OUTROS	BOA	5,50	> 45°	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
26	AUSENTE	OUTROS	BOA	8,80	> 45°	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				
27	AUSENTE	OUTROS	BOA	7,97	> 45°	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.				

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 10 - Disposição das figuras 7, 8 e 9 na Planilha do Excel com os dados brutos coletados



Fonte: Elaborado pelo autor

Através de alguns comandos foi possível semi automatizá-la para facilitar seu preenchimento e evitar erros de digitação na maioria dos campos. Foram elaboradas pastas que continham informações de cada reservatório de abastecimento. Tal medida fora realizada para evitar o choque de dados e facilitar a consulta durante a digitalização já que dados da mesma área de influência estavam próximos (uma célula acima ou abaixo).

Depois de todos os dados lançados, os mesmos foram copiados para uma única pasta, dessa forma foi possível realizar um rápido estudo de cada unidade e o estudo de uma única condição, comum a todos os reservatórios, com apenas um comando.

Após lançamento de todos os dados, foram elaboradas fórmulas e comandos com o intuito de contabilizar todas as igualdades encontradas permitindo a geração de relatórios sobre diversos aspectos pertinentes a cada área de estudo (Figuras 11, 12 e 13), onde essas informações foram distribuídas em vários campos dispostos horizontalmente (Figura 14).

Figura 11 - Planilha do Excel com os dados processados (esquerda)

Nº	DATA DA COLETA DE INFORMAÇÕES	RUA	EM FRENTE A CASA	NÚMERO DA ÁRVORE	POSSUE RUA PAVIMENTADA	LARGURA DA RUA	POSSUE CALÇADA PAVIMENTADA	LARGURA DA CALÇADA	COORDENADAS	NOME VULGAR
TOTAL DE LEITURAS REALIZADA POR DIA			POSSUE RUA PAVIMENTADA		NOME VULGAR COM MAIOR FREQUÊNCIA					
24/12/2017	4				QUANT.	310			QUANT.	
14/02/2018	2			NÃO	210			1	106	Ficus
16/02/2018	4			SIM	100			2	35	Palmeira Imperial
06/03/2018	98							3	26	Castanhola
16/03/2018	1							4	22	Sombreiro
05/03/2018	34							5	19	não identificado
09/03/2018	43			POSSUE CALÇADA PAVIMENTADA				6	18	Nim
11/03/2018	25				QUANT.			7	16	Pau Brasil
07/03/2018	18			NÃO	74			8	14	Coqueiro
08/03/2018	75			SIM	236			9	8	Palmeira-sagu
12/03/2018	94							10	8	Flamboyant
13/03/2018	68							11	6	Cássia Amarela
15/03/2018	86							12	4	Aroeira
23/03/2018	1							13	4	Mangueira
								14	4	Felício
								15	3	Casuarina
								16	3	Mata-Fome
								17	2	Jambeiro
								18	2	Angelim
								19	2	Cajazeiro
								20	2	Palmeira-leque
								21	2	Chapéu de Napoleão
								22	1	Noni
								23	1	Palmeirade-salão
								24	1	Mamoeiro
								25	1	Cajazeiro
LARGURA DA RUA		MAIOR LARGURA								
	QUANT.									
1	7,10	14,40								
2	7,50									
3	6,50									
4	7,25									

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12 - Planilha do Excel com os dados processados (intermediário)

Levantamento em Campo - dados processados [Modo de Compatibilidade] - Excel (Falha na Ativação do Produto)

ARQUIVO PÁGINA INICIAL INSERIR LAYOUT DA PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVISÃO EXIBIÇÃO DESENVOLVEDOR Entrar

A556

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
	ORIGEM	PORTE	DENSIDADE DA COPA	1ª BIFURCAÇÃO	ÁREA DESTINADA A ÁRVORE	RAÍZES	RELAÇÃO COPA/FUSTE	CIRCUNFERÊNCIA A ALTURA DO PEITO (CAP) (m)	INTERFERÊNCIA NA ILUMINAÇÃO, SINALIZAÇÃO, MURO	CONFLITO COM AS REDES ELÉTRICA / TELEFÔNICA	LOCAL INSERIDO (INDIVÍDUO)
557	ORIGEM		DENSIDADE DA COPA		RELAÇÃO COPA/FUSTE			INTERFERÊNCIA NA ILUMINAÇÃO, SINALIZAÇÃO, MURO			
559	QUANT.		QUANT.	QUANT.	QUANT.	QUANT.	QUANT.	QUANT.	QUANT.	QUANT.	QUANT.
560	EXÓTICA	246	DENSA	210	1	98	1/1	AUSENTE	275	EM CONTATO	28
561	NATIVA	45	RALA	71	2	42	2/1	POTENCIAL	7		
562			TRANSPAREN	27	3	29	1/2				
563					4	29	3/1				
564			1ª BIFURCAÇÃO		5	27	2/3				
565			QUANT.	QUANT.	6	22	3/2				
566			> 1,80 m	54	7	13	4/1	CONFLITO COM AS REDES ELÉTRICA / TELEFÔNICA			
567			< 1,80 m	256	8	11	0/1	AUSENTE	116	EM CONTATO	111
568	PORTE		ÁREA DESTINADA A ÁRVORE		9	10	1/3	POTENCIAL	83		
569	QUANT.		QUANT.	QUANT.	10	10	5/1				
570	38	GRANDE (acima de 8)	> 1 m²	164	11	10	6/1	LOCAL INSERIDO (INDIVÍDUO)			
571	198	PEQUENO (3 a 5)	< 1 m²	146	12	3	8/1	QUANT.			
572	74	MÉDIO (5 a 8)			13	2	10/1	26	50 cm DO MEIO FIO (mínimo)		
573	310				14	1	9/1	23	JUNTO AO MURO		
574			RAÍZES		15	1	1/4	82	CENTRALIZADO NA CALÇADA		
575			QUANT.	QUANT.	16	1	1/7	48	JUNTO AO MEIO FIO		
576			SUBTERRÂNEA	172	17	1	1/6	131	OUTROS		
577			SUPERFICIAL	138	18						
578					19						
579					20						
580					21						
581					22						
582					23						
583					24						
584					25						

Dados levantado = Indaiá | Dados levantado = Portugal | **Dados levantado = Conceição** | Resumo | Detalhes

PRONTO 100%

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 13 - Planilha do Excel com os dados processados (direita)

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

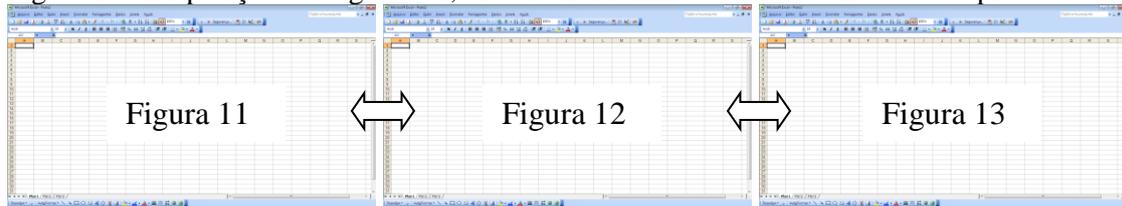
- Columns:** Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK
- Row 1:** Headers for 'FITOSSANIDADE', 'DIÂMETRO DA COPA (m)', 'INCLINAÇÃO', 'OBSERVAÇÕES', and 'DIÂMETRO COPA'.
- Row 2:** Dropdown menus for 'FITOSSANIDADE' and 'INCLINAÇÃO'.
- Summary Tables (Rows 557-569):**

FITOSSANIDADE		DIÂMETRO DA COPA (m)	
	QUANT.		QUANT.
BOA	116	0,00	11
REGULAR	46	2,30	8
ÓTIMA	133	2,40	8
MORTA	11	3,00	8
PÉSSIMA	4	2,50	7
		2,60	7
		3,30	7
		4,40	7
> 45°	310	5,10	7
< 45°	0	3,20	6
- Summary Table (Rows 571-584):**

RESUMO E FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIAS NO CAMPO "OBSERVAÇÕES"		
	QUANT.	
1	96	Árvore se encontra na área destinada a calçada.
2	93	Árvore se encontra na área destinada a pavimentação da rua.
3	69	Medição do CAP realizada 0,50 metro abaixo do 1,30m.
4	24	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal.
5	11	Árvore se encontra na área destinada a pavimentação da rua. Medição do CAP realizada 0,50 metro abaixo do 1,30m.
6	9	Árvore se encontra na área destinada a pavimentação da rua. CAP medido com a presença de cipós em torno do tronco.
7	8	CAP medido com a presença de cipós em torno do tronco. Medição do CAP realizada 0,50 metro abaixo do 1,30m.
8	7	CAP medido com a presença de cipós em torno do tronco.
9	5	Árvore se encontra na área destinada a calçada. CAP medido com a presença de cipós em torno do tronco.
10	3	Árvore se encontra na área destinada a calçada. Medição do CAP realizada 0,50 metro abaixo do 1,30m.
11	2	Árvore se encontra na área destinada a calçada. Medição do CAP realizada 0,50 metro abaixo do 1,30m.
12	2	Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal. Medição do CAP realizada 0,50 metro abaixo do 1,30m.

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14 - Disposição das figuras 11, 12 e 13 na Planilha do Excel com os dados processados



Fonte: Elaborado pelo autor

3.7.1 Geração de imagens no QGIS

Os dados coletados, quanto às coordenadas geográficas, foram convertidos através de fórmulas, elaboradas pelo próprio graduando, que transforma as coordenadas geodésicas em coordenadas planas UTM (Figura 15). Estas fórmulas eram compostas de conversões das coordenadas registradas no formato de “graus, minutos e segundos” para “graus decimais” e posteriormente, para coordenadas “UTM”, o que exigiu o uso de mais 25 fórmulas secundárias para validação dos valores, além do número correspondente ao “meridiano central mais próximo” que foi 33. Posteriormente, o arquivo do Excel era transformado para o formato CSV (separado por vírgulas) o que permitiu que o programa QGIS pudesse identifica-lo.

Figura 15 - Planilha do Excel com os dados coletados em campo e anotados na Ficha

Levantamento em Campo - dados processados [Modo de Compatibilidade] - Excel (Falha na Ativação do Produto)

ARQUIVO PÁGINA INICIAL INSERIR LAYOUT DA PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVISÃO EXIBIÇÃO DESENVOLVEDOR Entrar

N578

1	BR	BS	Graus, Minutos e Segundos			Graus Decimais		Coordenadas UTM		CJ	CK	CL	CM	
			Latitude (S)	Longitude (W)		Latitude	Longitude	NORTE	LESTE					
2		COORDENADAS										0,017453	RA	
3												6,74E-03	RO	
4		7° 53' 35.45" S 34° 50' 4.62" W	07	53	35	34	50	05	-7.89318056	-34.83461667	9127063.360	297740.240	0.883333	0.009
5		7° 53' 35.45" S 34° 50' 4.62" W	07	53	35	34	50	05	-7.89318056	-34.83461667	9127063.360	297740.240	0.883333	0.009
6		7° 53' 35.45" S 34° 50' 4.62" W	07	53	35	34	50	05	-7.89318056	-34.83461667	9127063.360	297740.240	0.883333	0.009
7		7° 53' 35.54" S 34° 50' 4.94" W	07	53	36	34	50	05	-7.89320556	-34.83470556	9127060.550	297730.450	0.883333	0.009
8		7° 53' 30.75" S 34° 49' 54.65" W	07	53	31	34	49	55	-7.89187500	-34.83184722	9127209.100	298045.030	0.883333	0.008
9		7° 53' 37.13" S 34° 50' 6.24" W	07	53	37	34	50	06	-7.89364722	-34.83506667	9127011.520	297690.840	0.883333	0.010
10		7° 53' 37.13" S 34° 50' 6.24" W	07	53	37	34	50	06	-7.89364722	-34.83506667	9127011.520	297690.840	0.883333	0.010
11		7° 53' 37.26" S 34° 50' 7.16" W	07	53	37	34	50	07	-7.89368333	-34.83532222	9127007.410	297662.670	0.883333	0.010
12		7° 53' 37.26" S 34° 50' 7.16" W	07	53	37	34	50	07	-7.89368333	-34.83532222	9127007.410	297662.670	0.883333	0.010
13		7° 53' 40.97" S 34° 50' 10.19" W	07	53	41	34	50	10	-7.89471389	-34.83616389	9126893.010	297570.350	0.883333	0.011
14			00	00	00	00	00	00					0	
15			00	00	00	00	00	00					0	
16		7° 53' 42.21" S 34° 50' 11.52" W	07	53	42	34	50	12	-7.89505833	-34.83653333	9126854.730	297529.780	0.883333	0.011
17			00	00	00	00	00	00					0	
18			00	00	00	00	00	00					0	
19			00	00	00	00	00	00					0	
20		7° 53' 42.21" S 34° 50' 11.52" W	07	53	42	34	50	12	-7.89505833	-34.83653333	9126854.730	297529.780	0.883333	0.011
21		7° 53' 42.21" S 34° 50' 11.52" W	07	53	42	34	50	12	-7.89505833	-34.83653333	9126854.730	297529.780	0.883333	0.011
22		7° 53' 42.34" S 34° 50' 12.11" W	07	53	42	34	50	12	-7.89509444	-34.83669722	9126850.660	297511.720	0.883333	0.011
23		7° 53' 42.34" S 34° 50' 12.11" W	07	53	42	34	50	12	-7.89509444	-34.83669722	9126850.660	297511.720	0.883333	0.011
24		7° 53' 45.25" S 34° 50' 12.87" W	07	53	45	34	50	13	-7.89590278	-34.83690833	9126761.150	297488.830	0.883333	0.012
25		7° 53' 45.25" S 34° 50' 12.87" W	07	53	45	34	50	13	-7.89590278	-34.83690833	9126761.150	297488.830	0.883333	0.012
26		7° 53' 45.25" S 34° 50' 12.87" W	07	53	45	34	50	13	-7.89590278	-34.83690833	9126761.150	297488.830	0.883333	0.012
27		7° 53' 45.25" S 34° 50' 12.87" W	07	53	45	34	50	13	-7.89590278	-34.83690833	9126761.150	297488.830	0.883333	0.012
28		7° 53' 45.25" S 34° 50' 12.87" W	07	53	45	34	50	13	-7.89590278	-34.83690833	9126761.150	297488.830	0.883333	0.012

Dados levantado = Indaiá Dados levantado = Portugal **Dados levantado = Conceição** Resumo Detalhes

PRONTO 100%

Fonte: Elaborado pelo autor

Dessa forma esses dados puderam ser lidos pelo programa QGIS permitindo a geração do mapa com a localização das árvores em cada via da área de atuação dos reservatórios de abastecimento de água da COMPESA.

Simultaneamente ao trabalho de levantamento de dados foram realizadas obtenção de material cartográfico: imagens de resolução 0,50 x 0,50 m do recobrimento aerofotogramétrico, trabalho referente ao projeto Pernambuco tridimensional de 2017 cedidas pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SDEC/COMPESA).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 COMPOSIÇÃO DAS ESPÉCIES

De posse de todos os resultados individuais no entorno dos cinco reservatórios foi elaborado um único relatório (Tabela 2) o que permitiu comparar e avaliar tais resultados.

Tabela 2 - Relatório final do levantamento

RESERVATÓRIO	QUANT. DE RUAS	QUANT. DE ÁRVORES	EXTENSÃO TOTAL DAS VIAS DENTRO DO RAIOS DE LEVANTAMENTO (m)	PRESENÇA DE PRAÇAS	QUANT. DE RESIDÊNCIAS	ÁREA DO CENSO (m ²)	DENSIDADE: CASAS / Km ² (DENTRO DO RAIOS DO CENSO)
EAL PAU AMARELO	31	212	10.059,55	1	2.189	662.081	3.306,24
REL CONCEIÇÃO	64	310	15.412,36	1	1.874	785.398	2.386,05
REL PORTUGAL	55	170	15.126,90	0	2.875	785.398	3.660,56
REL INDAIÁ	35	297	9.155,00	0	878	785.398	1.117,90
REL MARIA FARINHA	29	233	6.124,51	1	552	564.560	977,75
Total	214	1.222	55.878,32	3	8.368	3.582.835	2.335,58

Fonte: Elaborado pelo autor

No levantamento florístico dos 1.128 indivíduos arbóreos, foram identificadas 43 espécies, agrupadas em 19 famílias.

