PLANO MUNICIPAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA DE JACAREÍ – PMAU/JACAREÍ

Jacareí/SP
2025

Prefeitura de JACAREÍ

EQUIPE TÉCNICA

A elaboração dos estudos técnicos que embasaram o Plano Municipal de Arborização Urbana de Jacareí foi realizada pela Equipe Técnica da Empresa Consórcio EnvEx-Ferma.

A revisão e validação desses estudos foram conduzidas pelo Grupo Técnico da Prefeitura Municipal de Jacareí.

Grupo Técnico da Prefeitura Municipal de Jacareí

I – Representantes da Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana:

Cintia Franco Alvarenga Abdo	*Diretora Geral de Meio Ambiente*
Sandra Raquel Veríssimo	*Diretora de Meio Ambiente*
Denise Cubas de Morais Prado	*Diretora de Sustentabilidade e Educação Ambiental*
Marcelo Henrique Zardo	*Engenheiro Florestal*
Solange Fátima Gonçalves	*Bióloga*
Bruna Patrocinio Santos Pereira	*Assessora*
Maria Cristina Mazzocca Dourado	*Arquiteta*
Melissa Carvalho Mancuzo	*Arquiteta*
Delis Moraes de Souza	*Arquiteta*

II – Representante da Secretaria de Mobilidade Urbana:

Djalma de Souza Costa	*Supervisor de Acessibilidade*

III – Representante da Secretaria de Infraestrutura Municipal:

Lucas Mariano Batista	*Diretor de Parques e Áreas Verdes*

IV – Representante do Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE:

Evandro Faria Lins	*Supervisor de Unidade de Planejamento e Projetos*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 16
2. CONTEXTO DO TRABALHO E JUSTIFICATIVA 18
3. OBJETIVOS 21
3.1. Objetivo Geral 21
3.2. Objetivos Específicos 21
4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO 22
4.1. Localização Geográfica 22
4.2. Unidade Fitogeográfica 25
4.3. Extremos Climáticos na Área Urbana 32
4.4. População (Urbana e Rural) 38
4.5. Caracterização Socioeconômica 39
4.6. Área da Malha Urbana do Município 44
4.7. Histórico da Arborização do Município 48
4.8. Importância da Arborização para o Município 50
4.9. Legislação Específica da Arborização Urbana, Relacionamento com o Plano Diretor e Diretrizes do Zoneamento do Uso do Solo Urbano 52
4.10. Localização e Quantificação de Parques, Áreas Verdes, Áreas de Lazer Municipais e Áreas de Preservação Permanente (APPs) 54
4.11. Viveiro Municipal 57
4.12. Levantamento de Dados dos Últimos 3 Anos 61
5. METODOLOGIA 64
5.1. Arborização de Ruas 65
5.1.1. Levantamento Quantitativo 65
5.1.2. Levantamento Qualitativo 66
5.1.3. Coleta de Dados em Campo 74
5.1.4. Análise Estatística 79
5.1.5. Análise de Nível 2 (Análise de Risco) 80
5.1.6. Análise de Nível 3 82
5.2. Arborização em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer 83
5.2.1. Levantamento Quantitativo 84
5.2.2. Levantamento Qualitativo 86

5.2.3. Coleta de Dados em Campo 86
5.3. Arborização em APPs Urbanas 88
5.4. Diagnóstico Participativo 90
6. DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO URBANA 91
6.1. Arborização de Ruas 91
6.1.1. Levantamento Quantitativo da Arborização de Ruas 91
6.1.2. Levantamento Qualitativo da Arborização de Ruas 93
6.1.3. Análise Estatística 93
6.1.4. Composição Florística da Arborização de Ruas 94
6.1.5. Avaliação Dendrométrica 108
6.1.6. Características do Meio Físico 115
6.1.7. Condições Fitossanitárias 127
6.1.8. Análise do Sistema Radicular Visível 130
6.1.9. Manejo Previamente Realizado 131
6.1.10. Necessidade de Tratamento 132
6.1.11. Análise de Risco 133
6.1.12. Análise de Nível 3 das Árvores de Ruas 137
6.1.13. Principais Problemas Encontrados 138
6.2. Arborização em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer 142
6.2.1. Levantamento Quantitativo da Arborização em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer 142
6.2.2. Levantamento Qualitativo da Arborização em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer 143
6.2.3. Composição Florística da Arborização em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer 144
6.2.4. Avaliação Dendrométrica 156
6.2.5. Condições Fitossanitárias 158
6.2.6. Necessidade de Tratamento 161
6.2.7. Principais Problemas Encontrados 161
6.2.8. Cobertura do Solo 162
6.2.9. Análise de Nível 3 das Árvores em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer 164
6.3. APPs Urbanas 164
6.3.1. Pontos Verificados em Campo 170

6.4. Síntese da Arborização de Ruas, Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer e Análise das APPs Urbanas 180
6.5. Diagnóstico Participativo 181
6.6. Cadastramento, Georreferenciamento e Colocação de Placas de QRCode 193
7. CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DE ESPÉCIES PARA ARBORIZAÇÃO URBANA 198
8. ESPÉCIES PROIBIDAS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA 203
9. LISTA DE ESPÉCIES INDICADAS PARA O PLANTIO 206
10. CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DOS LOCAIS DE PLANTIO 213
10.1. Espaçamento e Distâncias Mínimas de Segurança entre Árvores e Equipamentos Urbanos 220
10.2. Cálculo do Número de Mudas a Implementar na Arborização Urbana de Jacareí 223
11. IMPLANTAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA 226
11.1. Características da Mudas 226
11.2. Produção ou Aquisição de Mudas 227
11.3. Procedimentos de Plantio e Replantio 235
11.4. Campanha de Conscientização Ambiental 239
11.5. Estabelecimento de Parcerias e Colaborações 244
11.6. Substituição Gradativa das Árvores Mais Antigas da Cidade 246
11.7. Diretrizes para Elaboração de Projetos de Arborização de Novos Loteamentos 247
12. MANUTENÇÃO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS 250
12.1. Poda de Árvores 250
12.1.1. Objetivo da Poda 251
12.1.2. Inspeção da Árvore 252
12.1.3. Tipos de Poda 252
12.1.4. Técnicas de Corte 259
12.1.5. Ferramentas Utilizadas 260
12.2. Remoção e Substituição de Árvores 262
12.3. Destinação Correta do Resíduo Gerado 263
12.4. Critérios para Compensação Ambiental e Substituição de Árvores Suprimidas 266
12.5. Procedimentos a Serem Utilizados para Recuperação e Manutenção para Áreas Verdes e Sistemas de Lazer 271
12.6. Procedimentos a Serem Utilizados para Recuperação e Manutenção de APP Urbana 273
12.6.1. Cronograma de Execução 277

12.7. Outras Práticas de Manutenção 278
13. MONITORAMENTO DAS ÁRVORES URBANAS 279
13.1. Monitoramento 279
13.1.1. Banco de Dados 279
13.2. Fiscalização Ambiental 282
13.3. Cadastro de Prestadores de Serviços 283
14. TOMBAMENTO E ÁRVORES IMUNES DE CORTE 285
15. GESTÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA 287
15.1. Estrutura Técnico-Operacional 287
16. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO 288
REFERÊNCIAS 290

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do município de Jacareí/SP. 23
Figura 2: Zona urbana e regiões de Jacareí/SP. 24
Figura 3: Relevo da área urbana de Jacareí/SP 26
Figura 4: Aspectos pedológicos da área urbana de Jacareí/SP. 27
Figura 5: Aspectos hidrográficos do município de Jacareí/SP 29
Figura 6: Uso e cobertura da terra (MapBiomas) da área urbana de Jacareí/SP. 31
Figura 7: Área ocupada por classe de uso e cobertura da terra (2022). 32
Figura 8: Localização da estação 83781 em relação à Jacareí. 34
Figura 9: Temperaturas máximas, mínimas mensais e precipitação acumulada mensal na região de Jacareí. 35
Figura 10: Pontos com risco de inundação e movimentos de massa no município. 37
Figura 11: Vias pavimentadas, sem pavimento e vias na zona rural do município de Jacareí/SP. 47
Figura 12: Expressão das árvores no território desde a formação de Jacareí. 1 – Praça Conde Frontin (1930); 2 – Praça do Rosário (sd); 3 – Escola Agrícola Cônego José Bento (sd); 4 – Capela de São Sebastião do Avareí onde começou o povoado (sd); 5 – Praça Anchieta. 49
Figura 13: Legado do Seu Moura ao desempenhar suas atividades ecológicas em Jacareí: pioneirismo e vanguardismo. 1 – Equipe do viveiro municipal (1998); 2 – Registro das observações das características das espécies e a observação sobre o flamboyant "veja porque o Flamboyant não serve para calçada." 49
Figura 14: Localização dos parques e praças de Jacareí/SP. 56
Figura 15: Localização do viveiro municipal de Jacareí/SP. 58
Figura 16: Contribuições do Seo Moura com o processo de arborização urbana de Jacareí. 1 – Plantio realizado sob orientação do Seu Moura na sede da Organização dos Advogados do Brasil no ano de 1988 e 2023, na Avenida Pensilvânia, 349 - Jardim Flórida, em Jacareí; 2 – Ipês-rosa próximos ao Sistema Integrado de Medicina e da Vigilância Epidemiológica no ano de 1990 e 2023, na rua Tietê, 366 – Jardim Paraíba. 3 e 4 – Mesma esquina arborizada com ipês em dois momentos, em 1990 e 2023 59
Figura 17: Exemplos de mudas produzidas e acondicionadas no Viveiro Municipal de Jacareí, provenientes de compensação ambiental. 61
Figura 18: Serviços executados nos últimos 3 anos em Jacareí/SP. 62
Figura 19: Espaços inventariados e procedimentos metodológicos empregados no PMAU Jacareí 64
Figura 20: Confirmação dos parâmetros mínimos de Altura e CAP para a contagem de indivíduos no inventário quantitativo nas ruas de Jacareí/SP. 1 – Confirmação da altura igual ou superior a 2 metros; 2 – Confirmação do CAP igual ou superior a 15,7 cm. 66

Figura 21: Trechos de ruas amostrados da região central no inventário da arborização viária de Jacareí/SP. 68
Figura 22: Trechos de ruas amostrados da região leste no inventário da arborização viária de Jacareí/SP. 69
Figura 23: Trechos de ruas amostrados da região norte no inventário da arborização viária de Jacareí/SP. 70
Figura 24: Trechos de ruas amostrados da região oeste no inventário da arborização viária de Jacareí/SP. 71
Figura 25: Trechos de ruas amostrados da região sudoeste no inventário da arborização viária de Jacareí/SP. 72
Figura 26: Trechos de ruas amostrados da região sul no inventário da arborização viária de Jacareí/SP. 73
Figura 27: Coleta de dados nas ruas de Jacareí/SP. 1 – Anotação dos dados no aplicativo; 2 – Medição do CAP; 3 – Medição da largura da calçada; 4 – Medição da largura do canteiro; 5 – Medição do comprimento do canteiro; 6 – Medição do diâmetro da copa. 78
Figura 28: Ficha de avaliação visual do risco de queda das árvores amostradas em Jacareí/SP. 81
Figura 29: Penetrógrafo modelo IML-RESI PowerDrill® utilizado na avaliação das árvores de Jacareí/SP. 82
Figura 30: Localização das propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP. 85
Figura 31: Coleta de dados em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP. 88
Figura 32: Exemplos de pavimentos encontrados em ruas de Jacareí/SP. 1 – Rua sem pavimentação, não considerada no inventário; 2 – Rua pavimentada com paralelepípedos, considerada no inventário, caso tenha calçada; 3 – Rua pavimentada com asfalto, considerada no inventário, caso tenha calçada. 92
Figura 33: Distribuição dos indivíduos amostrados classificados como espécies exóticas invasoras. 101
Figura 34: Distribuição dos indivíduos amostrados com princípios tóxicos. 107
Figura 35: Distribuição hipsométrica e diamétrica da arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 109
Figura 36: Exemplos de podas mal realizadas na arborização de ruas de Jacareí/SP. 1. - Indivíduo sem copa. 2. - Indivíduo com copa composta apenas por brotações epicórmicas, em decorrência da aplicação de podas drásticas. 110
Figura 37: Exemplos de altura de bifurcação abaixo do recomendado na arborização das ruas de Jacareí/SP. 113
Figura 38: Altura de bifurcação média das cinco espécies mais frequentes amostradas na arborização viária de Jacareí/SP. 113

Figura 39: Relação das espécies amostradas com maior área de copa na arborização viária de Jacareí/SP. 114
Figura 40: Porcentagem de árvores amostradas com raízes expostas, podadas, colo afogado ou vandalismo na arborização viária amostrada Jacareí/SP. 115
Figura 41: Distribuição das classes de largura das calçadas onde está localizada a arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 116
Figura 42: Exemplos de calçadas estreitas e largas encontradas na arborização viária de Jacareí/SP. 117
Figura 43: Área média de canteiro da arborização viária por região de Jacareí/SP. 118
Figura 44: Exemplos de canteiros inadequados encontrados nas ruas de Jacareí/SP. 120
Figura 45: Localização relativa da arborização viária amostrada em relação à calçada em Jacareí/SP. 121
Figura 46: Classes de danos nas calçadas amostradas na arborização viária de Jacareí/SP... 121
Figura 47: Classes de conflitos com a arborização viária amostrada em Jacareí/SP 122
Figura 48: Exemplos de conflitos com a calçada encontrados nas ruas de Jacareí/SP. 123
Figura 49: Conflito da arborização viária amostrada com os diferentes tipos de fiação em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 124
Figura 50: Distribuição dos indivíduos amostrados com problemas com a fiação aérea 125
Figura 51: Conflitos entre a copa e a fiação elétrica da arborização de ruas de Jacareí/SP. .. 126
Figura 52: Classes de distâncias entre a fiação e a copa da arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 127
Figura 53: Classificação do estado físico e fitossanitário da arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%) 127
Figura 54: Distribuição dos indivíduos amostrados com relação às condições fitossanitárias. 128
Figura 55: Exemplos de árvores nas quatro classes fitossanitárias encontradas na arborização de ruas de Jacareí/SP. 1 – Boa; 2 – Satisfatória; 3 – Ruim; 4 – Morta 129
Figura 56: Profundidade do sistema radicular visível da arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 131
Figura 57: Manejo previamente realizado da arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 131
Figura 58: Tipos de poda recomendados à arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 132
Figura 59: Classificação do risco de queda das árvores amostradas em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 133
Figura 60: Distribuição das árvores com risco de queda amostradas em Jacareí/SP. 136
Figura 61: Problemas encontrados com maior frequência nas árvores amostradas em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 138

Figura 62: Exemplos dos principais defeitos encontrados na arborização das ruas de Jacareí/SP. 140
Figura 63: Distribuição hipsométrica e diamétrica da arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 158
Figura 64: Classificação do estado físico e fitossanitário da arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%)..... 159
Figura 65: Distribuição dos indivíduos amostrados com relação às suas condições fitossanitárias..... 160
Figura 66: Tipos de poda recomendados à arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 161
Figura 67: Problemas encontrados com maior frequência na arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%)..... 162
Figura 68: Tipos de cobertura do solo onde está localizada a arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%)..... 163
Figura 69: Espécies utilizadas na cobertura do solo da arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%). 164
Figura 70: Uso e cobertura da terra na zona urbana. 165
Figura 71: Uso e cobertura da terra nas APPs da zona urbana (FBDS). 166
Figura 72: Uso e cobertura da terra nas APPs urbanas. 167
Figura 73: Comparativo do uso e cobertura da terra em APP urbana nos últimos 15 anos. . 168
Figura 74: Comparativo espacializado do uso e cobertura da terra nos últimos 15 anos nas APPs. 169
Figura 75: Pontos visitados nas APPs urbanas. 171
Figura 76: Ponto 1 - Córrego do Turi. 173
Figura 77: Ponto 2 - Córrego do Tanquinho. 174
Figura 78: Ponto 3 - Córrego Sem Nome..... 175
Figura 79: Ponto 4 - Córrego do Turi. 176
Figura 80: Ponto 5 - Córrego Seco..... 177
Figura 81: Ponto 6 - Rio Paraíba do Sul. 178
Figura 82: Ponto 7 - Córrego Seco, próximo à nascente..... 179
Figura 83: Faixa etária dos participantes da pesquisa de percepção sobre a arborização urbana de Jacareí/SP. 181
Figura 84: Grau de escolaridade dos participantes da pesquisa de percepção sobre a arborização urbana de Jacareí/SP. 182
Figura 85: Regiões onde residem os participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP..... 182
Figura 86: Opinião dos participantes da pesquisa sobre o grau de arborização da rua onde residem em Jacareí/SP. 183

Figura 87: Principais benefícios da arborização percebidos pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP. 184
Figura 88: Influência da arborização no aumento do valor dos imóveis de acordo com os participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP..... 185
Figura 89: Principais problemas sofridos pela arborização percebidos pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP. 185
Figura 90: Principais problemas causados pela arborização percebidos pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP. 186
Figura 91: Percepção sobre a responsabilidade de implantação e manutenção da arborização pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP. 187
Figura 92: Percepção sobre as ações prioritárias referentes à arborização do município pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP..... 188
Figura 93: Percepção sobre a necessidade de melhorias da arborização nas ruas onde residem os participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP..... 189
Figura 94: Atitudes de colaboração com as árvores urbanas pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP. 190
Figura 95: Preferência sobre o porte das árvores pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP..... 191
Figura 96: Preferência sobre residir em ruas com ou sem árvores pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP. 191
Figura 97: Sugestões de espécies pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana de Jacareí/SP. 192
Figura 98: Placas confeccionadas com QRCode. 194
Figura 99: Informações das árvores com QRCode na plataforma GeoJacareí. 195
Figura 100: Plantio no leito carroçável. 216
Figura 101: Grelha para plantio de mudas em calçadas. 217
Figura 102: Caixa de via local. 219
Figura 103: Distâncias mínimas recomendadas entre as árvores e os equipamentos urbanos de Jacareí/SP..... 222
Figura 105: Classificação das calçadas..... 224
Figura 106: Dimensões adequadas de mudas para arborização de ruas. 227
Figura 107: Dimensões adequadas da cova/berço para as mudas da arborização de ruas. .. 237
Figura 108: Posicionamento adequado do tutor e da muda na cova/berço. 238
Figura 109: Procedimentos de manejo pós-plantio das mudas. 239
Figura 110: Exemplo ilustrativo da poda de limpeza. 253
Figura 111: Exemplo ilustrativo da poda de desrama/raleamento. 254
Figura 112: Exemplo ilustrativo da poda de elevação. 255
Figura 113: Exemplo ilustrativo da poda de redução. 256

Figura 114: Exemplo ilustrativo da poda de restauração. 257
Figura 115: Exemplo ilustrativo da poda em palmeiras. 258
Figura 116: Localização da crista e colar e apresentação da técnica dos três cortes. 260
Figura 117: Deposição de resíduos provenientes de podas e supressão de árvores em Jacareí/SP. 265

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantitativo de tipologia de solos no município de Jacareí. 28
Tabela 2: Quantitativo de vegetação no município de Jacareí....28
Tabela 3: Quantitativo do uso da terra no município de Jacareí (2013). 30
Tabela 4: Temperaturas médias e precipitação acumulada mensal na região de Jacareí. 35
Tabela 5: Faixas de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)....39
Tabela 6: Componentes do IDHM de Jacareí em 2000 e 2010. 40
Tabela 7: Classificação de desenvolvimento do Índice IFDM. 43
Tabela 8: Componentes do IFDM de Jacareí em 2005, 2010 e 2016. 43
Tabela 9: Serviços executados nos últimos 3 anos em Jacareí/SP. 61
Tabela 10: Lista de variáveis mensuradas na arborização das ruas de Jacareí/SP. 76
Tabela 11: Lista de variáveis mensuradas na arborização das propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP. 87
Tabela 12: Classes de uso e cobertura da terra e respectivas categorias. 89
Tabela 13: Índices quantitativos da arborização viária amostrada em Jacareí/SP. 93
Tabela 14: Número ótimo de parcelas por região em Jacareí/SP. 94
Tabela 15: Relação das famílias, espécies, hábitos de vida e origem dos indivíduos mostrados na arborização viária de Jacareí/SP 96
Tabela 16: Quantidade de indivíduos amostrados por espécie, em valores absolutos (Frequência Absoluta - FA) e relativos (Frequência Relativa - FR) na arborização viária de Jacareí/SP. 102
Tabela 17: Estatística descritiva das características dendrométricas da arborização viária amostrada em Jacareí/SP. 108
Tabela 18: Estatística descritiva das características do meio físico onde está localizada a arborização viária amostrada em Jacareí/SP. 116
Tabela 21: Representatividade das classes de áreas localizadas em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP. 142
Tabela 22: Relação das áreas amostradas em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP. 143
Tabela 23: Relação das famílias, espécies, hábitos de vida e origem dos indivíduos amostrados nas propriedades municipais e sistemas de lazer de Jacareí/SP. 146
Tabela 24: Quantidade de indivíduos amostrados por espécie, em valores absolutos (Frequência Absoluta - FA) e relativos (Frequência Relativa - FR) nas propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP. 152
Tabela 25: Estatística descritiva das características dendrométricas da arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP. 157
Tabela 27: Mapeamento de uso da terra da FBDS nas APPs urbanas de Jacareí. 166
Tabela 28: Relação quantitativa das áreas de floresta (MapBiomas) das APPs urbanas nas regiões. 170
Tabela 29: Características das APPs urbanas nos pontos observados em campo. 172

Tabela 30: Quadro síntese do diagnóstico da arborização urbana de Jacareí. 180
Tabela 31: Espécies **proibidas** para o plantio na arborização urbana de Jacareí/SP. 203
Tabela 32: Espécies de grande porte indicadas para implantação na arborização urbana de Jacareí/SP. 207
Tabela 33: Espécies de médio porte indicadas para implantação na arborização urbana de Jacareí/SP. 209
Tabela 34: Espécies de pequeno porte indicadas para implantação na arborização urbana de Jacareí/SP. 211
Tabela 35: Larguras de calçada e ruas e tamanho de lotes e sua adequabilidade para o plantio de mudas de árvores na área urbana de Jacareí/SP. 218
Tabela 36: Distâncias mínimas recomendadas entre as árvores e os equipamentos urbanos de Jacareí/SP. 221
Tabela 37: Ações de Educação Ambiental 242
Tabela 38: Cronograma de execução de recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) de Jacareí/SP. 277
Tabela 39: Cronograma de implantação de atividades de plantio e manejo da arborização urbana de Jacareí/SP. 289

1. INTRODUÇÃO

O termo "arborização urbana" pode ser definido como toda vegetação que compõe a paisagem urbana, sendo dividida em áreas verdes, como praças, parques, bosques, e arborização viária, que compreende as árvores plantadas linearmente nas calçadas ao longo de ruas e avenidas. Em sua concepção, a arborização urbana desempenha diversas funções ecológicas, estéticas e sociais, contribuindo para a conservação da biodiversidade local, a atenuação da poluição atmosférica e sonora, o contraste harmônico entre áreas construídas e a vegetação, conforto térmico, educação ambiental e consequentemente, melhoria na qualidade de vida da população (MPPR, 2018).

Destaca-se ainda que o Estatuto das Cidades (Lei Federal nº 10.527/2001) estabelece como diretrizes para o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade: a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, a ordenação e controle de uso do solo, de forma a evitar a deterioração de áreas urbanizadas, a poluição e degradação ambiental, e garantir à presente e às futuras gerações o direito às cidades sustentáveis e ao lazer. Como instrumentos para a implementação e concretização das diretrizes estabelecidas, o Estatuto estabelece a obrigatoriedade da elaboração do plano diretor e do plano de desenvolvimento urbano por parte do município.

Nesse contexto, está inserido o Plano Municipal de Arborização Urbana de Jacareí (PMAU/Jacareí), o qual será produzido com verbas oriundas do Banco do Desenvolvimento da América Latina (CAF), por se tratar de um projeto previsto no Programa de Desenvolvimento Urbano e Social de Jacareí (PRODUS).

Em 06 de julho de 2023 foi assinada a Ordem de Serviço (OS) para o Contrato nº 4.042.00/2023, que entre si celebraram a Prefeitura Municipal de Jacareí e o Consórcio EnvEx-Ferma Arborização Jacareí.

O objeto do contrato é a elaboração do PMAU/Jacareí, executando os serviços de acordo com os elementos técnicos constantes no Termo de Referência, objetivando a elaboração dos seguintes produtos:

- Produto 1: Plano de trabalho, contendo o cronograma de ações para a elaboração do PMAU;
- Produto 2: Diagnóstico da arborização do município de Jacareí;
- Produto 3: Planejamento para 20 anos;
- Produto 4: Relatório preliminar;
- Produto 5: Consulta pública, e;
- Produto 6: Relatório final do Plano Municipal de Arborização de Jacareí (PMAU/Jacareí).

Como sexta etapa do PMAU/Jacareí, é apresentado o Relatório Final, contendo a caracterização do município, metodologias adotadas, resultados das análises de campo e o planejamento para 20 anos.

2. CONTEXTO DO TRABALHO E JUSTIFICATIVA

Apesar da existência do Código Florestal Brasileiro desde 1934, ainda na década de 1970, o Brasil vê um crescimento desenfreado e muitas vezes desordenado da população em áreas urbanas, determinando uma mudança repentina que não foi acompanhada por um planejamento adequado de uso e ocupação, e provocando atualmente diversos problemas que interferem diretamente na vida das pessoas. Nesse contexto, estão a exploração e degradação dos recursos ambientais, o manejo inadequado do solo aliados ao desmatamento contínuo.

Entretanto, essas mudanças drásticas e muitas vezes não planejadas começaram a impactar ou interferir nas questões biológicas, como na perda de habitat, mudança comportamental da fauna, e nas variáveis climáticas mundiais. A vegetação existente nos espaços urbanos passa então a ser uma componente estrutural e funcional das paisagens urbanas, atuando para combater a desordem crescente nas cidades sem o adequado planejamento urbano.

Uma forma de amenizar os efeitos decorrentes desse processo de degradação é por meio da implantação e manejo adequado da arborização urbana. Isso porque a sua importância para a vida nas cidades está atrelada a questões ambientais e climáticas, já que a presença de vegetação, principalmente arbórea, auxilia na manutenção e regulação do microclima, amenizando a temperatura, aumentando a umidade relativa do ar, diminuindo a poluição atmosférica e sonora.

Outro ponto importante está no aspecto estético da arborização urbana, pois a vegetação pode proporcionar um contraste harmônico com o asfalto e as construções, contribuindo para proporcionar uma sensação de continuidade entre os componentes naturais e urbanos, além de promover uma identificação paisagística diferenciada para as áreas urbanas. A arborização também desempenha um papel social dentro da cidade pois contribui para a diminuição do estresse psicológico com a melhoria da

paisagem urbana, influenciando no conforto térmico local, auxiliando na valorização imobiliária, sendo objeto de educação ambiental, e de um modo geral, atua na melhoria da qualidade de vida da população das cidades.

Dessa forma, as instituições públicas passaram a considerar a arborização urbana como parte integrante no planejamento das cidades e do desenvolvimento sustentável, tornando-a parte dos diversos planos urbanos e ambientais. No âmbito federal, o Estatuto das Cidades (2001) define a preservação e recuperação do meio ambiente natural, o uso controlado e ordenado do solo e a criação e manutenção de espaços de lazer como algumas das diretrizes fundamentais para o pleno desenvolvimento das cidades.

Já na esfera estadual, o Governo do Estado de São Paulo, por meio da Secretaria do Meio Ambiente, lançou no ano de 2015 o "Caderno de Educação Ambiental sobre Arborização Urbana", que contém diretrizes, indicações técnicas e informações sobre as espécies mais adaptadas aos biomas e climas do estado, com o intuito de instruir e auxiliar o poder público no planejamento de arborização urbana.

A elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana (PMAU) justifica-se dada as diretrizes do Programa Município Verde Azul do governo estadual conforme a Diretiva 9 – Arborização Urbana, que dispõe sobre o estímulo do planejamento e definição de prioridades para a arborização, valorizando o uso de espécies nativas.

O município de Jacareí iniciou em 2019 o Programa de Desenvolvimento Urbano e Social (PRODUS), que engloba um conjunto de estudos, projetos e obras que tem por objetivo a melhoria das áreas de mobilidade urbana, infraestrutura, esporte, saneamento e meio ambiente da cidade. Dentre as ações pretendidas para a área de meio ambiente estão a revitalização de áreas públicas verdes e de lazer, assim como a melhoria da qualidade ambiental no município. Nesse sentido, a elaboração do PMAU segue como um dos projetos e ações que visam contribuir para os objetivos do PRODUS, atuando como instrumento norteador para a arborização viária, a

revitalização de parques urbanos e a educação ambiental acerca da vegetação urbana no município.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

O Relatório Final tem como objetivo apresentar as características do município, incluindo o histórico e importância da arborização, a metodologia de trabalho adotada, os resultados do levantamento de árvores em ruas, propriedades municipais e nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) urbanas. Além disso, objetiva elencar os critérios para escolha de espécies proibidas e recomendadas para arborização, os critérios para definição dos locais de plantio, implantação, manutenção, monitoramento das árvores urbanas, tombamento e árvores imunes de corte, integrando estas ações à gestão da arborização urbana do município de Jacareí.

3.2. Objetivos Específicos

- Apresentar a caracterização municipal;
- Detalhar as metodologias utilizadas;
- Apresentar os resultados das análises;
- Cadastrar, georreferenciar e colocar placas de QRCode nas árvores;
- Apresentar os critérios para plantio das espécies;
- Detalhar a lista de espécies indicadas para arborização;
- Detalhar os procedimentos de implantação e manutenção da arborização;
- Propor o monitoramento e tombamento de árvores urbanas;
- Elencar aspectos da gestão da arborização urbana;
- Apresentar os resultados da Consulta Pública após apresentação do PMAU/Jacareí em evento.

4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

Na sequência, serão apresentadas as características do município de Jacareí, contendo a sua localização, unidade fitogeográfica, extremos climáticos, população e aspectos socioeconômicos, área da malha urbana, histórico, legislação referente à arborização e sua importância, localização de áreas verdes, viveiro municipal e levantamento de dados dos últimos 3 anos realizados pela Prefeitura Municipal de Jacareí (PMJ).

4.1. Localização Geográfica

O município de Jacareí está localizado na porção sudeste do estado de São Paulo, na mesorregião do Vale do Paraíba Paulista e na microrregião de São José dos Campos (Figura 1). Faz divisa a norte com os municípios de São José dos Campos e Igaratá, a oeste com Santa Isabel, a sul com Guararema e Santa Branca e à leste com o município de Jambeiro.

Os principais acessos rodoviários ao município ocorrem pela rodovia federal BR-116, e pelas rodovias estaduais SP-065 e SP-077. Atravessam também o município duas linhas férreas da MRS Logística, que ligam a grande Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, até o porto de Santos, no litoral paulista (MRS, s/d).

No que se refere ao ordenamento territorial, os estudos foram realizados durante a vigência do Plano Diretor de 2003. O Plano Diretor atual é regido pela Lei Complementar 126/2025 que manteve as regiões geográficas no mesmo formato da Lei Complementar 49/2003, dividindo o município nas seguintes regiões: Centro, Sul, Sudoeste, Sudeste, Leste, Norte, Noroeste e Oeste. Destas, as regiões que apresentam área urbana são as regiões: Sudoeste, Sul, Leste, Centro, Norte, Noroeste e Oeste, como ilustrado na Figura 2.

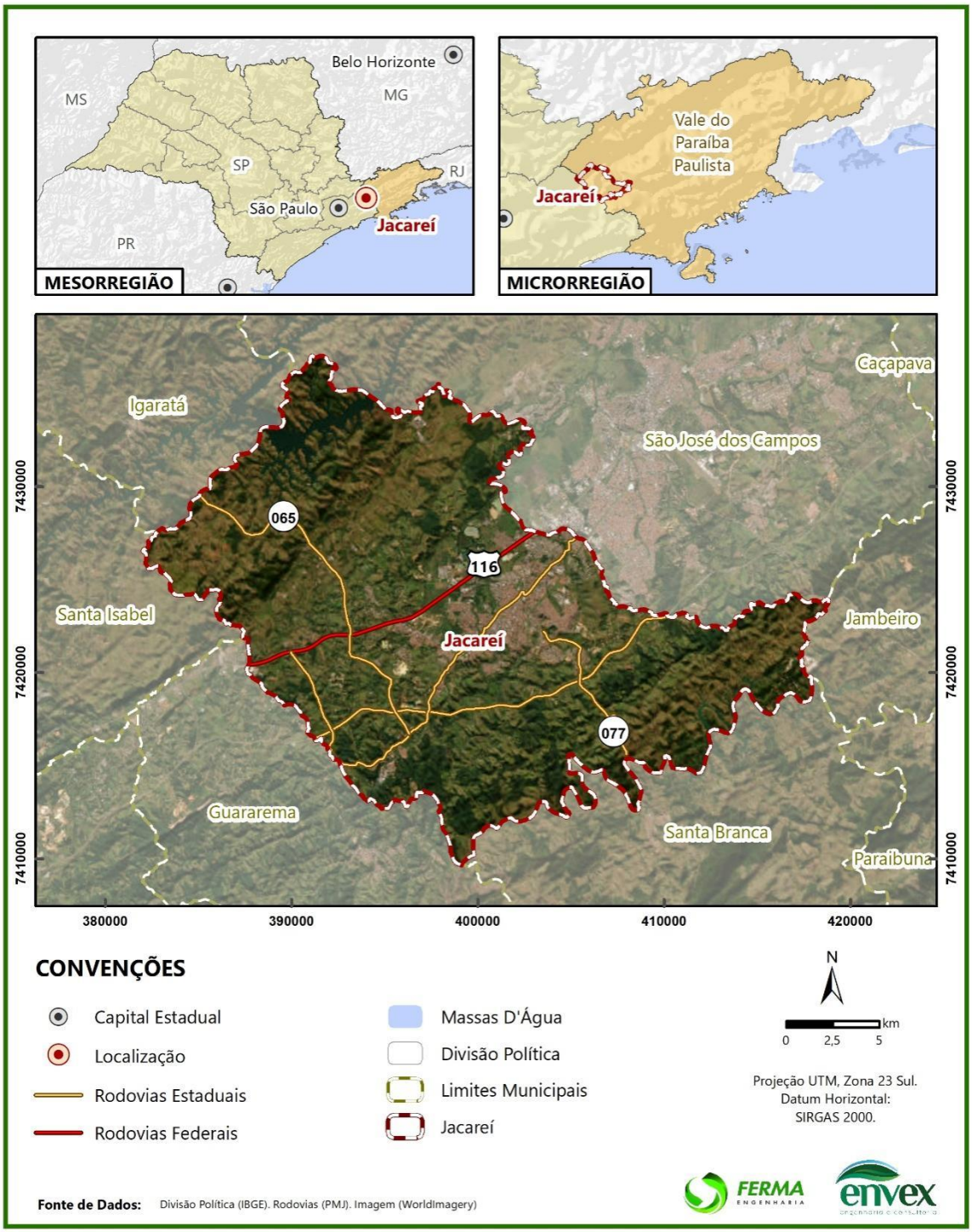


Figura 1: Localização do município de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

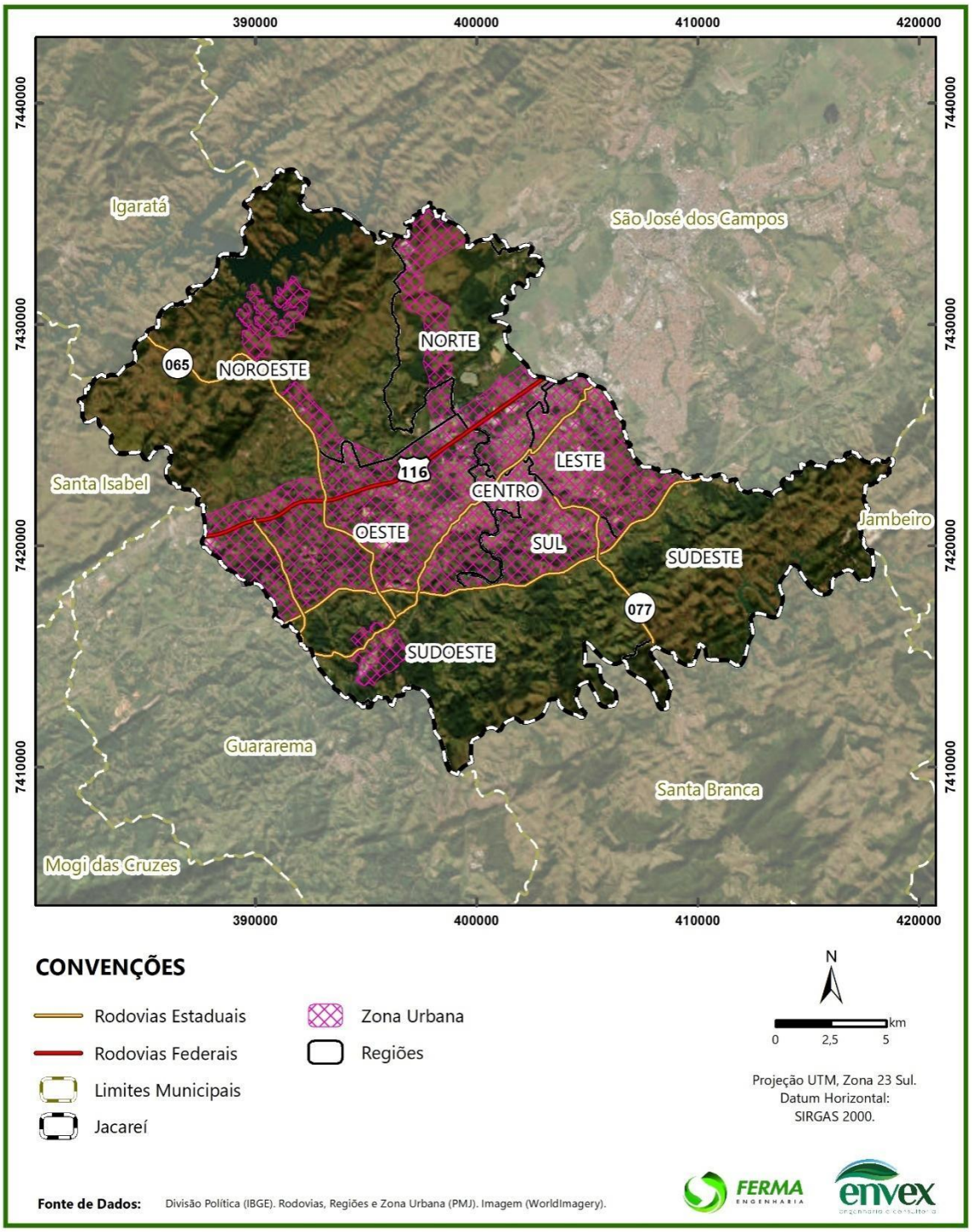


Figura 2: Zona urbana e regiões de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

4.2. Unidade Fitogeográfica

As particularidades fitogeográficas são resultantes das características climáticas, dos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos de uma determinada área. Assim, se faz importante conhecer as especificidades de Jacareí para compreender a dinâmica físico-biótica regional.

Do ponto de vista geológico, o município é recoberto por formações sedimentares, metamórficas e ígneas, composto principalmente pelo domínio dos complexos granito-gnaisse-migmatítico e granulitos, e dos sedimentos cenozóicos e mesozóicos pouco a moderadamente consolidados, associados a pequenas bacias continentais do tipo *rift*.

No que se refere ao relevo, o mapa de geodiversidade do estado do São Paulo (CPRM, 2010) classifica o território com domínio de morros e serras baixas, seguidas por superfícies dos tabuleiros dissecados e planícies fluviais. São encontrados no relevo ainda porções de domínio de colinas dissecadas e morros baixos.

Na área urbana do município, predominam superfícies dos tabuleiros dissecados, seguidas pelas planícies fluviais como mostrado na Figura 3.

Dentre as características de solos (Figura 4), o mapeamento pedológico disponibilizado pelo site do governo do estado de São Paulo, feito por Marcio Rossi (2017), destaca que em Jacareí predominam os argissolos vermelhos-amarelos com 71% do território, seguido pelo gleissolos melânicos com 12% do território, como destaca a Tabela 1.

De forma geral, os argissolos vermelho-amarelos são solos profundos e bem estruturados, caracterizados por horizontes de acumulação de argila com cores vermelho-amareladas devido à presença de óxidos de ferro. Eles geralmente exibem texturas médias/argilosas, baixa fertilidade natural e reação fortemente ácida, sendo originados a partir de rochas cristalinas e desenvolvidos a partir de rochas cristalinas ou sob sua influência (EMBRAPA, 2021).

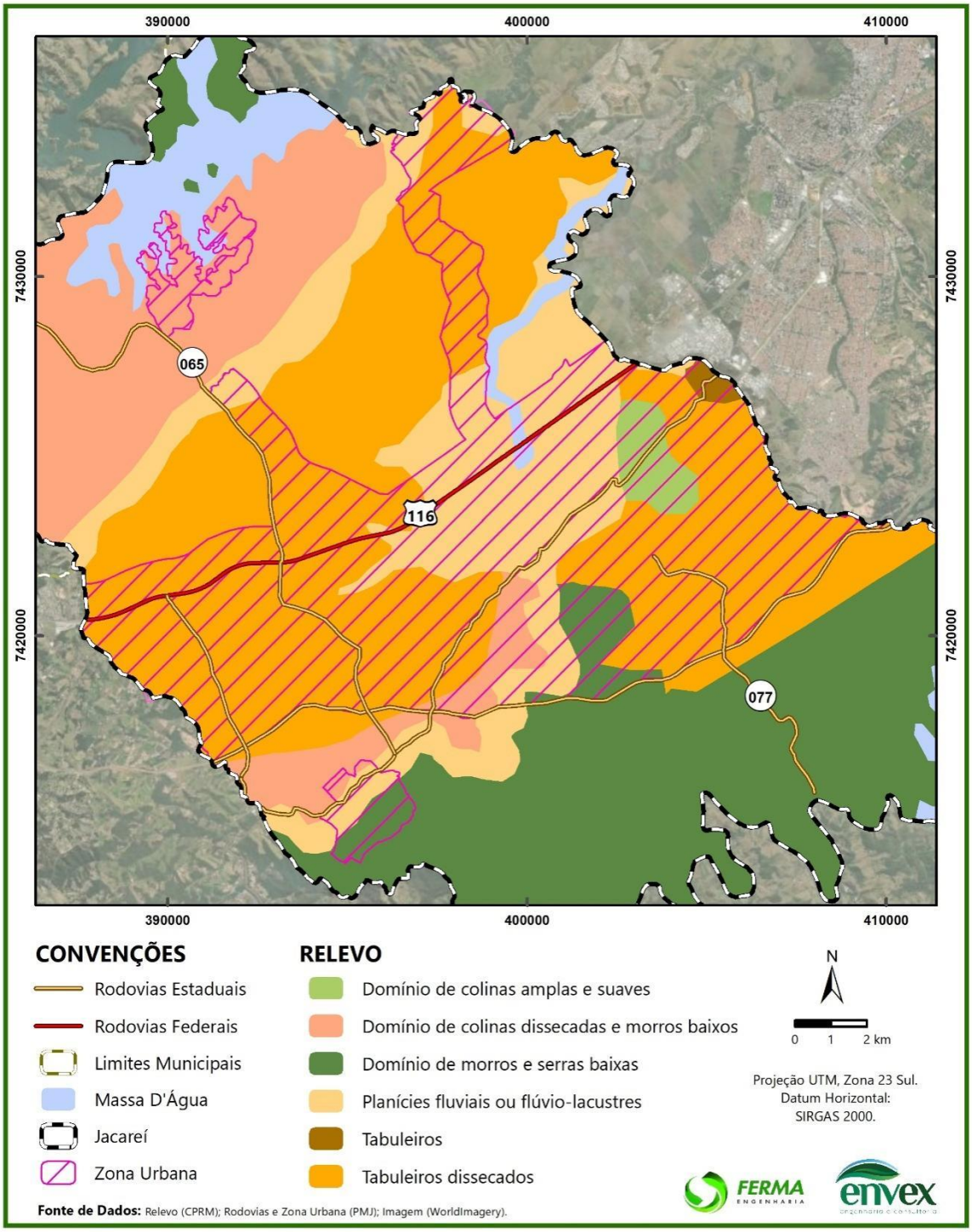


Figura 3: Relevo da área urbana de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

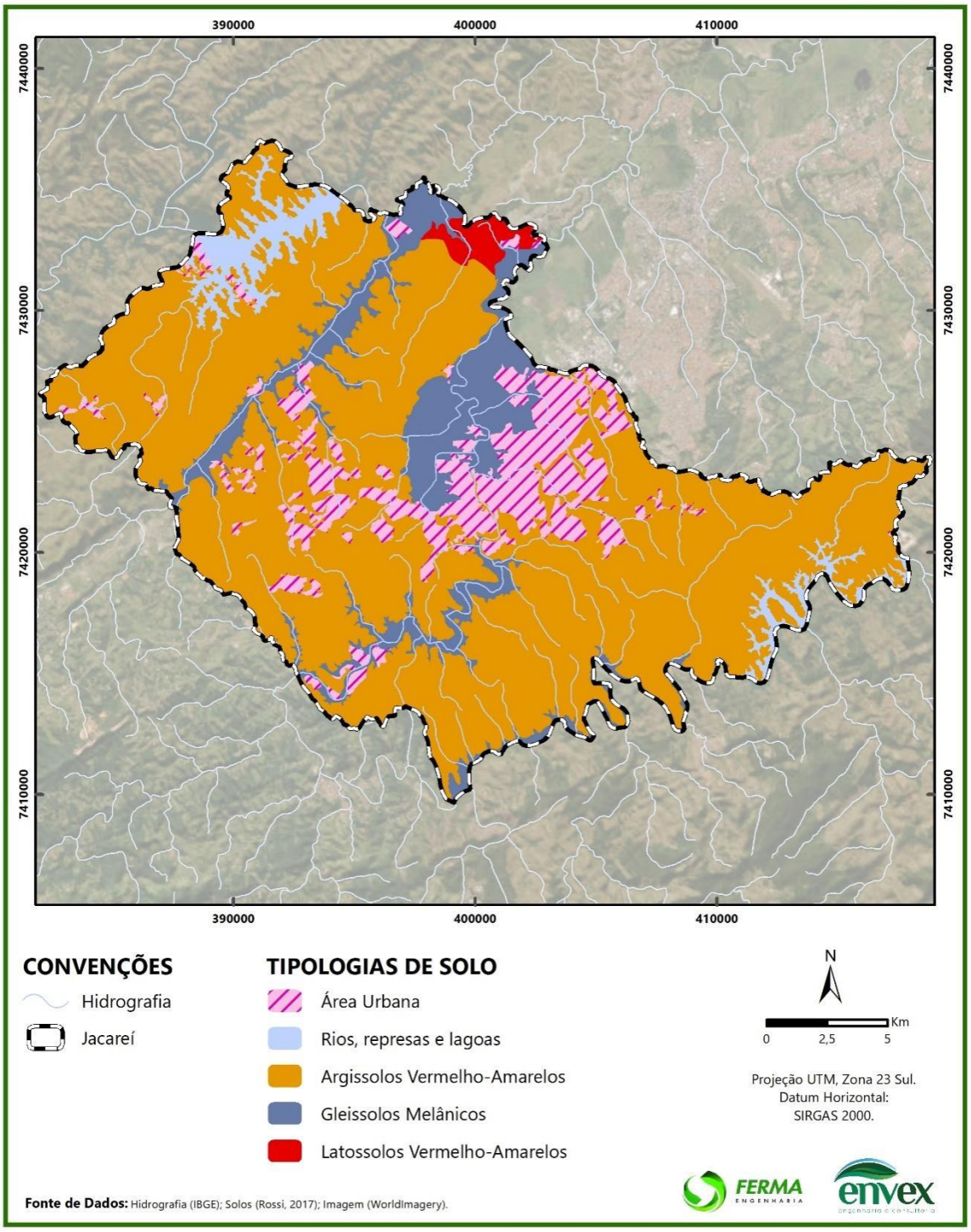


Figura 4: Aspectos pedológicos da área urbana de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Os gleissolos melânicos apresentam um horizonte A espesso, seguido por uma camada acinzentada, com variações possíveis em sua coloração. A quantidade

significativa de matéria orgânica resulta em alta capacidade de troca de cátions, com implicações no desenvolvimento das raízes das plantas, dependendo das características eutróficas, álicas ou distróficas do solo. Além disso, é comum que esses solos tenham baixos teores naturais de fósforo (EMBRAPA, 2021).

Tabela 1: Quantitativo de tipologia de solos no município de Jacareí.

Tipologias de Solos e Usos da Terra	Área (%)
Área Urbana	11,07
Argissolos Vermelhos-Amarelos	71,23
Gleissolos Melânicos	12,36
Latossolos Vermelhos-Amarelos	1,17
Rios, represas e lagoas	4,17

Fonte: Rossi (2017). Organizado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

No que se refere aos cursos d'água (Figura 5), o município de Jacareí possui uma extensa rede de rios e córregos com mais de 339 km de extensão. Os principais corpos d'água incluem o Rio Paraíba do Sul, que atravessa a área urbana de Jacareí, e a presença de duas represas no município, conhecidas como represa do Jaguari e represa Santa Branca.

O município está contido no bioma da Mata Atlântica. De acordo com o mapeamento do IBGE de 2019, em Jacareí predomina a vegetação secundária da Floresta Ombrófila Densa (ocupando 67,05% da área total), seguida pela Floresta Ombrófila (20,39% da área); a Floresta Estacional Semidecidual ocupa somente 2,46% do território (Tabela 2).

Tabela 2: Quantitativo de vegetação no município de Jacareí.

Vegetação	Área (%)
Floresta Ombrófila Densa	67,05%
Floresta Ombrófila	20,39%
Floresta Estacional Semidecidual	2,46
Massa D'Água Continental	10,09

Fonte: IBGE (2019). Organizado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

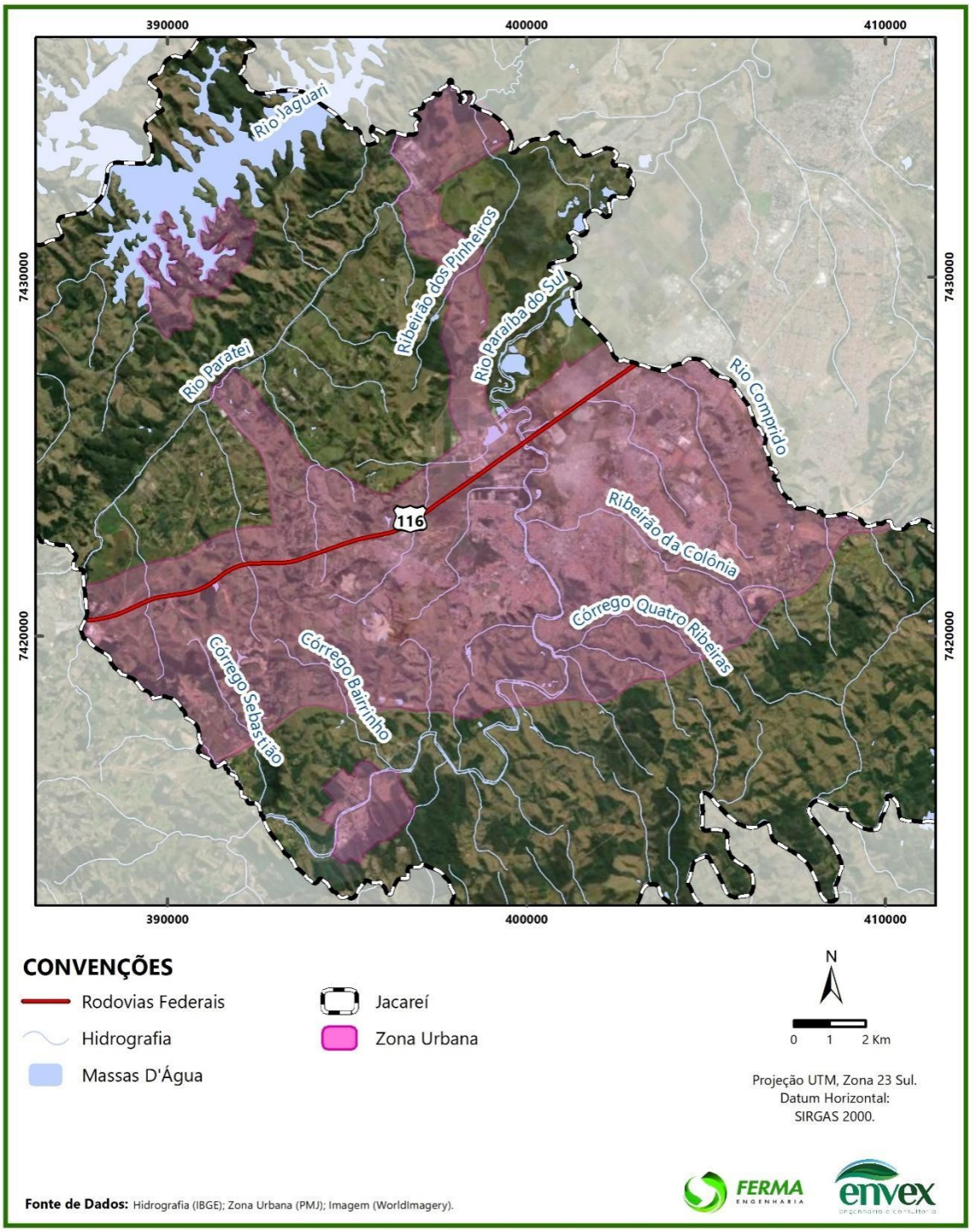


Figura 5: Aspectos hidrográficos do município de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

De acordo com as regiões fitoecológicas do Projeto RADAM/BRASIL, disponibilizadas pelo DataGEO (Sistema Ambiental Paulista), o município apresenta além da Floresta Ombrófila e Estacional, áreas de Savana na porção leste.

A Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável (FBDS) elaborou o mapeamento em alta resolução dos biomas brasileiros (2018), gerando como produto o uso e cobertura do solo referente ao período de 2013.

O artigo 7º da Lei Municipal nº 5.867/2014 define urbanização como:

> *"[...] conjunto de construções e/ou beneficiamentos do solo que formam um contexto urbano, com seus cheios e vazios, ou seja, suas áreas construídas (casas, prédios, entre outros) e áreas não construídas (vias, praças, entre outros)." (JACAREÍ, 2014).*

Segundo a classificação da FBDS, as áreas antropizadas e edificadas abrangem mais de 76% da extensão territorial do município, sendo que a área edificada corresponde à área urbana. As formações florestais e áreas destinadas à silvicultura (termo utilizado pela FBDS) estão presentes de maneira intercalada em todo o território, entremeadas pelas áreas antropizadas. A categoria água é representada pelos reservatórios existentes no município, ocupando 4,88% da área (Tabela 3).

Tabela 3: Quantitativo do uso da terra no município de Jacareí (2013).

Uso e Cobertura da Terra	Área (%)
Área Antropizada	69,75%
Área Edificada	7,10%
Formação Florestal	13,86%
Silvicultura	4,36%
Água	4,88%

Fonte: FBDS (2018). Organizado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

O projeto MapBiomas tem como objetivo mapear o uso e a cobertura da terra em todo o território brasileiro, utilizando análise de imagens do satélite LANDSAT. Com base nos dados dessa plataforma, a Figura 6 espacializa e a Figura 7 apresenta os números relativos à cobertura da terra em Jacareí no ano de 2022.

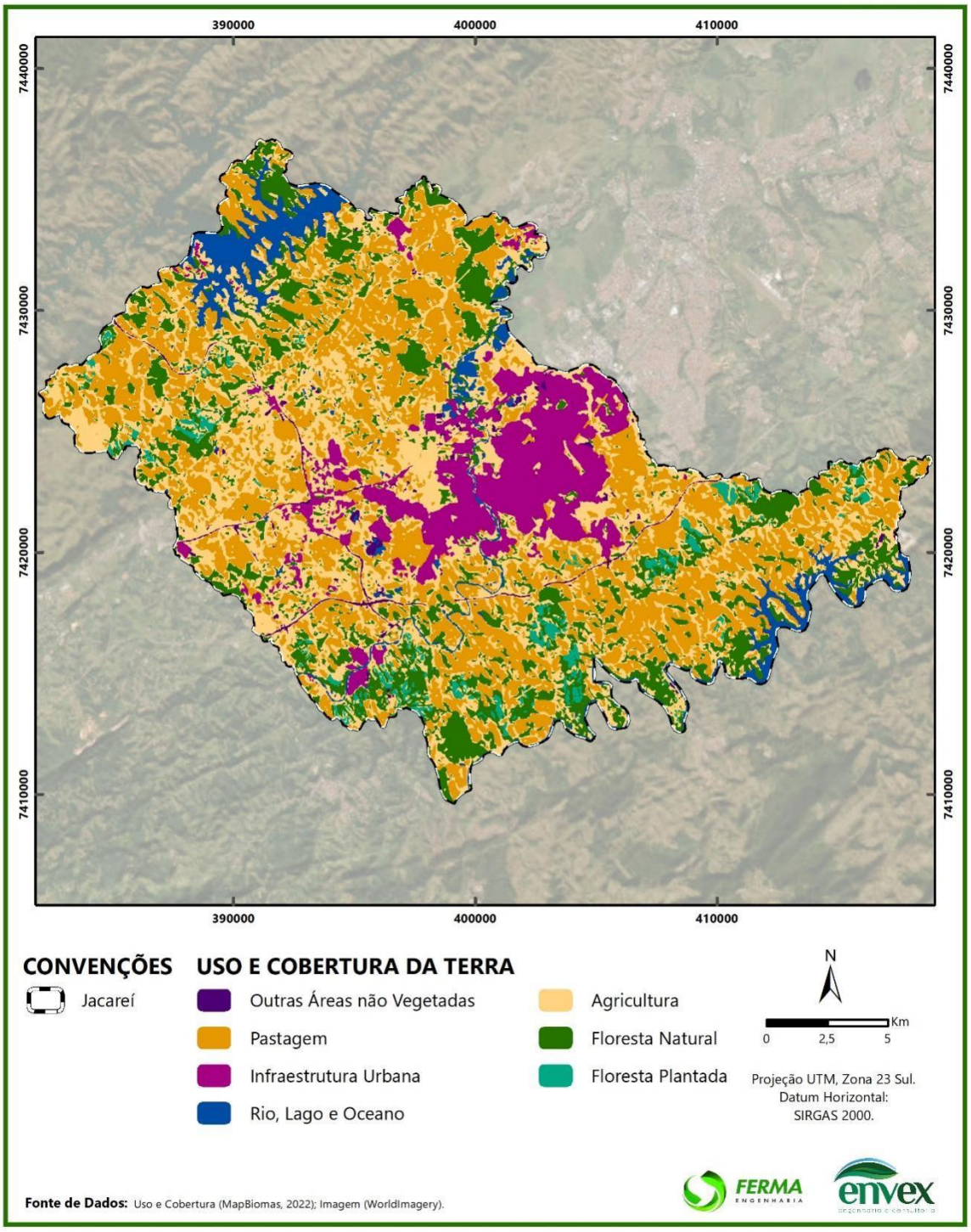


Figura 6: Uso e cobertura da terra (MapBiomas) da área urbana de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Observa-se que a pastagem, ocupa a maior parcela, representando 32,74% do território, em seguida pela agricultura com 31,49% e pelas formações florestais, que

correspondem a 17,07% da área total. As infraestruturas urbanas, por sua vez, abrangem somente 10,48% do território.

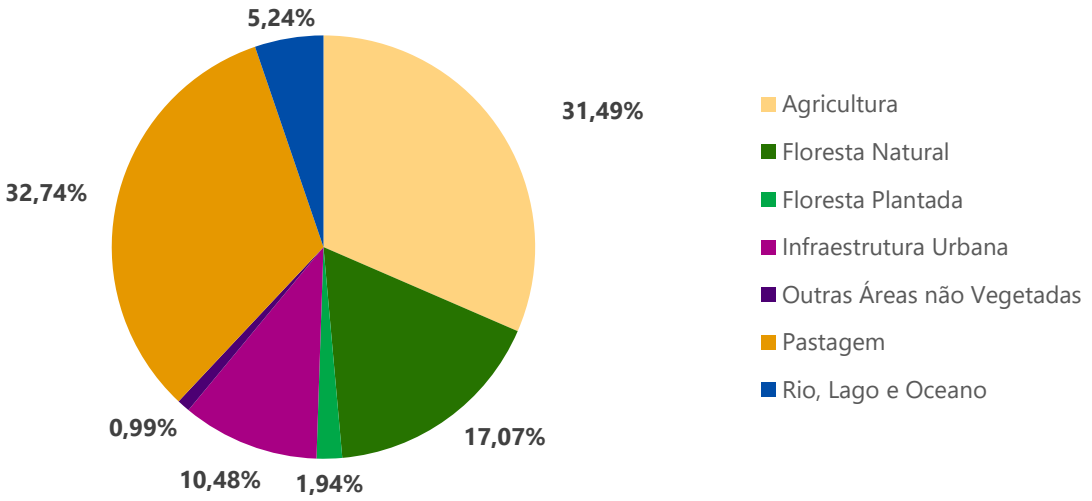


Figura 7: Área ocupada por classe de uso e cobertura da terra (2022).
Fonte: MapBiomas (2022). Organizado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

4.3. Extremos Climáticos na Área Urbana

De acordo com IBGE (2002), o clima no município de Jacareí é caracterizado como Tropical Brasil Central, subquente, úmido, com apenas 1 ou 2 meses secos, e temperatura média entre 15ºC e 18ºC em pelo menos 1 mês. Já na classificação climática de Köppen e Geiger (EMBRAPA, s/d), o clima no município se enquadra na categoria Cwa, com características de clima subtropical de inverno seco, com temperatura média inferior a 18ºC e verão quente, com temperaturas superiores a 22ºC, sendo o clima característico do vale superior do Rio Paraíba do Sul.