Considerando os 1.128 indivíduos identificados por família e espécie, 86,70% são exóticos e 13,30% são nativos do Brasil (Tabela 3).

Tabela 3 - Relação dos indivíduos exóticos e nativos do Brasil presentes na arborização urbana do município de Paulista-PE

Origem	Número de indivíduos	Percentual
Exótica	978	86,70%
Nativa	150	13,30%
Total	1.128	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor

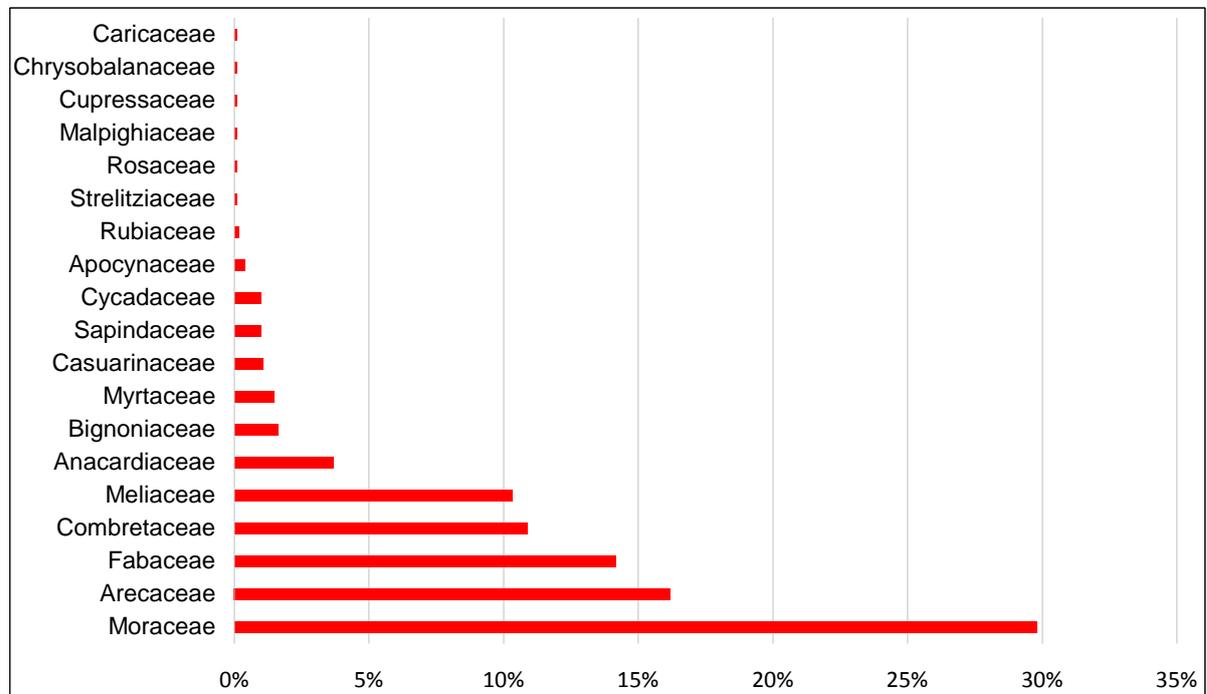
Em relação às famílias (Tabela 4), aquela que obteve uma maior representatividade de espécies foi a Moraceae (29,79%), seguida da Arecaceae (16,20%) e da Fabaceae (14,16%), totalizando 65,07% dos indivíduos identificados (Gráfico 1).

Tabela 4 - Riqueza de espécies, por família botânica na arborização urbana de Paulista-PE

Nº	FAMÍLIA	TOTAL	FREQUÊNCIA	QUANTIDADE DE ESPÉCIES POR FAMÍLIA
1	Arecaceae	198	16,20%	9
2	Fabaceae	173	14,16%	8
3	Anacardiaceae	45	3,68%	4
4	Bignoniaceae	20	1,64%	3
5	Myrtaceae	18	1,47%	3
6	Apocynaceae	5	0,41%	2
7	Caricaceae	1	0,08%	1
8	Casuarinaceae	13	1,06%	1
9	Chrysobalanaceae	1	0,08%	1
10	Combretaceae	133	10,88%	1
11	Cupressaceae	1	0,08%	1
12	Cycadaceae	12	0,98%	1
13	Malpighiaceae	1	0,08%	1
14	Meliaceae	126	10,31%	1
15	Moraceae	364	29,79%	1
16	Rosaceae	1	0,08%	1
17	Rubiaceae	2	0,16%	1
18	Sapindaceae	12	0,98%	1
19	Strelitziaceae	1	0,08%	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 1 - Frequência de indivíduos por família botânica na arborização urbana de Paulista-PE



Fonte: Elaborado pelo autor

Este estudo revelou alta frequência de indivíduos (29,79%) de uma mesma família botânica, a Moraceae, representada por uma única espécie, o *Ficus benjamina* L., mostrando

falta de planejamento da arborização nas ruas deste município, pois segundo Rezende e Santos (2010) o máximo recomendado de uma mesma espécie é de 15% do total de indivíduos da população. Estes autores afirmam que o limite máximo de 15% para uma mesma espécie distribui os riscos, evitando que a arborização de ruas de uma cidade seja dizimada por um surto de pragas ou doenças.

O poder público é peça fundamental no planejamento urbano, devendo criar (através trabalhos de conscientização ambiental com a comunidade) e ajudar a manter (através de vistorias frequentes das espécies arbóreas e um manejo adequado) ambientes agradáveis e estéticos dentro dos padrões aceitáveis para uma vida saudável dos moradores, deixando aos cidadãos a escolha de onde querem passar suas horas de lazer.

Já o Plano Municipal de Arborização Urbana da prefeitura de Paulista de 2015 estabelece no seu artigo 9º sobre os projetos urbanísticos:

Os projetos urbanísticos, de loteamento, arborização de parques, praças, bosques e jardins públicos do Município deverão conter o plantio de espécies nas seguintes proporções do total de árvores ou mudas a serem plantadas: I. Árvores frutíferas na proporção de 25% (vinte e cinco por cento) no mínimo; II. Árvores nativas na proporção de 70% (sessenta por cento) no mínimo. (Paulista, 2015, p. 4)

Ou seja, o referido plano municipal de arborização não deixa claro a necessidade de diversidade de espécies que devem compor a proporção de árvores frutíferas e/ou nativas no planejamento do plantio, permitindo distorções na fase de plantio que podem comprometer toda a atividade.

Das 43 espécies levantadas (Tabela 5), destacam-se as 10 mais abundantes: ficus (*Ficus benjamina* L.) com 29,79%, palmeira imperial (*Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F. Cook.) com 11,37%, castanhola (*Terminalia catappa* L.) com 10,88%, nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) com 10,31%, pau-brasil (*Paubrasilia echinata* Lam.) com 4,50%, sombreiro (*Clitoria fairchildiana* R.A.Howard) com 3,76%, coqueiro (*Cocos nucifera* L.) com 3,44%, cássia amarela (*Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby) com 2,70%, aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) com 1,88% e flamboyant (*Delonix regia* Raf.) com 1,72%.

Tabela 5 - Lista florística das espécies encontradas, com número de indivíduos arbóreos por unidade amostral (reservatórios) no município de Paulista-PE
(continua)

Nº	FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOME VULGAR	INDAIÁ	EAL	MARIA FARINHA	PORTUGAL	CONCEIÇÃO	TOTAL	FREQUÊNCIA %	ORIGEM
1	Anacardiaceae									
1	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajazeiro	5	-	1	1	2	9	0,74%	EXÓTICA
2	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	5	1	2	-	4	12	0,98%	EXÓTICA
3	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira	5	4	6	4	4	23	1,88%	NATIVA
4	<i>Spondias lutea</i> L.	Cajarana	-	-	1	-	-	1	0,08%	EXÓTICA
2	Apocynaceae									
5	<i>Plumeria rubra</i> L.	Jasmim Manga	2	-	1	-	-	3	0,25%	EXÓTICA
6	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	Chapéu de Napoleão	-	-	-	-	2	2	0,16%	EXÓTICA
3	Arecaceae									
7	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart. 1845	Macaíba	-	1	-	-	-	1	0,08%	NATIVA
8	<i>Chamaerops humilis</i> L.	Palmeira do Mediterrâneo	-	1	-	-	-	1	0,08%	EXÓTICA
9	<i>Coccothrinax fragans</i> Borhidi & O. Muñiz	Cocotrinax	1	-	-	-	-	1	0,08%	EXÓTICA
10	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro	5	-	16	7	14	42	3,44%	EXÓTICA
11	<i>Copernicia prunifera</i> (Miller) H.E. Moore	Carnaúba	-	1	-	-	-	1	0,08%	NATIVA

Tabela 5 - Lista florística das espécies encontradas, com número de indivíduos arbóreos por unidade amostral (reservatórios) no município de Paulista-PE
(continuação)

Nº	FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOME VULGAR	INDAIÁ	EAL	MARIA FARINHA	PORTUGAL	CONCEIÇÃO	TOTAL	FREQUÊNCIA %	ORIGEM
3	Arecaceae									
12	<i>Dypsis lutescens</i> (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf.	Palmeira-de-salão	6	-	-	-	1	7	0,57%	EXÓTICA
13	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	Palmeira-fênix	-	-	-	4	-	4	0,33%	EXÓTICA
14	<i>Pritchardia pacifica</i> Seem. & H.Wendl.	Palmeira-leque	-	-	-	-	2	2	0,16%	EXÓTICA
15	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook.	Palmeira Imperial	30	29	20	25	35	139	11,37%	EXÓTICA
4	Bignoniaceae									
16	<i>Catalpa speciosa</i> (Warder) Warder ex Engelm.	Catalpa do norte	2	-	-	-	-	2	0,16%	EXÓTICA
17	<i>Crescentia cujete</i> L.	Coité	1	-	-	-	-	1	0,08%	EXÓTICA
18	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos, 1948	Ipê Amarelo	2	4	5	6	-	17	1,39%	NATIVA
5	Caricaceae									
19	<i>Carica papaya</i> L.	Mamoeiro	-	-	-	-	1	1	0,08%	EXÓTICA
6	Casuarinaceae									
20	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarina	-	1	8	1	3	13	1,06%	EXÓTICA

Tabela 5 - Lista florística das espécies encontradas, com número de indivíduos arbóreos por unidade amostral (reservatórios) no município de Paulista-PE
(continuação)

Nº	FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOME VULGAR	INDAIÁ	EAL	MARIA FARINHA	PORTUGAL	CONCEIÇÃO	TOTAL	FREQUÊNCIA %	ORIGEM
7	Chrysobalanaceae									
21	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	-	-	1	-	-	1	0,08%	NATIVA
8	Combretaceae									
22	<i>Terminalia catappa</i> L.	Castanhola	32	32	27	16	26	133	10,88%	EXÓTICA
9	Cupressaceae									
23	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. 1847	Tuia	-	1	-	-	-	1	0,08%	EXÓTICA
10	Cycadaceae									
24	<i>Cycas circinalis</i> L.	Palmeira-sagu	2	-	-	2	8	12	0,98%	EXÓTICA
11	Fabaceae									
25	<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth	Angelim	1	-	-	-	2	3	0,25%	NATIVA
26	<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata-de-vaca	-	1	-	-	-	1	0,08%	EXÓTICA
27	<i>Cassia fistula</i> L.	Chuva de Ouro	1	1	-	3	-	5	0,41%	EXÓTICA
28	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Sombreiro	5	4	11	4	22	46	3,76%	NATIVA
29	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	Flamboyant	2	2	4	5	8	21	1,72%	EXÓTICA

Tabela 5 - Lista florística das espécies encontradas, com número de indivíduos arbóreos por unidade amostral (reservatórios) no município de Paulista-PE
(continuação)

Nº	FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOME VULGAR	INDAIÁ	EAL	MARIA FARINHA	PORTUGAL	CONCEIÇÃO	TOTAL	FREQUÊNCIA %	ORIGEM
11	Fabaceae									
30	<i>Paubrasilia echinata</i> Lam.	Pau Brasil	14	10	3	12	16	55	4,50%	NATIVA
31	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	Mata-Fome	-	3	3	-	3	9	0,74%	EXÓTICA
32	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Cássia Amarela	6	7	8	6	6	33	2,70%	EXÓTICA
12	Malpighiaceae									
33	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola	1	-	-	-	-	1	0,08%	EXÓTICA
13	Meliaceae									
34	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Nim	38	22	25	23	18	126	10,31%	EXÓTICA
14	Moraceae									
35	<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficus	95	68	59	36	106	364	29,79%	EXÓTICA
15	Myrtaceae									
36	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira	-	-	2	-	1	3	0,25%	NATIVA
37	<i>Syzygium cumini</i> Lamarck	Azeitona	3	-	3	2	-	8	0,65%	EXÓTICA
38	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry.	Jambeiro	2	3	-	-	2	7	0,57%	EXÓTICA

Tabela 5 - Lista florística das espécies encontradas, com número de indivíduos arbóreos por unidade amostral (reservatórios) no município de Paulista-PE
(conclusão)

Nº	FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOME VULGAR	INDAIÁ	EAL	MARIA FARINHA	PORTUGAL	CONCEIÇÃO	TOTAL	FREQUÊNCIA %	ORIGEM
16	Rosaceae									
39	<i>Spirea cantoniensis</i> Lour.	Buquê de Noiva	-	-	-	1	-	1	0,08%	EXÓTICA
17	Rubiaceae									
40	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Noni	-	-	-	1	1	2	0,16%	EXÓTICA
18	Sapindaceae									
41	<i>Filicium decipiens</i> (Wight & Arn.) Thwaites	Felício	3	-	5	-	4	12	0,98%	EXÓTICA
19	Strelitziaceae									
42	<i>Ravenala madagascariensis</i> Sonn.	Palmeira dos Viajantes	1	-	-	-	-	1	0,08%	EXÓTICA
43		Palmeira sp.	1	-	-	-	-	1	0,08%	EXÓTICA
44		não identificado	26	16	22	11	19	94	7,69%	
Total			297	212	233	170	310	1.222	100,00%	

Fonte: Elaborado pelo autor

Notas: Sinais convencionais utilizados:

- Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento.

“*Ficus benjamina* L. além de ser uma espécie exótica não é considerada ideal para o uso em arborização urbana, pois é inadequada devido à incompatibilização com estruturas urbanas” (ROCHA et al., 2004). Matos e Queiroz (2009) explicam que essa espécie, por possuir raízes frequentemente superficiais, podem quebrar calçadas, muros e meio fios, além de provocar danos às vias públicas (paralelepípedo ou asfalto) e à tubulação da rede de distribuição de água.

Dentre as nove espécies com presença em comum no entorno dos cinco reservatórios, representando 76,92% da população levantada (Tabela 6), observa-se que a *Ficus benjamina* L. está presente em todas as áreas ratificando sua posição como espécie mais difundida na cidade do Paulista. A área com maior incidência dessa espécie é a do REL Conceição onde foram encontrados 106 exemplares.