Para análise climática mais aprofundada do município, foram utilizados os dados da normal climatológica entre os anos de 1991 e 2020 disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para a estação São Paulo/Mirante de Santana (83781), localizada no município de São Paulo, a cerca de 68 km de Jacareí (Figura 8). Os dados mensais de temperatura máxima, mínima, média e da precipitação acumulada estão apresentados na Tabela 4 e na Figura 9.

De acordo com os dados apresentados, a temperatura média anual no município é de 21,3 ºC, sendo as maiores temperaturas registradas no mês de fevereiro, com média de 24,3 ºC, e as menores temperaturas no mês de julho, com média de 17,9 ºC. A precipitação anual acumulada é de cerca de 1.658,3 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso, com 292,1 mm, e agosto o mês mais seco, com um acumulado de apenas 32,3 mm.

Eventuais extremos climáticos, como altas temperaturas, precipitações acima ou abaixo da média, associados a fenômenos e componentes naturais, podem resultar em eventos como secas, enchentes, inundações e episódios de movimentos de massa. Esses eventos, quando ocorrem em áreas urbanizadas, podem ser caracterizados como desastres naturais, que afetam a população local e colocam-na em situação de vulnerabilidade.

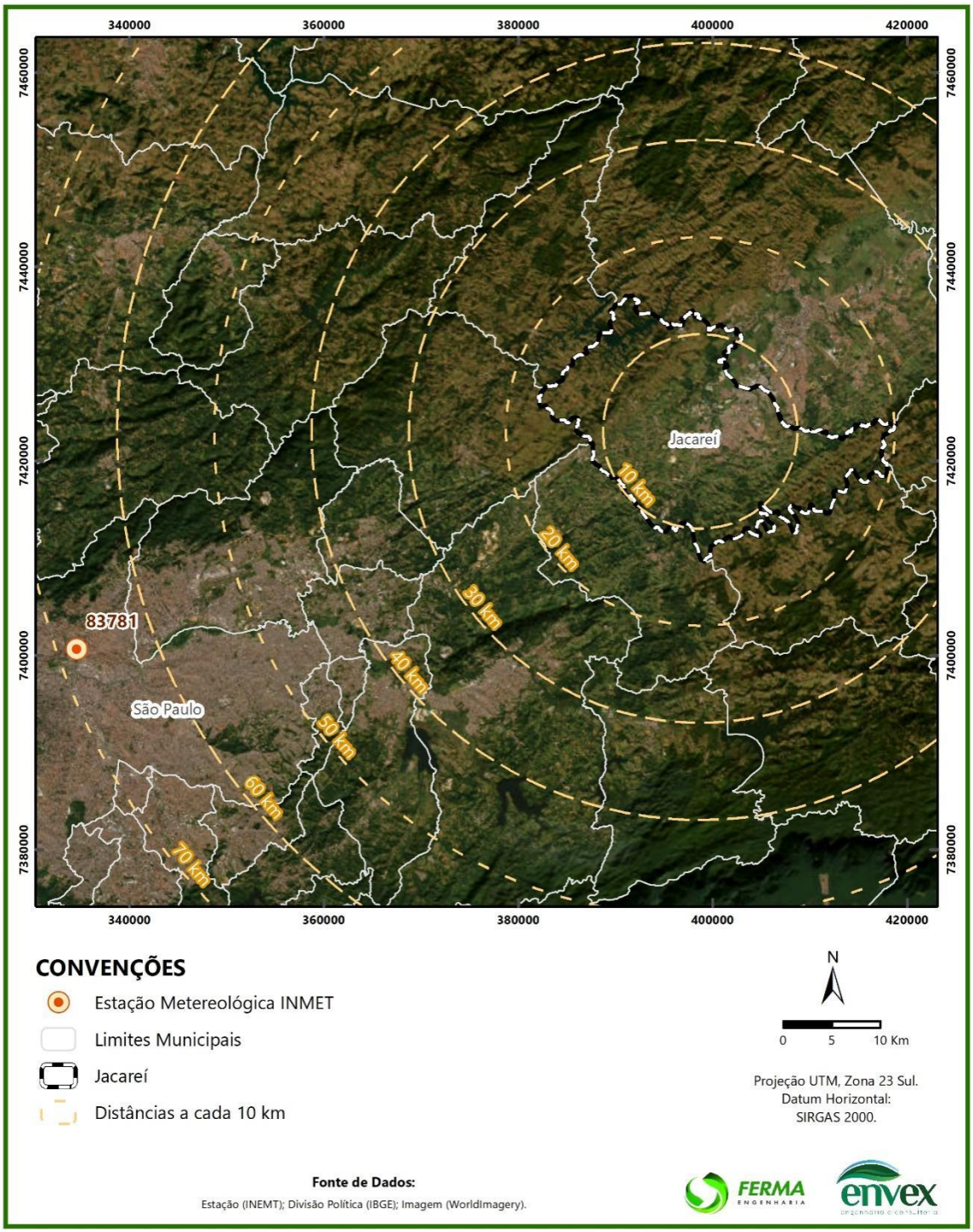


Figura 8: Localização da estação 83781 em relação à Jacareí.
Fonte: Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Tabela 4: Temperaturas médias e precipitação acumulada mensal na região de Jacareí.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temp. média (°C)	24	24,3	23,5	22,1	19,1	18,2	17,9	18,9	20,1	21,5	22,1	23,5
Temp. mínima (°C)	19,4	19,6	18,9	17,5	14,7	13,5	12,8	13,3	14,9	16,5	17,3	18,7
Temp. máxima (°C)	28,6	29	28	26,6	23,4	22,9	22,9	24,5	25,2	26,5	26,9	28,3
Precipit. acumulada (mm)	292,1	257,7	229,1	87	66,3	59,7	48,4	32,3	83,3	127,2	143,9	231,3

Fonte: BDMEP/INMET (2023). Organizado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

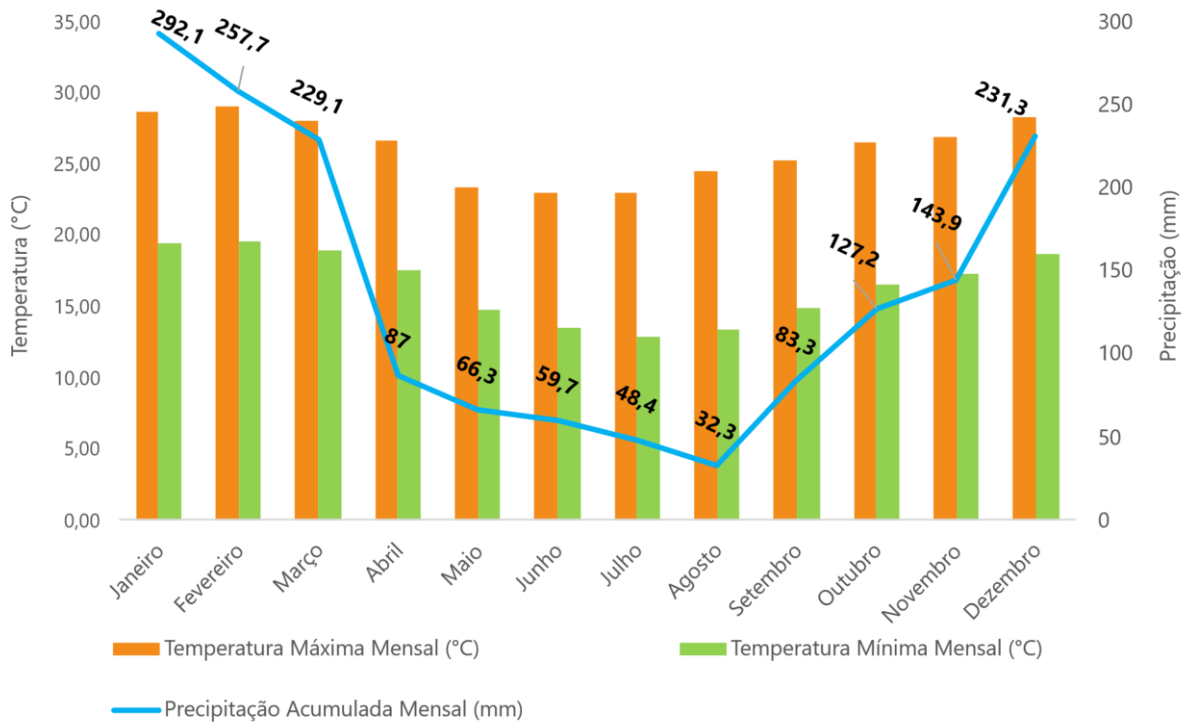


Figura 9: Temperaturas máximas, mínimas mensais e precipitação acumulada mensal na região de Jacareí.

Fonte: BDMEP/INMET. Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

De acordo com o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (ANA, 2014), o Rio Paraíba do Sul, no trecho que corta o município de Jacareí, foi caracterizado com vulnerabilidade média a inundações, pois apesar da alta frequência de ocorrência das inundações, elas possuem baixo impacto, e causam apenas danos locais.

Dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Jacareí identificaram 23 pontos com risco de inundação no município, sendo a maioria deles com vulnerabilidade baixa e baixo impacto na população, e apenas um ponto, localizado na Rua Salvador, às margens do Rio Comprido, com vulnerabilidade muito alta e alto impacto na população. Estas áreas são monitoradas pela Pró-Lar em fase de regularização fundiária. Os dados mostram também áreas de risco de movimentos de massa, com 39 pontos identificados, sendo a maioria com risco médio e sete pontos com alto risco. Ao todo, 899 moradias encontram-se em áreas de risco a inundações e 901 em áreas de risco a movimentos de massa, em todos os 62 pontos identificados pela prefeitura. A Figura 10 exibe a distribuição desses pontos no município.

A região oeste, por ser a maior do município, é também a que possui mais pontos com vulnerabilidade a inundações e risco de movimentos de massa, seguida das regiões sul, leste e central.

Em consulta ao Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres (S2ID), o município de Jacareí teve o reconhecimento federal de situação de emergência por conta de enxurradas no ano de 2007. Entretanto, todos os anos são registrados e noticiados episódios de enchentes, inundações e movimentos de massa no município.

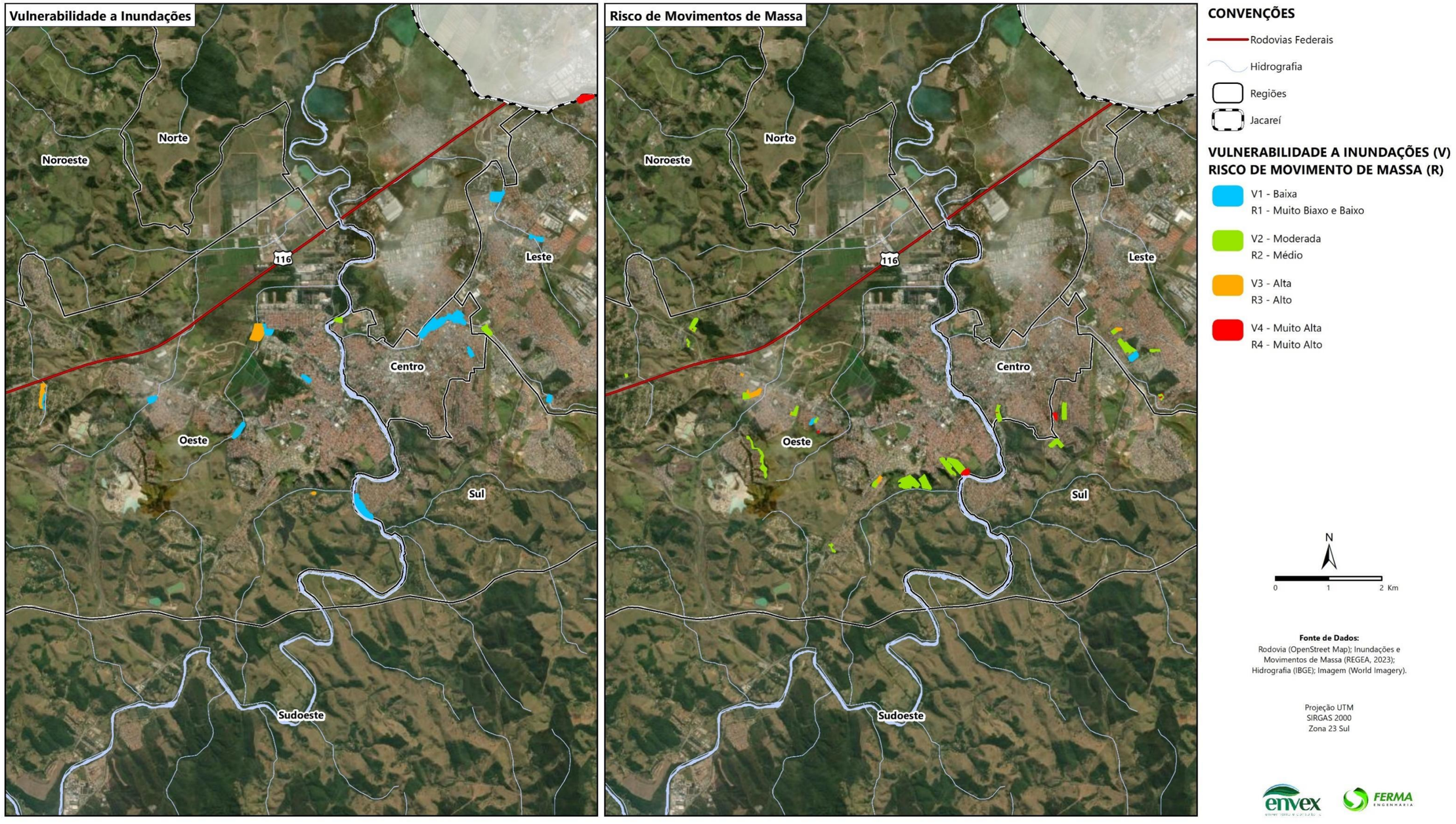


Figura 10: Pontos com risco de inundação e movimentos de massa no município.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

4.4. População (Urbana e Rural)

O processo de colonização de Jacareí teve início em 1652 sob o nome de Nossa Senhora da Conceição da Parayba. A localidade foi elevada à categoria de vila em 22 de novembro de 1653, alcançando o *status* de cidade em 3 de abril de 1849.

A *priori* com uma população atual de 240.275 pessoas, conforme dados mais recentes do IBGE em 2022, Jacareí comprova não apenas uma realidade demográfica marcada por números, mas também uma história de transformações ao longo das décadas. Entre 1980 e 1991, o município vivenciou um importante crescimento populacional, calculado em 3,21% ao ano, segundo o IBGE em 2010. Apesar dessa elevada taxa de crescimento, o mesmo não se manteve em uma curva linear progressiva, visto que, desde então, essa taxa vem declinando, seguindo a tendência do Estado de São Paulo e do país. Elucidando melhor, entre 1991 e 2000, o crescimento populacional registrou uma desaceleração para 1,73% ao ano; de 2000 a 2010, a taxa reduziu para 1% ao ano; e entre 2010 e 2019, manteve-se em um ritmo mais equilibrado, porém com uma queda e assim atingindo 0,78% ao ano. Esses dados refletem não apenas os números atuais, mas também a dinâmica demográfica e as mudanças ao longo do tempo em Jacareí.

O município de Jacareí tem uma concentração expressiva da população em áreas urbanizadas, conforme os dados do Censo do IBGE realizado em 2010. Expondo os dados, cerca de 98,62% da população, totalizando 208.297 pessoas, domicilia-se em área urbana, enquanto apenas 1,38% (2.917 pessoas) habita a área rural. Essa distribuição transmite uma alta saturação urbana, indicando um cenário predominantemente urbanizado. A título de comparação com o Estado de São Paulo, este apresenta uma taxa de urbanização predominante elevada (95,9%) segundo os dados exposto pela SEADE (2022), evidenciando que Jacareí tem 2,72% a mais que a taxa média do estado.

4.5. Caracterização Socioeconômica

Um dos principais indicadores sintéticos de bem-estar social consiste no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que é uma medida resumida do desenvolvimento humano, em longo prazo, que engloba três componentes básicos: Educação, Saúde e Renda. Calculado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em parceria com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Fundação João Pinheiro (FJP), e divulgado no "Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil" (PNUD; IPEA; FJP, 2013), o IDHM é obtido pela média geométrica dos três componentes – IDHM-Educação, IDHM-Longevidade e IDHM-Renda, os quais são calculados a partir de indicadores específicos, com base nos dados dos Censos Demográficos do IBGE. Tanto o índice geral como o de seus componentes apresentam valores que variam entre zero e um, sendo que quanto mais próximo de um, maior o nível de desenvolvimento da unidade territorial em relação ao indicador.

Tabela 5: Faixas de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

Faixa	Índice de Desenvolvimento IDHM
Muito Baixo	0 a 0,499
Baixo	0,500 a 0,599
Médio	0,600 a 0,699
Alto	0,700 a 0,799
Muito Alto	0,800 a 1

Fonte: Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD). Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em: 06 nov. 2023.

Jacareí acompanhou o movimento de variação positiva do IDHM no período 2000/2010, que, de maneira geral, também abrangeu os demais municípios brasileiros. Conforme apresentado na Tabela 6, com uma variação de 0,777 pontos, o IDHM da cidade de Jacareí, que era de 0,700 em 2000, subiu para 0,777 em 2010 (PNUD; IPEA; FJP, 2013).

Quando analisados separadamente, os componentes do IDHM refletem situações socioeconômicas com diferentes desempenhos em Jacareí (Tabela 6). O índice do componente Educação, que era de 0,597 (de baixo desenvolvimento) em 2000, subiu para a 0,749 (de alto desenvolvimento) em 2010. Por outro lado, o melhor índice continua sendo o do componente Longevidade, que em 2010 figurou 0,857 (de muito alto desenvolvimento). No caso do componente Renda, passando de 0,720 (de alto desenvolvimento), em 2000, para 0,790 (de alto desenvolvimento) em 2010.

Tabela 6: Componentes do IDHM de Jacareí em 2000 e 2010.

Componente do IDHM	Jacareí (2000)	Jacareí (2010)
IDHM (Educação)	**0,597**	**0,749**
IDHM (Longevidade)	**0,798**	**0,857**
IDHM (Renda)	**0,720**	**0,790**
IDHM (Geral)	**0,700**	**0,777**

Fonte: Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD); Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); Fundação João Pinheiro (FJP). Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em: 06 nov. 2023.

Dentre os aspectos relativos à educação, de acordo com os dados do "Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil" (PNUD; IPEA; FJP, 2013), baseados no último levantamento censitário, em 2010 o município de Jacareí registrou uma taxa de atendimento escolar da faixa etária de até 5 anos (relativa à idade escolar da educação infantil) de 53%. Em relação às demais etapas, no mesmo ano, a taxa de atendimento da faixa etária de 6 a 14 anos (relativa à idade escolar do ensino fundamental) correspondeu a 98,28% e a taxa da faixa etária de 15 a 17 anos (relativa à idade escolar do ensino médio) foi de 84,56%.

No que se refere à rede de ensino da Educação Básica do município, segundo os últimos dados do Censo Escolar, em 2024 Jacareí contava com 95 estabelecimentos de ensino com oferta de educação infantil, totalizando 10.915 matrículas, com 89 estabelecimentos com oferta de ensino fundamental, totalizando 28.823 matrículas, e

com 45 estabelecimentos com oferta de ensino médio, totalizando 8.616 matrículas (IBGE CIDADES, s/d).

Quanto aos aspectos referentes à saúde, segundo as informações do Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2021). Jacareí registrou uma taxa bruta de mortalidade de 9,4 óbitos/mil habitantes, e uma taxa de mortalidade infantil (óbitos de crianças com menos de um ano de idade) de 9,73 óbitos/mil nascidos vivos (IBGE CIDADES, s/d).

A rede de assistência à saúde do município de Jacareí, de acordo com a Prefeitura de Jacareí, é composta por diversas unidades de saúde, organizadas em diferentes diretorias: A Diretoria das Urgências e Emergências abrange 4 estabelecimentos de saúde, incluindo unidades de pronto atendimento, a Diretoria de Atenção Básica coordena 27 unidades de saúde, incluindo as Unidades Municipais de Saúde da Família (UMSF) e seus respectivos anexos, além de programas estratégicos e as ações de Apoio Institucional, desempenhando um papel fundamental na promoção da saúde e na consolidação da atenção primária no município, a Diretoria de Atenção Especializada engloba 11 estabelecimentos de saúde, incluindo serviços especializados, como centros de reabilitação e de atenção psicossocial, a Diretoria Administrativa supervisiona 4 estabelecimentos de saúde, que incluem serviços de capacitação e farmácias de alto custo, a Diretoria de Planejamento de Regulação de Serviços de Saúde gerencia 1 estabelecimento, a Central de Regulação, responsável pela organização e coordenação dos serviços de saúde, a Diretoria de Vigilância em Saúde compreende 2 estabelecimentos de saúde, que incluem unidades dedicadas à vigilância em saúde e epidemiológica. Portanto, no total, a rede de assistência à saúde do município de Jacareí conta com 49 estabelecimentos de saúde, distribuídos nas diversas diretorias e núcleos de atendimento.

Constituindo um dos principais indicadores de potencial econômico, o Produto Interno Bruto (PIB) corresponde à soma de todos os bens e serviços finais produzidos por uma determinada região, num dado período, sendo seu valor obtido pela soma do

valor adicionado bruto (VAB) das diversas atividades econômicas, acrescido dos impostos, líquidos de subsídios sobre produtos. O VAB, calculado a partir da diferença entre o valor bruto da produção e o consumo intermediário (gastos da produção), representa a contribuição que cada atividade acresce ao valor final da produção, portanto, seus valores indicam o desempenho da economia (IBGE CIDADES, s/d).

De acordo com os levantamentos realizados pelo IBGE, em parceria com a Prefeitura de Jacareí, com uma economia fortemente baseada no setor industrial, Jacareí totalizou um PIB de R$14.114.972,37 em 2020, ficando na colocação de 255° do Estado de São Paulo, o PIB *per capita* de Jacareí cresceu a uma taxa inferior à média estadual e a média nacional no período de 2010 a 2013. Em 2021, Jacareí registrou um PIB *per capita* de R$67.874,93, que correspondeu ao 5.571º no *ranking* entre os municípios brasileiros (IBGE CIDADES, s/d). O rendimento médio mensal da população ocupada formalizada foi de 3,0 salários mínimos (IBGE CIDADES, s/d).

No que se refere ao desempenho econômico setorial de Jacareí, em 2020 o setor de serviços foi responsável por quase 53,06% do VAB municipal, enquanto o setor industrial respondeu por 38,75% do montante e o setor agropecuário (primário) por 0,3% (IBGE, 2020. Conforme informações da SEADE (2021), as principais atividades econômicas de Jacareí são as indústrias de produtos químicos, minerais metálicos, bebidas, produtos de metal, celulose e produtos de papel. Segundo os últimos dados do Cadastro Central de Empresas do IBGE, em 2021 o município abrigava 6.120 empresas e outras organizações formais, que totalizaram 56.885 pessoas ocupadas (23,67% da população jacareiense), sendo 49.403 assalariadas (86,84% do total de ocupados).

Outro indicador a ser considerado é o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), relativo a um estudo do sistema Federação de Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN), o qual apresenta produtos das estatísticas oficiais sobre o desenvolvimento econômico dos municípios nas esferas: emprego e renda, educação e saúde. Conforme apresentado na Tabela 7, classifica-se os índices entre 0 até 1,

dividindo os resultados em: baixo desenvolvimento (entre 0 até 0,399); desenvolvimento regular (0,4 até 0,599); desenvolvimento moderado (0,6 até 0,799); e alto desenvolvimento (0,8 até 1).

Tabela 7: Classificação de desenvolvimento do Índice IFDM.

Faixa	Índice de Desenvolvimento IFDM
Baixo	0,000 a 0,399
Regular	0,400 a 0,599
Moderado	0,600 a 0,799
Alto	0,800 a 1

Fonte: Sistema FIRJAN (2018). Organizado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A Tabela 8 apresenta os índices em três períodos de ano-base: 2005, 2010 e 2023. Em 2005, o Índice FIRJAN de Jacareí foi de 0,7636, indicando um desenvolvimento moderado. Este índice foi composto por um índice de 0,8251 para educação, 0,8199 para saúde e o índice mais baixo, 0,6457, para emprego e renda.

Ao se avançar para o ano de 2010, observamos um aumento no Índice FIRJAN para 0,7876. Nesse período, o índice de educação aumentou para 0,87976, enquanto o de saúde diminuiu para 0,8010 e o de emprego e renda subiu levemente para 0,6445.

No último ano analisado, no ano-base 2023, o índice geral aumentou para 0,7949. No entanto, houve uma diminuição no índice de educação para 0,8084 e nos índices de saúde para 0,7399. Em contrapartida, os índices de emprego e renda aumentaram para 0,8365.

Tabela 8: Componentes do IFDM de Jacareí em 2005, 2010 e 2023.

Componente do IFDM	Jacareí (2005)	Jacareí (2010)	Jacareí (2023)
IFDM (Educação)	**0,8251**	**0,8973**	**0,8084**
IFDM (Saúde)	**0,8199**	**0,8010**	**0,7399**
IFDM (Emprego e Renda)	**0,6457**	**0,6645**	**0,8365**
IFDM (Geral)	**0,7636**	**0,7876**	**0,7949**

Fonte: Sistema FIRJAN (2023).

Conforme destacado na Tabela 8, Jacareí possui um índice geral considerado de desenvolvimento alto, estando no ranking estadual na posição 129° e no nacional em 285°.

4.6. Área da Malha Urbana do Município

Para planejar o espaço urbano da melhor forma, é necessário compreender o panorama de ocupação do território. Neste sentido, Soares (2021) destaca que o processo de ocupação ocorreu em terraços com suave declividade acima das margens do rio Paraíba do Sul, estando protegidos das áreas de várzea do curso hídrico. Historicamente, a região foi habitada por tropeiros e viajantes que se instalaram na região no século XVII formando um povoado. A Vila de Nossa Senhora da Conceição da Parayba foi promovida a cidade em 1849 (JACAREÍ, 2022). O município está situado estrategicamente entre dois polos econômicos: São Paulo e Rio de Janeiro, logo, carrega importância em termos de infraestrutura e socioeconomia para a região.

Jacareí destaca-se assim como um município que comporta uma diversidade geográfica e humana. Sua área urbanizada, situa-se em 50,33 km² do território total em 2019. Com sua densidade demográfica de 517,53 hab./km² em 2019 e mantendo-se similar em 2022, demonstra a presença concentrada da população quando comparada com a extensão territorial, de acordo com dados demográficos do IBGE.

Atualmente, o município com área de 464,27 km² possui área urbana equivalente a 35%, ao passo que a área rural e de interesse ambiental totaliza 65% do território, de acordo com informações do Caderno de Leitura Técnica - Diagnóstico de Jacareí de 2003 a 2020.

De acordo com a Secretaria Municipal de Governo e Planejamento da Prefeitura de Jacareí, o município apresenta sete regiões geográficas ao longo da área total, a saber: região Central, Leste, Noroeste, Norte, Oeste, Sudeste, Sudoeste e Sul. Destes,

apenas a região Sudeste não contempla zona urbana, como já destacado na Figura 2. Assim, o perímetro urbano perpassa mais de 160 km².

O zoneamento apresentado junto ao PDOT (2025) divide o perímetro urbano nas seguintes macrozonas:

- Macrozona de Destinação Urbana (MDU); e
- Macrozona de Destinação Industrial (MDI).

Na MDU, as zonas são divididas em Zona de Adensamento Preferencial 1 (ZAP 1), Zona de Adensamento Preferencial 2 (ZAP 2), Zona de Adensamento Controlado (ZAC) e Zona de Adensamento Restrito (ZAR).

No que se refere à rede viária, de acordo com o PDOT (2025), o município é dividido em vias locais (acesso), vias coletoras (distribuição), vias arteriais I (penetração) e vias arteriais II (articulação), em que predominam as vias locais e arteriais.

De acordo com dados geográficos municipais, o município possui 1.108 km de extensão de logradouros, dos quais 862 km correspondem às vias urbanas. Durante visita ao município em setembro de 2023, em que se percorreu toda a extensão das vias urbanas, observa-se a predominância de vias pavimentadas. Apenas 211 trechos de vias não possuem pavimentação, em aproximadamente 150 km de extensão de vias sem características urbanizadas, localizadas nas regiões periféricas do centro urbano, sobretudo, na região oeste e sul ilustradas na Figura 11. Segundo os dados do último SNIS (2021), o município possui infraestrutura com taxa de 98,2% de pavimentação.

Sublinha-se que foi realizada uma análise da expansão urbana em Jacareí, considerando empreendimentos e loteamentos entre 2002 e 2020. O estudo foi realizado durante a revisão do Plano Diretor, usando dados do MapBiomas. Logo, destacou um crescimento pequeno na área ao redor da malha urbana original, e entre 2002 a 2007, houve um crescimento mais equilibrado, ocupando assim áreas disponíveis. Por fim, as pequenas expansões nas regiões leste, oeste e sul, se destacam

nesse estudo com a maior expansão entre 2007 e 2013, marcada pelo alargamento das bordas do perímetro urbano.

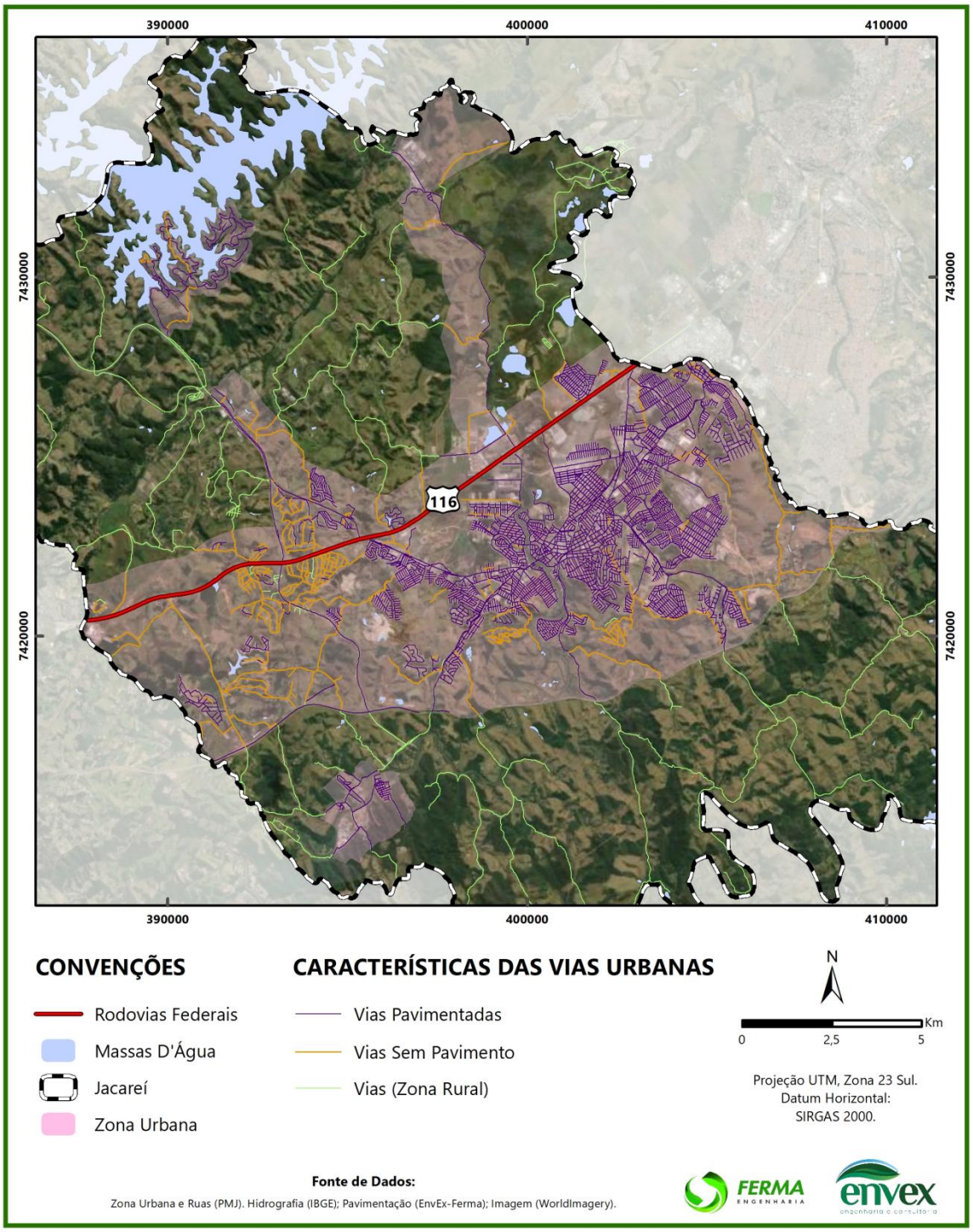


Figura 11: Vias pavimentadas, sem pavimento e vias na zona rural do município de Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

4.7. Histórico da Arborização do Município

O processo de gestão e organização municipal, dentre inúmeros desafios, se depara com a arborização urbana, vital componente da paisagem e do conforto ambiental, fornecendo diversos serviços ambientais. Diante disso, a comunidade de Jacareí passou a demandar a implementação de áreas verdes, desde a sua formação ao entorno da Igreja de São Sebastião do Avareí, na Igreja Matriz Imaculada Conceição, na Igreja Matriz do Bonsucesso e no Mercado Municipal, edifícios estes que passaram a receber os primeiros elementos arbóreos, testemunhando as mudanças no território, conforme a Figura 12.

Nos anos mais recentes, em suas ruas, avenidas e praças é possível identificar a presença de vegetação mesmo com todas as transformações ao longo dos 370 anos de história da fundação do município de Jacareí. Além da arborização de ruas, atualmente tem-se espaços como o Parque dos Eucaliptos, o Parque da Cidade, e mais recentemente, o Parque Cassununga, além de praças e outros espaços públicos arborizados.

Para se chegar neste resultado, existe todo um trabalho de gestão da arborização por parte da Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana. Como representante desta gestão, é importante destacar a figura do “Seu Moura”, como era conhecido o senhor Francisco Moura, ambientalista que dá nome ao Viveiro Municipal de Jacareí, cuja vida foi dedicada à observação das plantas, da natureza e seus fenômenos, para os quais dedicou 30 anos de sua vida, com pioneirismo e vanguardismo em suas ações.

O resultado disso foi que nos últimos 40 anos a cidade teve inúmeras contribuições do Seu Moura, que orientou, desenvolveu a produção de mudas nativas e ornamentais, estimulou a relação homem-natureza por intermédio de plantios, educação ambiental, dentro de suas possibilidades técnicas, financeiras e de espaço, pautado no sonho do Viveiro Municipal de Jacareí ser uma coleção de árvores do Brasil e do mundo, preconizando às premissas do artigo 225, da Constituição Federal, 1998,

denotando que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Figura 13).

Figura 12: Expressão das árvores no território desde a formação de Jacareí. 1 – Praça Conde Frontin (1930); 2 – Praça do Rosário (sd); 3 – Escola Agrícola Cônego José Bento (sd); 4 – Capela de São Sebastião do Avareí onde começou o povoado (sd); 5 – Praça Anchieta.

Fonte: Pesquisa no Centro de Memória/Fundação Cultural de Jacarehy.

Figura 13: Legado do Seu Moura ao desempenhar suas atividades ecológicas em Jacareí: pioneirismo e vanguardismo. 1 – Equipe do viveiro municipal (1998); 2 – Registro das observações das características das espécies e a observação sobre o flamboyant "veja porque o Flamboyant não serve para calçada."

Fonte: Pesquisa no Centro de Memória/Fundação Cultural de Jacarehy.

Com relação à arborização de ruas de Jacareí, Faria, Monteiro e Fisch (2007) realizaram um levantamento em seis vias. A pesquisa indicou que havia uma utilização de árvores de espécies nativas satisfatória nas ruas de Jacareí (FARIA; MONTEIRO; FISCH, 2007). Por outro lado, nem todas as espécies estavam adequadas ao local de plantio, principalmente quanto ao porte, sendo sugerido a substituição gradativa das árvores que entrarem em declínio, por espécies de porte compatível com o espaço disponível (FARIA; MONTEIRO; FISCH, 2007).

4.8. Importância da Arborização para o Município

O município de Jacareí está localizado na região da Mata Atlântica, uma área considerada um *hotspot* mundial, onde atualmente apenas 28% da cobertura original sobrevive devido à intensa fragmentação, resultado do crescimento das áreas urbanas (REZENDE *et al.*, 2018). Além do bioma Mata Atlântica, o Estado de São Paulo abriga outras formações vegetais e as fisionomias de Cerrado, que também sofrem com os efeitos da fragmentação (PEREIRA 2006; CARVALHO, 2011). A perda de áreas verdes para o processo de urbanização tem implicações significativas, uma vez que gera uma série de impactos ambientais, incluindo o aumento do risco de extinção de espécies, a alteração de interações ecológicas e a diminuição dos serviços ecossistêmicos, o que pode reduzir a qualidade do ambiente local. Diante desse cenário, a preservação e expansão das florestas urbanas e um planejamento urbano adequado são fundamentais para mitigar alguns destes impactos.

A arborização urbana pode ser compreendida como o conjunto de indivíduos de porte arbóreo presentes na área urbana, englobando árvores nas vias públicas e áreas verdes (RICHTER *et al.*, 2012; ROCHA *et al.*, 2022). Essa arborização desempenha funções paisagísticas, ambientais, sociais e proporciona benefícios à saúde humana, contribuindo, consequentemente, para a melhoria da qualidade de vida da população (ALBERTIN *et al.*, 2020; AGUIAR *et al.*, 2021).

Dentre as suas funções, destaca-se a melhoria do microclima, que ajuda a reduzir a temperatura e a umidade relativa do ar, atenuação da poluição atmosférica através da absorção de gases poluentes e retenção de partículas como poeira e fumaça, conservação da biodiversidade local, oferecendo abrigo e alimento para a fauna e a flora. As árvores maduras também regulam o fluxo de água e desempenham um papel fundamental na prevenção de enchentes, reduzindo o risco de desastres naturais. Além disso, a arborização urbana contribui para a modificação da velocidade e direção dos ventos, abafa ruídos, ajuda a combater a erosão e oferece um ambiente de lazer para os moradores (KARDEL *et al*., 2010; ARAUJO; ARAUJO, 2016; CHUN, 2018).

Além dos benefícios proporcionados pelos serviços ecossistêmicos, a vegetação desempenha um papel fundamental na melhoria da qualidade de vida nas cidades, através da estética urbana, criando uma identidade local e uma sensação de continuidade entre os componentes urbanos, além de oferecer um contraste harmonioso com o concreto e o asfalto, tornando a paisagem mais dinâmica.

No contexto social, a arborização urbana ainda apresenta um papel crucial, estando relacionado com uma maior expectativa de vida, menor pressão arterial, menores índices de diabetes e colesterol, menores níveis estresse e irritabilidade, traz conforto térmico, benefício econômico pela valorização imobiliária, educação ambiental e diminuição de doenças sociais como suicídio, homicídios (BIONDI *et al*, 2005).

Portanto, quando bem planejada, a arborização urbana se revela como uma estratégia essencial para promover e preservar a biodiversidade nos ecossistemas urbanos, bem como promover o bem-estar dos seus moradores (ROSA, 2017; PINTO *et al*., 2019).

4.9. Legislação Específica da Arborização Urbana, Relacionamento com o Plano Diretor e Diretrizes do Zoneamento do Uso do Solo Urbano

O rápido processo de urbanização sem um planejamento adequado resulta em uma série de impactos negativos. Nesse contexto, o Estatuto da Cidade, Lei Federal 10.257/2001, estabelece a obrigação dos municípios de formular e executar o plano diretor e o plano de desenvolvimento urbano. Esses planos devem incluir a arborização como parte das diretrizes para garantir o direito a cidades sustentáveis, proporcionar lazer para as atuais e futuras gerações, ordenar e controlar o uso do solo a fim de prevenir a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambiental, bem como proteger, preservar e recuperar o meio ambiente natural e construído e o patrimônio paisagístico (BRASIL, 2001).

Além disso, em uma perspectiva mais ampla, os objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) incluem:

- ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis: Tornar as cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
- ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima: Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.
- ODS 15 – Vida Terrestre: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e conter a perda de biodiversidade.

O município de Jacareí conta com normativa relacionada à arborização urbana, incluindo a Lei nº 6.841, de 14 de julho de 2022, que disciplina o plantio, supressão, poda, transplantio, substituição, imunidade ao corte e compensação ambiental de espécies vegetais arbóreos, em área urbana no município de Jacareí, além de valores pecuniários e demais formas de punição em casos de crimes contra o patrimônio arbóreo.

Esta lei traz orientações básicas sobre a gestão da arborização urbana em Jacareí, contudo não dispõe de critérios técnicos para o plantio, como as características das espécies, das mudas e da cova para plantio; manejo, como os tipos de poda e como estas devem ser executadas a fim de promover o bom desenvolvimento das árvores e a segurança dos operadores e do entorno. O mesmo se aplica às ações de supressão e transplantio.

A Lei nº 5.867, de 01 de julho de 2014, que trata do uso, ocupação e urbanização do solo no município estabelece como requisito de infraestrutura o plantio de árvores no espaço destinado ao passeio público.

A Lei Complementar nº 68/2008 dispõe sobre o código de normas, posturas e instalações municipais, incluindo as benfeitorias de calçadas. Já o Decreto nº 742, de 17 de abril de 2019 institui os padrões e especificações para construção dos passeios no município de Jacareí. Estas normativas estabelecem como deve ser implementada a arborização de vias públicas do município de Jacareí, com base nas características da sua urbanização, considerando-se que em muitas situações, não é possível o plantio de árvores, devido às condições de espaço.

Com relação à adoção de áreas públicas, a Lei nº 3.398 de 08 de setembro de 1993 e suas alterações abordam as diretrizes para que empresas ou entidades do setor privado com fins de urbanização, melhoria urbana, preservação e conservação possam adotar áreas no município, como praças, jardins, parques, áreas verdes, rótulas e canteiros, e como compensação, é permitido a colocação de placas de publicidade.

Por fim, a Lei nº 6.108/2017 – alterada pela Lei nº 6.279/2019, cria a Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana (SMAZU), estabelecendo sua estrutura administrativa e os cargos de provimento em comissão. A SMAZU tem a competência de administrar e fiscalizar o viveiro municipal, serviços de jardinagem e a arborização do Município. No caso da arborização urbana, esta fica a cargo Diretoria de Parques e

Áreas Verdes. Esta lei detalha como deve ser a gestão ambiental e as respectivas competências dos responsáveis por cada unidade administrativa da SMAZU.

Todas essas determinações legais e outras relativas ao assunto, tais como a Política Municipal de Educação Ambiental (Lei Municipal nº 6.229, de 10 de outubro de 2018) contendo as características específicas da região, foram consideradas na elaboração do Plano de Arborização Urbana de Jacareí, visando garantir sua eficiência e aplicabilidade, promovendo um ambiente urbano mais sustentável e promissor. Ressalta-se que tais normativas supracitadas devem ser condizentes com o PMAU consolidado, e, se necessário, readequá-las.

Ademais, o atual Plano Diretor de Ordenamento Territorial (Lei complementar nº 126/2025), cria o "Sistema de Verde Urbano", composto predominantemente por áreas com vegetação nativa ou adaptada, destinado à preservação da biodiversidade, ao lazer, à manutenção de recursos hídricos, à melhoria paisagística e a outras finalidades de interesse público. Informa que o Sistema de Verde Urbano será constituído por praças, canteiros, áreas de lazer institucionais, áreas destinadas à agricultura urbana, parques urbanos, bosques, hortos florestais e áreas verdes potenciais

4.10. Localização e Quantificação de Parques, Áreas Verdes, Áreas de Lazer Municipais e Áreas de Preservação Permanente (APPs)

De acordo com o PDOT (2025), as áreas verdes são definidas como: "áreas com características vegetacionais relevantes, de propriedade municipal, podendo ou não ser oriundos de concessão". Informa que a área verde urbana deverá manter no mínimo 60% (sessenta por cento) de percentual permeável.

Essa Lei define parque urbano como "espaço público de múltiplas finalidades, dentro de área urbana ou periurbana, com predominância de atributos naturais e cobertura vegetal, destinado a proteção e uso sustentável de serviços ecossistêmicos, socialização, lazer ativo e contemplativo, prática de esportes e atividades econômicas,

recreativas e culturais da população e que pode ser utilizado para educação ambiental e pesquisa".

No artigo 145, é informado que para enquadramento como parque urbano, a área deverá ser superior a 25.000m² e podem ser classificados em parque de proteção integral e parque de uso sustentável.

Com base nos dados levantados junto à PMJ, a cidade de Jacareí conta com um total de 5 parques e 28 praças distribuídos em diversas regiões (Figura 14). A região central se destaca por abrigar os parques: Parque dos Eucaliptos, Parque da Cidade e, Parque Linear Cassununga. Além disso, a região central é responsável por abrigar nove das praças presentes na cidade.

Na região leste da cidade, encontra-se uma concentração expressiva de praças: sete delas estão localizadas nessa área, juntamente com o Parque Linear Tupinambás. Na região sul, destacam-se o Parque Caramuru e outras três praças, contribuindo para a ampliação da oferta de áreas verdes no município. Já a região oeste conta com seis praças, enquanto a região norte abriga três.

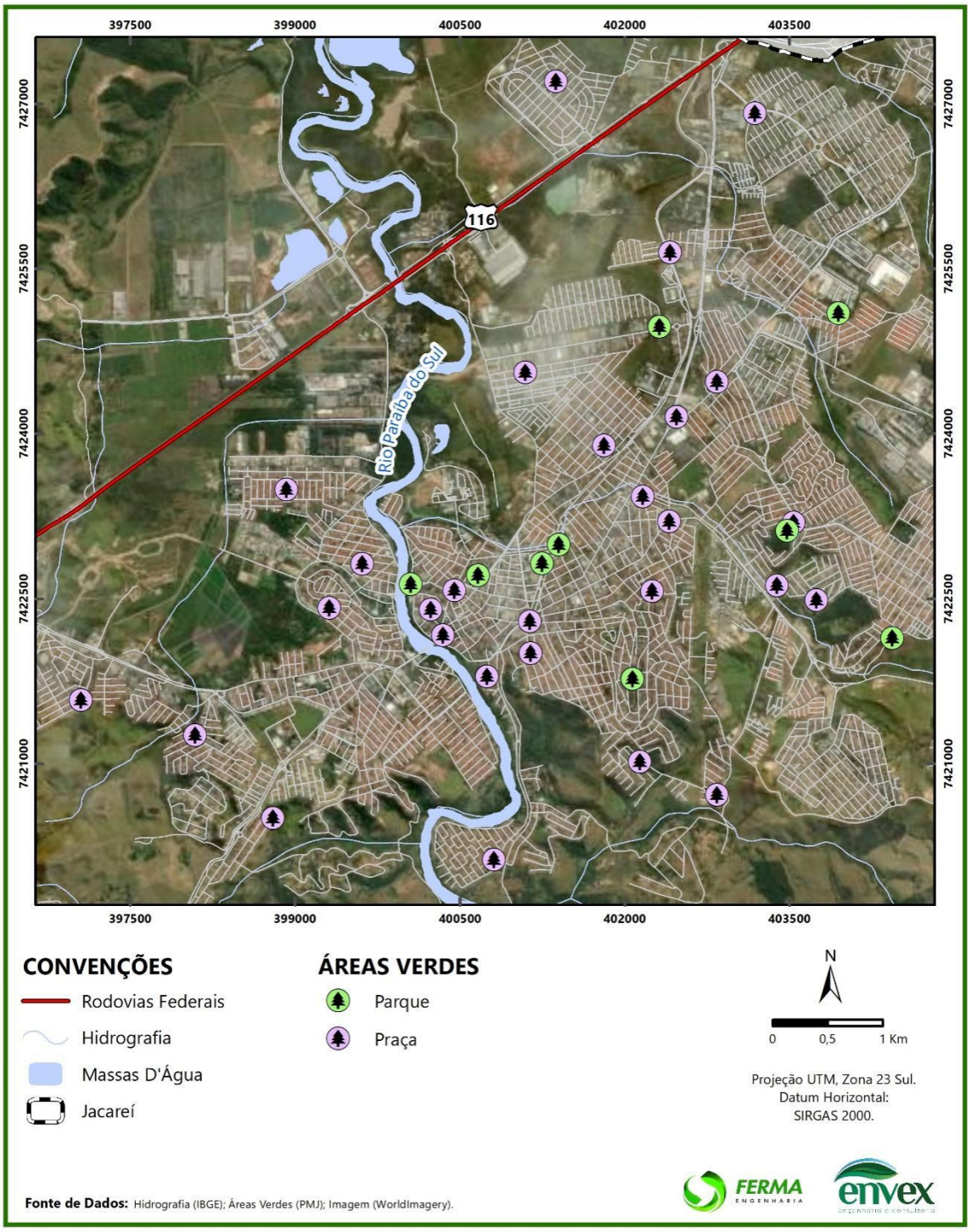


Figura 14: Localização dos parques e praças de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

4.11. Viveiro Municipal

O Viveiro Municipal de Jacareí, denominado como "Seo Moura" pela Lei Municipal nº 16.445, de 08 de junho de 2017 (JACAREÍ, 2017), está localizado em uma Área de Proteção Ambiental (APA), instituída pela Lei Complementar nº 045, de 31 de janeiro de 2002 (JACAREÍ, 2002), e que anteriormente fora utilizada para atividades de agropecuária (Figura 15). Quando o terreno se tornou de propriedade do Estado, Seo Moura passou a realizar o plantio de espécies arbóreas na propriedade, tanto nativas quanto exóticas. A propriedade onde está o viveiro pertence ao governo do estado de São Paulo, possui área de aproximadamente 600.000 m^2, e é administrado pela Prefeitura Municipal de Jacareí (NERI, 2018).

A Figura 16 apresenta alguns plantios realizados pela equipe do Seo Moura nas ruas de Jacareí nos anos de 1980 e 1990 e os mesmos locais atualmente.

A maior parte das mudas presentes no viveiro atualmente são provenientes do recebimento por meio de Termo de Compromisso. Das doações, são destinadas: 80% para recomposição florestal, 5% para arborização urbana e 15% para paisagismo, dentro do perímetro do município (NERI, 2018).

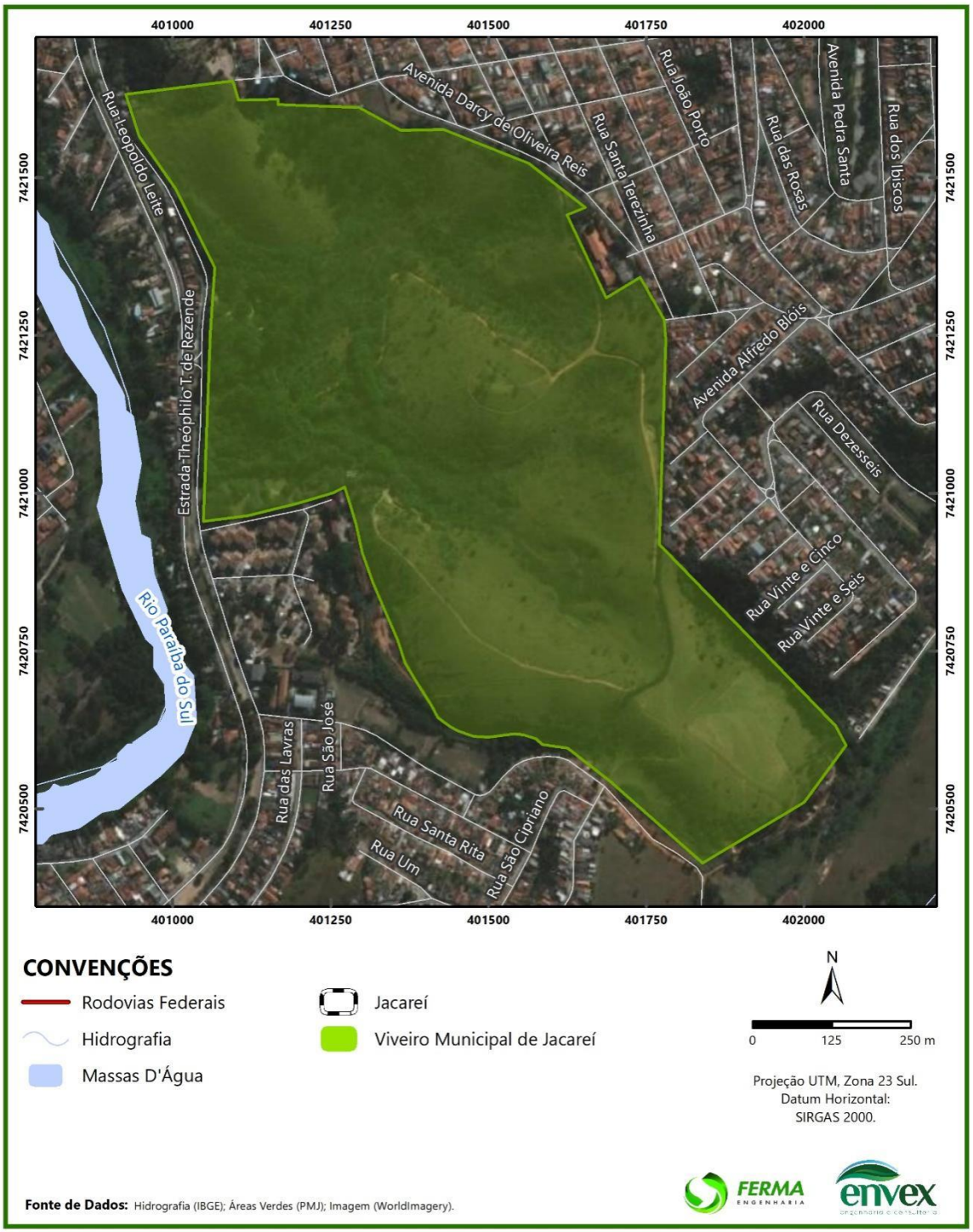


Figura 15: Localização do viveiro municipal de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

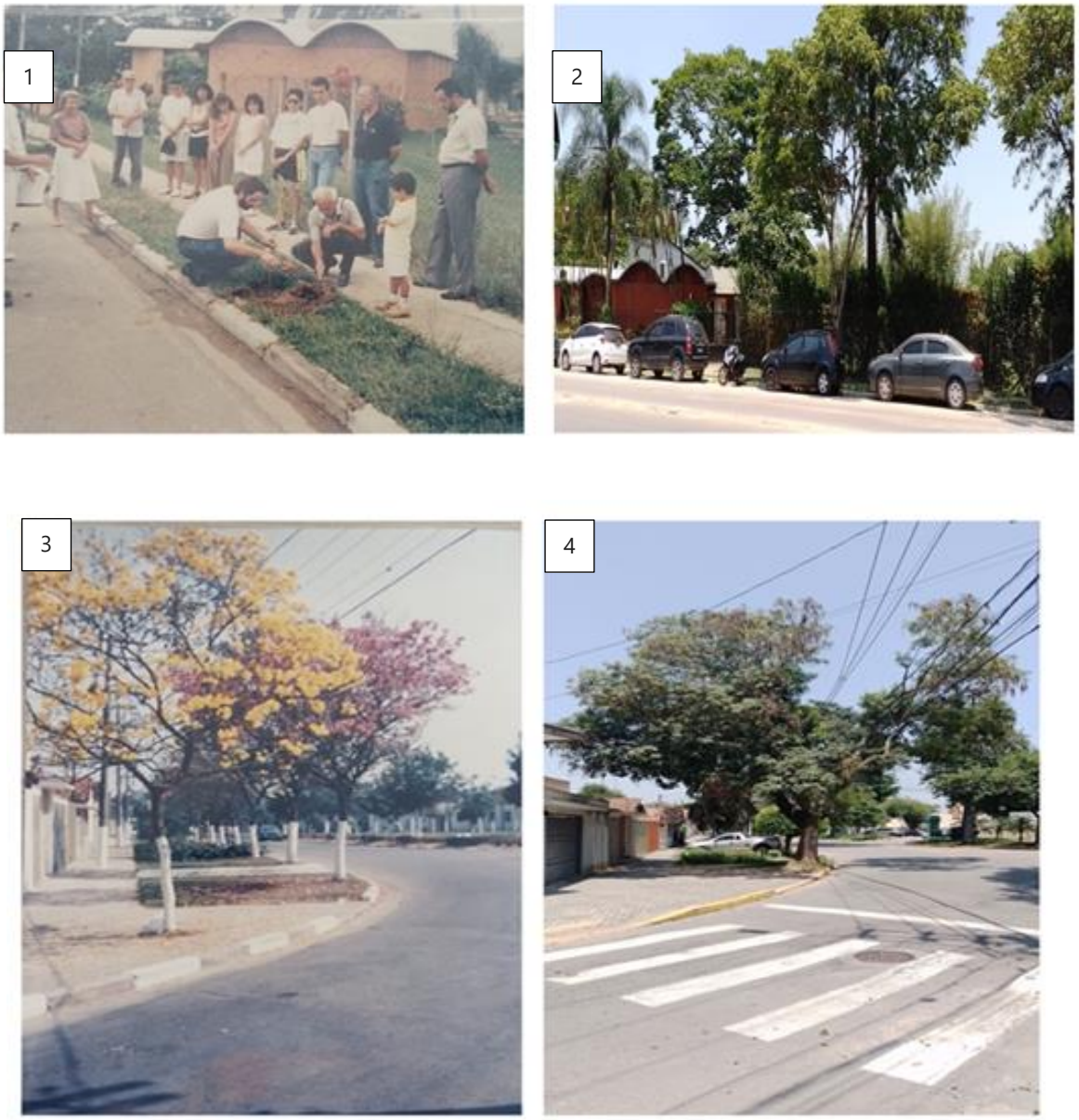


Figura 16: Contribuições do Seo Moura com o processo de arborização urbana de Jacareí. 1 – Plantio realizado sob orientação do Seu Moura na sede da Organização dos Advogados do Brasil no ano de 1988 e 2023, na Avenida Pensilvânia, 349 - Jardim Flórida, em Jacareí; 2 – Ipês-rosa próximos ao Sistema Integrado de Medicina e da Vigilância Epidemiológica no ano de 1990 e 2023, na rua Tietê, 366 – Jardim Paraíba. 3 e 4 – Mesma esquina arborizada com ipês em dois momentos, em 1990 e 2023

Fonte: Pesquisa no Centro de Memória/Fundação Cultural de Jacarehy.

A produção de mudas foi drasticamente diminuída há cerca de 5 anos, principalmente devido à carência de mão-de-obra. A equipe atual é composta por servidores da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana, os quais realizam tanto as atividades do viveiro quanto os plantios de mudas. Os plantios e

replantios são realizados sob demanda da secretaria. Também são incentivados os plantios por moradores, por meio da doação de mudas e atividades de educação ambiental.

As mudas são produzidas com substrato comprado, misturado com esterco fornecido por produtores rurais do município. Recentemente, também está sendo adicionado o material resultante da trituração de resíduos de podas e cortes de árvores. As espécies encontradas atualmente no viveiro são: *Pleroma granulosum* (Desr.) D. Don (quaresmeira), *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos (ipê-amarelo-miúdo), *Centrolobium robustum* (Vell.) Mart. ex Benth. (araribá), *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith (ipê-branco), *Lagerstroemia indica* L. (resedá), *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz (pau-ferro), *Bauhinia variegata* L. (pata-de-vaca), *Schinus terebinthifolia* Raddi (aroeira-vermelha), *Inga* sp. (ingazeiro), *Campomanesia* sp. (guabiroba), *Schinus molle* L. (aroeira-salso), *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (ipê-rosa), *Eugenia uniflora* L. (pitangueira), *Psidium guajava* L. (goiabeira), *Psidium* sp. (araçazeiro), *Bixa orellana* L. (urucum), *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (palmeira-jerivá), *Coffea* sp. (cafezeiro), *Cenostigma pluviosum* (DC.) Gagnon & G.P.Lewis (sibipiruna), *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá-rosa) e *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna (paineira). A espécie *Murraya panicutala* (murta), extensamente produzida em anos anteriores, devido a ser de fácil cultivo e de pequeno porte, não é mais produzida. São priorizadas as espécies de pequeno porte para as calçadas, enquanto que as de porte mais elevado são plantadas somente em áreas verdes. A Figura 17 apresenta algumas mudas encontradas no viveiro municipal de Jacareí.

Figura 17: Exemplos de mudas produzidas e acondicionadas no Viveiro Municipal de Jacareí, provenientes de compensação ambiental.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

4.12. Levantamento de Dados dos Últimos 3 Anos

A Diretoria de Parques e Áreas Verdes – integrante da Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana, dispõe de dados dos serviços executados nos últimos 3 anos, no período entre maio/2021 e abril/2024, com a relação de podas de árvores, supressão de árvores, árvores caídas e árvores plantadas nos 12 setores os quais contemplam 122 bairros do município – apresentados na Tabela 9 e Figura 18.