Tabela 6 - Relação das espécies em comum encontradas no entorno dos cinco reservatórios elevados de água em Paulista-PE

Nº	NOME VULGAR	NOME BINOMIAL	FAMÍLIA	INDAIÁ	EAL	MARIA FARINHA	PORTUGAL	CONCEIÇÃO	TOTAL	ORIGEM
1	Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	5	4	6	4	4	23	NATIVA
2	Cássia Amarela	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	6	7	8	6	6	33	EXÓTICA
3	Castanhola	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	32	32	27	16	26	133	EXÓTICA
4	Ficus	<i>Ficus benjamina</i> L.	Moraceae	95	68	59	36	106	364	EXÓTICA
5	Flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	Fabaceae	2	2	4	5	8	21	EXÓTICA
6	Nim	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Meliaceae	38	22	25	23	18	126	EXÓTICA
7	Palmeira Imperial	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook.	Arecaceae	30	29	20	25	35	139	EXÓTICA
8	Pau Brasil	<i>Pau Brasilia echinata</i> LAM.	Fabaceae	14	10	3	12	16	55	NATIVA
9	Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Fabaceae	5	4	11	4	22	46	NATIVA
Total				227	178	163	131	241	940	

Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda dentro das nove espécies em comum presentes no entorno dos cinco reservatórios, apenas três delas são de origem nativa (Aroeira, Pau Brasil e Sombreiro) e dentro dessas, apenas o Pau Brasil é considerada como espécie recomendada para plantio em

áreas urbanas, o que retrata a inadequada composição florística na arborização urbana do município.

4.2 ALTURA DA 1º BIFURCAÇÃO

Com relação à altura da primeira bifurcação 75,86% dos indivíduos apresentaram a primeira bifurcação na faixa de 0 a 1,80 m de altura em relação ao solo. Wesceley et al. (2011) encontraram valores muito semelhantes, onde 75% das 141 árvores estavam abaixo de 1,80 m nas praças do Município de Parintins-AM. Já Biondi e Althaus (2005) identificaram que 18,8% das árvores estudadas apresentaram bifurcação abaixo dos 1,80 m no centro da capital paranaense. Estes autores afirmam que estes indivíduos podem causar problemas, podendo acarretar dificuldades no trânsito de pedestres, motivo pelo qual efetua-se sua erradicação por ausência dos serviços de poda nesses indivíduos arbóreos.

4.3 ÁREA DE CRESCIMENTO/CANTEIRO DA ÁRVORE

É de fundamental importância, além da escolha da espécie e local de plantio, reservar uma área livre na base da árvore a fim de que haja melhor suprimento de água, nutrientes e aeração. “Esta área se torna ainda mais benéfica à árvore se for revestida por uma forração de plantas rasteiras ou gramado” (BATISTA, 1985).

Através do presente estudo foram levantadas as situações de plantio das 1.222 árvores identificadas (Tabela 7).

Tabela 7 - Área destinada ao desenvolvimento das árvores em um raio de 500 m no entorno dos reservatórios de água no município de Paulista-PE

RESERVATÓRIO	ÁREA DE CRESCIMENTO			
	> 1 m ²		< 1 m ²	
EAL	66	31%	146	69%
INDAIÁ	164	53%	146	47%
PORTUGAL	85	50%	85	50%
CONCEIÇÃO	168	57%	129	43%
MARIA FARINHA	119	51%	114	49%
Total	602		620	

Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se observar uma certa homogeneidade entre as áreas destinadas ao plantio das árvores por reservatório, onde a exceção fica por conta do EAL Pau Amarelo que apresentou 69% de árvores plantadas em espaço inferior a 1,0 m². Mas o percentual, tanto por reservatório quanto no total, de árvores plantadas em local inferior a 1,0 m² é muito preocupante, pois 50% das árvores se enquadram nessa situação.

Pivetta e Silva Filho (2002) encontraram 50,42% da vegetação arbórea em área livre na cidade de Jaboticabal-SP, enquanto Teixeira (1999) verificou que 49,50% dos indivíduos encontravam-se na condição restrita em Santa Maria-RS. “Quando o espaço deixado é reduzido as árvores com raízes superficiais sofrem com esta limitação [...]” (VOLPE-FILIK et al., 2007), pois o aproveitamento de água, oxigênio e nutrientes é dificultado.

Quanto à pavimentação, observa-se que a área do entorno do reservatório de Indaiá (Tabela 8) é a que possui menor índice de calçadas pavimentadas (43%), o que compromete a árvore que estiver ali instalada caso o serviço de pavimentação seja realizado e mais preocupante ainda se esse serviço for realizado sem dá condições para a permanência do indivíduo.

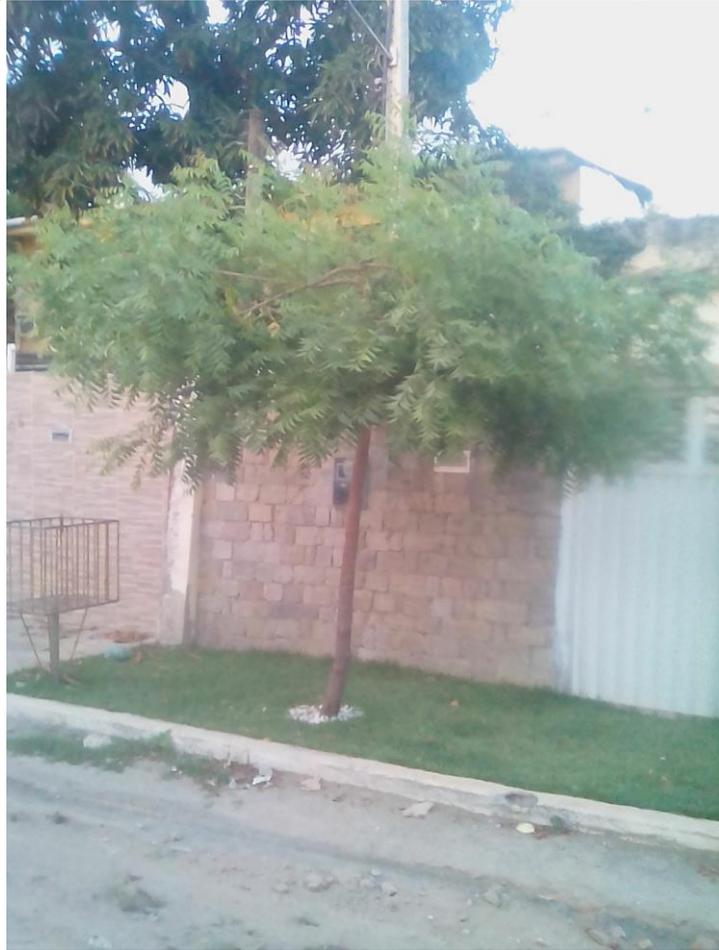
Tabela 8 - Quantidade de calçadas pavimentadas, levantadas nas vias públicas no entorno dos reservatórios de água, no município de Paulista-PE

RESERVATÓRIO	CALÇADA PAVIMENTADA			
	SIM		NÃO	
EAL	161	76%	51	24%
INDAIÁ	168	57%	129	43%
PORTUGAL	127	75%	43	25%
CONCEIÇÃO	236	76%	74	24%
MARIA FARINHA	147	63%	86	37%
Total	839		383	

Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre as 1.222 árvores levantadas, a Nim do EAL-061 (Fotografia 8), localizada na Rua Dom Diamantino Costa, foi considerada a melhor condição em que uma árvore poderia ser instalada, com área disponível para seu crescimento radicular e canteiro formado por gramíneas permitindo a penetração da água proveniente da chuva, culminando assim em menor índice de reflexão de raios solares. Entretanto, não há espaço suficiente à mobilidade de pedestres e ou cadeirantes, o que é comumente encontrado nos passeios da cidade. Além disso, a árvore, ainda jovem já apresenta contato da copa com a construção.

Fotografia 8 - Exemplar de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) registrado como EAL-061, com detalhe do espaço de crescimento forrado por gramínea na arborização urbana de Paulista-PE

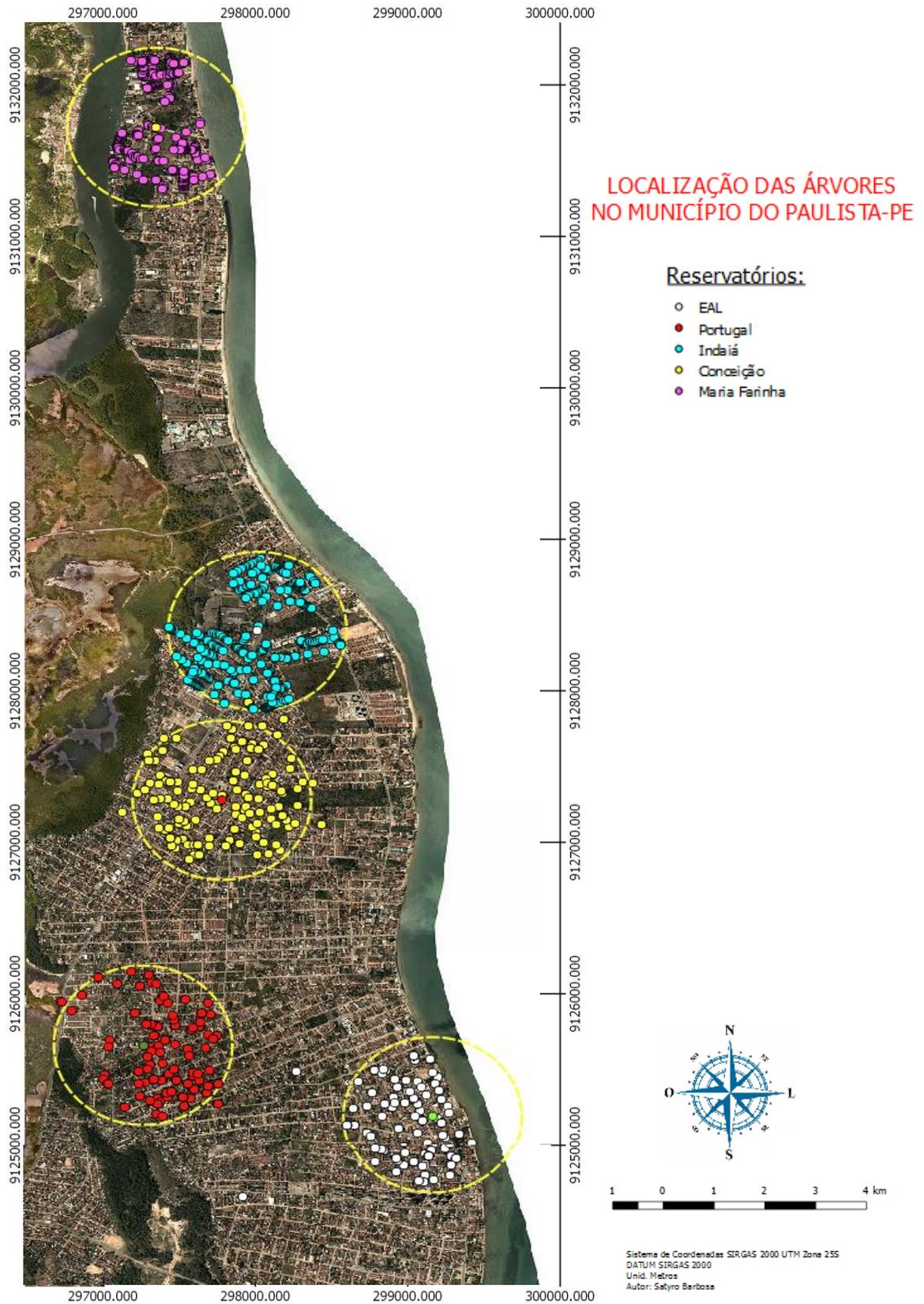


Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 GEORREFERENCIAMENTO DOS INDIVÍDUOS ARBÓREOS

A partir dos dados levantados *in loco* e com base nas coordenadas geográficas de cada árvore, foram elaborados mapas com a localização exata de cada indivíduo (Mapas 2, 3, 4, 5, 6 e 7), nas cinco unidades amostrais, de acordo com sua ocorrência no raio de estudo, permitindo o entendimento da distribuição destas.

Mapa 2 - Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno dos reservatórios elevados no Município do Paulista-PE



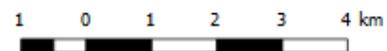
Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 3 - Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno do reservatório elevado de Indaiá no Município do Paulista-PE



**LOCALIZAÇÃO DAS ÁRVORES
NO MUNICÍPIO DO PAULISTA-PE**

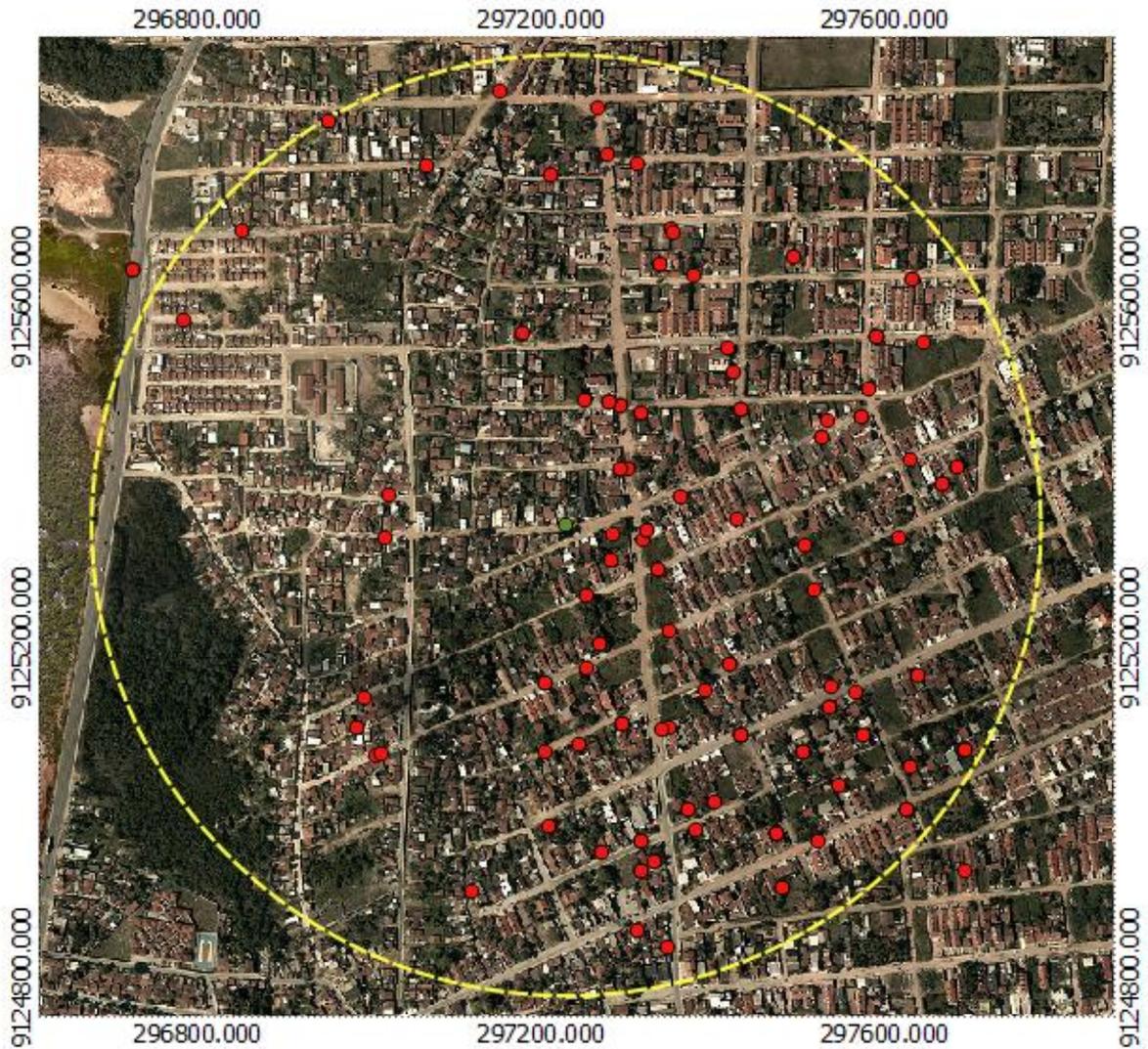
RESERVATÓRIO
INDAIÁ



Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 UTM Zona 25S
DATUM SIRGAS 2000
Unid. Metros
Autor: Selyra Barbosa

Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 4 - Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno do reservatório elevado de Portugal no Município do Paulista-PE