Tabela 9: Serviços executados nos últimos 3 anos em Jacareí/SP.

Serviço Executado	Período		
	Mai/21 a Abr/22	Mai/22 a Abr/23	Mai/23 a Abr/24
Poda de Árvores	1.773	1.971	7.100
Supressão de Árvores	310	357	907
Árvores Caídas	38	53	45
Árvores Plantadas	4.450	9.720	1.146

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana (2024).

Observa-se que no período analisado houve acréscimo expressivo de poda de árvores (de 1.773 para 7.100) e supressão (de 310 para 907); árvores caídas

apresentaram valores semelhantes no período, totalizando 136 indivíduos. Já as árvores plantadas totalizaram 15.316 nos últimos 3 anos, sendo que no período entre maio/2022 a abril/2023 foram plantadas 9.720 árvores.

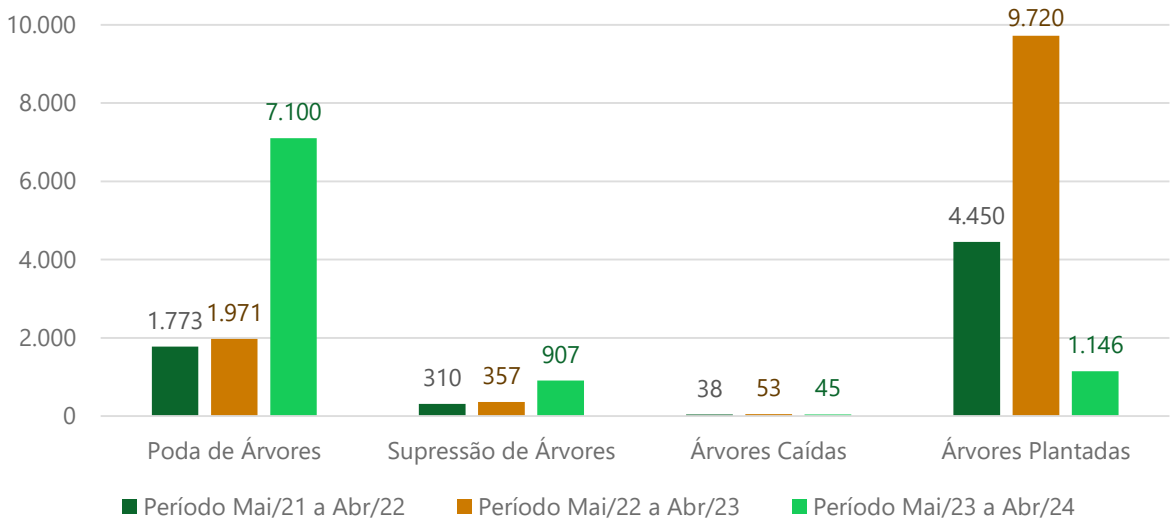


Figura 18: Serviços executados nos últimos 3 anos em Jacareí/SP.
Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana (2024).

A PMJ realizou o censo arbóreo na região central do município no período de junho de 2021 a fevereiro de 2022. No referido censo, foram avaliadas, no total, 1.627 árvores, em ruas e áreas verdes, com coletas de informações qualitativas (espécie, variáveis dendrométricas das árvores e caracterização do entorno de cada árvore).

Contudo, devido a diferenças nas coletas de variáveis qualitativas em relação à proposta do PMAU e à ausência de coordenadas geográficas das árvores, foram considerados somente os valores quantitativos de indivíduos arbóreos presentes nas ruas. Desse modo, os dados quantitativos relativos à arborização de ruas foram incluídos na contabilização total de árvores para a área urbana do município. Assim, utilizou-se o valor de 379 árvores para o cálculo da intensidade amostral para a região central, considerando somente a quantidade de árvores em vias públicas.

Além disso, para as áreas verdes, não foram utilizadas as informações coletadas por não terem sido avaliadas todas as áreas, não haverem as coordenadas geográficas dos indivíduos arbóreos e por haver falhas na identificação das espécies.

5. METODOLOGIA

Conforme solicitado no Termo de Referência para elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana de Jacareí, foi realizado o levantamento de informações quali-quantitativas das árvores das ruas, propriedades municipais e sistemas de lazer e Áreas de Preservação Permanente (APPs) urbanas, cujas categorias serão base para a elaboração do diagnóstico de arborização.

A Figura 19 apresenta um esquema dos espaços que foram inventariados e avaliados de forma qualitativa e quantitativa em nível 2 (análise de risco visual) e nível 3 (análise com auxílio de equipamentos específicos) conforme norma técnica NBR 16.246-3 (ABNT, 2019) – que será explicitada na sequência.

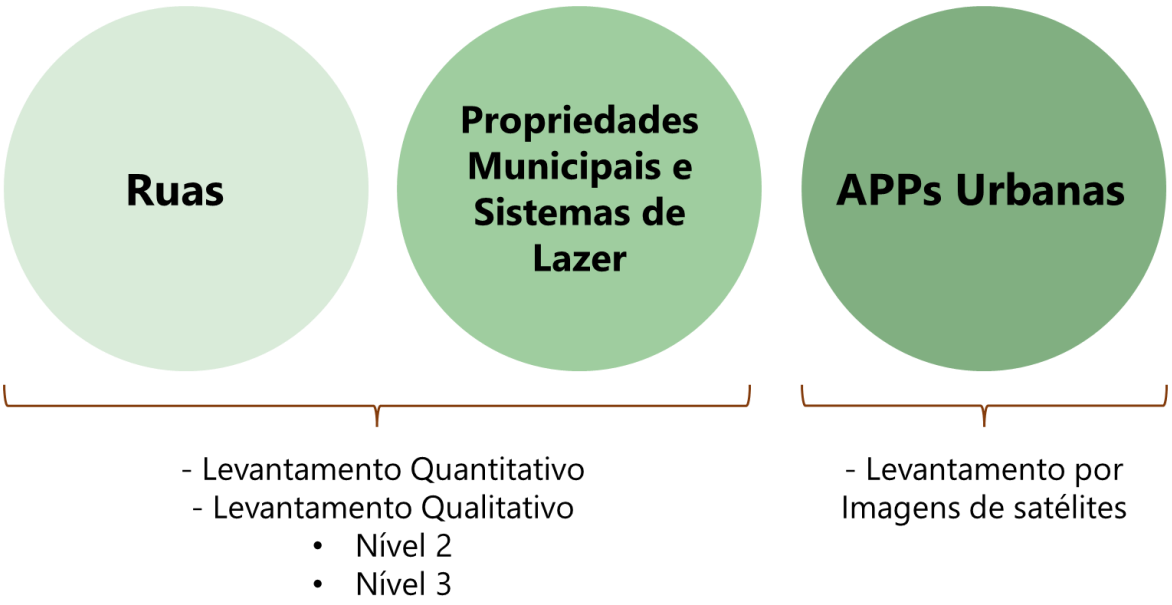


Figura 19: Espaços inventariados e procedimentos metodológicos empregados no PMAU Jacareí.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Destaca-se que o levantamento de informações quali-quantitativas sobre as árvores urbanas no município de Jacareí foi realizado considerando-se as regiões integrantes das UPs.

5.1. Arborização de Ruas

A avaliação da arborização das ruas de Jacareí foi realizada por meio de um levantamento quali-quantitativo. Este método envolve a análise qualitativa das condições das árvores e a coleta de dados quantitativos, como número de árvores, espécies, altura total, e diâmetro do tronco e da copa. Esses dados são usados para avaliar a sanidade das árvores, identificar problemas e planejar o manejo adequado. O levantamento contribui para o desenvolvimento de políticas de arborização urbana mais eficientes e sustentáveis.

5.1.1. Levantamento Quantitativo

A quantificação das árvores nas ruas foi representada por regiões da área urbana, conforme Plano Diretor. O diagnóstico quantitativo da arborização de ruas de Jacareí foi realizado por meio de um censo arbóreo entre os dias 12 e 20 de setembro de 2023, sendo conduzido por 2 técnicos previamente treinados.

Nesta fase, todas as vias com urbanização mínima, ou seja, com presença de pavimentação (asfalto, concreto ou paralelepípedos), meio-fio (ou guia) e calçamento, foram percorridas, e contabilizados todos os indivíduos de porte arbóreo, arbustivos e palmeiras, com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) > 5 cm e altura total superior a 2 m localizados em calçadas (Figura 20).

Figura 20: Confirmação dos parâmetros mínimos de Altura e CAP para a contagem de indivíduos no inventário quantitativo nas ruas de Jacareí/SP. 1 – Confirmação da altura igual ou superior a 2 metros; 2 – Confirmação do CAP igual ou superior a 15,7 cm.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

5.1.2. Levantamento Qualitativo

Com base nos valores quantitativos da arborização de ruas, procedeu-se ao inventário amostral do tipo estratificado, sendo os estratos constituídos pelas regiões com características mínimas de urbanização, conforme definido anteriormente. Para isso, foi aplicada a metodologia sugerida por Maria, Biondi e Zamproni (2017), onde se estabelecem parcelas amostrais por trechos de ruas, com base no comprimento médio das quadras da área urbana.

Dado que as quadras da cidade de Jacareí têm uma média de comprimento de cerca de 150 m, foram selecionados trechos lineares que variam até 50 m a mais ou a menos em relação a esta média. Assim, foram espacializados em ambiente SIG os trechos que continham comprimentos variando de 100 a 200 m nas vias. Esses trechos representaram as parcelas amostrais para a coleta dos dados. A espacialização dos trechos foi realizada em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Na sequência, a partir das informações coletadas no levantamento quantitativo, foi realizada a fase qualitativa do inventário, com a amostragem de trechos de ruas por região urbanizada. Para a avaliação qualitativa foi utilizada a recomendação do Manual

para Elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana, elaborado pelo Ministério Público do Estado do Paraná (MPPR, 2018). O referido manual sugere que para municípios com mais de 1.500 árvores nas ruas ou acima de 50 mil habitantes, seja realizado a amostragem da população arbórea, podendo esta ser de 5 a 10% da população total de árvores de cada região (MPPR, 2018). Desse modo, para o levantamento arbóreo do sistema viário de Jacareí, foram calculados os valores referentes a 5 e 10% do total de árvores de cada região urbanizada do município, a partir dos dados levantados no inventário quantitativo.

Assim, de posse dos valores amostrais de cada região, foram sorteados e selecionados trechos de ruas, onde foram alocadas amostras do tipo linear, representados pelos trechos definidos anteriormente, cuja localização foi definida de forma aleatória por sorteio. Para o sorteio, foi verificado se havia registro de pelo menos um indivíduo de porte arbóreo naquele trecho, de acordo com o inventário quantitativo.

Dessa forma, o número de amostras alocadas em cada região foi variável, em função do número de árvores mensuradas em cada amostra, de modo que quanto maior o número de árvores presentes em cada parcela, menor é o número de amostras necessárias para se atingir a intensidade amostral desejada.

As coletas foram realizadas em ambos os lados da via simultaneamente, por duas equipes compostas por duas pessoas cada uma. Todos os membros responsáveis por estas coletas eram engenheiros florestais.

A Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24, Figura 25 e Figura 26 apresentam a espacialização das parcelas amostrais sorteadas para a avaliação qualitativa da arborização de ruas por regiões.

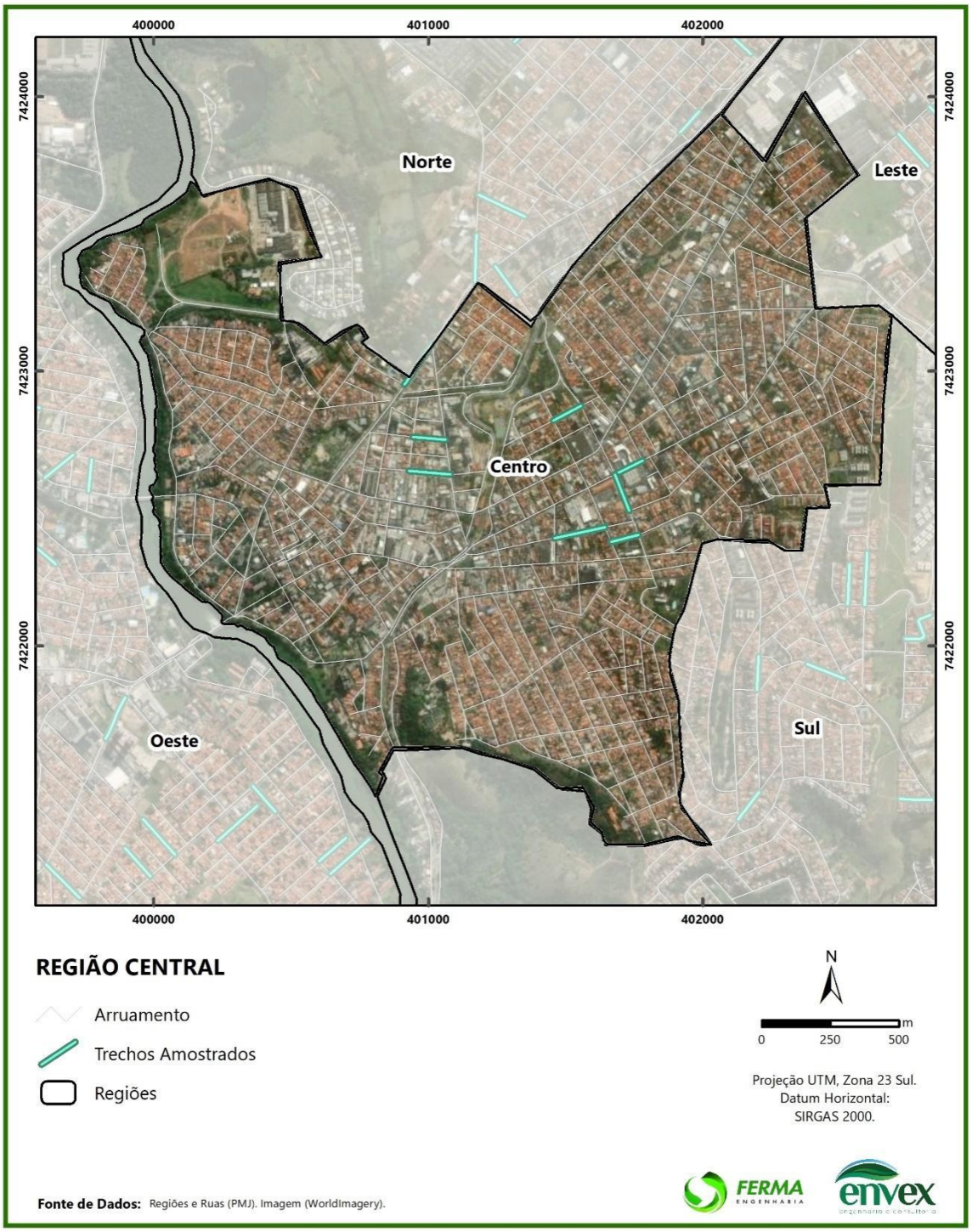


Figura 21: Trechos de ruas amostrados da região central no inventário da arborização viária de Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

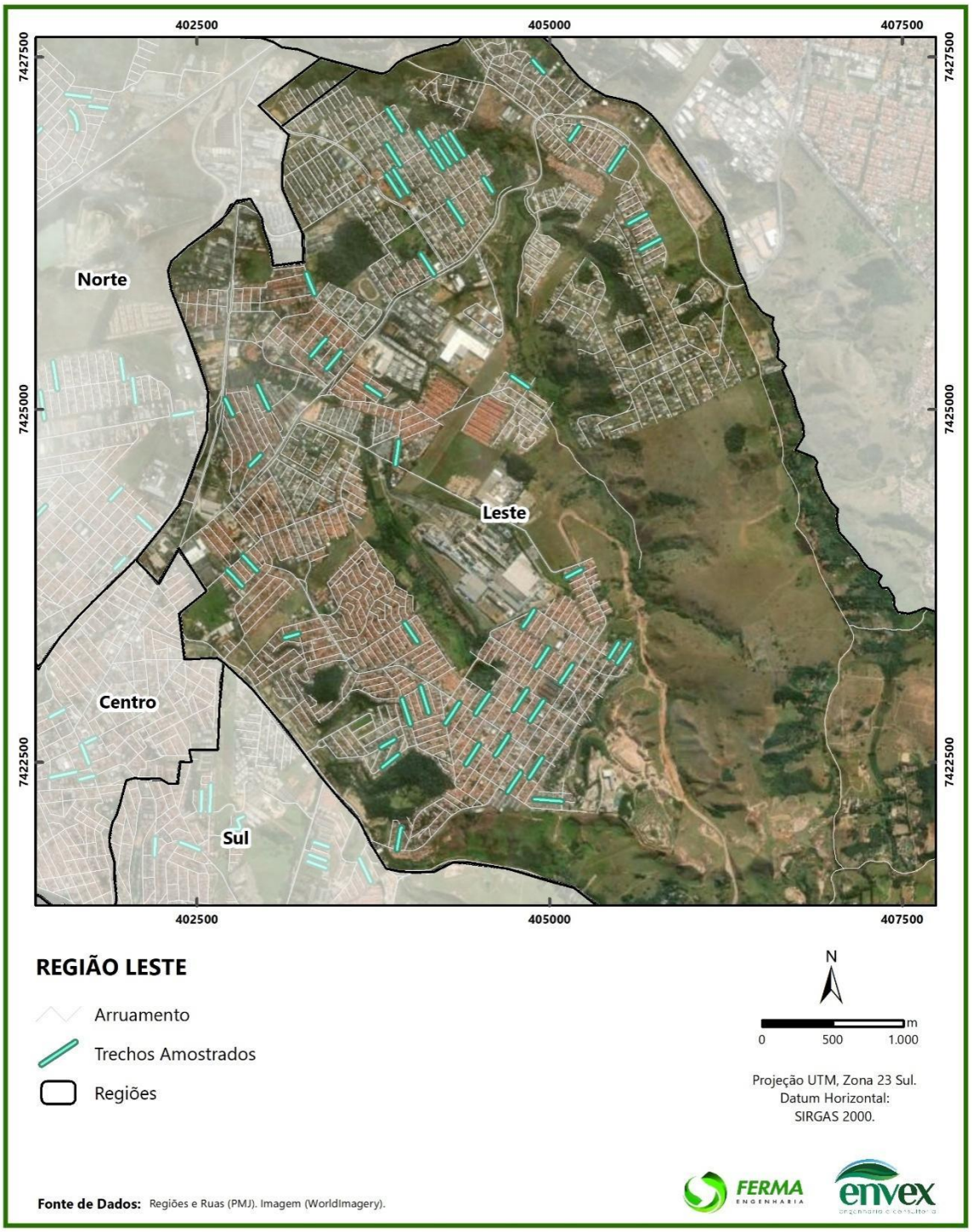


Figura 22: Trechos de ruas amostrados da região leste no inventário da arborização viária de Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

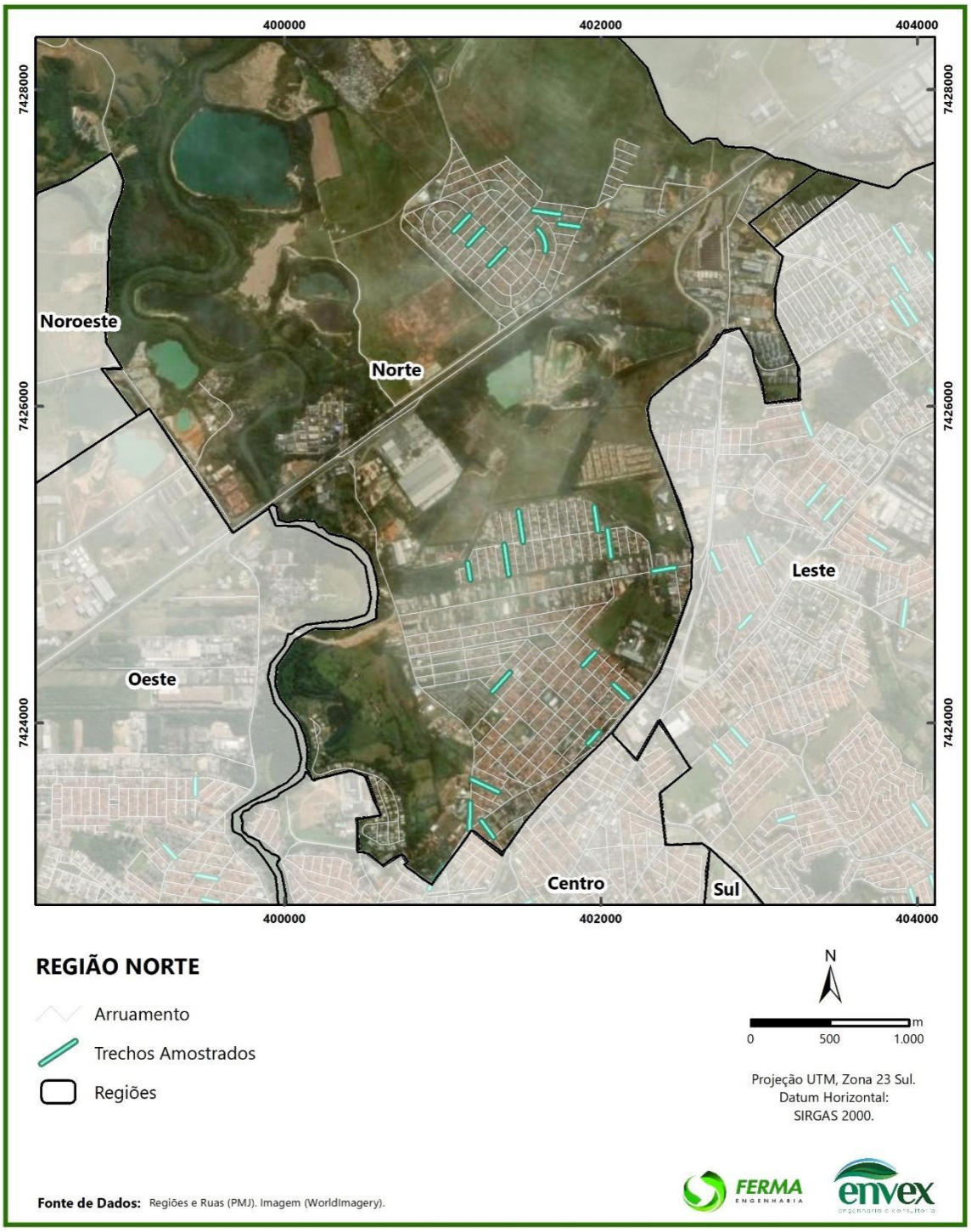


Figura 23: Trechos de ruas amostrados da região norte no inventário da arborização viária de Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

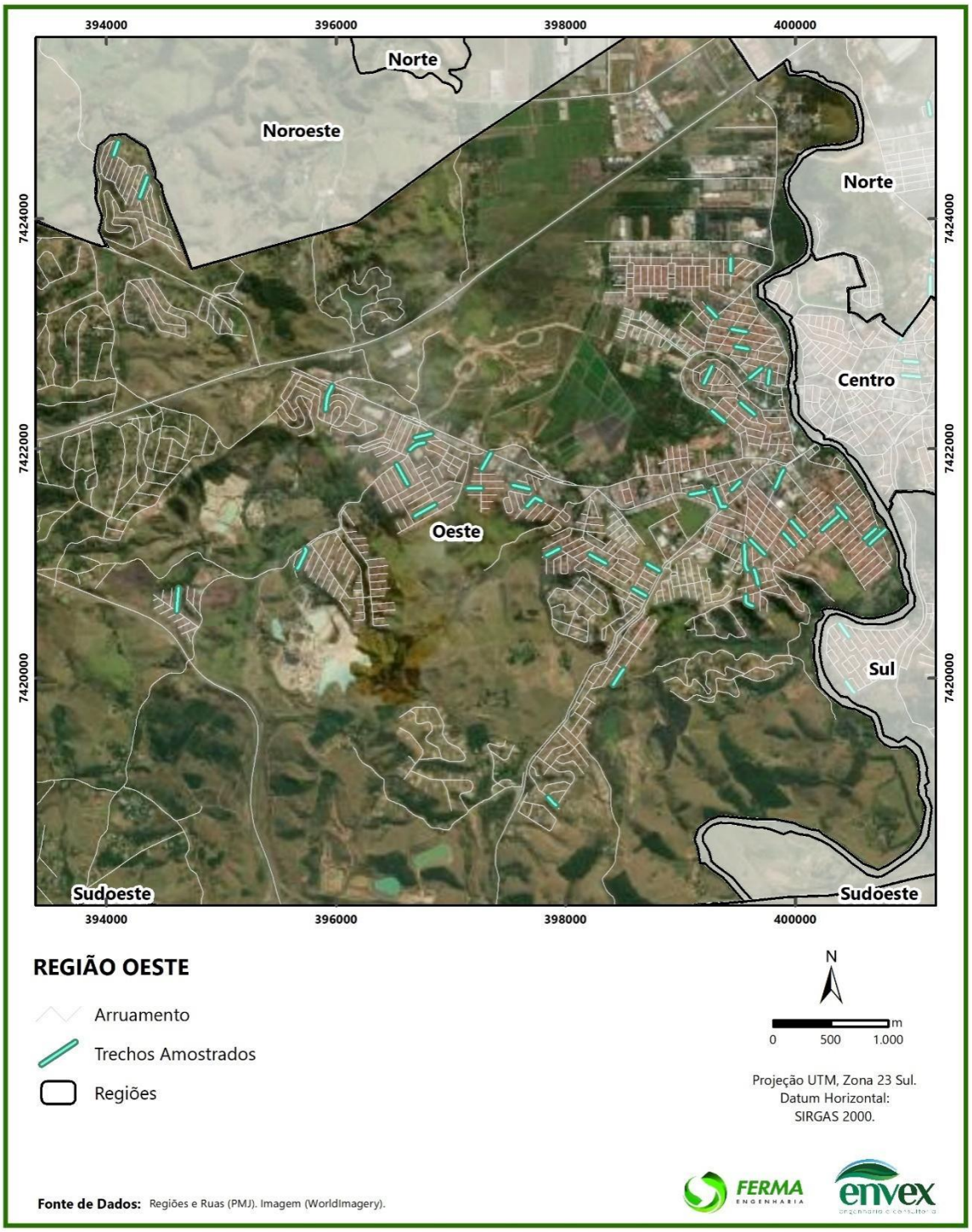


Figura 24: Trechos de ruas amostrados da região oeste no inventário da arborização viária de Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

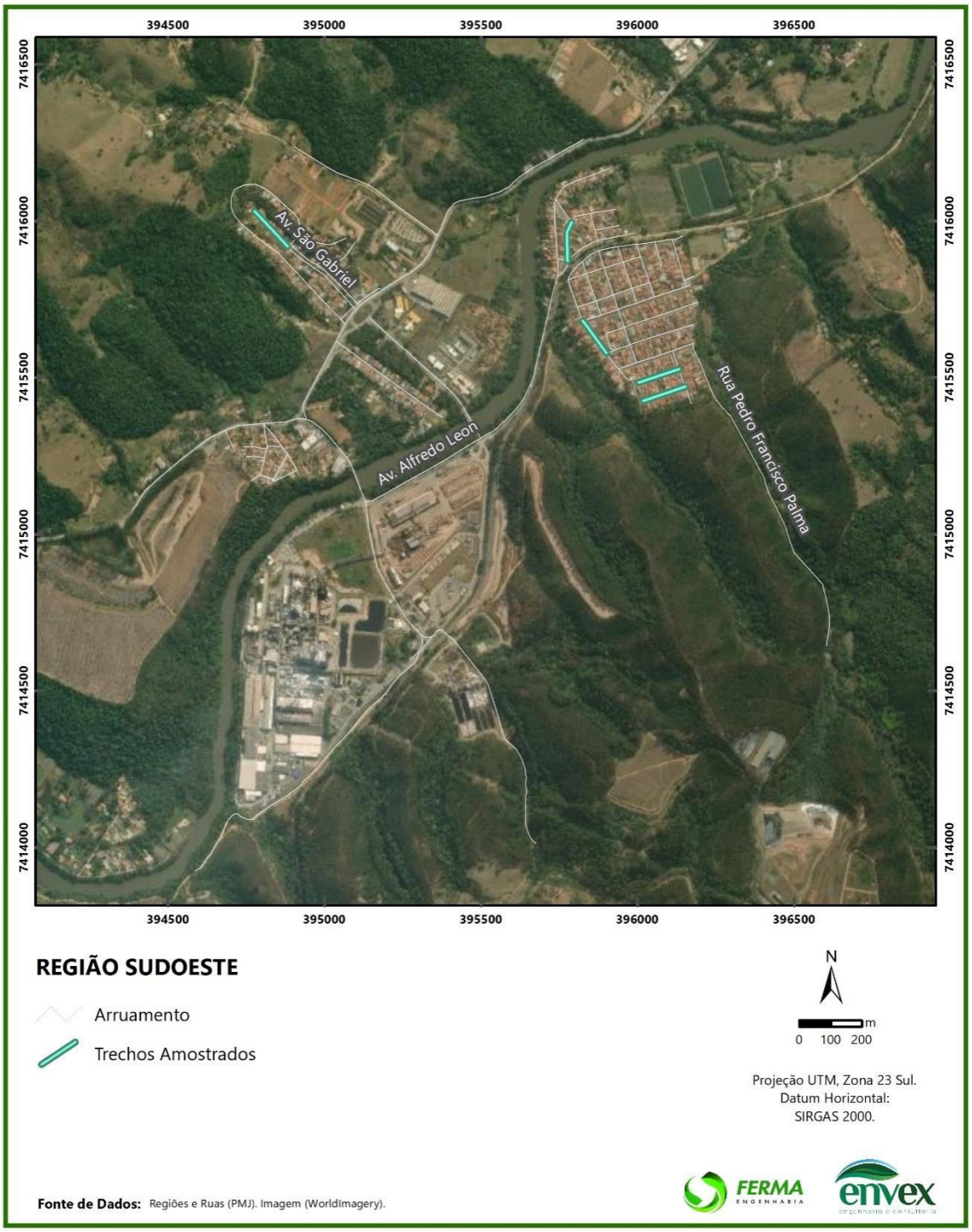


Figura 25: Trechos de ruas amostrados da região sudoeste no inventário da arborização viária de Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

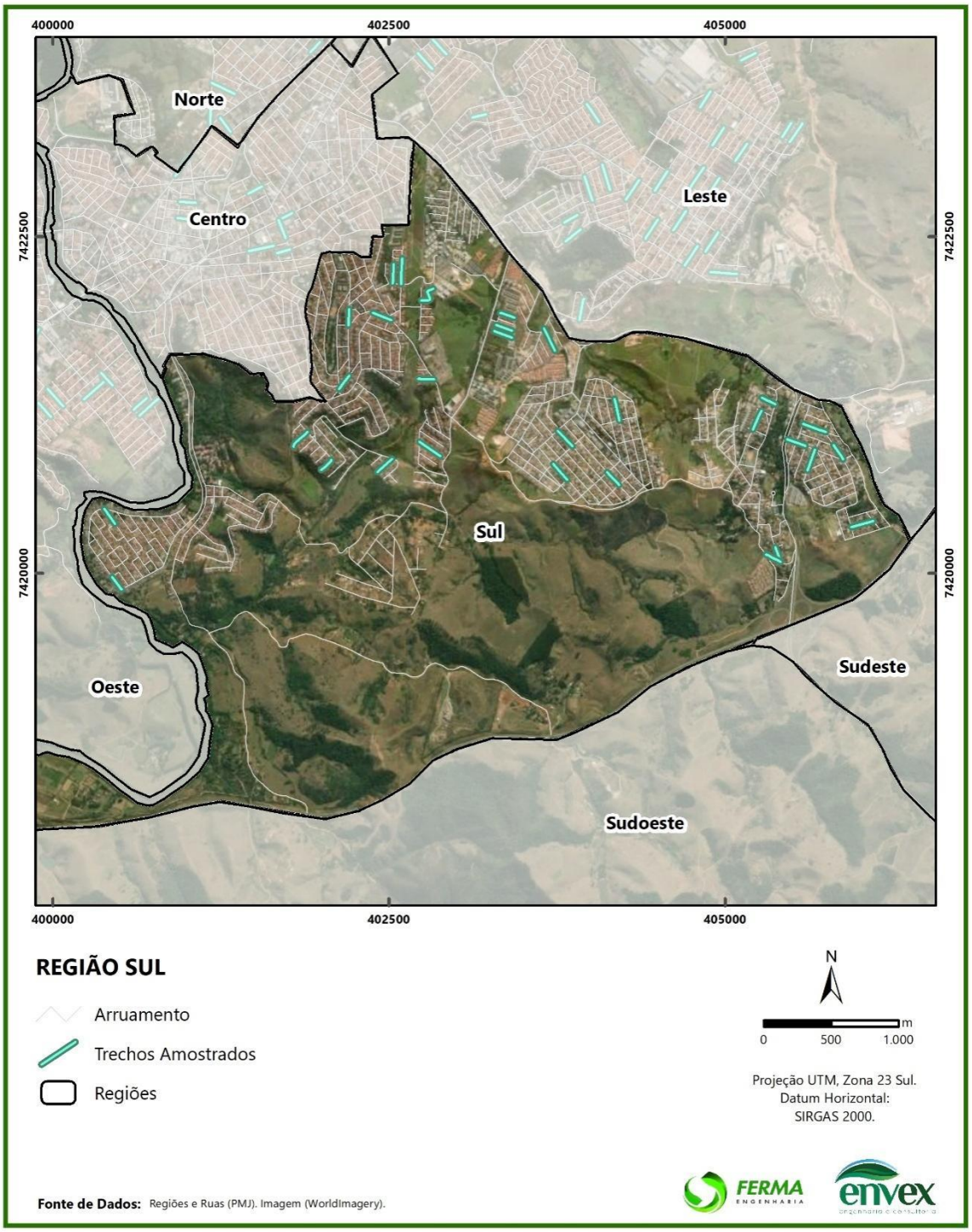


Figura 26: Trechos de ruas amostrados da região sul no inventário da arborização viária de Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

5.1.3. Coleta de Dados em Campo

As coletas em campo consistiram no levantamento de dados referentes a informações ecológicas, dendrométricas e fitossanitárias, bem como do entorno de cada indivíduo de porte arbóreo amostrado. Os dados foram coletados com o auxílio de uma ficha digital elaborada no aplicativo para smartphones de código aberto *Kobo Toolbox*, contendo os seguintes dados: localização geográfica de cada árvore, dados dendrométricos e fitossanitários, conflitos existentes com equipamentos urbanos e recomendações de mitigação, o qual dispõe de armazenamento dos dados em nuvem e a possibilidade de coletar as coordenadas geográficas.

Também, para cada indivíduo avaliado, foram registradas ao menos três fotografias digitais, sendo elas: uma foto geral da árvore (obrigatória), e duas de problemas fitossanitários, conflitos com equipamento urbanos, ou outros detalhes considerados relevantes, quando fosse necessário.

As informações ecológicas consistiram na identificação botânica de cada indivíduo amostrado, a nível de gênero e, quando possível, de espécie. Normalmente, a identificação era realizada *in loco* e, quando isso não era possível, era utilizado um aplicativo para smartphone, no caso o *PlantNet* ® ou *LeafSnap* ®, comumente empregados para esta finalidade. Na impossibilidade de identificação no local, eram coletados materiais para identificação posterior por especialistas.

Eram mensuradas a Circunferência à Altura do Peito (CAP) e o Diâmetro de Copa (DC), com o auxílio de trenas métricas. A altura total era estimada visualmente, enquanto as alturas de bifurcação e de início de copa eram mensuradas também com trenas métricas. As condições estruturais e fitossanitárias dos indivíduos amostrados eram avaliadas visualmente (Análise Nível 2), observando-se o sistema radicular visível, o tronco e a copa, à procura de fatores que pudessem representar condições expressivas de risco à saúde e estabilidade biomecânica da planta.

As espécies foram classificadas como nativa – com ocorrência natural no território brasileiro, exótica – introduzida no território brasileiro, e exótica invasora – com potencial de invadir áreas naturais no país. Os nomes científicos aceitos foram verificados na plataforma Flora do Brasil, do Programa REFLORA (https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/). As espécies exóticas invasoras foram consultadas na base de dados do Instituto Hórus para o Brasil (https://bd.institutohorus.org.br/especies) (INSTITUTO HÓRUS, 2023).

Na avaliação do meio físico, foram coletadas as informações de localização como nome da rua e região, número do imóvel mais próximo e coordenadas (latitude e longitude) do indivíduo de porte arbóreo. Além disso, foram avaliadas a posição da árvore na calçada, distância ao recuo do lote, área do canteiro, distância e tipo da fiação aérea, dentre outras.

A Tabela 10 apresenta a lista de variáveis mensuradas para a avaliação dos indivíduos de porte arbóreo presentes na arborização viária do município.

Tabela 10: Lista de variáveis mensuradas na arborização das ruas de Jacareí/SP.

Sobre Localização	1) Nome do logradouro: tipo texto livre, nome do logradouro; 2) Classificação logradouro: tipo opções fixas, via coletora, via primária, via secundária, outro; 3) Número do imóvel: tipo numérico, indica número do imóvel mais próximo à árvore; 4) Regiões: opções pré-definidas, com lista de todos os nomes de região da cidade; 5) Latitude: tipo numérico, fornecido automaticamente pelo aparelho GPS; 6) Longitude: tipo numérico, fornecido automaticamente pelo aparelho GPS; 7) Data vistoria: tipo data, fornece a data da vistoria na árvore; 8) Largura calçada: tipo numérico, indica a largura total da calçada, em metros; 9) Calçada livre: tipo numérico, indica a largura da calçada sem interferência da árvore; 10) Dano calçada: tipo opções fixas, sem calçamento, dano severo, dano moderado, dano leve, sem danos; 11) Localização relativa: opções fixas, para indicar onde a árvore se localiza: se rente à guia, se no meio da calçada, se junto ao muro frontal ou se não aplicável; 12) Largura do canteiro: largura do canteiro onde está a árvore, em metros; 13) Comprimento do canteiro: comprimento do canteiro onde está a árvore, em metros; 14) Recuo terreno: opções excludentes (sim/não), indica se há edificação rente à fachada do terreno.
Sobre os elementos arbóreos	15) Id árvore: tipo numérico, fornecido automaticamente pelo aparelho; 16) Espécie: tipo texto livre, apresenta o nome popular ou científico da espécie em análise; 17) CAP: tipo numérico, indica o valor, em centímetros, da circunferência da árvore medida à uma altura aproximada de 1,30 metros do solo; 18) DAP: tipo numérico, transforma o valor da circunferência em diâmetro (em metros); 19) Altura total: tipo numérico, apresenta o valor, em metros, da altura estimada da árvore; 20) Altura do início da copa: tipo numérico, apresenta o valor, em metros, da altura até o início da copa; 21) Altura da primeira bifurcação: estima a partir de qual altura o tronco se ramifica em galhos; 21) Copa equilibrada: opções excludentes (sim/não), indica se a copa da árvore está bem distribuída em seus eixos; 22) Diâmetro da copa na direção rua-recuo do terreno: tipo numérico, apresenta o valor, em metros, do diâmetro da copa no sentido rua-recuo do terreno; 23) Diâmetro da copa no sentido da rua: tipo numérico, apresenta o valor, em metros, do diâmetro da copa no sentido da rua; 24) Estado fitossanitário: opções fixas, bom, satisfatório, ruim, morta. São resultado da análise de cada árvore, se possui doenças, pragas, danos, inclinação, indícios de vandalismo ou outros fatores que afetem a saúde e estabilidade do exemplar arbóreo no momento da vistoria; 23) Manejo realizado: tipo texto livre, indica manutenções anteriores, como por exemplo, poda em V, poda de rebaixamento, poda de manutenção, poda de elevação, poda drástica, etc.; 24) Pragas e doenças: tipo texto livre, descreve os tipos de pragas ou doenças encontradas; 25) Colo afogado: opções excludentes (sim/não), indica se há algum impedimento físico ao redor do colo da árvore; 26) Raízes expostas: tipo opções excludentes (sim/não), indica se as raízes afloram sobre o solo ou não; 27) Raízes podadas: tipo opções excludentes (sim/não), indica se é possível constatar poda de raízes em época anterior; 28) Vandalizada: tipo texto livre, descreve o tipo de vandalismo ocasionado na árvore (fogo, prego, dano mecânico, anelamento, poda drástica, outros), quando verificado; 29) Observação: tipo texto livre, para adição de alguma informação não contemplada, por exemplo raízes podadas, grande porte, tronco torto, copa seca etc.
Sobre os conflitos	30) Sob fiação: opções excludentes (sim/não), indica se a árvore está do lado da rua por onde passa a fiação de energia elétrica; 31) Conflita fiação: tipo opções fixas, apresenta com que tipo de fiação a árvore conflita: primária, secundária, ramal, telefonia, outros; 32) Distâncias da fiação elétrica: tipo numérico, indica a distância entre a copa da árvore e a fiação, quando couber; 33) Garagem: tipo opções excludentes (sim/não), indica se a árvore conflita com a garagem; 34) Fachada do imóvel: tipo opções excludentes (sim/não), indica se a árvore conflita com a fachada do imóvel; 35) Telhado: tipo opções excludentes (sim/não), indica se a árvore possui galhos que conflitam com telhado de imóveis; 36) Conflito viário: tipo opções excludentes (sim/não), indica se há conflito de galhos baixos com o sistema viário;

	37) Conflito calçada: tipo opções excludentes (sim/não), indica se há conflito de galhos baixos com a passagem de pedestres na calçada; 38) Tubulações: tipo opções excludentes (sim/não), indica se há conflito aparente entre raízes da árvore e tubulações adjacentes; 39) Outros conflitos: tipo texto livre, para indicar algum conflito que não foi relatado, por exemplo, bueiro, hidrante, ponto de ônibus, dentre outros.
Sobre o manejo (recomendações e manutenção)	40) Ação urgente: tipo opções excludentes (sim/não), indica se há necessidade de algum procedimento em caráter de urgência, de modo a evitar riscos ao patrimônio e à vida; 41) Poda: tipo opções fixas, define o(s) tipo(s) de poda(s) recomendada(s), conforme norma ABNT: não se aplica, limpeza, contenção, rebaixamento, levantamento, restauração; 42) Requadro calçada: tipo opções fixas, indica se há necessidade de se reparar a calçada ao redor da árvore: não se aplica, sim, não; 43) Supressão: tipo opções excludentes (sim/não), indica se há motivos para o corte da árvore; 44) Tratamento fitossanitário: tipo opções fixas, indica o tipo de tratamento para a árvore, quando cabível: não se aplica, cupinicida, formicida, fungicida; 45) Outras recomendações: tipo texto livre, indica alguma outra recomendação que não foi anteriormente contemplada, por exemplo, notificar proprietário, remover parasita, remover abelhas, acionar SAAE, nova avaliação mais minuciosa, etc.
Sobre o risco de queda	46) Problemas na copa: tipo opções fixas, indica o (s) tipo (s) de problema (s) verificados na copa: galhos secos, brotações epicórmicas, cupins, fungos, desequilíbrio, folhagem rala, erva-de-passarinho; 47) Problemas no tronco: tipo opções fixas, indica o (s) tipo (s) de problema (s) verificados no tronco: inclinação >10%, lesão >40%, cavidade >30%, rachaduras, galhas, cupins, fungos, forquilhas/codominantes; 48) Condição da raiz: tipo opções fixas, indica a condição verificada na raiz: profunda, pouco superficial, superficial; 49) Problemas na raiz: tipo opções fixas, indica o (s) tipo (s) de problema (s) verificados na raiz: brotações epicórmicas, raízes adventícias, lesões, cavidades, cupins, fungos, galhas, raiz superficial, poda de raiz; 50) Frequência dos alvos: tipo opções fixas, indica a frequência verificada nos alvos, no caso a via: elevada, média, baixa; 51) Efeitos colaterais: tipo opções fixas, indica os possíveis efeitos colaterais em caso de queda total ou de partes da árvore: comercial, comercial e residencial, ponto de ônibus, residencial, sem casas; 52) Foto geral: registro de obrigatoriamente uma foto geral e de até duas fotos quando necessário.

Fonte: TR (2022). Adaptado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A Figura 27 mostra a coleta de algumas variáveis nas ruas de Jacareí.

Figura 27: Coleta de dados nas ruas de Jacareí/SP. 1 – Anotação dos dados no aplicativo; 2 – Medição do CAP; 3 – Medição da largura da calçada; 4 – Medição da largura do canteiro; 5 – Medição do comprimento do canteiro; 6 – Medição do diâmetro da copa.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Para a avaliação da condição fitossanitária dos indivíduos avaliados, foi utilizada a classificação desenvolvida por Milano (1984), composta pelas seguintes categorias:

a) Boa – com ausência de sinais de pragas, doenças ou injúrias mecânicas, apresenta a forma característica da espécie e não demanda ações de manejo;

b) Satisfatória – com condição física e vigor medianos, pode ter sofrido podas pesadas, mas conseguiu se reestabelecer satisfatoriamente, ou demanda correções de danos físicos ou controle de pragas ou doenças;

c) Ruim – com estado geral de declínio de vitalidade, muitos danos físicos, ataque de pragas ou doenças, tortuosidade, podas pesadas que descaracterizam a espécie, prejudicando a sua recuperação, e demandando intensas ações de manejo;

d) Árvore morta – com aparente ausência de atividades fisiológicas.

As coletas em campo foram realizadas entre os dias 04 de outubro e 01 de novembro de 2023.

5.1.4. Análise Estatística

Para assegurar a representatividade estatística dos trechos de ruas amostrados, o cálculo da suficiência amostral estratificada por região foi realizado com base no número de parcelas a serem instaladas durante o inventário, com um nível de confiança de 95% e um limite de erro de 10%, considerando a variância amostral.

A fórmula utilizada para o cálculo da suficiência amostral estratificada foi a seguinte equação:

$$n = \frac{t^2 * (\Sigma\ Des.Pad, Estratificados)^2}{E^2 + \frac{t^2 + (\Sigma\ Var.Pad.Estratificados)}{Nº\ total\ de\ amostras}}$$

Em que: n = Número ótimo de parcelas do estrato;
t = Valor tabelado da distribuição t de Student (0,05%, 153 gl);
Des. Pad. = Desvio padrão;
E = Erro de amostragem;
Var. Pad. = Variância padrão.

A partir dos dados coletados em campo, foi possível caracterizar a arborização urbana viária do município de Jacareí quanto a sua composição florística, e realizar a avaliação dendrométrica da arborização inventariada, além da caracterização do meio físico, das condições fitossanitárias e do nível de risco de queda das árvores amostradas.

5.1.5. Análise de Nível 2 (Análise de Risco)

Considerando a relevância da avaliação visual de riscos na prevenção de acidentes provenientes da queda de galhos ou mesmo de árvores inteiras diante da ocorrência de eventos climáticos extremos, procedeu-se à avaliação visual do risco de queda para todos os indivíduos amostrados em campo, tanto durante o inventário da arborização viária quantos das árvores presentes em áreas verdes. Esta avaliação é considerada como de nível 2, conforme estabelecido pela NBR 16.246-3 (ABNT, 2019).

Para avaliação visual do risco de queda de árvores em Jacareí, adotou-se o protocolo proposto por Maria (2021). Um diferencial deste protocolo é a atribuição da probabilidade de falha da árvore, que é determinada pela identificação de problemas estruturais e fitossanitários nas árvores, os quais são posteriormente correlacionados com as condições dos alvos e possíveis efeitos colaterais no local para a definição do risco de queda apresentado por cada árvore amostrada (Figura 28).

Análise visual do risco de queda de árvores urbanas proposto por Maria (2021)

Localização:	Avaliador:	Data: __/__/____
Espécie:	Largura da calçada:	Área do canteiro:
Altura total: _____ CAP: _____ Altura de bifurcação:_____ Diâmetro de copa:_____e _____	Indícios de podas anteriores Não ☐ Sim ☐	Tipo de poda anterior Limpeza ☐ Unilateral ☐ Elevação ☐ Redução ☐

Probabilidade de falha da árvore

Análise da copa	Análise do tronco	Análise da base/raiz
Galhos secos Sim ☐ Não☐	Inclinação >10% Sim ☐ Não☐	Brotações epicórmicas Sim ☐ Não☐
Brotações epicórmicas Sim ☐ Não☐	Lesões >40% Sim ☐ Não☐	Raízes Adventícias Sim ☐ Não☐
Cupins Sim ☐ Não☐	Cavidades >30% Sim ☐ Não☐	Lesões Sim ☐ Não☐
Fungos Sim ☐ Não☐	Rachaduras Sim ☐ Não☐	Cavidades Sim ☐ Não☐
Desequilíbrio Sim ☐ Não☐	Galhas Sim ☐ Não☐	Cupins Sim ☐ Não☐
Folhagem rala Sim ☐ Não☐	Cupins Sim ☐ Não☐	Fungos Sim ☐ Não☐
Erva de passarinho Sim ☐ Não☐	Fungos Sim ☐ Não☐	Galhas Sim ☐ Não☐
	Forquilhas/codominantes Sim ☐ Não☐	Raiz superficial Sim ☐ Não☐
		Poda de raiz Sim ☐ Não☐
Quantidade de sim: ___	Quantidade de sim: ___	Quantidade de sim: ___

Alvos

Zona de baixa frequência ☐
Zona de média frequência ☐
Zona de alta frequência ☐

Efeitos colaterias

Rua comercial ☐
Rua com ponto de ônibus ☐
Rua residencial e comercial ☐
Rua residencial ☐
Rua sem casas ☐

Informações complementares :
_____
_____
_____
_____

Classificação da Probabilidade de falha da árvore

A probabilidade de falha da árvore é calculada pela somatória da quantidade defeitos (sim) na copa, no tronco e na base ou raízes, multiplicado pelos pesos descritos na equação abaixo:

$$Pfa = Qs\ copa*2 + Qs\ tronco*4 + Qs\ raiz*4$$

Classificação	Valor Pfa
Improvável	$0 < Pfa \leqslant 9$
Possível	$10 < Pfa \leqslant 19$
Provável	$20 < Pfa \leqslant 29$
Elevado	$Pfa \geqslant 30$

Classificação do risco de queda

A classificação do risco de queda é dada em duas etapas, descritas nas matrizes 1 e 2

Matriz 1: categorização do IMPACTO da queda sob os alvos (combinação entre a probabilidade de falha e os alvos)

Probabilidade de falha da árvore	Classificação dos alvos		
	Alta Frequência	Média Frequência	Baixa Frequência
Elevado	Extremo	Alto	Alto
Provável	Alto	Alto	Médio
Possível	Médio	Médio	Baixo
Improvável	Baixo	Baixo	Baixo

Matriz 2: categorização do RISCO DE QUEDA DA ÁRVORE
(combinação entre o impacto da queda sob os alvos e os efeitos colaterais)

Impacto da queda sobre alvo	Efeitos colaterais				
	Comercial	Com ônibus	Zona Mista	Residencial	Sem casas
Extremo	Extremo	Extremo	Alto	Alto	Médio
Alto	Extremo	Alto	Alto	Médio	Médio
Médio	Alto	Alto	Médio	Médio	Baixo
Baixo	Médio	Médio	Baixo	Baixo	Baixo

CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE QUEDA: _____

Figura 28: Ficha de avaliação visual do risco de queda das árvores amostradas em Jacareí/SP.

Fonte: Maria (2021).

5.1.6. Análise de Nível 3

Nos casos em que a avaliação de Nível 2 foi considerada insuficiente, por não haver indícios visuais suficientes para uma avaliação mais precisa, os indivíduos arbóreos presentes tanto na arborização de ruas quanto de propriedades municipais e sistemas de lazer foram selecionados e posteriormente avaliados por meio da avaliação de Nível 3. Neste tipo de avaliação, são empregados métodos e tecnologias avançadas para avaliação da extensão ou da severidade das condições ou defeitos presentes na árvore (ABNT, 2013).

A avaliação de Nível 3 (ABNT, 2013), foi realizada por técnicos, utilizando-se um penetrógrafo IML-RESI PowerDrill®, modelo PD500, com capacidade de penetração de 50 cm, por meio de uma broca de 1,5 mm e velocidade constante, ajustável até 200 cm/min para penetração e rotação até 5000 rpm (Figura 29). O método de análise consiste em uma prospecção que mede a resistência à perfuração e força de avanço, para fornecer dados sobre a condição e segurança da madeira da árvore.

Figura 29: Penetrógrafo modelo IML-RESI PowerDrill® utilizado na avaliação das árvores de Jacareí/SP.
Fonte: PD Instrumentos (2023).

O referido equipamento dispõe de uma tela que exibe dois gráficos das medições em tempo real. Com uma agulha (broca) de perfuração fina, o dispositivo de medição

penetra na madeira de forma minimamente invasiva e registra a resistência à perfuração e a força de avanço em relação à profundidade de penetração. Com a observação dos dois gráficos é possível verificar a presença de cavidade, rachaduras ou madeira em decomposição.

Quando a agulha detecta uma cavidade ou madeira fragilizada, a curva de medição perde resistência e é vista como uma linha plana ou decrescente no gráfico, o que indica uma perda na estrutura da madeira. Além disso, o IML-RESI PD possui o registro da curva de força de avanço, chamado de "FEED", que aumenta a sensibilidade da broca para detectar deterioração da madeira, mesmo em estágio inicial.

O método consiste na medição da resistência da madeira nos quatro sentidos: norte, oeste, sul e leste, na base do solo (colo da árvore) e na altura do DAP (1,30 m acima do solo). Estas análises foram realizadas no dia 10 de novembro de 2023.

5.2. Arborização em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer

A avaliação da arborização de propriedades municipais e sistemas de lazer de Jacareí foi realizada por meio de um levantamento quali-quantitativo, da mesma forma que a arborização de ruas. A seleção de locais para a coleta de dados foi realizada por meio de um arquivo *shapefile* disponibilizado pela PMJ, contendo diferentes classes, das quais foram retiradas aquelas que não seriam pertinentes ao objetivo da avaliação.

5.2.1. Levantamento Quantitativo

Com base no levantamento quantitativo das propriedades municipais e sistemas de lazer, foi realizado o inventário qualitativo. A seleção dos locais se deu a partir de uma adaptação da recomendação do MPPR (2018), de que sejam amostradas entre 5 e 10% da população de árvores do município. Assim, de posse das classes selecionadas no arquivo *shapefile* disponibilizado pela PMJ, procedeu-se ao cálculo de 5% da quantidade de áreas representativas de cada classe. As classes de áreas verdes amostradas foram área dominial, área institucional, praças, áreas de lazer e áreas verdes.

O levantamento arbóreo nestes locais foi realizado por meio de um censo arbóreo, onde todos os indivíduos de porte arbóreo, arbustivos e palmeiras, com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) >5 cm e altura total superior a 2 m foram avaliados.

A Figura 30 apresenta a localização das propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP.

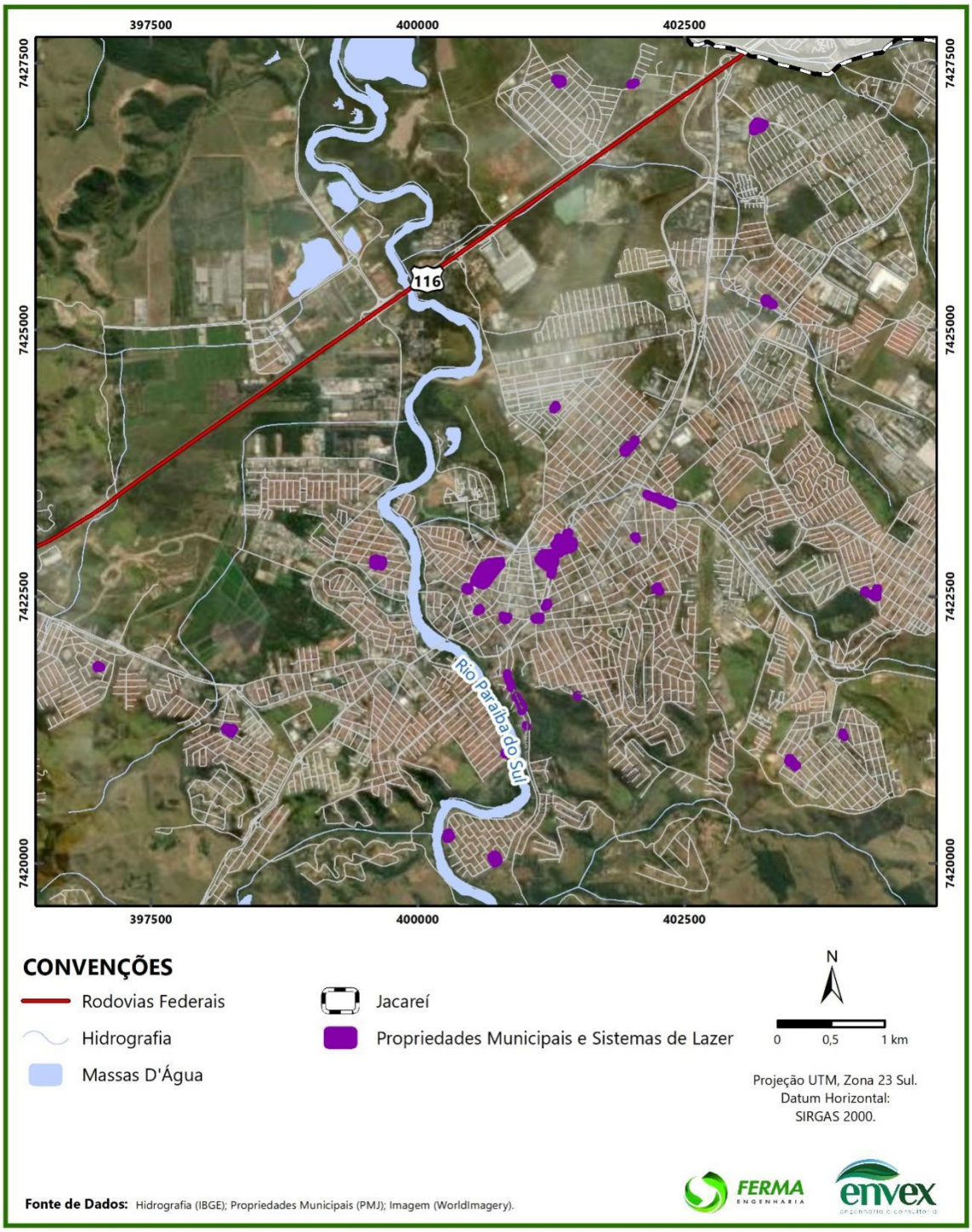


Figura 30: Localização das propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

5.2.2. Levantamento Qualitativo

O levantamento qualitativo foi realizado seguindo a mesma metodologia do levantamento qualitativo da arborização de ruas, já descrita neste documento e, pelos mesmos profissionais, entre os dias 20 de outubro e 01 de novembro de 2023.

5.2.3. Coleta de Dados em Campo

As coletas em campo foram realizadas com parâmetros semelhantes àqueles da arborização de ruas, com o levantamento de dados referentes a informações ecológicas, dendrométricas e fitossanitárias, e o entorno de cada indivíduo de porte arbóreo amostrado. Os dados também foram coletados com o auxílio de uma ficha digital elaborada no aplicativo *Kobo Toolbox*, com as informações descritas na Tabela 11, e as espécies foram classificadas também da mesma forma que para aquelas presentes na arborização de ruas.

Com base nos dados coletados em campo, caracterizou-se a arborização presente nas propriedades municipais e sistemas de lazer do município de Jacareí quanto a sua composição florística, e realizar a avaliação dendrométrica da arborização inventariada, além da caracterização do meio físico, das condições fitossanitárias.

Tabela 11: Lista de variáveis mensuradas na arborização das propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP.

Sobre Localização	1) ID do local: tipo numérico, indica o código pré-definido para o local; 2) Latitude: tipo numérico, fornecido automaticamente pelo aparelho GPS; 3) Latitude: tipo numérico, fornecido automaticamente pelo aparelho GPS; 4) Data vistoria: tipo data, fornece a data da vistoria na árvore; 5) Cobertura do solo: tipo texto livre, para indicar qual o tipo de cobertura está sob a projeção da copa ou no canteiro, quando aplicável.
Sobre os elementos arbóreos	6) Id árvore: tipo numérico, fornecido automaticamente pelo aparelho; 7) Espécie: tipo texto livre, apresenta o nome popular ou científico da espécie em análise; 8) CAP: tipo numérico, indica o valor, em centímetros, da circunferência da árvore medida à uma altura aproximada de 1,30 metros do solo; 9) DAP: tipo numérico, transforma o valor da circunferência em diâmetro (em metros); 10) Altura total: tipo numérico, apresenta o valor, em metros, da altura estimada da árvore; 11) Estado fitossanitário: opções fixas, morta, péssimo, ruim, satisfatório, bom, ótimo. São resultado da análise de cada árvore, se possui doenças, pragas, danos, inclinação, indícios de vandalismo ou outros fatores que afetem a saúde e estabilidade do exemplar arbóreo no momento da vistoria;
Sobre o manejo (recomendações e manutenção)	12) Poda: tipo opções fixas, define o(s) tipo(s) de poda(s) recomendada(s), conforme norma ABNT: não se aplica, limpeza, contenção, rebaixamento, levantamento, restauração; 13) Supressão: tipo opções excludentes (sim/não), indica se há motivos para o corte da árvore;
Sobre o risco de queda	14) Problemas na copa: tipo opções fixas, indica o (s) tipo (s) de problema (s) verificados na copa: galhos secos, brotações epicórmicas, cupins, fungos, desequilíbrio, folhagem rala, erva-de-passarinho; 15) Problemas no tronco: tipo opções fixas, indica o (s) tipo (s) de problema (s) verificados no tronco: inclinação >10%, lesão >40%, cavidade >30%, rachaduras, galhas, cupins, fungos, forquilhas/codominantes; 16) Condição da raiz: tipo opções fixas, indica a condição verificada na raiz: profunda, pouco superficial, superficial; 17) Problemas na raiz: tipo opções fixas, indica o (s) tipo (s) de problema (s) verificados na raiz: brotações epicórmicas, raízes adventícias, lesões, cavidades, cupins, fungos, galhas, raiz superficial, poda de raiz; 18) Frequência dos alvos: tipo opções fixas, indica a frequência verificada nos alvos, no caso a via: elevada, média, baixa; 19) Efeitos colaterais: tipo opções fixas, indica os possíveis efeitos colaterais em caso de queda total ou de partes da árvore: comercial, comercial e residencial, ponto de ônibus, residencial, sem casas; 20) Foto geral: registro de obrigatoriamente uma foto geral e de até duas fotos quando necessário.