LOCALIZAÇÃO DAS ÁRVORES
NO MUNICÍPIO DO PAULISTA-PE

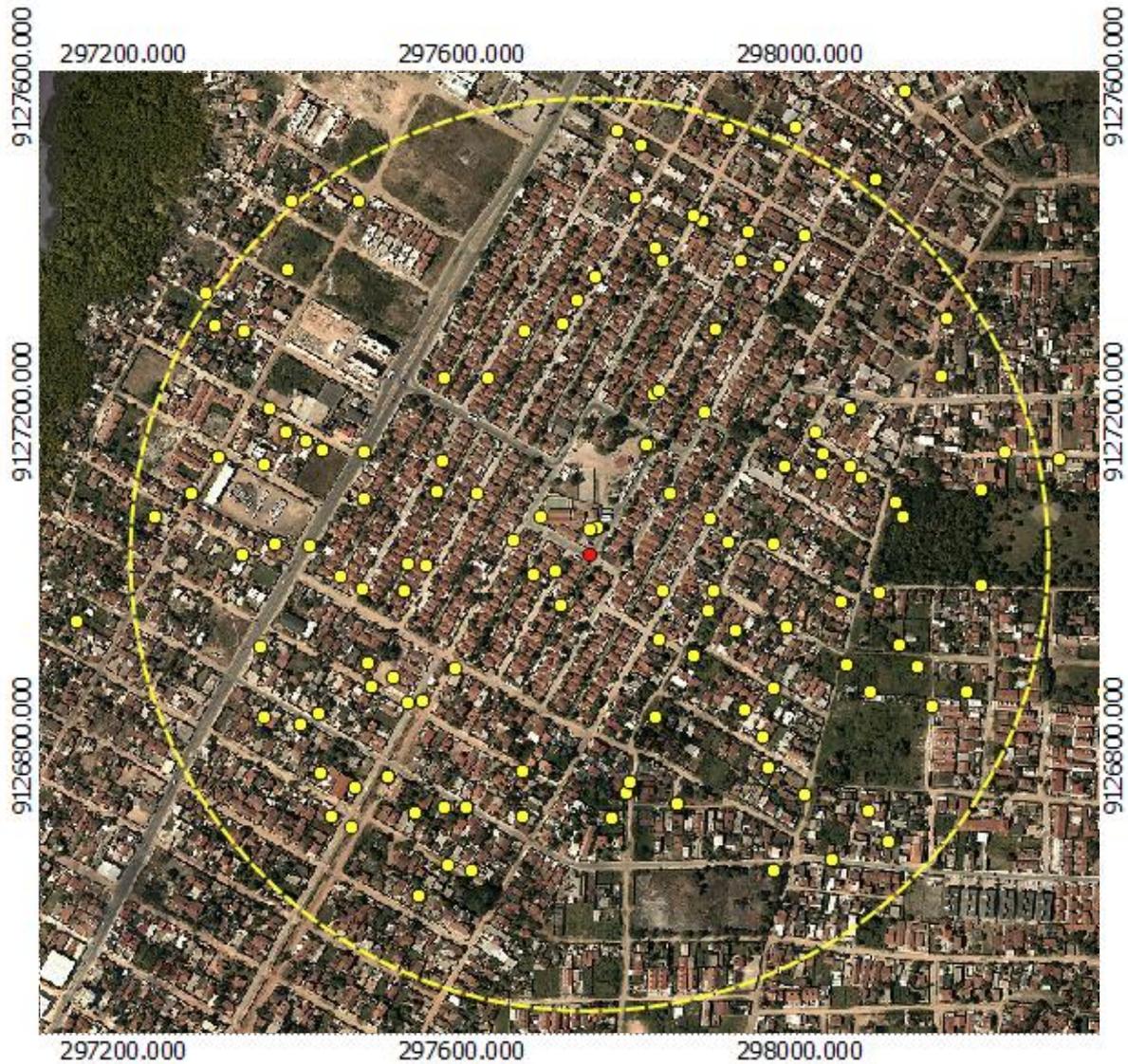
RESERVATÓRIO
PORTUGAL



Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 UTM Zona 25S
DATUM SIRGAS 2000
Unid. Metros
Autor: Selyra Barbosa

Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 5 - Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno do reservatório elevado de Conceição no Município do Paulista-PE



LOCALIZAÇÃO DAS ÁRVORES
NO MUNICÍPIO DO PAULISTA-PE

RESERVATÓRIO
CONCEIÇÃO



Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 UTM Zona 25S
DATUM SIRGAS 2000
Unid. Metros
Autor: Satyro Barbosa

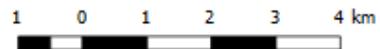
Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 6 - Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno do reservatório elevado de Maria Farinha no Município do Paulista-PE



LOCALIZAÇÃO DAS ÁRVORES
NO MUNICÍPIO DO PAULISTA-PE

RESERVATÓRIO
MARIA FARINHA



Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 UTM Zona 25S
DATUM SIRGAS 2000
Unid.: Metros
Autor: Selyro Barbosa

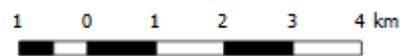
Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 7 - Distribuição de árvores georreferenciadas no entorno do reservatório elevado do EAL Pau Amarelo no Município do Paulista-PE



LOCALIZAÇÃO DAS ÁRVORES
NO MUNICÍPIO DO PAULISTA-PE

RESERVATÓRIO
EAL PAU AMARELO

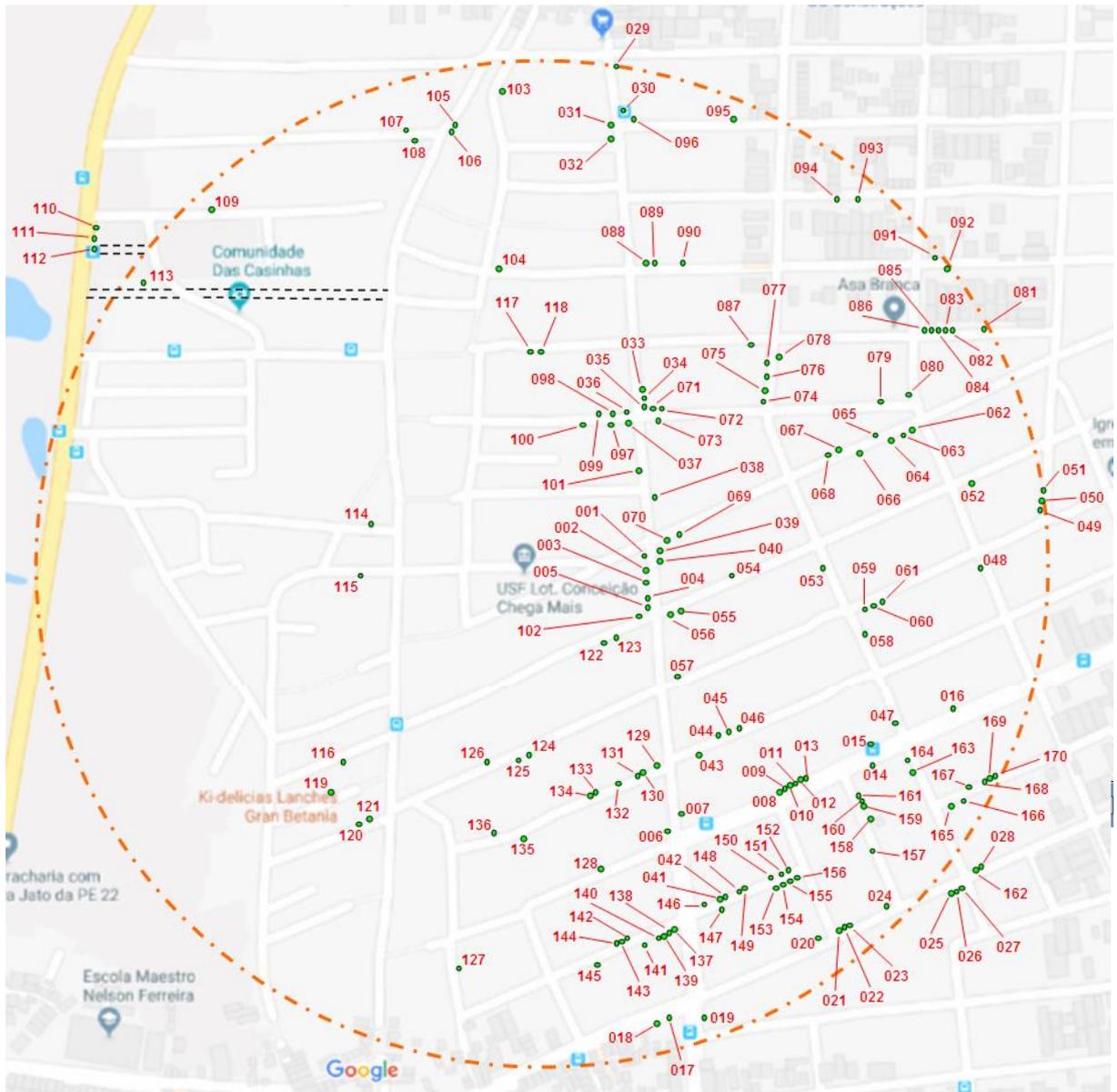


Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 UTM Zona 25S
DATUM SIRGAS 2000
Unid. Metros
Autor: Selyra Barbosa

Fonte: Elaborado pelo autor

Cada um dos pontos (que corresponde a uma árvore) apresentados nos mapas do QGIS e no Excel possuem em suas propriedades o código do reservatório a que pertence e o número da árvore identificada no entorno daquele reservatório, permitindo assim estudos futuros na mesma área, bastando apenas um clique sobre esse ponto para que essas informações sejam exibidas (Figura 16).

Figura 16 - Banco de dados com identificação das árvores no entorno do reservatório de Portugal, na cidade de Paulista - PE



Fonte: Elaborado pelo autor

4.5 ESPAÇAMENTO ENTRE AS ÁRVORES

No total, foram identificadas 1.222 árvores no entorno dos cinco reservatórios o que representa uma árvore a cada 45,73 m de distância (Tabela 9). Esse resultado foi obtido com divisão da quantidade total de árvores identificadas nos cinco reservatórios (1.222) pela extensão total das ruas desses reservatórios (55.878,32 m). A distribuição de árvores por metro percorrido em cada reservatório se mostrou bastante variada, onde o melhor resultado foi apresentado no REL Maria Farinha com a média de uma árvore a cada 26,29 m percorridos e o que apresentou baixo desempenho foi a região no entorno do reservatório de REL Portugal com uma árvore a cada 88,98 m percorridos.

Tabela 9 - Distância média entre as árvores por área do entorno dos reservatórios elevados de água, em Paulista-PE

RESERVATÓRIO	QUANT. DE RUAS	QUANT. DE ÁRVORES LOCALIZADA	EXTENSÃO DAS VIAS PÚBLICAS DENTRO DO RAIO DE ESTUDO (m)	PRESEÇA DE PRAÇAS	QUANTIDADE DE RESIDÊNCIAS	ÁREA DO CENSO (m ²)	MÉDIA DA DISTÂNCIA ENTRE ÁRVORES NA VIA PÚBLICA (DENTRO DO RAIO DO CENSO)
EAL PAU AMARELO	31	212	10.059,55	1	2.189	662.081	47,45
REL CONCEIÇÃO	64	310	15.412,36	1	1.874	785.398	49,72
REL PORTUGAL	55	170	15.126,90	0	2.875	785.398	88,98
REL INDAIÁ	35	297	9.155,00	0	878	785.398	30,82
REL MARIA FARINHA	29	233	6.124,51	1	552	564.560	26,29
Total	214	1.222	55.878,32	3	8.368	3.582.835	45,73

Fonte: Elaborado pelo autor

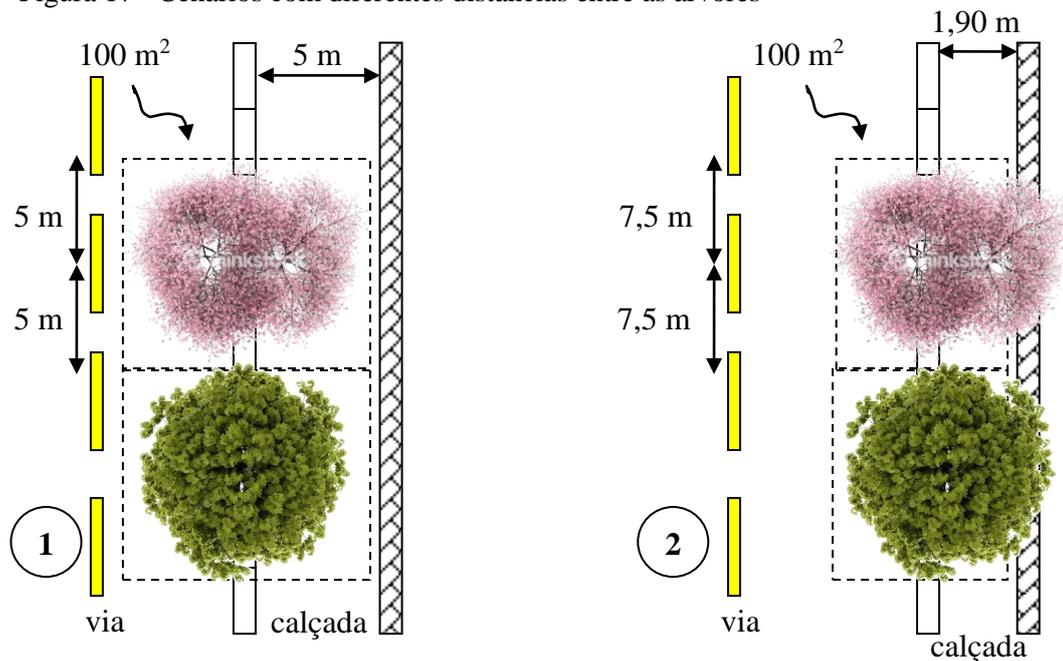
Obteve-se um índice médio de uma árvore a cada 45,73 m de via, sendo um resultado considerado positivo quando comparado com cidades como Manaus com “[...] uma árvore a cada 50 m [...]” (COSTA; HIGUSHI, 1999) e Campos do Jordão com “[...] uma árvore a cada 58,07 m [...]” (ANDRADE, 2002), mas inferior ao apresentado na orla marítima do Município de Santos com “[...] uma árvore a cada 25,68 m [...]” (MENEGHETTI, 2003), no bairro de Petrópolis em Natal com “[...] uma árvore a cada 14,28 m [...]” (SANTOS et al., 2012) e na Estância de Águas de São Pedro-SP com “[...] uma árvore a cada 7,69 m [...]” (BORTOLETO, 2004).

Em relação ao Plano Municipal de Arborização Urbana de Paulista, de 06 de Julho de 2015, esse resultado se apresenta muito distante do estabelecido no seu Capítulo IV que trata da adequação das áreas públicas à arborização, onde o artigo 23 descreve que as áreas

públicas deverão ser adequadas de forma a se obter a máxima arborização possível, observando a razão de 100 m² de projeção de copa em vias públicas por habitante. Transformando esse valor de metro quadrado para metro linear, conclui-se que o Plano Municipal de Arborização Urbana de Paulista estabelece 10 m como distância ideal de uma árvore para sua adjacente.

No entanto, tal forma de recomendação (árvores/m²) presentes no Plano Municipal de Arborização Urbana de Paulista se mostra no mínimo confusa, pois para que uma árvore possua 100 m² de área livre no seu entorno e ainda seja preservado seu equilíbrio, a mesma precisaria possuir uma calçada com largura mínima de 5,0 m, ficando assim a distância ideal entre árvores de 10 m (distância entre os troncos). Mas como essa realidade não é encontrada em centros urbanos cada vez mais otimizados e adotando-se uma calçada com largura de 1,90 m (mínima recomendada pela NBR 9050), percebe-se que para atingir a cota de 100 m² de copa a distância entre as árvores aumentaria para 15 m (Figura 17).

Figura 17 - Cenários com diferentes distâncias entre as árvores



Fonte: Istock (2012), adaptado pelo autor

Notas: 1-calçada com 5,0 m de largura, o espaçamento entre árvores será de 10 m

2-calçada com 1,90 m de largura, o espaçamento entre árvores será de 25 m

Outra informação que torna, no mínimo, contraditória e conflitante a norma estabelecida pelo Plano Municipal de Arborização Urbana de Paulista, trata do termo “por habitante”, pois com o crescimento cada vez mais vertical dos centros urbanos com a construção de prédios em substituição a casas, torna-se evidente que a quantidade de habitantes por quarteirão se torna mais elevada que a área disponível em via pública para

plantio de espécies arbóreas. Tomando como exemplo uma quadra de 50 m de comprimento, que possua três residências e um prédio de cinco apartamentos e considerando que em cada moradia residam três pessoas, concluiu-se que ao todo habitam 24 indivíduos nesse quarteirão. Para atender a recomendação do referido Plano Municipal seriam necessário disponibilizar 2.400 m² de área livre na via pública para plantio de 24 árvores, o que seria improvável já que tal quadra só possui 50 m de comprimento. Nesse exemplo hipotético, a distância entre as 24 árvores plantadas seria de 2,08 m, mas não haveria área suficiente para se alcançar 2.400 m² de projeção da copa.

Mesmo diante de especificações tão conflitantes, este estudo utilizou o estabelecido no Plano Municipal de Arborização Urbana de Paulista no que concerne à distância recomendada entre as árvores de 15 m nas vias públicas, já que a largura de calçada de 1,90 m é a que mais se aproxima da realidade local.

4.6 LARGURA DAS RUAS ONDE HAVIAM ÁRVORES

No REL INDAIÁ foram localizadas 35 ruas com diversas larguras, variando entre 3,30 m a 14,40 m.

No REL PORTUGAL foram localizadas 55 ruas com diversas larguras, variando entre 2,90 m a 10,20 m.

No REL CONCEIÇÃO foram localizadas 64 ruas com diversas larguras, variando entre 3,00 m a 14,40 m.

No REL MARIA FARINHA foram localizadas 29 ruas com diversas larguras, variando entre 2,80 m a 10,10 m.

No EAL PAU AMARELO foram localizadas 31 ruas com diversas larguras, variando entre 4,30 m a 14,80 m.

Tal resultado demonstra a dificuldade em estabelecer locais adequados para plantio de espécies arbóreas, tendo em vista que a largura da calçada irá influenciar também na decisão da escolha das espécies, sabendo que maiores larguras permitem a instalação de indivíduos de maior porte, que propiciarão maiores benefícios e melhor qualidade de vida as pessoas.

Araújo et al. (2009) encontraram valores bem adversos nas cidades do estado da Paraíba, com larguras das ruas variando entre 7,00 e 8,00 m, enquanto a largura das calçadas variou de 1,90 a 2,80 m.

Dentro das cinco áreas de estudo, foi identificada uma única árvore, representando 0,0008% do total, que possuía inclinação abaixo de 45°, o que foi considerado como positivo

indício de que a segurança naqueles locais está mais próxima do ideal. Lima Neto et al. (2010) encontrou, no centro de Curitiba, apenas 5,14% do total de árvores estudadas, com inclinação acima do nível crítico.

4.7 DEMAIS SITUAÇÕES OBSERVADAS NAS ÁREAS DE ESTUDO

Diante desses resultados, pode-se inferir sobre a arborização nessas localidades:

Falta ação do poder público em pavimentar as vias urbanas e a aplicação de material permeável nas calçadas.

Baixa diversidade de espécies, presença de praças e escassez de parques, que poderiam compensar a área verde ideal e necessária para os habitantes do local.

A maioria das calçadas não contempla o público cadeirante.

As vias de circulação de pedestres não apresentam nenhum padrão de dimensões em termos de largura numa mesma rua, inclinação, faixas de circulação e de serviço, o que prejudica a circulação de pessoas com alguma deficiência, seja física, motora, visual, dentre outras, sendo dessa forma, não inclusiva.

Largura diferente de calçadas em uma mesma rua. Falta de padronização.

Manutenção da prática de caiação do tronco, o que compromete a saúde da árvore pois dificulta a respiração da mesma.

Muitas árvores foram plantadas, pelos próprios moradores, no espaço destinado à pavimentação da via (378 árvores, o que representa 30,93% do total) com o objetivo de preservar o pavimento da calçada.

Quantidade de ruas (onde havia ao menos uma árvore) sem pavimentação: 800 (65,46% do total).

No campo “Outros” do tópico “LOCAL INSERIDO (INDIVÍDUO)” obteve-se as seguintes situações:

- Árvore se encontra no canteiro central da via onde há um canal;
- Árvore se encontra na área destinada à pavimentação da rua;
- Árvore se encontra na área destinada à calçada;
- Árvore se encontra na área destinada ao acostamento da via;
- Árvore se encontra próximo à mureta de contenção de ondas do mar;
- Árvore se encontra numa área descampada.

Percebe-se que há intenção dos moradores em plantar árvores, mas falta instrução de como fazê-lo e o que plantar.

Percebe-se, através dos depoimentos de vários moradores, que a utilização da espécie exótica *Ficus benjamina* F. está caindo em desuso. Muitos já planejam a erradicação da mesma devido aos problemas causados pela espécie, como raízes superficiais, quebra da calçada, quebra da parede e dificuldade de condução.

Observa-se ainda, que a vontade de alguns moradores em plantar árvores na rua, mas devido à resistência dos vizinhos, por conta da violência, já que a árvore serviria de abrigo para os meliantes e dos fracassos de plantios anteriores, onde a árvore danificou calçadas e muros e o custo para o conserto foi considerado elevado, até mesmo para se retirar a raiz da árvore indesejável, os mesmos acabam desistindo. Diante dessa realidade, percebe-se a falta de acolhimento por parte do poder público que poderia instruir a comunidade através de uma cartilha contendo como plantar, que espécies são recomendadas entre outras informações.

Observou-se a intenção, por parte dos moradores, em disseminar o plantio da Palmeira Imperial já que foram encontradas muitas árvores ainda em estágio jovial, ou seja, abaixo do pequeno porte.

4.8 COBERTURA DA COPA PROPICIADA PELAS ÁRVORES

Através dos dados levantados *in loco* referente ao diâmetro da copa, foi possível calcular a área total da sombra gerada pelas árvores em cada área estudada e relacionar esse resultado com a área estabelecida como calçada e rua para gerar um diagnóstico dos locais que mais contribuem com o bem estar da população em geral.

Como esse estudo visa identificar o bem estar do pedestre, o cálculo de sombra fora realizado da seguinte forma: de posse do diâmetro da copa (D_{copa}) obtido em cada árvore, efetuou-se o cálculo para mensuração da área desse círculo através da seguinte fórmula:

$$A_{sombra} = \pi \left(\frac{D_{copa}}{2} \right)^2 \quad (4.1)$$

Posteriormente dividiu-se essa área pela constante 2 através da expressão:

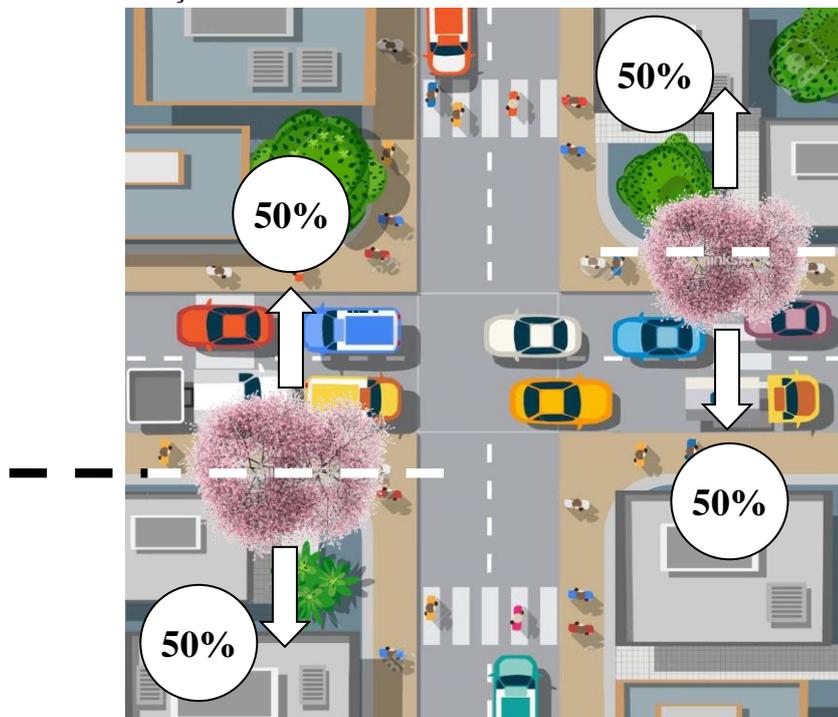
$$A_{sombra \ na \ via} = \frac{A_{sombra}}{2} \quad (4.2)$$

Por fim, efetuou-se o somatório das áreas das sombras de todas as árvores que se enquadraram nos critérios de avaliação para obtenção do sombreamento total através da fórmula:

$$A_{sombra\ total\ na\ via} = A_{sombra\ na\ via\ árvore\ 1} + \dots + A_{sombra\ na\ via\ árvore\ n} \quad (4.3)$$

A área da sombra de cada árvore é dividida pela constante 2 pelo fato de que, como a árvore se encontra na calçada ou próximo dela, 50% dessa sombra estará incidindo sobre a residência enquanto a outra metade da sombra estará voltada para a área externa da residência (Figura 18) beneficiando os pedestres que são o alvo principal desse estudo.

Figura 18 - Distribuição da sombra das árvores na via urbana



Fonte: 123RF (2017), adaptado pelo autor

Alguns critérios foram adotados para permitir a obtenção de dados mais precisos com relação a área total de sombra gerada. Foram eliminados do cálculo árvore de pequeno porte, árvores com densidade da copa categorizada como transparente e árvores com o CAP adquirido abaixo do 1,30 m devido à baixa altura do tronco.

Para isso foi utilizado o programa QGIS, que após filtragem dos dados, realizou a identificação das árvores remanescentes, a projeção da sombra gerada por essas árvores, bem como o cálculo total de área gerada por todas as sombras dessas árvores.

Para cálculo da área ocupada pelas vias no entorno dos cinco reservatórios adotou-se a seguintes parâmetros:

- Largura da rua utilizada como padrão para cálculo de área: largura da rua que apresentou maior frequência na área estuda em cada reservatório (valor obtido na planilha do Excel).
- Extensão total das estradas presentes dentro do raio de estudo: soma do comprimento de todas as ruas em cada reservatório (valor obtido no programa QGIS).

A área total das estradas foi obtida com a multiplicação da largura da rua utilizada como padrão para cálculo de área pela extensão total das vias presentes dentro do raio de estudo.

De posse da área total das sombras proveniente das árvores localizadas no entorno dos cinco reservatórios e área total das vias por reservatório, efetuou-se a comparação desse valor com a área total composta por calçadas e ruas de cada área estudada (Tabela 10).

Tabela 10 - Percentual de área ocupada pela projeção de copas das árvores no entorno dos reservatórios elevados de água em Paulista-PE

RESERVATÓRIO	QUANT. DE ÁRVORES	EXTENSÃO TOTAL VIAS (m)	ÁREA DO CENSO (m ²)	ÁREA TOTAL DAS VIAS (m ²)	LARGURA MÉDIA DAS VIAS	COBERTURA DAS COPAS (m ²)	OCUPAÇÃO DA SOMBRA
EAL PAU AMARELO	212	10.059,55	662.081	85.506,175	8,50	7.257,079	8,49%
REL CONCEIÇÃO	310	15.412,36	785.398	109.427,756	7,10	7.776,143	7,11%
REL PORTUGAL	170	15.126,90	785.398	90.761,400	6,00	4.274,178	4,71%
REL INDAIÁ	297	9.155,00	785.398	61.338,500	6,70	6.829,219	11,13%
REL MARIA FARINHA	233	6.124,51	564.560	30.622,550	5,00	9.325,130	30,45%
Total	1.222	55.878,32	3.582.835,44	377.656,381		35.461,749	9,39%

Fonte: Elaborado pelo autor

A área no entorno do reservatório de Maria Farinha apresentou maior índice de ocupação por parte das sombras provenientes das árvores nas vias com 30,45% das ruas e calçadas protegidas da incidência direta dos raios solares. Isso se deve ao elevado desenvolvimento em que se encontravam essas árvores na via e as características das espécies plantadas que apresentaram copas frondosas.

Por meio do mosaico das fotografias aéreas que compõem o *shapefiles* dos bairros das áreas de estudo, foram realizados recortes das imagens obtendo-se *buffer* de 500 m de raio por reservatório. Em seguida, em torno de cada árvore identificada e mantida após critério de avaliação, foi criado um novo *buffer* que possuía diâmetro similar ao diâmetro da copa da referida árvore coletado *in loco* (Mapas 8, 9, 10, 11 e 12). Por meio do somatório da área de

cada um desses *buffers* e posterior cálculo, foi estabelecido o percentual de sombreamento no entorno dos cinco reservatórios de estudo.

Mapa 8 - Cobertura de copas das árvores no REL Indaiá



**ÁREA SOMBREADA PELAS ÁRVORES
REL INDAIÁ - 2018**

Legenda

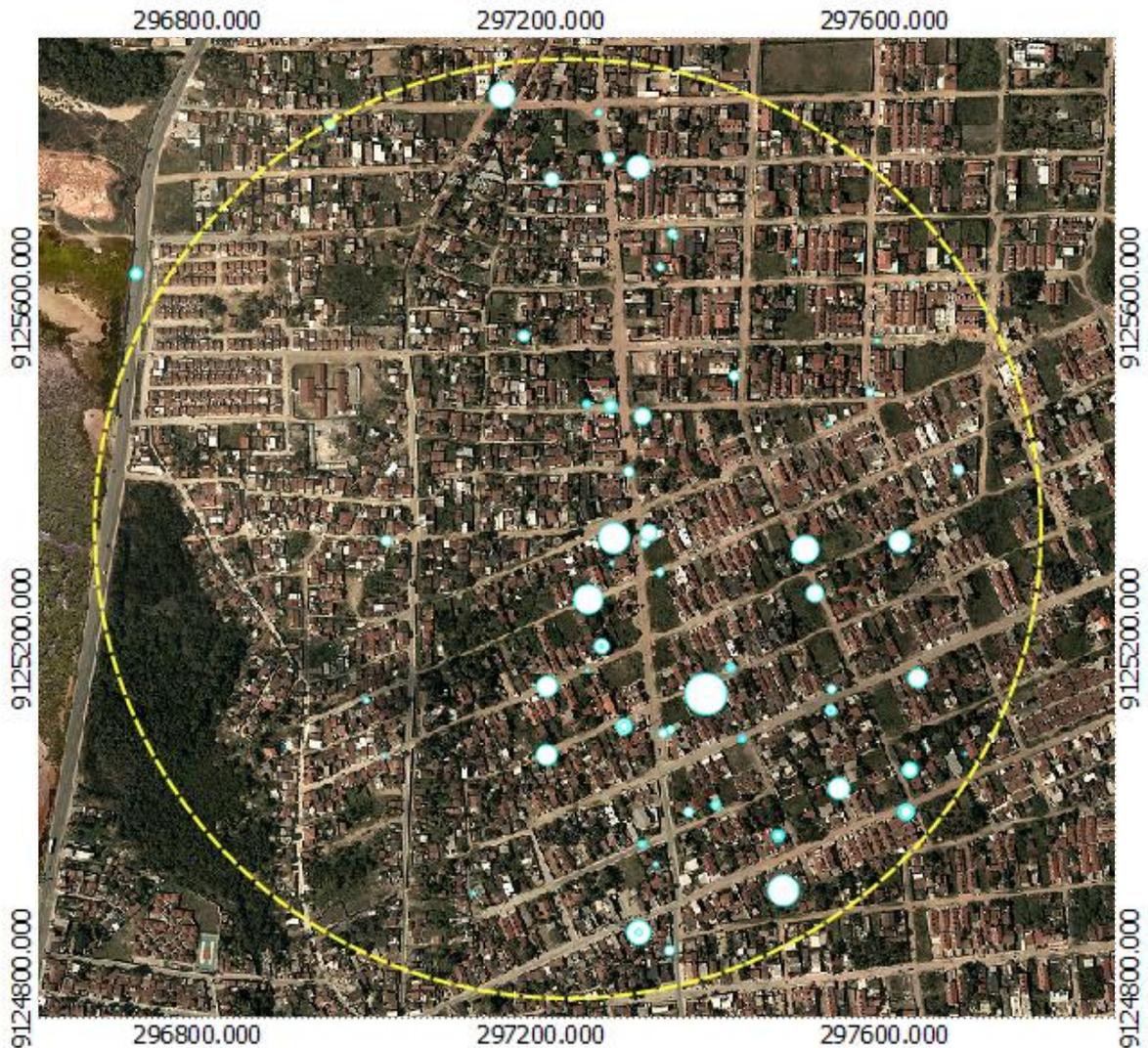
- Raio INDAIÁ
- Sombra de 178 ÁRVORES



Fonte: SDEC/Compesa 2017
Elaborado por: Satyro Barbosa da Silva

Fonte: Elaborado pelo autor

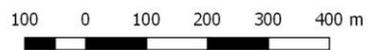
Mapa 9 - Cobertura de copas das árvores no REL Portugal