Fonte: TR (2022). Adaptado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A Figura 31 apresenta a coleta de dados em propriedades municipais e sistemas de lazer de Jacareí.

Figura 31: Coleta de dados em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

5.3. Arborização em APPs Urbanas

Tendo como fonte a base de dados do IBGE, as APPs urbanas foram demarcadas com base na Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal), em que são definidas as delimitações das faixas marginais dos cursos hídricos, tomando como partida, a largura dos corpos hídricos e a respectiva faixa de proteção. Para lagos situados em zona urbana, considera-se 10 metros de largura, e para as nascentes, considera-se um raio de 50 metros. Foi utilizada para a análise de APP urbana a demarcação elaborada pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável.

Para a análise de APP urbana, foram utilizadas imagens de satélite do projeto MapBiomas – cuja acurácia dos dados é de 87,9%. O uso e cobertura da terra foram analisadas em 4 períodos nos últimos 15 anos: 2007, 2012, 2017 e 2022, para fins de comparação, sendo focadas nas áreas de APP no perímetro urbano.

Dentre as categorias de uso e cobertura da terra do MapBiomas consideradas, estão: agropecuária, área não vegetada, corpo d'água e floresta, com as respectivas classes detalhadas na Tabela 12.

Tabela 12: Classes de uso e cobertura da terra e respectivas categorias.

Agropecuária	Pastagem
	Soja
	Mosaico de Usos
	Silvicultura
	Outras Lavouras Temporárias
Área Não Vegetada	Área Urbanizada
	Mineração
	Outras Áreas Não Vegetadas
Corpo D'Água	Rio, Lago e Oceano
Floresta	Formação Florestal

Fonte: MapBiomas (2022). Organizado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A FBDS apresenta ainda o respectivo uso do solo, o qual apresenta as seguintes categorias: área antropizada, área edificada, silvicultura e formação florestal.

Com base nestas informações e na delimitação das APPs na zona urbana considerando o Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012) e o mapeamento da FBDS, foi possível gerar o *shapefile* e recortar os usos e coberturas da terra no perímetro urbano para então calcular as respectivas estimativas e gerar produtos cartográficos, que serão apresentadas no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

Ademais, foram visitados sete locais em campo no início de novembro de 2023, para atestar a situação atual da área de APP urbana, como forma de validar as análises geoespaciais e observar quais as características dessas áreas atualmente.

5.4. Diagnóstico Participativo

Na etapa de diagnóstico participativo da população, a respeito da arborização do município, foram aplicadas duas metodologias, visando o melhor aproveitamento e participação igualitária distribuída na área urbana de Jacareí. A primeira metodologia consistiu na aplicação de um questionário de percepção dos moradores sobre a arborização urbana do município, o qual ficou hospedado na plataforma *Google Forms*, desde 05 de setembro de 2023 até o fechamento deste documento, sendo computadas 117 respostas no formulário *online* do *Google*.

Em relação à estrutura do questionário, este foi elaborado como tipo misto, constituído por perguntas abertas e fechadas, de escala de opinião, dicotômicas, de múltipla escolha e dissertativas, contemplando informações quanto ao perfil do entrevistado. As perguntas do questionário podem ser vistas no Anexo I deste documento.

Também foi questionado se a pessoa teria interesse em receber os resultados da pesquisa por e-mail. A fim de contatar o entrevistado em uma próxima ocasião de participação no PMAU. Após a finalização da coleta, os dados foram compilados em planilhas do *software* Excel® para posterior análise e confecção de gráficos.

6. DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO URBANA

O Diagnóstico da Arborização Urbana de Jacareí foi elaborado a partir de amostragens obtidas em cada uma das regiões das que compõem a zona urbana:

- Região Central;
- Região Leste;
- Região Norte;
- Região Oeste;
- Região Sudoeste; e
- Região Sul.

Para cada região foram definidos espaços específicos para a análise e avaliação, de características próprias quanto aos aspectos urbanísticos determinantes do processo de arborização:

- Ruas;
- Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer;
- APPs Urbanas.

Foram inventariadas 2.719 árvores, sendo 907 em ruas e 1.812 em propriedades municipais e sistemas de lazer.

Estas foram avaliadas a partir de procedimentos metodológicos e parâmetros específicos característicos de cada ambiente urbano considerado.

6.1. Arborização de Ruas

6.1.1. Levantamento Quantitativo da Arborização de Ruas

O perímetro urbano do município de Jacareí compreende 2.136 ruas, distribuídas nas regiões, todavia, 543 ruas não apresentam condições mínimas de urbanização (estrada de chão, ausência de meio fio e calçada e condomínios fechados).

A Figura 32 apesenta exemplos de ruas com diferentes tipos de pavimentação encontrados em Jacareí.

Figura 32: Exemplos de pavimentos encontrados em ruas de Jacareí/SP. 1 – Rua sem pavimentação, não considerada no inventário; 2 – Rua pavimentada com paralelepípedos, considerada no inventário, caso tenha calçada; 3 – Rua pavimentada com asfalto, considerada no inventário, caso tenha calçada.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Ao percorrer e realizar a contagem de árvores de todas as vias com urbanização mínima e presença de arborização, observa-se que o município abriga um conjunto total de 16.467 espécimes arbóreos, englobando árvores, arbustos e palmeiras, com uma altura mínima de 2 m e DAP superior a 5 cm. Considerando o número de habitantes levantados no último Censo Demográfico (IBGE, 2022), Jacareí apresenta um índice de cobertura arbórea de 0,0685 árvores por habitante.

6.1.2. Levantamento Qualitativo da Arborização de Ruas

No inventário qualitativo da arborização de ruas, foram amostrados 907 indivíduos arbóreos, dentre os 16.467 presentes na arborização urbana de Jacareí, distribuídas em 154 unidades amostrais (Tabela 13). Essa amostragem equivale a 5,51% da arborização em vias públicas, estando em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo MPPR (2018), que recomenda uma amostragem superior à 5% da população total de árvores existentes no município.

Tabela 13: Índices quantitativos da arborização viária amostrada em Jacareí/SP.

Região	NTA	NAA	UAT (N)	UAA	NAA (%)	NAA/UAA
Central	379	53	153	8	13,98	6,63
Leste	4.776	254	353	50	5,32	5,08
Norte	2.763	144	176	19	5,21	7,58
Oeste	5.360	282	333	42	5,26	6,71
Sudoeste	217	12	10	5	5,53	2,40
Sul	2.972	162	202	30	5,45	5,40
TOTAL	**16.467**	**907**	**1.227**	**154**	**5,51**	**5,89**

NOTA: NTA: Número total de árvores; NAA: Número de árvores avaliadas; UAT: Unidades amostrais totais; UAA: Unidades amostrais avaliadas.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.1.3. Análise Estatística

Calculando o número ótimo de parcelas, tem-se:

$$n = \frac{1{,}96^2 * (25{,}60)^2}{6{,}40^2 + \frac{1{,}96^2 + (702{,}27)}{16467}} = \frac{3{,}84 * 655{,}36}{40{,}96 + 706{,}11} = 61{,}35 \text{ parcelas}$$

A análise de suficiência amostral indicou que seriam necessárias 62 parcelas amostrais para uma representação estatisticamente significativa da arborização de ruas em Jacareí. No entanto, a fim de garantir uma análise ainda mais abrangente, optou-se por realizar um inventário qualitativo estratificado em 154 parcelas amostrais.

Portanto, o inventário realizado apresenta uma representatividade estatística abrangente da arborização nas ruas do município.

Para determinar o número ideal de parcelas por estrato, o número total de parcelas calculado (n = 61,35) foi distribuído de maneira ponderada entre todos os estratos, considerando o desvio-padrão de cada estrato em relação à soma dos desvios-padrão estratificados. Devido aos resultados com valores decimais, estes foram arredondados para o próximo valor inteiro superior. O número ótimo de parcelas por estrato (ou região) é apresentado na Tabela 14.

Tabela 14: Número ótimo de parcelas por região em Jacareí/SP.

Região	n	n arredondado
Centro	7,27	8
Leste	12,23	13
Norte	9,00	9
Oeste	23,13	24
Sudoeste	0,25	1
Sul	9,47	10
TOTAL	**61,35**	**65**

NOTA: n: número ótimo de parcelas do estrato.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

O erro padrão relativo da amostragem foi de 9,49%, o qual está abaixo do limite máximo permitido de 10%, conforme estabelecido pelo MPPR (2018). Isso confirma que a amostragem realizada atendeu com êxito a todos os critérios estatísticos estipulados.

6.1.4. Composição Florística da Arborização de Ruas

Os 907 indivíduos de porte arbóreo amostrados estão distribuídos em 114 espécies, 42 famílias botânicas, e 90 gêneros, conforme pode ser observado na Tabela 15. A família com maior riqueza de espécies na arborização das ruas de Jacareí é a Fabaceae, com 19 espécies, o que corresponde a 16,70% do total; seguida por

Arecaceae, com 10 espécies (8,77%); Myrtaceae, com 9 espécies (7,89%); Bignoniaceae, com 8 espécies (7,02%); Malvaceae, com 6 espécies (5,26%); e Euphorbiaceae, com 5 (4,39%).

Quanto ao hábito das espécies dos indivíduos amostrados, 63,16% são classificadas como árvores, 25,44% como arbustos, 8,77% como palmeiras, e 1,75% de outros hábitos de vida (como as iúcas e os mamoeiros).

Com relação à origem, das 114 espécies identificadas, 39 são nativas do Brasil (34,21%) e 73 são exóticas (64,03%). Dentre as espécies exóticas, 28 espécies (24,56%) são consideradas invasoras no Brasil (INSTITUTO HÓRUS, 2023). As espécies exóticas invasoras foram representadas por 285 indivíduos de porte arbóreo, o que representa 31,42% do total de plantas amostradas. Por isso, o plantio dessas espécies não é indicado para a arborização urbana, a fim de se proteger a biodiversidade nativa da região. A distribuição dos indivíduos amostrados classificados como espécie exótica invasora pode ser observada na Figura 33.

Tabela 15: Relação das famílias, espécies, hábitos de vida e origem dos indivíduos mostrados na arborização viária de Jacareí/SP.

Família/Nome científico	Nome popular	Hábito de vida	Origem
Anacardiaceae			
Mangifera indica L.	Mangueira	AV	EI
Schinus molle L.	Aroeira-salso	AV	N
Schinus terebinthifolia Raddi	Aroeira-vermelha	AV	N
Spondias purpurea L.	Serigueleira	AV	E
Annonaceae			
Annona muricata L.	Graviola	AV	E
Annona squamosa L.	Fruta-do-conde	AV	N
Apocynaceae			
Nerium oleander L.	Espirradeira	AB	E
Araliaceae			
Heptapleurum actinophyllum (Endl.) Lowry & G.M. Plunkett	Árvore-guarda-chuva	AB	EI
Heptapleurum arboricola Hayata	Cheflera	AB	EI
Araucariaceae			
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	Araucária	AV	N
Arecaceae			
Archontophoenix cunninghamiana (H.Wendl.) H.Wendl. & Drude	Palmeira-real	P	EI
Carpentaria acuminata (H.Wendl. & Drude) Becc.	Palmeira-carpentaria	P	E
Caryota urens L.	Palmeira-rabo-de-peixe	P	EI
Cocos nucifera L.	Coqueiro	P	N
Dypsis decaryi (Jum.) Beentje & J.Dransf.	Palmeira-triangular	P	E
Dypsis lutescens (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf.	Areca-bambu	P	E
Phoenix roebelenii O'Brien	Palmeira-fênix	P	EI
Roystonea oleracea (Jacq.) O.F.Cook	Palmeira-imperial	P	EI
Roystonea regia (Kunth) O.F.Cook	Palmeira-imperial-de-cuba	P	E
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	Palmeira-jerivá	P	N
Asparagaceae			
Dracaena arborea (Willd.) Link	Dracena-arbórea	AV	E
Asteraceae			
Gymnanthemum amygdalinum (Delile) Sch.Bip. ex Walp.	Boldo-africano		E
Bignoniaceae			
Cybistax antisyphilitica (Mart.) Mart.	Ipê-verde	AB	N
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-amarelo-miúdo	AV	N

Família/Nome científico	Nome popular	Hábito de vida	Origem
Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos	Ipê-rosa	AV	N
Handroanthus umbellatus (Sond.) Mattos	Ipê-amarelo-do-brejo	AV	N
Jacaranda mimosifolia D. Don	Jacarandá-mimoso	AV	E
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Ipê-de-el-salvador	AV	E
Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	AV	N
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	Ipê-de-jardim	AV	EI
Bixaceae			
Bixa orellana L.	Urucum	AB	N
Cactaceae			
Pereskia grandifolia Haw.	Ora-pro-nóbis-arbórea	AB	N
Caricaceae			
Carica papaya L.	Mamoeiro	O	E
Chrysobalanaceae			
Moquilea tomentosa Benth.	Oitizeiro	AV	N
Combretaceae			
Terminalia catappa L.	Sete-copas	AV	EI
Convolvulaceae			
Ipomoea carnea Jacq.	Algodão-bravo	AB	N
Cupressaceae			
Cryptomeria japonica (Thunb. ex L.f.) D.Don	Criptoméria	AV	E
Cupressus lusitanica Mill.	Cipreste-português	AV	EI
Juniperus chinensis Roxb.	Kaizuka	AB	E
Thuja occidentalis L.	Tuia	AB	E
Dilleniaceae			
Dillenia indica L.	Maçã-de-elefante	AV	E
Euphorbiaceae			
Codiaeum variegatum (L.) Rumph. ex A.Juss.	Cróton-vermelho	AB	E
Euphorbia cotinifolia L.	Leiteiro-vermelho	AB	EI
Euphorbia leucocephala Lotsy	Cabeleira-de-velho	AB	E
Jatropha curcas L.	Pinhão-manso	AB	EI
Jatropha gossypiifolia L.	Pinhão-roxo	AB	E
Fabaceae			
Albizia lebbeck (L.) Benth.	Albízia	AV	EI
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	Angico-vermelho	AV	N

Família/Nome científico	Nome popular	Hábito de vida	Origem
Bauhinia variegata L.	Pata-de-vaca	AV	E
Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.	Flamboyant-mirim	AV	E
Calliandra haematocephala Hassk.	Arbusto-chama	AB	E
Cassia fistula L.	Acácia-imperial	AV	E
Cassia grandis L.f.	Acácia-rosa	AV	N
Cassia leptophylla Vogel	Falso-barbatimão	AV	N
Cenostigma pluviosum (DC.) Gagnon & G.P.Lewis var. pluviosum	Sibipiruna	AV	N
Centrolobium tomentosum Guillem. ex Benth.	Araribá	AV	N
Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyant	AV	E
Holocalyx balansae Micheli	Alecrim-de-campinas	AV	N
Hymenaea courbaril L.	Jatobá	AV	N
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	Leucena	AV	EI
Paubrasilia echinata (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	Pau-brasil	AV	N
Pterocarpus indicus Wall.	Pau-rosa-birmanês	AV	E
Senna macranthera (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Acácia-manduirana	AV	N
Tamarindus indica L.	Tamarindo	AV	E
Tipuana tipu (Benth.) Kuntze	Tipuana	AV	E
Lamiaceae			
Callicarpa reevesii Wall.	Calicarpa-chinesa	AV	E
Lauraceae			
Persea americana Mill.	Abacateiro	AV	EI
Lythraceae			
Lafoensia glyptocarpa Koehne	Mirindiba	AV	N
Lafoensia pacari A.St.-Hil.	Dedaleiro	AV	N
Lafoensia vandelliana Cham. & Schltdl.	Dedaleiro-amarelo	AV	N
Lagerstroemia indica L.	Resedá	AV	E
Magnoliaceae			
Magnolia champaca (L.) Baill. ex Pierre	Magnólia-amarela	AV	EI
Malpighiaceae			
Malpighia glabra L.	Aceroleira	AB	E
Malvaceae			
Guazuma ulmifolia Lam.	Mutamba	AV	N
Hibiscus rosa-sinensis L.	Hibisco	AB	E
Hibiscus tiliaceus L.	Algodoeiro-da-praia	AV	E

Família/Nome científico	Nome popular	Hábito de vida	Origem
Pachira aquatica Aubl.	Monguba	AV	N
Pachira glabra Pasq.	Cacau-do-maranhão	AV	N
Pseudobombax grandiflorum (Cav.) A.Robyns	Embiruçu	AV	N
Melastomataceae			
Pleroma granulosum (Desr.) D. Don	Quaresmeira-roxa	AV	N
Pleroma mutabile (Vell.) Triana	Manacá-da-serra	AB	N
Meliaceae			
Melia azedarach L.	Cinamomo	AV	EI
Moraceae			
Artocarpus elasticus Reinw. ex Blume	Jaca-manteiga	AV	E
Artocarpus heterophyllus Lam.	Jaqueira	AV	EI
Ficus benjamina L.	Figueira-benjamina	AV	E
Morus nigra L.	Amora-preta	AB	EI
Myrtaceae			
Callistemon viminalis (Sol. ex Gaertn.) G.Don	Escova-de-garrafa	AV	E
Eugenia brasiliensis Lam.	Grumixameira	AV	N
Eugenia involucrata DC.	Cerejeira-do-rio-grande	AV	N
Eugenia uniflora L.	Pitangueira	AV	N
Psidium cattleyanum Sabine	Araçazeiro	AV	N
Psidium guajava L.	Goiabeira	AV	EI
Syzygium jambos L.	Jambeiro-rosa	AV	EI
Syzygium comuni L.	Jambolão	AV	EI
Nyctaginaceae			
Bougainvillea glabra Choisy	Primavera	AB	N
Oleaceae			
Ligustrum lucidum W.T.Aiton	Alfeneiro	AV	EI
Ligustrum sinense Lour.	Alfeneiro-da-china	AV	EI
Platanaceae			
Platanus × *acerifolia* (Aiton) Willd.	Plátano	AV	E
Proteaceae			
Macadamia integrifolia Maiden & Betche	Macadâmia	AV	E
Punicaceae			
Punica granatum L.	Romãzeira	AB	E
Rhamnaceae			

Família/Nome científico	Nome popular	Hábito de vida	Origem
Hovenia dulcis Thunb.	Uva-do-japão	AV	EI
Rosaceae			
Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.	Nespereira	AV	EI
Prunus serrulata Lindl.	Cerejeira-do-japão	AV	E
Rutaceae			
Citrus ×limon (L.) Osbeck	Limoeiro	AB	EI
Citrus sinensis (L.) Osbeck	Laranjeira	AB	E
Murraya paniculata (L.) Jack	Murta	AB	EI
Sapindaceae			
Filicium decipiens (Wight & Arn.) Thwaites	Árvore-samambaia	AV	E
Koelreuteria paniculata Laxm.	Coreutéria	AV	E
Litchi chinensis Sonn.	Lichia	AB	E
Sapindus saponaria L.	Sabão-de-soldado	AV	N
Solanaceae			
Cestrum nocturnum L.	Dama-da-noite	AB	E
Theaceae			
Camellia sinensis (L.) Kuntze	Camélia	AB	E
Urticaceae			
Cecropia hololeuca Miq.	Embaúba-prateada	AV	N
Verbenaceae			
Duranta erecta L.	Pingo-de-ouro	AB	E

NOTA: AB = Arbusto; AV = Árvore; P = Palmeira; O = Outra; N = Nativa; E = Exótica; EI = Exótica Invasora.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

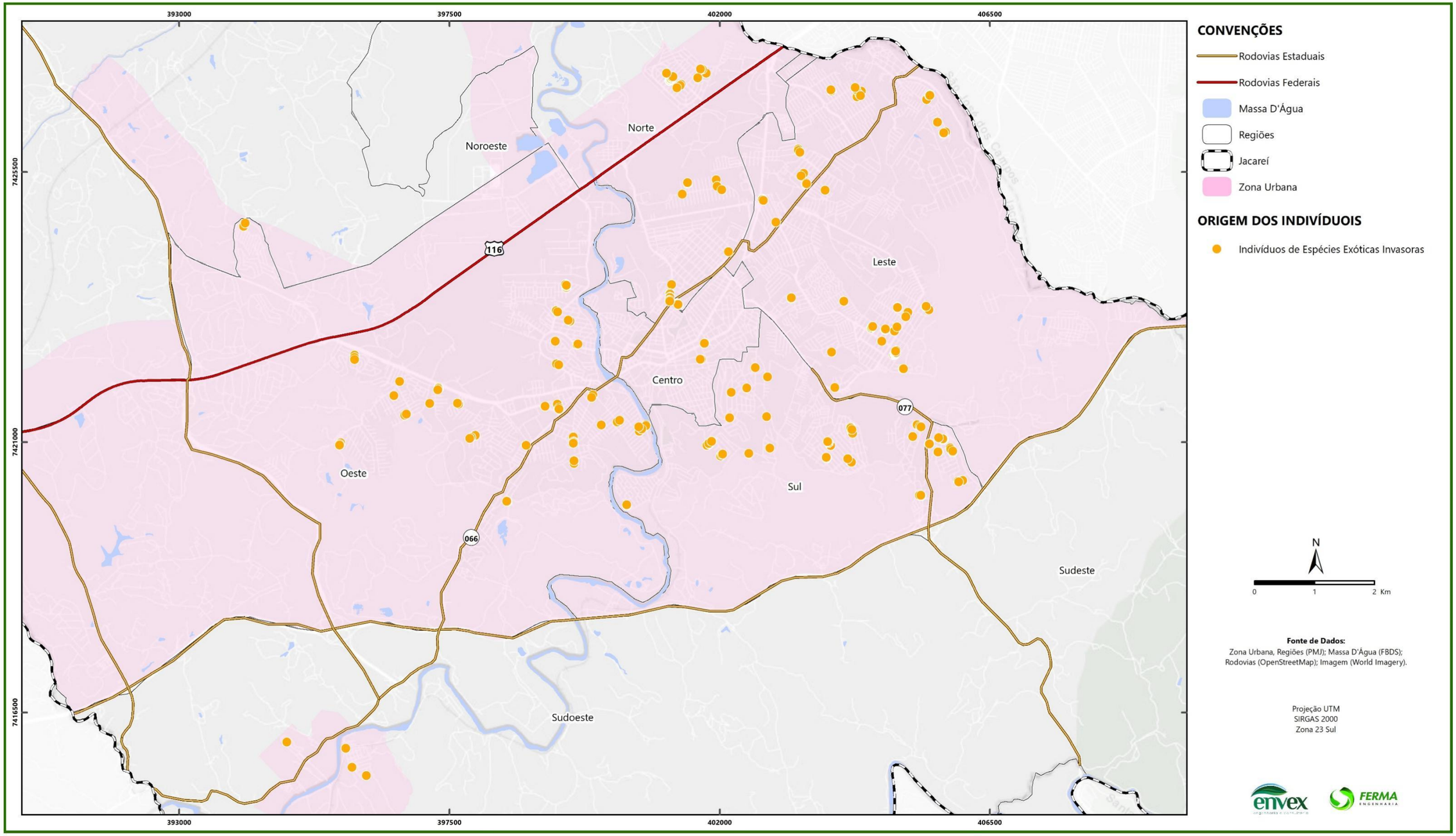


Figura 33: Distribuição dos indivíduos amostrados classificados como espécies exóticas invasoras.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A espécie encontrada com maior frequência na arborização das ruas de Jacareí foi *Murraya paniculata* (murta), cujos indivíduos representaram 12,02% do total avaliado (Tabela 16). Esta espécie é seguida por *Cenostigma pluviosum* var. *peltophoroides* (sibipiruna) e *Lagerstroemia indica* (resedá), que representam 5,51% cada; *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo-miúdo), com 5,29%; *Bauhinia variegata* (pata-de-vaca) e *Handroanthus umbellatus* (ipê-amarelo-do-brejo), com 3,20% cada; *Lafoensia glyptocarpa* (mirindiba) e *Pleroma granulosum* (quaresmeira-roxa), com 2,76% cada; *Malpighia glabra* (aceroleira) e *Schinus molle* (aroeira-salso), com 2,65% cada; *Dypsis lutescens* (areca-bambu), com 2,54%; e *Terminalia catappa* (sete-copas), com 2,32%. Juntas, estas espécies representaram 50,41% do total de espécies amostradas. As demais espécies são apresentadas Tabela 16.

Tabela 16: Quantidade de indivíduos amostrados por espécie, em valores absolutos (Frequência Absoluta - FA) e relativos (Frequência Relativa - FR) na arborização viária de Jacareí/SP.

Espécie	FA	FR (%)
Murraya paniculata	109	12,02
Cenostigma pluviosum var. *peltophoroides*	50	5,51
Lagerstroemia indica	50	5,51
Handroanthus chrysotrichus	48	5,29
Bauhinia variegata	29	3,20
Handroanthus umbellatus	29	3,20
Lafoensia glyptocarpa	25	2,76
Pleroma granulosum	25	2,76
Malpighia glabra	24	2,65
Schinus molle	24	2,65
Dypsis lutescens	23	2,54
Terminalia catappa	21	2,32
Moquilea tomentosa	20	2,21
Callistemon viminalis	19	2,09
Handroanthus heptaphyllus	19	2,09
Magnolia champaca	17	1,87
Eugenia uniflora	16	1,76
Ficus benjamina	16	1,76
Ligustrum lucidum	15	1,65

Espécie	FA	FR (%)
Mangifera indica	15	1,65
Morus nigra	14	1,54
Psidium guajava	12	1,32
Tecoma stans	10	1,10
Thuja occidentalis	10	1,10
Eriobotrya japonica	9	0,99
Juniperus chinensis	9	0,99
Archontophoenix cunninghamiana	8	0,88
Callicarpa reevesii	8	0,88
Citrus ×limon	8	0,88
Não identificada	8	0,88
Syzygium comuni	8	0,88
Dypsis decaryi	7	0,77
Euphorbia cotinifolia	7	0,77
Phoenix roebelenii	7	0,77
Pleroma mutabile	7	0,77
Syagrus romanzoffiana	7	0,77
Tabebuia roseoalba	7	0,77
Bougainvillea glabra	6	0,66
Nerium oleander	6	0,66
Caesalpinia pulcherrima	5	0,55
Codiaeum variegatum	5	0,55
Hibiscus rosa-sinensis	5	0,55
Tipuana tipu	5	0,55
Cassia grandis	4	0,44
Cestrum nocturnum	4	0,44
Cupressus lusitanica	4	0,44
Duranta erecta	4	0,44
Eugenia brasiliensis	4	0,44
Hibiscus tiliaceus	4	0,44
Holocalyx balansae	4	0,44
Lafoensia pacari	4	0,44
Persea americana	4	0,44
Psidium cattleyanum	4	0,44
Schinus terebinthifolia	4	0,44
Albizia lebbeck	3	0,33

Espécie	FA	FR (%)
Calliandra haematocephala	3	0,33
Carpentaria acuminata	3	0,33
Centrolobium tomentosum	3	0,33
Citrus sinensis	3	0,33
Cocos nucifera	3	0,33
Delonix regia	3	0,33
Eugenia involucrata	3	0,33
Punica granatum	3	0,33
Senna macranthera	3	0,33
Artocarpus heterophyllus	2	0,22
Dillenia indica	2	0,22
Guazuma ulmifolia	2	0,22
Jatropha gossypiifolia	2	0,22
Leucaena leucocephala	2	0,22
Paubrasilia echinata	2	0,22
Prunus serrulata	2	0,22
Roystonea oleracea	2	0,22
Roystonea regia	2	0,22
Tabebuia rosea	2	0,22
Anadenanthera colubrina	1	0,11
Annona muricata	1	0,11
Annona squamosa	1	0,11
Araucaria angustifolia	1	0,11
Artocarpus elasticus	1	0,11
Bixa orellana	1	0,11
Camellia sinensis	1	0,11
Carica papaya	1	0,11
Caryota urens	1	0,11
Cassia fistula	1	0,11
Cassia leptophylla	1	0,11
Cecropia hololeuca	1	0,11
Cryptomeria japonica	1	0,11
Cybistax antisyphilitica	1	0,11
Dracaena arbórea	1	0,11
Euphorbia leucocephala	1	0,11
Filicium decipiens	1	0,11

Espécie	FA	FR (%)
Gymnanthemum amygdalinum	1	0,11
Heptapleurum actinophyllum	1	0,11
Heptapleurum arboricola	1	0,11
Hovenia dulcis	1	0,11
Hymenaea courbaril	1	0,11
Ipomoea carnea	1	0,11
Jacaranda mimosifolia	1	0,11
Jatropha curcas	1	0,11
Koelreuteria paniculata	1	0,11
Lafoensia vandelliana	1	0,11
Ligustrum sinense	1	0,11
Litchi chinensis	1	0,11
Macadamia integrifolia	1	0,11
Melia azedarach	1	0,11
Pachira aquática	1	0,11
Pachira glabra	1	0,11
Pereskia grandifolia	1	0,11
Platanus × acerifolia	1	0,11
Pseudobombax grandiflorum	1	0,11
Pterocarpus indicus	1	0,11
Sapindus saponaria	1	0,11
Spondias purpurea	1	0,11
Syzigium jambos	1	0,11
Tamarindus indica	1	0,11
TOTAL	**907**	**100%**

NOTA: FA – Frequência Absoluta; FR – Frequência Relativa.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Em levantamento realizado por Faria, Monteiro e Fisch (2007), foi verificado que as espécies mais frequentes na arborização de ruas de Jacareí eram *T. tipu* (21,70%), *A. colubrina* (angico-vermelho) (11,53%), *C. pluviosum* var. *peltophoroides* (sibipiruna) (11,19%), e *Magnolia grandiflora* L. (magnólia-branca) (8,47%), as quais representavam 52,89% das árvores amostradas. Isso indica que nos últimos 16 anos ocorreu uma expressiva mudança na composição florística da área urbana de Jacareí, de modo que apenas *C. pluviosum* var. *peltophoroides* se mantém dentre as cinco espécies mais

frequentes na arborização de ruas. Todas estas espécies são de porte elevado e não têm sido mais plantadas no município, fazendo com que aquelas de porte menor, tais como *M. paniculata* (murta), se destaquem.