**ÁREA SOMBREADA PELAS ÁRVORES
REL PORTUGAL - 2018**

Legenda

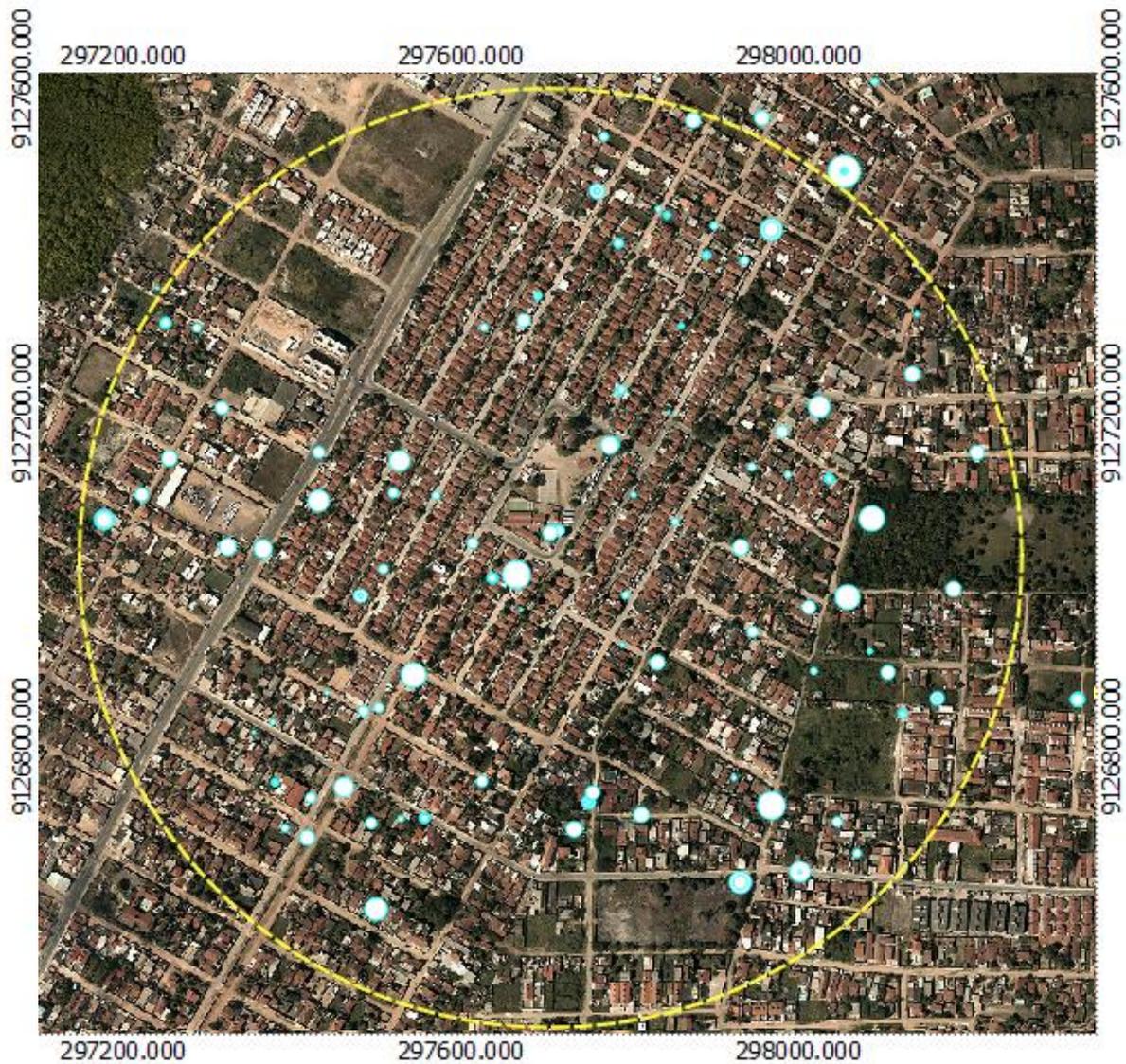
- Raio PORTUGAL
- Sombra de 96 ÁRVORES



Fonte: SDEC/Compesa 2017
Elaborado por: Satyro Barbosa da Silva

Fonte: Elaborado pelo autor

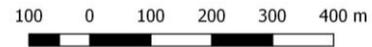
Mapa 10 - Cobertura de copas das árvores no REL Conceição



**ÁREA SOMBREADA PELAS ÁRVORES
REL CONCEIÇÃO - 2018**

Legenda

- Raio CONCEIÇÃO
- Sombra de 201 ÁRVORES



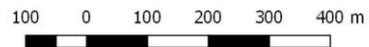
Fonte: SDEC/Compesa 2017
Elaborado por: Satyro Barbosa da Silva

Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 11 - Cobertura de copas das árvores no REL Maria Farinha



**ÁREA SOMBREADA PELAS ÁRVORES
REL MARIA FARINHA - 2018**



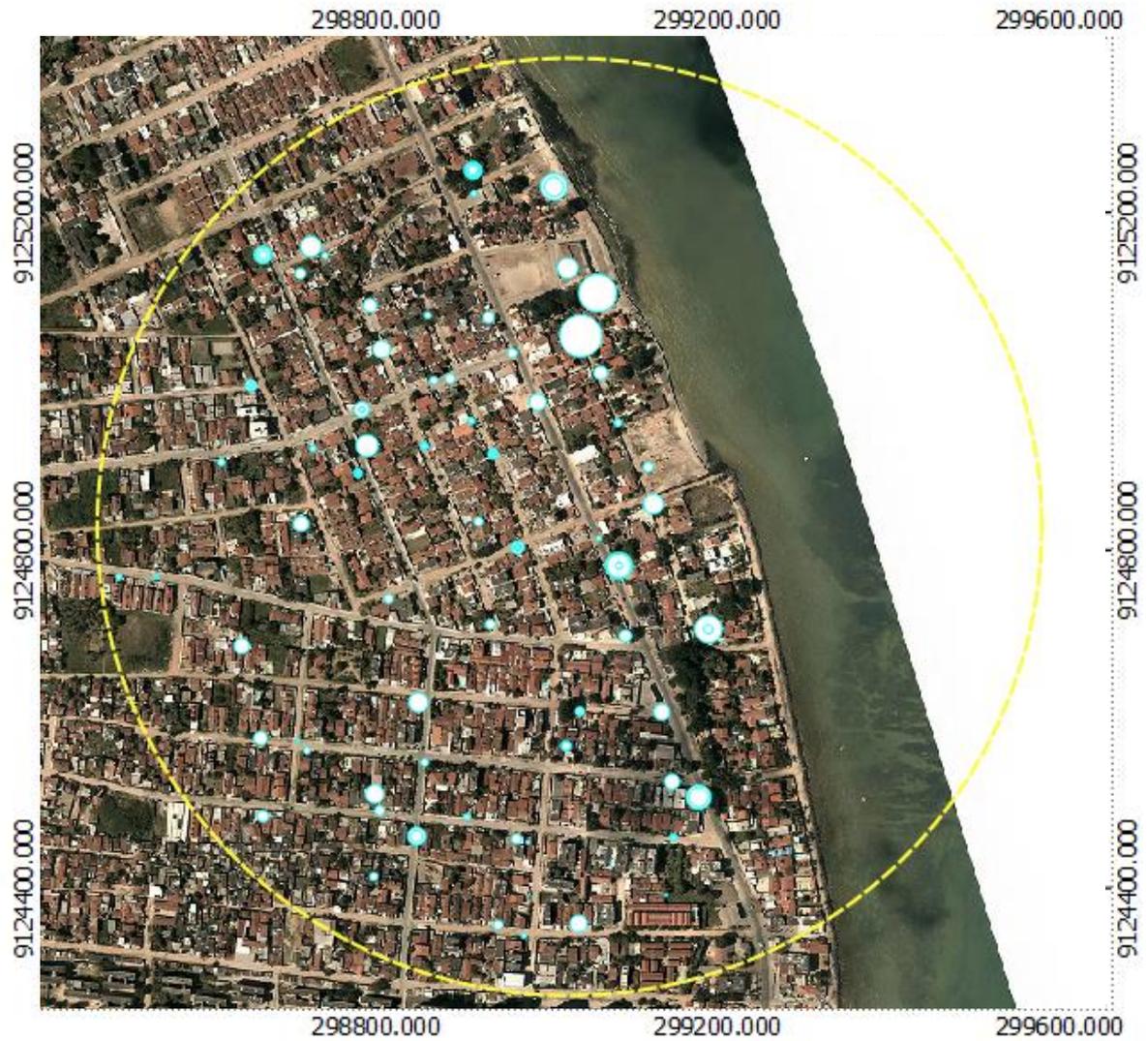
Legenda

- Raio MARIA FARINHA
- Sombra de 189 ÁRVORES

Fonte: SDEC/Compesa 2017
Elaborado por: Satyro Barbosa da Silva

Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 12 - Cobertura de copas das árvores no EAL Pau Amarelo



**ÁREA SOMBREADA PELAS ÁRVORES
REL EAL PAU AMARELO - 2018**

Legenda

- Raio EAL PAU AMARELO
- Sombra de 164 ÁRVORES



Fonte: SDEC/Compesa 2017
Elaborado por: Satyro Barbosa da Silva

Fonte: Elaborado pelo autor

Vale ressaltar que esse resultado não contempla o fato de que, devido à proximidade, duas ou mais árvores apresentando copas sobrepostas, teriam suas áreas de sombras geradas também reduzidas, diminuindo assim o índice mensurado. Por razões trigonométricas, o diâmetro da sombra que incide na via e que foi gerada por uma copa de uma árvore sempre será maior que o diâmetro da copa dessa mesma árvore. Esse estudo considerou apenas o diâmetro da copa o que subestimou o índice de ocupação da sombra.

Bobrowski e Biondi (2012) encontraram em Curitiba-PR um diâmetro médio de copa das árvores variando em torno de 3,99 m, ou seja, um raio médio de projeção para a rua de 1,99 m. Já o diâmetro máximo de copa, catalogado por eles, foi de 7,98 m, ou seja, um raio máximo de projeção para a rua de 3,99 m. Mas não relacionaram esses valores com a área propiciada por essas copas em relação a área das vias dispostas na área de estudo. Isso tornou inviável a comparação entre os valores encontrados no trabalho de Bobrowski e Biondi (2012) com o presente levantamento.

4.9 ESPÉCIES RECOMENDADAS PARA USO NA ARBORIZAÇÃO URBANA

Dentre vários fatores, existem dois que limitam o uso da flora arbórea nativa em projetos de arborização urbana em todo o país: a base limitada de dados sobre as espécies e a disponibilidade de bancos de sementes em quantidade e qualidade suficientes para atender à demanda reprimida. Nos últimos anos, observou-se uma maior quantidade e melhor qualidade dos trabalhos científicos que tratam da vegetação nativa, mas poucos que indiquem espécimes para uso urbano.

Carvalho (2005) recomenda 13 espécies de elevado porte: *Tapirira guianensis* Aubl., *Xylopia frutescens* Aubl., *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March., *Crataeva tapia* L., *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith, *Andira nitida* Mart. ex Benth., *Pouteria grandiflora* Pierre e *Luehea ochrophylla* Mart. Quanto às espécies de médio porte, Carvalho (2005) recomenda como potenciais: *Byrsonima sericea* DC., *Miconia prasina* D.C., *Allophylus edulis* (A.St.-Hil.) Radlk., *Myrcia obtecta* (O. Berg) Kiaersk. e *Tocoyena brasiliensis* Mart.

Já Machado et al. (2006) lista 10 espécies, de médio e elevado porte, como potenciais na cidade de Teresina-PI: *Cenostigma macrophyllum* Tul., *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenam, *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore, *Caesalpinia ferrea* var. *ferrea* Mart. ex Tul., *Licania tomentosa* (Benth.) Fristsh, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Parkia platycephala* Benth., *Astronium flaxinifolium* Schott, *Magonia glabrata* St. Hil. e *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa*.

É importante ressaltar a avaliação do local onde será plantada a espécie para que esteja de acordo com as peculiaridades da mesma, de modo a possibilitar a harmonia entre os elementos presentes e favorecer os processos fisiológicos em benefício do meio ambiente urbano.

4.10 PROPOSTA DE ARBORIZAÇÃO

Com base nos dados levantados *in loco*, foi possível avaliar quais ruas apresentavam condições para receber uma campanha de arborização por parte dos órgãos responsáveis ou de suas parceiras.

Através de intenso trabalho de pesquisa, foram consultados diversos documentos da prefeitura de Paulista, com intuito de identificar normas que especifiquem padrões de via e calçada ideais para o plantio de espécies arbóreas.

4.10.1 Critérios para proposta

Com base no Plano Municipal de Arborização Urbana de Paulista de 2005, que em seu artigo 24 estabelece as áreas prioritárias para adequação da arborização urbana, como os locais com baixo índice de arborização (sem, contudo, especificar que índice será utilizado como parâmetro), parques e praças, ruas pavimentadas, locais de maior interesse e circulação da população, bairros com maiores problemas com a arborização e passeios públicos com dimensões adequadas para receber as árvores, foi elaborada uma proposta que identifica ruas viáveis para implantação de árvores.

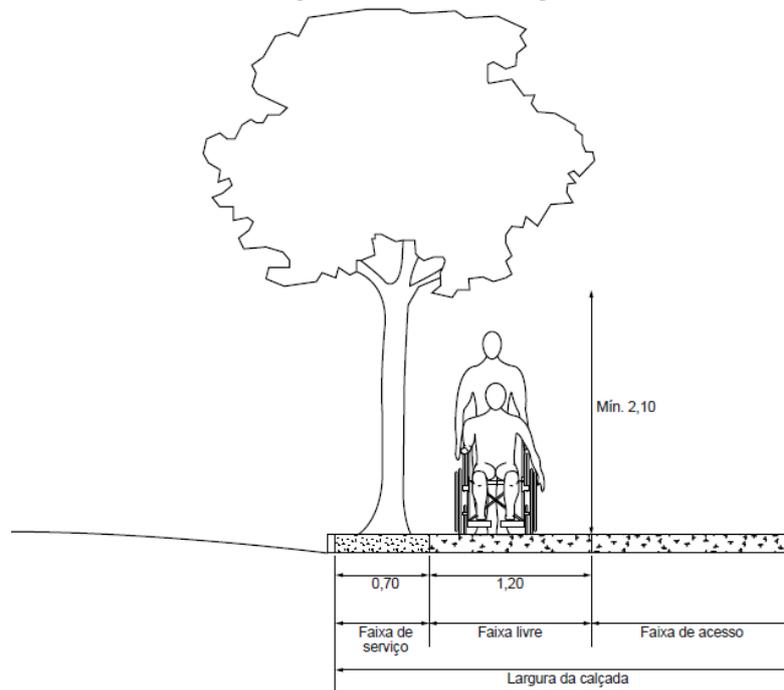
Devido à inexistência de documentos que contemplem limites das vias urbanas no município de Paulista, foi adotada como referência a Lei Municipal de nº 9.990 que “[...] regulamenta no âmbito da Região Metropolitana do Recife, o exame e a concessão da anuência prévia” (RECIFE, 1987). De acordo com a tabela do Anexo II do referido documento e adotando-se o limite mínimo de duas faixas de rolamento, fica estabelecido que a largura mínima para a pista de rolamento será de 7,0 m.

Dessa forma, dos locais onde se encontravam as 1.222 árvores identificadas no censo, foram eliminados os que estavam na seguinte situação: vias que não possuíam pavimento, vias que possuíam largura inferior a 7,0 m, calçadas que possuíam largura inferior a 1,90 m e calçadas inexistentes.

O Plano Diretor da Prefeitura Municipal do Paulista trata, no Artigo 92, das diretrizes e ações estratégicas para o transporte não motorizado, salientando no inciso VII da importância das árvores nas calçadas, detalhando que elas “devem dotar de arborização de modo a possibilitar a redução da sensação térmica, desde que não dificultem a mobilidade das pessoas”. O plano não estabelece as dimensões mínima e máxima das calçadas. Ao invés disso, recomenda a consulta das normas de acessibilidade e desenho universal na NBR 9050, que trata da Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

A NBR 9050 (2015, p. 88) especifica que a faixa de serviço, que acomoda os canteiros, as árvores e os postes de iluminação ou sinalização, deverá possuir, no mínimo, 0,70 m de largura, a faixa livre ou de passeio deve possuir no mínimo 1,20 m de largura e 2,10 m de altura livre e que a faixa de acesso só poderá existir se a calçada possuir largura superior da 2,0 m (Figura 19). A faixa de acesso consiste no espaço de passagem da área pública para o lote servindo para acomodar a rampa de acesso aos lotes lindeiros.

Figura 19 - Dimensões mínimas dos componentes de uma calçada



Fonte: NBR 9050

Já o artigo 15 da lei municipal (Lei n. 4.658, de 28 de dezembro de 2016) que “[...] trata da regularização de edificações clandestinas e/ou irregulares existentes no município de Paulista” (PAULISTA, 2016), estabelece que será exigido o plantio de uma árvore de porte médio, com no mínimo 1,20 m de altura, no lote que está sendo requerida a regularização da

edificação, desde que o passeio público (calçada) em frente ao respectivo lote possua largura igual ou superior a 1,50 m.

Tomando como base as regras definidas no item 6.12.3 (Dimensões mínimas da calçada) da NBR 9050 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. 88) que estabelece como 0,70 m a largura mínima da faixa de serviço (instalação de hidrantes, árvores e postes) e 1,20 m de largura mínima admissível para a faixa livre (para circulação), fora estabelecido como largura mínima aceitável para plantio de árvores as calçadas que possuíam largura mínima de 1,90 m.

Como a faixa de acesso será desconsiderada nesse estudo em especial, o alvo adotado para identificação de calçadas viáveis para implantação de árvores será de 1,90 m de largura.

De posse dos critérios para escolha de ruas viáveis a arborização, recorreu-se ao banco de dados do QGIS para sintetização do resultado, onde constam numa tabela (Tabela 11) o nome das ruas viáveis bem como a quantidade de indivíduos por espécies recomendadas para plantio.

Tabela 11 - Quantidade e espécies de árvores previstas para as vias públicas que apresentam condições de arborização no município de Paulista-PE

(continua)

RESERVATÓRIO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO RUAS APTAS (m)	QUANTIDADE RECOMENDADA DE ÁRVORES	QUANTIDADE DE ÁRVORES PRESENTE	QUANTIDADE NECESSÁRIA DE ÁRVORES	ESPÉCIE RECOMEND.	QUANT.	REPRESENT.	TOTAL DE ESPÉCIES
	Rua Tejipió	366,005	24	16	8	Pau Brasil	3	13%	3 ESPÉCIES
						Felício	3	13%	
						Sabonete	2	8%	
REL MARIA FARINHA	Rua Tejipió	160,202	11	17	0				
	Rua José Pereira de Amorim	69,577	5	3	2	Pau Brasil Felício	1 1	20% 20%	2 ESPÉCIES
EAL PAU AMARELO	Rua Severino Bezerra Ferreira	847,146	56	12	44	Pau Brasil	7	13%	7 ESPÉCIES
						Felício	6	11%	
						Sobrasil	6	11%	
						Ipê-amarelo	7	13%	
						Trapiá	6	11%	
						Sucupira	6	11%	
						Ipê-roxo	6	11%	
Av. Manoel Chaves da Costa Figueiroa	551,343	37	13	24	Pau Brasil	5	14%	5 ESPÉCIES	
					Felício	5	14%		
					Trapiá	5	14%		
					Sobrasil	5	14%		
					Ipê-roxo	4	11%		

Tabela 11 - Quantidade e espécies de árvores previstas para as vias públicas que apresentam condições de arborização no município de Paulista-PE

(continuação)

RESERVATÓRIO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO RUAS APTAS (m)	QUANTIDADE RECOMENDADA DE ÁRVORES	QUANTIDADE DE ÁRVORES PRESENTE	QUANTIDADE NECESSÁRIA DE ÁRVORES	ESPÉCIE RECOMEND.	QUANT.	REPRESENT.	TOTAL DE ESPÉCIES
	Av. José Francisco dos Santos	441,612	29	9	20	Pau Brasil	4	14%	5 ESPÉCIES
						Felício	4	14%	
						Sobrasil	4	14%	
						Ipê-roxo	4	14%	
						Sibipiruna	4	14%	
	Av. Dr. Cláudio José Gueiros Leite	828,044	55	16	39	Pau Brasil	8	15%	5 ESPÉCIES
						Felício	8	15%	
						Jacarandá	8	15%	
						Ipê-amarelo	8	15%	
						Sucupira	7	13%	
EAL PAU AMARELO	Rua Tchecoslovaquia	620,408	41	6	35	Pau Brasil	6	15%	6 ESPÉCIES
						Felício	6	15%	
						Trapiá	6	15%	
						Ipê-roxo	6	15%	
						Sibipiruna	6	15%	
						Pau-pombo	5	12%	
	Rua Dr. Sebastião Amaral	470,162	31	18	13	Pau Brasil	4	13%	4 ESPÉCIES
						Felício	3	10%	
						Sobrasil	3	10%	
						Sibipiruna	3	10%	

Tabela 11 - Quantidade e espécies de árvores previstas para as vias públicas que apresentam condições de arborização no município de Paulista-PE

(continuação)

RESERVATÓRIO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO RUAS APTAS (m)	QUANTIDADE RECOMENDADA DE ÁRVORES	QUANTIDADE DE ÁRVORES PRESENTE	QUANTIDADE NECESSÁRIA DE ÁRVORES	ESPÉCIE RECOMEND.	QUANT.	REPRESENT.	TOTAL DE ESPÉCIES
	Rua Estados Unidos	331,401	22	5	17	Pau Brasil	3	14%	6 ESPÉCIES
						Felício	3	14%	
						Trapiá	3	14%	
						Sobrasil	3	14%	
						Ipê-roxo	3	14%	
						Pau-pombo	2	9%	
REL PORTUGAL	Rua Estados Unidos	161,550	11	16	0				
	Rua Sertânia	37,831	3	16	0				
	Av. Costa Azul	392,700	26	16	10	Pau Brasil	4	15%	3 ESPÉCIES
						Felício	3	12%	
						Pau-pombo	3	12%	
	Rua do Araçá	525,340	35	20	15	Ipê-amarelo	5	14%	3 ESPÉCIES
						Felício	5	14%	
						Ipê-roxo	5	14%	
REL CONCEIÇÃO	Rua Bertópolis	394,006	26	11	15	Pau Brasil	4	15%	4 ESPÉCIES
						Felício	4	15%	
						Ipê-roxo	4	15%	
						Sibipiruna	3	12%	

Tabela 11 - Quantidade e espécies de árvores previstas para as vias públicas que apresentam condições de arborização no município de Paulista-PE

(continuação)

RESERVATÓRIO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO RUAS APTAS (m)	QUANTIDADE RECOMENDADA DE ÁRVORES	QUANTIDADE DE ÁRVORES PRESENTE	QUANTIDADE NECESSÁRIA DE ÁRVORES	ESPÉCIE RECOMEND.	QUANT.	REPRESENT.	TOTAL DE ESPÉCIES
REL CONCEIÇÃO	Rua Prof. José Copertino de Oliveira	394,703	26	0	26	Pau Brasil	4	15%	7 ESPÉCIES
						Felício	4	15%	
						Angelim	4	15%	
						Pimenta-do- sertão	4	15%	
						Sobrasil	4	15%	
						Sucupira	3	12%	
						Sibipiruna	3	12%	
REL CONCEIÇÃO	Rua Bonfinópolis	161,381	11	5	6	Pau Brasil	1	9%	6 ESPÉCIES
						Felício	1	9%	
						Quaresmeira	1	9%	
						Angelim	1	9%	
						Amescla	1	9%	
						Trapiá	1	9%	
PE-22	PE-22	777,024	52	4	48	Pau-pombo	8	15%	6 ESPÉCIES
						Felício	8	15%	
						Jacarandá	8	15%	
						Ipê-amarelo	8	15%	
						Sucupira	8	15%	
						Sibipiruna	8	15%	

Tabela 11 - Quantidade e espécies de árvores previstas para as vias públicas que apresentam condições de arborização no município de Paulista-PE

(continuação)

RESERVATÓRIO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO RUAS APTAS (m)	QUANTIDADE RECOMENDADA DE ÁRVORES	QUANTIDADE DE ÁRVORES PRESENTE	QUANTIDADE NECESSÁRIA DE ÁRVORES	ESPÉCIE RECOMEND.	QUANT.	REPRESENT.	TOTAL DE ESPÉCIES
	Rua Tem. Agnaldo Lima	162,240	11	6	5	Pau Brasil	1	9%	5 ESPÉCIES
						Felício	1	9%	
						Angelim	1	9%	
						Amescla	1	9%	
						Trapiá	1	9%	
REL CONCEIÇÃO	sem identificação (ao lado do REL Conceição)	121,897	8	2	6	Pau Brasil	1	13%	6 ESPÉCIES
						Felício	1	13%	
						Sabonete	1	13%	
						Angelim	1	13%	
						Amescla	1	13%	
						Trapiá	1	13%	
	Av. Dr. Cláudio José Gueiros Leite	836,068	56	29	27	Pau Brasil	7	13%	4 ESPÉCIES
						Felício	7	13%	
						Jacarandá	7	13%	
						Ipê-amarelo	6	11%	
REL INDAIÁ	PE-22	956,409	64	9	55	Pau-pombo	8	13%	7 ESPÉCIES
						Felício	8	13%	
						Jacarandá	8	13%	
						Ipê-amarelo	8	13%	
						Sobrasil	8	13%	
						Sucupira	8	13%	
						Ipê-roxo	7	11%	

Tabela 11 - Quantidade e espécies de árvores previstas para as vias públicas que apresentam condições de arborização no município de Paulista-PE
(conclusão)

RESERVATÓRIO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO RUAS APTAS (m)	QUANTIDADE RECOMENDADA DE ÁRVORES	QUANTIDADE DE ÁRVORES PRESENTE	QUANTIDADE NECESSÁRIA DE ÁRVORES	ESPÉCIE RECOMEND.	QUANT. REPRESENT.	TOTAL DE ESPÉCIES
REL INDAIÁ	Rua Quatro	34,000	2	7	0			
Total		9641,049	642	256	415		415	

Fonte: Elaborado pelo autor

Dessa forma, pode-se mensurar a espécie e a quantidade de exemplares necessário para plantio (Tabela 12) nas cinco áreas de estudo (Tabela 13).

Tabela 12 - Resumo com espécies de árvores previstas para as vias que apresentam condições de arborização

Nº	Espécie	Nome científico	Família	Quant.
1	Amescla	<i>Protium heptaphyllum</i>	Burceraceae	3
2	Angelim	<i>Andira anthelmia</i>	Fabaceae	7
3	Felício	<i>Filicium decipiens</i>	Sapindaceae	81
4	Ipê-amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Bignoniaceae	42
5	Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Bignoniaceae	39
6	Jacarandá	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Fabaceae	31
7	Pau Brasil	<i>Paubrasilia echinata</i>	Fabaceae	63
8	Pau-pombo	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae	26
9	Pimenta-do-sertão	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	4
10	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i>	Melastomataceae	1
11	Sabonete	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	3
12	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Fabaceae	27
13	Sobrasil	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Rhamnaceae	33
14	Sucupira	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Fabaceae	32
15	Trapiá	<i>Crateva tapia</i> L.	Capparaceae	23
Total				415

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 13 - Resumo com quantidade de árvores proposta por reservatório

Reservatório	Quant.
REL Indaiá	82
REL Portugal	27
REL Conceição	121
REL Maria Farinha	10
EAL Pau Amarelo	175
Total	415

Fonte: Elaborado pelo autor

De posse da localização dos trechos de via susceptíveis ao plantio, elaborou-se uma nova camada no QGIS para obtenção de um buffer com a localização das árvores propostas destacando-as das já existente (Mapas 13, 14, 15, 16 e 17). Não foram observadas particularidades de cada calçada para a inclusão da localização das árvores propostas, tornando-se necessário estudo particular antes de iniciar o plantio, com a devida participação dos moradores para obtenção de sucesso nessa atividade (Mapa 18).

Mapa 13 - Disposição de locais para plantio das árvores propostas para o REL Indaiá, em Paulista-PE

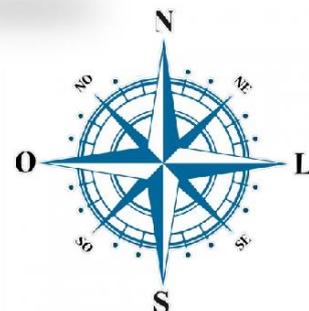
GEORREFENCIAMENTO DE ÁRVORES INDICADAS PARA PLANTIO NO REL INDAIÁ - 2018



Fonte: SDEC/Compesa 2017
 Elaborado por: Satyro Barbosa da Silva

Legenda

- ★ Proposta_ArborizaçãoIND
- Indaiá [679]
- Raio IND



Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 14 - Disposição de locais para plantio das árvores propostas para o REL Portugal, em Paulista-PE

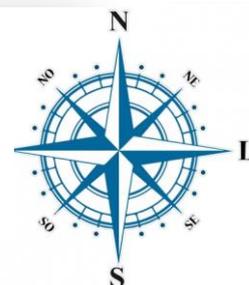
GEORREFENCIAMENTO DE ÁRVORES INDICADAS PARA PLANTIO NO REL PORTUGAL - 2018



Fonte: SDEC/Compesa 2017
 Elaborado por: Satyro Barbosa da Silva

Legenda

- ★ Proposta_ArborizaçãoPOR
- Portugal [347]
- Raio POR



Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 15 - Disposição de locais para plantio das árvores propostas para o REL Conceição, em Paulista-PE

GEORREFENCIAMENTO DE ÁRVORES INDICADAS PARA PLANTIO NO REL CONCEIÇÃO - 2018



Fonte: SDEC/Compesa 2017
 Elaborado por: Satyro Barbosa da Silva

Legenda

- ★ Proposta_ArborizaçãoCON
- Conceição [617]
- Raio CON



Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 16 - Disposição de locais para plantio das árvores propostas para o REL Maria Farinha, em Paulista-PE

GEORREFENCIAMENTO DE ÁRVORES INDICADAS PARA PLANTIO NO REL MARIA FARINHA - 2018

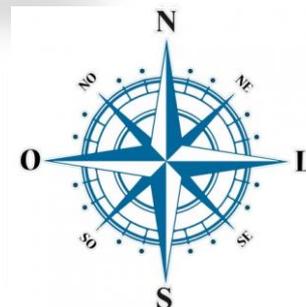


Fonte: SDEC/Compesa 2017
Elaborado por: Satyro Barbosa da Silva

Legenda

- ★ Proposta_ArborizaçãoMF
- Maria Farinha [503]
- Raio MF

100 0 100 200 300 400 m



Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 17 - Disposição de locais para plantio das árvores propostas para o EAL Pau Amarelo, em Paulista-PE

GEORRENCIAMENTO DE ÁRVORES INDICADAS PARA PLANTIO NO EAL PAU AMARELO - 2018



Fonte: SDEC/Compesa 2017

Elaborado por: Satyro Barbosa da Silva

Legenda

- ★ Proposta_ArborizaçãoEAL
- EAL [532]
- Raio EAL

100 0 100 200 300 400 m



Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 18 - Detalhamento quanto à disposição dos locais para plantio das árvores propostas na Rua Prof. José Copertino de Oliveira no REL Conceição, em Paulista-PE



Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONCLUSÃO

Através do uso das geotecnologias pode-se obter excelente visualização e processamento das características das áreas de estudo de forma rápida e eficiente, contribuindo para um maior detalhamento no que se refere à análise espacial.

De forma geral, as cinco áreas de estudo apresentaram baixo nível de arborização, onde se observou má distribuição das espécies arbóreas presentes. Fato ligado a falta de acolhimento por parte da prefeitura em instruir a comunidade.

Através do censo, pode-se inferir quais ruas apresentavam condições técnicas e normativas para plantio de novas espécies arbóreas, sendo o resultado inferior a 70% das vias existentes.

O levantamento arbóreo resultou o número de 1.222 indivíduos no somatório das cinco áreas de estudo, obtendo-se para cada indivíduo as coordenadas geográficas fundamentando o projeto de plantio de novos indivíduos arbóreos.

O quantitativo adequado de indivíduos arbóreos por área de estudo, estabelecido por meio de equação resultou num total de 415 árvores recomendadas, distribuídas em 15 espécies de origem nativa, favorecendo o enriquecimento da arborização para as áreas estudadas.

Com base na literatura consultada, pôde-se ratificar a importância da preservação de áreas de parque e unidades de conservação, que concorrem significativamente para amenizar as temperaturas da superfície de qualquer ambiente, reduzindo a concentração de poluentes e gases atmosféricos que são responsáveis por doenças no aparelho circulatório e permitindo o escoamento de água proveniente de precipitações.

Sugere-se a ampliação das áreas livres e a substituição gradual de *F. benjamina* L. por espécies mais adequadas a passeios públicos.

É necessário investir em redes compactas de fiação aérea, a fim de que as podas, quando necessárias, sejam menos severas, já que as linhas não compactas inviabilizam, em muitos casos, a arborização. E substituição gradativa da rede aérea por uma rede embutida na solo.

Recomenda-se a elaboração de uma cartilha contendo instruções de plantio, bem como espécies recomendadas, entre outras informações.

REFERÊNCIAS

123RF. **Banco de Imagens** - Vista de cima da cidade, encruzilhada urbana com carros, casas e pedestres, 2017. Disponível em: <https://fr.123rf.com/photo_52726713_vue-de-dessus-de-la-ville-carrefour-urbain-avec-des-voitures-et-des-maisons-des-pi%C3%A9tons-.html> Acesso em: 21 nov. 2018.

ANDRADE, T. O. **Inventário e análise da arborização viária da Estância Turística de Campos do Jordão-SP**. 2002. 112 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ARAUJO, A. C.; RIBEIRO, I. A. M.; MORAIS, M. S.; ARAUJO, J. L. O. Análise quali-quantitativa da arborização no bairro Presidente Médici, Campina Grande-PB. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v. 4, n. 1, p. 133-144, 2009.

ASP (AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY). **Manual of Photogrammetry**, 1966. 1220 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. 162 p.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. **A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP**. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 20, n. 1, p. 160-177, 2016. ISSN 2179-0892.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. **A relação entre ilhas de calor urbana, ocupação do solo e morfologia urbana na cidade do Recife**. Revista Geonorte. v. 2, n. 5, p. 65-76, 2012.

BATISTA, D. B. **Diagnóstico da arborização de ruas da cidade do Recife**. 1985. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BATISTEL, L. M.; DIAS, M. A. B.; MARTINS, A. S.; RESENDE, I. L. M. Diagnóstico Qualitativo e Quantitativo da Arborização Urbana nos Bairros Promissão e Pedro Cardoso, Quirinópolis, Goiás. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v. 4, n. 3, p. 110-129, 2009.

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

BIONDI, D.; LIMA NETO, E. M. **Pesquisa em arborização de ruas**. Curitiba-PR, 2011.

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. **Distribuição e dinâmica da área de copa na arborização de ruas de Curitiba, Paraná, Brasil, no período de 1984-2010**. Revista Árvore, Viçosa - MG, v. 36, n. 4, p. 625-635, 2012.

BORTOLETO, S. **Inventário Quali quantitativo de Arborização Viária da Estância de Águas de São Pedro-SP**. 2004. p. 99. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CARVALHO, M. F. A. **Espécies Nativas da Mata Atlântica em Pernambuco com potencial para Arborização Urbana**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

CAVENAGHI, T. P.; LIMA, M. **Plano Diretor: Como a Geotecnologia tem Facilitado a Gestão dos Municípios**. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2000/01/01/plano-diretor-como-a-geotecnologia-tem-facilitado-a-gestaodos-municipios>> Acesso em: 21 nov. 2018.

CERQUEIRA JÚNIOR, A. C. **Caracterização das Áreas Verdes públicas e Arborizadas de Ruas da Cidade de Jequié - BA**, 2004. 149 p.

Climate-Data.org. **Clima Paulista**, 2018. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/peernambuco/paulista-4450/>> Acesso em: 21 nov. 2018.

COSTA, C. S. **Áreas Verdes: um elemento chave para a sustentabilidade urbana**. São Paulo: Arquitectos, v. 11, 2010. 126 p.

COSTA, L. A. C.; HIGUCHI, N. **Arborização de ruas de Manaus: avaliação qualitativa e quantitativa**. *Revista Árvore*, v. 23, n. 2, p. 223-232, 1999.

CUNHA, G. E.; ZECHMEISTER, D.; MELO, Q. E. **Elementos de arquitetura de climatização natural**. Passo Fundo: UPF, 2005.

EDUCALINGO. **O que significa fotogrametria em português**, 2018. Disponível em: <<https://educalingo.com/pt/dic-pt/fotogrametria>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos). **Reduzir os riscos da ilha de calor**, 2016. Disponível em: <<https://www.epa.gov/heat-islands/reduce-heat-island-risks>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

FERREIRA, M. J.; OLIVEIRA, A. P.; SOARES, J. Anthropogenic heat in the city of. São Paulo, Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 101, p. 9-19, 2010.

GAZETA. **Uma árvore por habitante, a recomendação mínima da OMS para as cidades**, 2016. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/futuro-das-cidades/uma-arvore-por-habitante-a-recomendacao-minima-da-oms-para-as-cidades-622ch9afm4rimh3ol1w9j8ikn/>>. Acesso em: 16 de nov. 2018.

GGN. **Reflorestamento em área urbana ajuda a combater aquecimento global**, 2015. Disponível em: <<https://jornalgggn.com.br/noticia/reflorestamento-em-area-urbana-ajuda-a-combater-aquecimento-global>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Características urbanísticas do entorno dos domicílios**, 2010. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9755&t=sobre>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Tabela 3362 - Domicílios particulares permanentes e Moradores em domicílios particulares, 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3362#resultado>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

ISTOCK. **Vista superior da árvore** 100Mpix - Photo royalty-free, 2012. Disponível em: <<https://www.istockphoto.com/pt/foto/vista-superior-da-%C3%A1rvore-100mpix-gm148187410-20788931>> Acesso em: 21 nov. 2018.

ISTOÉ. Pesquisa do IBGE mostra carência de verde em cidades - Portal Terra e AE, 2012. Disponível em: <https://istoe.com.br/208966_PESQUISA+DO+IBGE+MOSTRA+CARENCIA+DE+VERDE+EM+CIDADES/>. Acesso em: 19 nov. 2018.

LANDI, V. **Política urbana, visão estratégica das cidades**, 2011. Disponível em: <<https://engvagnerlandi.com/2011/08/06/indice-de-areas-verdes-por-habitantes-nas-cidades/>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

LIMA NETO, E. M.; BARDELLI-DA-SILVA, M. Y.; SILVA, A. R.; BIONDI, D. Arborização de ruas e acessibilidade no bairro centro de Curitiba-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, p. 65-79, 2010.

LORUSSO, D. C. S. **Gestão de áreas verdes urbanas**. In: 10 ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, p. 181-185, 1992.

LUMIAR, A. **Segredos De Liquidificador...**, 2011. Disponível em: <<http://plenitudedotempo.blogspot.com/2011/03/se-o-vento-soprar-de-uma-unica-direcao.html>> Acesso em: 21 nov. 2018.

MACHADO, R. R. B.; MEUNIER, I. M. J.; SILVA, J. A. A.; CASTRO, A. A. J. F. Árvores Nativas para a Arborização de Teresina, Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Recife-PE, v. 1, n. 1, 2006.

MASCARO, L. **Ambiência urbana** = Urban environment. 2. ed. Porto Alegre: + 4 Editora, 2004.

MATOS, E.; QUEIROZ, L. P. **Árvores para cidades**. Bahia: Solisluna editora. Ministério Público do Estado da Bahia, 2009. 340 p.

MEDEIROS, A. M. L. **Artigos sobre Conceitos em Geoprocessamento**, 2012. E-book. Disponível em: <<http://www.andersonmedeiros.com/wp-content/uploads/2012/09/E-book-Artigos-sobre-Conceitos-em-Geoprocessamento-Anderson-Medeiros.pdf>> Acesso em: 18 nov. 2018.

MENEGHETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos, SP**. 2003. 100

p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UNB, 2012. 276 p. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

MUNEROLI, C. C. **Arborização urbana: espécies arbóreas nativas e a captura do carbono atmosférico**. 2009. Dissertação (Mestrado na Área de concentração: Infraestrutura e Meio Ambiente) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

MUNEROLI, C. C.; MASCARO, J. J. Arborização urbana: uso de espécies arbóreas nativas na captura do carbono atmosférico. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v. 5, n. 1, p. 160-182, 2010.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. Nova York: Routledge, 1987.

OKE, T. R. **Urban Climates and Global Environmental Change**. Climatologia Aplicada: Princípios e Práticas. Nova Iorque: Routledge, p. 273-287, 1997.

OKE, T. R.; SPRONKEN-SMITH, R. A.; JÁUREGUI, E.; GRIMMOND, C. S. B. The energy balance of central Mexico City during the dry season. **Atmospheric Environment**, v. 33, n. 24/25, p. 3919-3930, 1999.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Silvicultura urbana: Implantação e Manejo**. **Coleção Jardinagem e Paisagismo**. 2. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. v. 4, 2012.

PAIVA, H. N. Seleção de espécies para arborização urbana. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, MG. v. 2, n. 9, p. 14-16, 2000.

PAULISTA. Prefeitura Municipal. Lei Municipal nº 4.547, de 06 de julho de 2015. **Plano Municipal de Arborização Urbana de Paulista - PMAP**. Disponível em: <http://transparencia.paulista.pe.gov.br/uploads_pppt/pdf/LEI%20DA%20ARBORIZA%C3%87%C3%83O_3bc5621e6990da4cf05a54ff5ad8733f.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2018.

PAULISTA. Prefeitura Municipal. Lei Municipal nº 4.658, de 28 de dezembro de 2016. **Regularização de edificações clandestinas e/ou irregulares existentes no Município de Paulista**. Disponível em: <http://transparencia.paulista.pe.gov.br/uploads_pppt/pdf/LEI%20n%C2%BA.%204.658-2016%20-%20Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20regulariza%C3%A7%C3%A3o%20de%20edifica%C3%A7%C3%B5es%20clandestinas%20e-ou%20irregulares_ef09fe2cf091ae18e5d8290e50e95d32.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2018.

PAULISTAEMFOCO. **A cidade**, 2018. Disponível em: <<http://www.paulistaemfoco.com.br/p/a-cidade.html>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

PAULISTA40GRAUS. **Economia**, 2011. Disponível em: <<http://www.paulista40graus.com/pagina-exemplo/economia/>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

PEREIRA, G. C.; SILVA, B. C. N. **Geoprocessamento e urbanismo**. p. 97-137, 2001.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. **Arborização urbana**. Jaboticabal: UNESP/FCAV/FUNEP, 2002. 69 p. (UNESP/FCAV/FUNEP. Boletim acadêmico)

RECIFE. Prefeitura Municipal. Lei Municipal nº 9.990, de 13 de janeiro de 1987. **Regulamentação no âmbito da Região Metropolitana do Recife o exame e a concessão da anuência prévia**. Disponível em: <http://www.condepefidem.pe.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=16c5fdec-9e88-461e-a392-56d6a6444099&groupId=19941>. Acesso em: 29 nov. 2018.

Revista Planeta: **Com quantas árvores se faz uma cidade**, 2012. Disponível em: <<https://www.revistaplaneta.com.br/com-quantas-arvores-se-faz-uma-cidade/>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

REZENDE, T. M.; SANTOS, D. G. Avaliação quali-quantitativa da arborização das praças do bairro Jaraguá, Uberlândia - MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v. 5, n. 2, p. 139-157, 2010.

ROCHA, R. T.; LELES, P. S. S.; NETO, S. N. O. Arborização de Vias Públicas em Nova Iguaçu, RJ: O Caso dos Bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 28, n. 4, p. 599-607, 2004.

ROPPA, C.; FALKENBERG, J. R.; STANGERLIN, D. M.; BRUN, F. G. K.; BRUN, L. J.; LONGHI, S. J. Diagnóstico da percepção dos moradores sobre a arborização urbana na Vila Estação Colônia - bairro Camobi, Santa Maria - RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v. 2, n. 2, p. 11-30, 2007.

SANTOS, T. O. B.; LISBOA, C. M. C. A.; CARVALHO, F. G. Análise da arborização viária do bairro de Petrópolis, Natal, RN: uma abordagem para diagnóstico e planejamento da flora urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v. 7, n. 4, p. 90-106, 2012.

SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Editora UFV. Viçosa-MG, v. 1, 2006. 276 p.

SOUZA, M. **Mudar a Cidade: Uma Introdução Crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 558 p.

TEIXEIRA, A.; MATIAS, L.; NOAL, R.; MORETTI, E. **Qual a melhor definição de SIG**. Revista FATOR GIS, Curitiba, n. 11, p. 20-24, 1995.

TEIXEIRA, I. F. **Análise qualitativa da arborização de ruas do conjunto habitacional Tancredo Neves, Santa Maria - RS**. Ciência Florestal, v. 9, n. 2, p. 9-21, 1999.

TYRVÄINEN, L. Economic valuation of urban forest benefits in Finland. **Journal of Environment Management**, [SI] 62: p. 75-82, 2001.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**, 2018. Disponível em:
<<http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002615/261594por.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

VOLPE-FILIK, A.; SILVA, L. F.; LIMA, A. M. L. P. Avaliação da arborização de ruas do bairro São Dimas na cidade de Piracicaba/SP através de parâmetros qualitativos. **Revista da sociedade brasileira de arborização urbana**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 34-43, 2007.

WESCLEY, T. D.; SANTOS, L. N. L.; COSTA, L. A. **Avaliação quali-quantitativa da arborização de praças do Município de Parintins - AM. XIV CBAU em Bento Gonçalves - RS. PET FLORESTAL UFAM**, 2011.

ANEXO(S)**ANEXO A - Dimensionamento viário**

LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO: N. x 3,50m (N = Nº DE FAIXAS)

NÚMERO DE FAIXAS DE ROLAMENTO	2	4	6	8
LARGURA DE PASSEIOS (MÍNIMOS)	2,5m	5,0m	7,5m	10,0m

CANTEIRO CENTRAL – LARGURA MÍNIMA DE 2 m

Fonte: Recife, 1987