A literatura recomenda que a composição florística da arborização urbana deve respeitar os seguintes parâmetros: frequência dos táxons de espécie, gênero e família de até 10, 20 e 30%, respectivamente (SANTAMOUR JUNIOR, 2002). Assim, apenas com relação às espécies, *M. paniculata* ultrapassou o limite aceitável. Além deste aspecto, a utilização de *M. paniculata* não é recomendada por hospedar a bactéria *Candidatus liberibacter sp*., disseminada pelo inseto vetor *Diaphorina citri*, que causa uma doença chamada de "amarelão do citrus" (LARANJEIRA *et al*., 2020).

Nos trechos de ruas amostrados, foram encontrados alguns indivíduos de espécies com princípios tóxicos e alergênicos, sendo elas: *Caesalpinia pulcherrima* (flamboyant-mirim), *Euphorbia cotinifolia* (leiteiro-vermelho), *Ficus* spp. (figueiras), *Ligustrum lucidum* (alfeneiro), *Mangifera indica* (mangueira), *Melia azedarach* (cinamomo), *Nerium oleander* (espirradeira), *Platanus x acerifolia* (plátano), *Schinus terebinthifolia* (aroeira-vermelha), e *S. molle* (aroeira-salso), de acordo com MPPR (2018) e Baumann *et al*. (2019). Juntas, estas espécies contam com 94 indivíduos amostrados (10,34% do total de indivíduos amostrados). Portanto, o plantio dessas espécies não deve ser mais realizado e os indivíduos existentes devem ser gradativamente substituídos por espécies adequadas ao ambiente urbano.

A distribuição dos indivíduos amostrados com princípios tóxicos pode ser observada na Figura 34.

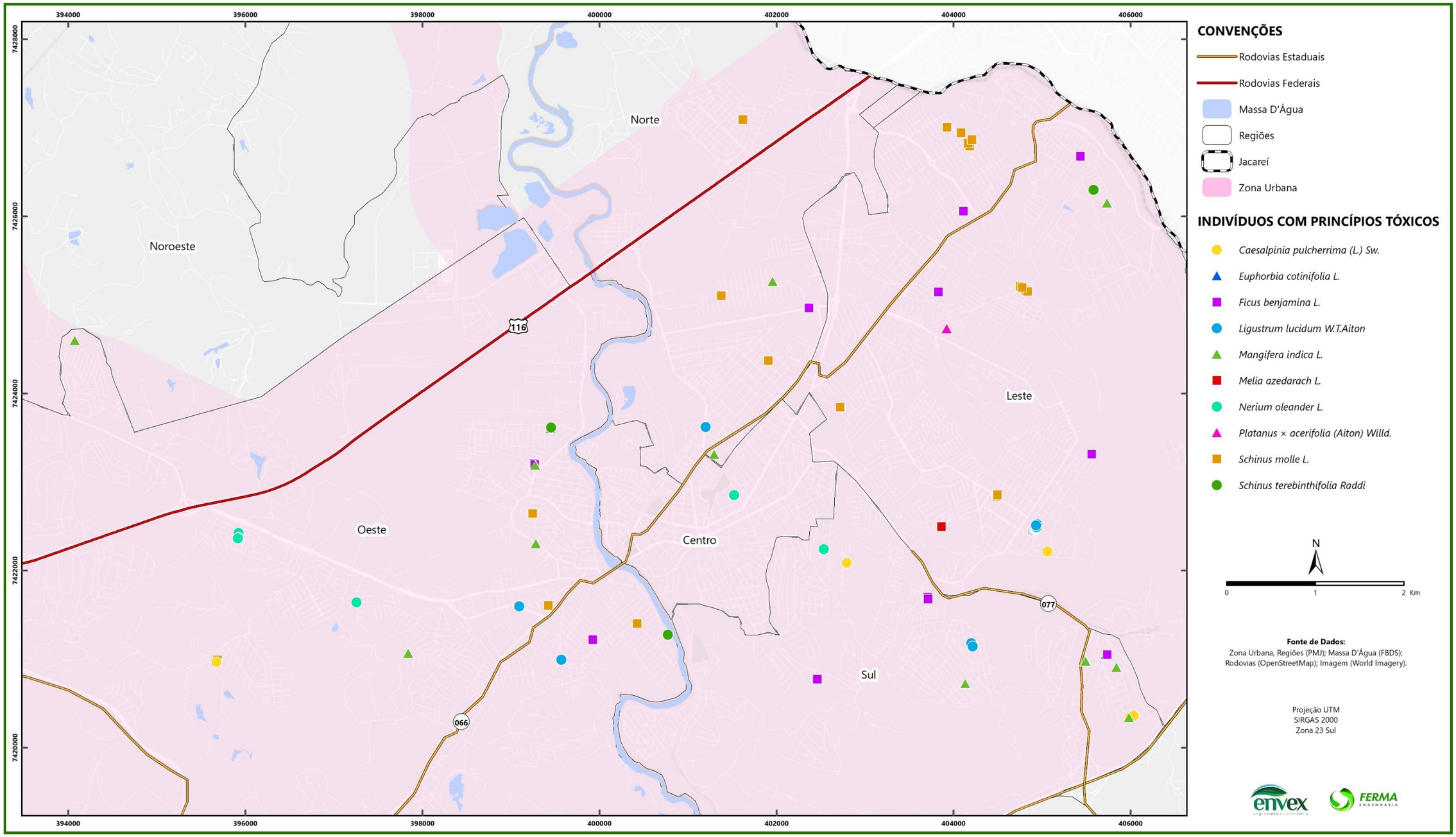


Figura 34: Distribuição dos indivíduos amostrados com princípios tóxicos.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.1.5. Avaliação Dendrométrica

A Tabela 17 apresenta os valores mínimos, médios e máximos, desvio padrão e Coeficiente de Variação (CV%) relativas às variáveis dendrométricas mensuradas nos indivíduos amostrados.

Tabela 17: Estatística descritiva das características dendrométricas da arborização viária amostrada em Jacareí/SP.

Variável	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio Padrão	CV %
DAP (cm)	5,09	21,82	88,17	16,87	77,34
Altura total (m)	2,00	6,22	22,00	3,36	53,91
Altura de Bifurcação (m)	0,00	1,57	8,60	1,47	93,71
Diâmetro de copa (m)	0,00	5,39	21,55	3,35	62,09
Altura de início da copa (m)	0,00	2,33	8,60	1,91	82,16
Área de copa (m^2)	0,00	31,21	363,51	41,58	133,25

Nota: DAP = Diâmetro do tronco à altura do peito; CV% = Coeficiente de variação.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Conforme a Tabela 17, o DAP médio dos indivíduos amostrados foi de 21,82 cm. Enquanto isso, a altura total média foi de 6,22 m, indicando um porte normalmente pequeno da arborização de ruas. A altura de bifurcação média ficou acima do recomendado, em 1,57 m, contudo, foram verificados indivíduos de porte arbóreo com altura de bifurcação rente ao solo. Com relação ao diâmetro de copa, o valor médio foi de 5,39 m, embora tenham sido verificados indivíduos sem copa. O índice da copa médio foi de 2,33 m. A área de copa teve a maior variação dentre estas variáveis, variando de 0,00 m^2 a 363,51 m^2, com média de 31,21 m^2.

Com relação ao desvio padrão e o Coeficiente de Variação (CV%), verificou-se que os valores foram relativamente elevados, com destaque para a área de copa, onde o CV ultrapassou 100%. Isso tem uma relação direta com o porte das espécies que compõem a arborização de Jacareí, onde há plantas de pequeno, médio e grande porte, e devido ao manejo aplicado, sendo muitas vezes podas drásticas, que alteram a arquitetura da copa.

Sobre a distribuição dendrométrica e hipsométrica, os resultados indicam que mais da metade das árvores avaliadas, o que corresponde a 60% do total, possui DAP inferior a 20 cm, indicando que são espécies de pequeno porte e/ou jovens. Já em relação à altura, a classe com maior representatividade, representando 25%, foi a com altura entre 2 e 4 m, confirmando que a arborização de Jacareí é composta predominantemente por plantas de pequeno porte (Figura 35).

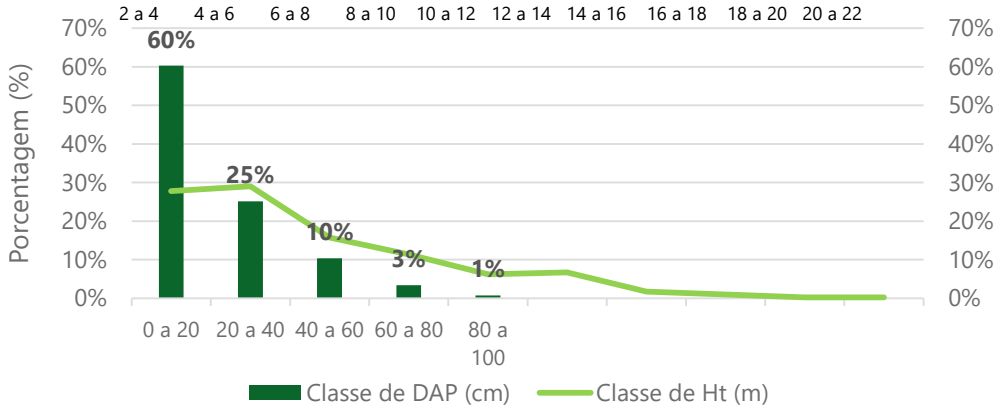


Figura 35: Distribuição hipsométrica e diamétrica da arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Como descrito anteriormente, o resultado apresentado para a altura total também se deve ao manejo aplicado às árvores, notadamente podas, muitas vezes drásticas, chamadas tecnicamente como "podas de destopo" (Figura 36). Considera-se como poda drástica a remoção de mais de 25% do volume da copa que tenha se desenvolvido após a poda anterior (ABNT, 2013b). Esta é uma técnica inadequada, que visa reduzir o tamanho de uma árvore, resultando em brotos, tocos, entrenós ou ramos secundários, que não são suficientemente grandes para assumir dominância apical (ABNT, 2013b).

As podas drásticas são aplicadas com o intuito de se buscar, erroneamente, mitigar conflitos com o mobiliário urbano, além do que, se imagina que isso seria necessário ser feito com uma determinada frequência como um benefício à planta. No entanto, esta prática é nociva às árvores, pois, além de diminuir a sua capacidade de

fornecimento de serviços ecossistêmicos, também pode ocasionar uma perda de vitalidade (sanidade), prejudicando o seu equilíbrio biomecânico e, assim, favorecendo a sua queda.

Figura 36: Exemplos de podas mal realizadas na arborização de ruas de Jacareí/SP. 1. - Indivíduo sem copa. 2. - Indivíduo com copa composta apenas por brotações epicórmicas, em decorrência da aplicação de podas drásticas.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Verificou-se que muitas árvores nas ruas de Jacareí se encontram em estado fitossanitário comprometido por sucessivas podas realizadas sem se considerar critérios técnico-científicos, muitas delas drásticas. Estas árvores estão com seu lenho apodrecido, copa desequilibrada, excesso de galhos epicórmicos (que são mais frágeis, por se ligarem ao tronco pelo tecido epidérmico) ou secos, ou sem copa alguma, afetando o seu metabolismo, uma vez que elas dependem das folhas para realizar a fotossíntese.

Sobre este tema, a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, chamada de "Lei dos Crimes Ambientais" (BRASIL, 1998), em seu artigo 49, preconiza quê:

> *"Art. 49. Destruir, danificar, lesar ou maltratar, por qualquer modo ou meio, plantas de ornamentação de logradouros públicos ou em propriedade privada alheia: Pena - detenção, de três meses a um ano, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.*
>
> *Parágrafo único. No crime culposo, a pena é de um a seis meses, ou multa (BRASIL, 1998)."*

Além da referida lei, encontra-se em tramitação no Senado Federal o Projeto de Lei 3.113/2023, que Institui a Política Nacional de Arborização Urbana (PNAU), cria o Sistema Nacional de Informações sobre Arborização Urbana, e dá outras providências (BRASIL, 2023). Dentre os principais objetivos deste projeto está o de atribuir ao poder público o dever de zelar pela preservação das árvores urbanas (BRASIL, 2023).

O Projeto de Lei também visa modificar a Lei dos Crimes Ambientais (Lei 9.605, de 1998), tipificando novos crimes contra a arborização das cidades, tais como: pintar e caiar árvores, fixar publicidade ou sinalização em árvores, plantar espécies não recomendadas, depositar entulho em área de plantio e amarrar animais em árvores (BRASIL, 2023).

Com relação às podas e remoções de árvores, o Art. 53-D do Projeto de Lei 3.113/2023 preconiza que fica proibido "suprimir, podar drasticamente ou transplantar árvores sem prévia autorização ou atendimento de normas do órgão competente" (BRASIL, 2023). Estas atividades deverão ser divulgadas com antecedência e sujeitas à participação social (BRASIL, 2023).

Diante dos relatos, se recomenda que os procedimentos técnicos de manejo aplicados às árvores de Jacareí sejam revistos, visando se alinhar com a nova legislação. Além disso, é importante que sejam intensificadas as ações de fiscalização e conscientização da população quanto às consequências negativas do manejo arbóreo inadequado.

Constatou-se que cerca de 36,27% dos indivíduos avaliados em Jacareí possuem altura da primeira bifurcação igual ou superior a 1,80 m. Esta é a altura mínima

recomendada para se garantir a acessibilidade do passeio (SÃO PAULO, 2021). Uma das possíveis causas disso é a ausência de podas de formação das mudas, sobretudo quando as mudas não são produzidas em viveiros, e o uso de espécies que naturalmente bifurcam próximo à base do caule/tronco, como as arbustivas.

Exemplos de árvores que apresentaram altura de bifurcação abaixo do recomendado são apresentados na Figura 37.

Considerando-se a altura de bifurcação média das cinco espécies mais frequentes amostradas na arborização de ruas de Jacareí: *M. paniculata* (murta), *L. indica* (resedá), *C. pluviosum* var. *peltophoroides* (sibipiruna), *H. chrysotrichus* (ipê-amarelo-miúdo) e *B. variegata* (pata-de-vaca), verifica-se que apenas as três últimas encontram-se acima do padrão recomendado por São Paulo (2021), de 1,80 m, conforme mostra a Figura 38.

As cinco espécies com indivíduos de maiores áreas de copa foram *Tipuana tipu* (tipuana), *A. colubrina* (angico-vermelho), *D. regia* (flamboyant), *P. x acerifolia* (plátano) e *C. grandis* (acácia-rosa). Contudo, estas espécies são pouco frequentes nas ruas de Jacareí, representando apenas 1,54% do total de indivíduos de porte arbóreo amostrados. Isso tem uma influência direta no fornecimento de serviços ecossistêmicos, tais como conforto térmico, retenção de partículas de poluição e interceptação de água da chuva, pois é na copa que estes serviços são produzidos (BOBROWSKI, 2015).

Figura 37: Exemplos de altura de bifurcação abaixo do recomendado na arborização das ruas de Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

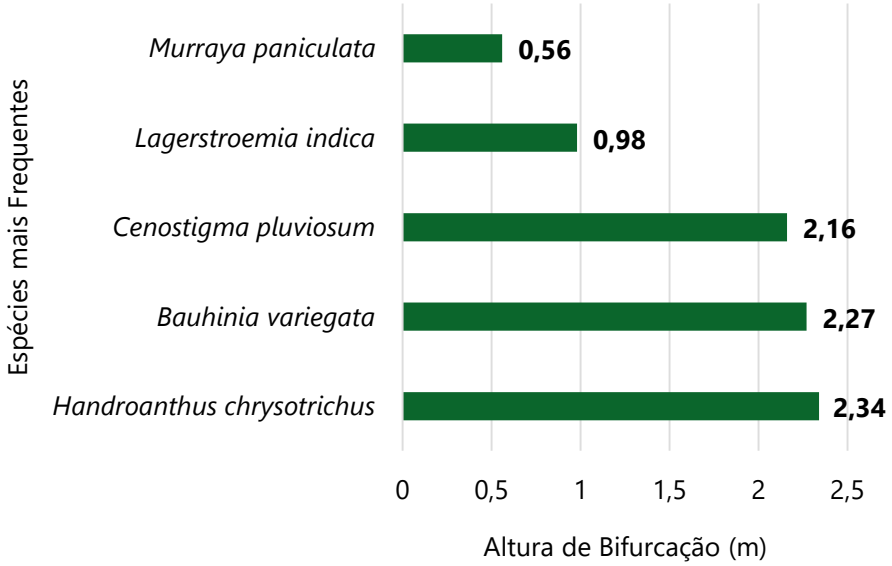


Figura 38: Altura de bifurcação média das cinco espécies mais frequentes amostradas na arborização viária de Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A área de copa média dos indivíduos das espécies supracitadas está apresentada na Figura 39.

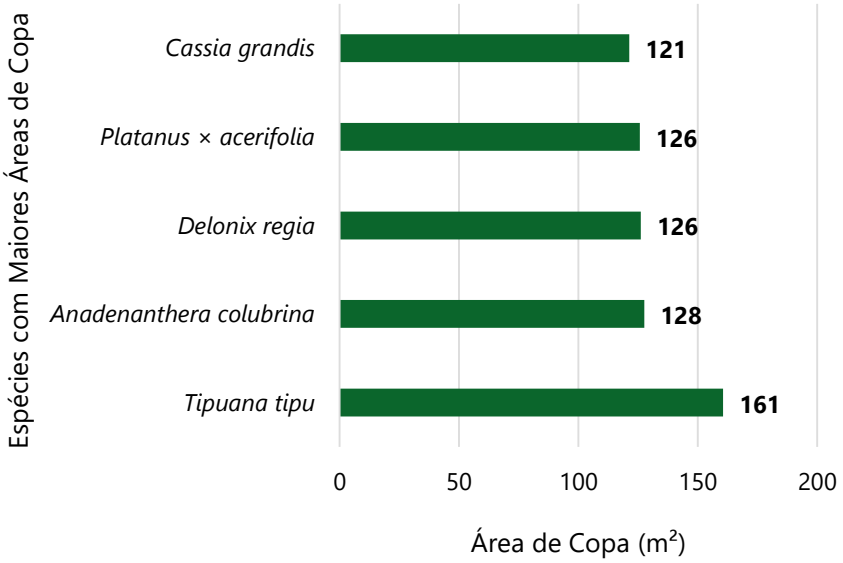


Figura 39: Relação das espécies amostradas com maior área de copa na arborização viária de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

As condições das raízes dos indivíduos de porte arbóreo amostrados nas ruas de Jacareí estão apresentadas na Figura 40. Sobre este aspecto, as raízes expostas foram as que apareceram com maior frequência, em 23% das árvores, seguido pelo colo afogado (9%). Isso tem relação com o espaço disponível para o plantio das árvores nas calçadas da cidade, onde se verifica que este não é suficiente, fazendo com que as raízes acabem ficando mais superficiais. No caso do colo afogado, isso se deve ao plantio, quando se coloca a muda com o colo abaixo da superfície da cova ou quando se mantém solo ou concreto nesta região da planta. Esses dois fatores são considerados críticos, pois podem prejudicar o equilíbrio e estabilidade biomecânica do indivíduo, favorecendo a sua queda.

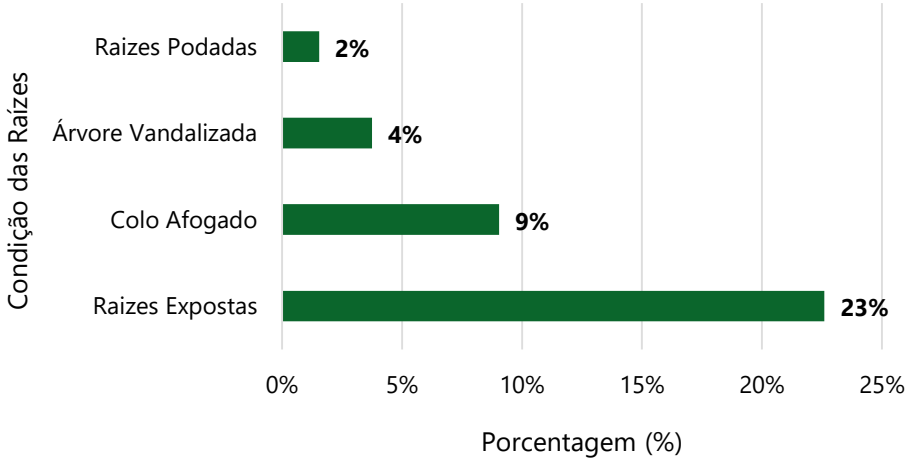


Figura 40: Porcentagem de árvores amostradas com raízes expostas, podadas, colo afogado ou vandalismo na arborização viária amostrada Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.1.6. Características do Meio Físico

A largura média das calçadas de Jacareí com presença de arborização amostradas ficou em 2,28 m, variando de 0,90 a 5,45 m (Tabela 18). Ao se considerar a média, verifica-se que esta largura é suficiente para possibilitar a existência do livre passeio de 1,20 m exigido pela ABNT NBR 9050 (ABNT, 2020). Contudo, em grande parte da cidade, cerca de 29%, as calçadas são estreitas (<1,90 m), não comportando a presença de árvores.

O Decreto nº 742/2019 trata sobre a arborização pública nas calçadas:

> *"Art. 44. Nas calçadas dos novos loteamentos, com no mínimo 2,50m (dois metros e meio) de largura da calçada, as árvores deverão ser plantadas considerando 40% (quarenta por cento) da largura da calçada, que corresponde a medida igual a 1,00m (um metro) de largura; e o comprimento do espaço deverá ter, no mínimo o dobro desta largura, que corresponderá a 2,00m (dois metros) de comprimento.*
>
> *Art. 45. No viário já existente novas árvores somente serão plantadas nas calçadas de no mínimo 2,00m (dois metros) de largura e para que seja construído o espaço deve-se considerar 40% (quarenta por cento) da largura da calçada, que somará 0,80m (oitenta centímetros) e o comprimento do espaço deve ser o dobro desta largura, com 1,60m (um metro e sessenta centímetros) de comprimento.*

Art. 46. Nas calçadas com medida inferior a 2,00m (dois metros) o espaço destinado à árvore deve ocupar o leito carroçável, quando possível e, de acordo com autorização expedida pela Secretaria de Mobilidade Urbana, seguindo as medidas mínimas disponíveis no Desenho 16 do Anexo." (JACAREÍ, 2019).

Tabela 18: Estatística descritiva das características do meio físico onde está localizada a arborização viária amostrada em Jacareí/SP.

Variável	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio Padrão	CV %
Largura da calçada (m)	0,90	2,28	5,45	0,74	32,51
Distância da fiação (m)	0,00	0,66	6,00	1,12	169,17
Distância do Poste (m)	0,00	2,63	19,20	3,52	133,77
Area permeável do canteiro (m^2)	0,00	1,83	102,20	8,31	453,74

Nota: CV% = Coeficiente de variação.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Por outro lado, aproximadamente 71% das calçadas amostradas apresentaram largura igual ou superior a 1,90 m, dimensão esta considerada adequada ao plantio de árvores, considerando as dimensões mínimas de 0,70 m para faixa de serviço, onde as árvores devem ser plantadas, e 1,20 m de circulação livre, conforme a norma ABNT NBR 9050 (ABNT, 2020) (Figura 41).

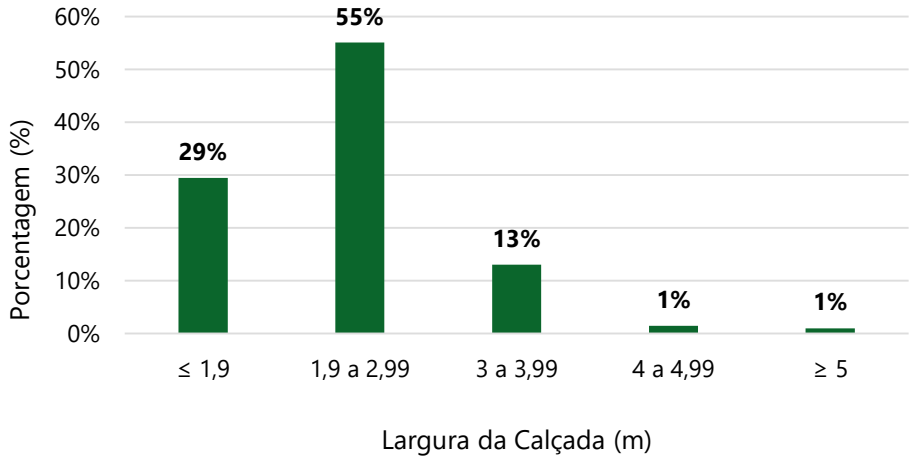


Figura 41: Distribuição das classes de largura das calçadas onde está localizada a arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A Figura 42 apresenta exemplos de calçadas estreitas e largas encontradas em ruas de Jacareí.

Figura 42: Exemplos de calçadas estreitas e largas encontradas na arborização viária de Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Embora apenas 29% das calçadas tenham sido identificadas como impróprias para a arborização devido a sua limitação de espaço, 87% dos indivíduos avaliados foram encontrados em calçadas com canteiros que possuíam área inferior a 1 m², uma vez que a maior parte das calçadas, embora apresentem largura próxima do recomendado, são excessivamente cimentadas, apresentando uma pequena área permeável de canteiro. De acordo com Biondi e Althaus (2005), a área livre ou permeável dos canteiros destinados à arborização deve ser superior a 1,0 m², devendo-se disponibilizar a maior área permeável possível.

De acordo com a Figura 43, que mostra a área média de canteiro em cada região amostrada no município de Jacareí, a região Oeste possui as maiores áreas médias de canteiro, de cerca de 3,31 m². Por outro lado, as regiões Norte e Central possuem as menores áreas de canteiro, sendo estas de aproximadamente metade do recomendado. No caso principalmente da região Central, por esta ser mais antiga e consolidada, torna-se mais difícil o aumento da área permeável, sendo necessário se avaliar outras possibilidades de implementação de vegetação.

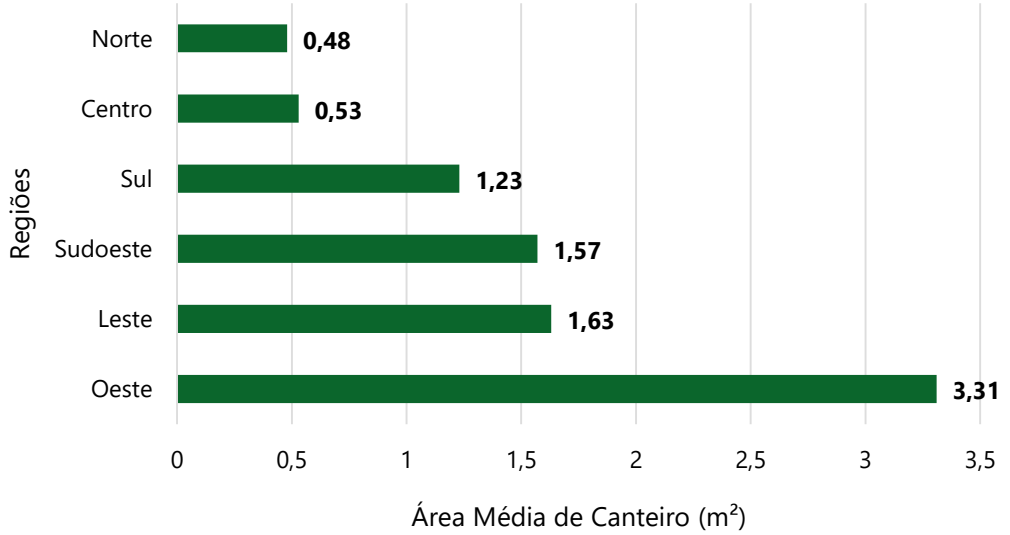


Figura 43: Área média de canteiro da arborização viária por região de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Embora, de maneira geral, as calçadas de Jacareí com presença de arborização apresentem largura superior ao recomendado, existem situações em que o espaço do calçamento não é bem aproveitado. Isso muitas vezes se deve à preocupação de que as raízes irão ocasionar conflitos com o passeio, edificações e outros mobiliários urbanos. Contudo, o conflito das raízes com o passeio torna-se nocivo ao bom desenvolvimento da árvore, pois limita o crescimento das raízes, podendo prejudicar a sua estabilidade, conforme relatado anteriormente para o afogamento de colo.

Na Figura 44 são exemplificadas situações inadequadas verificadas em canteiros nas ruas de Jacareí.

Com relação à localização relativa das árvores na calçada, a Figura 45 demonstra que a maioria das árvores amostradas (51%) se encontravam rentes ao meio-fio (guia). O ideal, neste caso, é que embora as árvores devam ser plantadas na faixa de serviço, que seja deixado um espaço em relação ao meio-fio, considerando-se o diâmetro que o tronco da árvore poderá atingir na fase adulta. Recomenda-se que sejam deixados pelo menos 0,10 m de distância da muda ao meio-fio, para se evitar conflitos futuros (São Paulo, 2015).

Aproximadamente 59% das árvores amostradas apresentavam recuo do terreno, ou seja, quando a edificação se encontrava recuada em relação à testada do terreno. Na maior parte dos casos, isso ocorre quando a garagem das edificações se localiza na testada dos imóveis, deixando assim a edificação propriamente dita mais recuada.

Figura 44: Exemplos de canteiros inadequados encontrados nas ruas de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

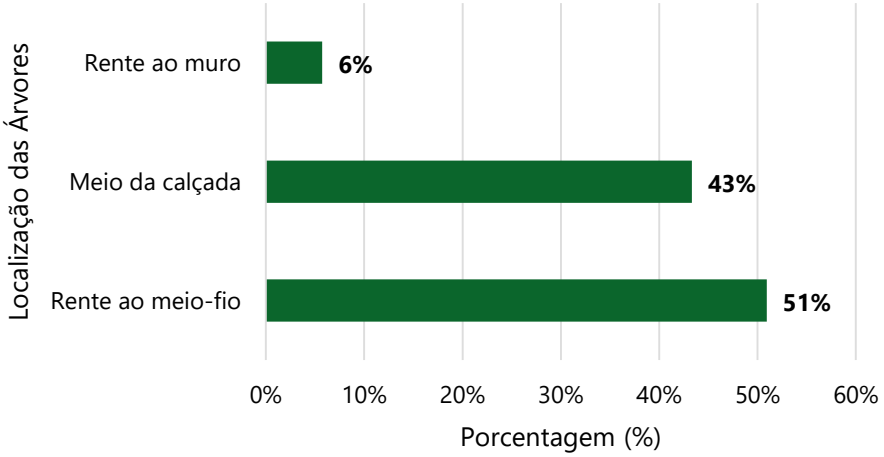


Figura 45: Localização relativa da arborização viária amostrada em relação à calçada em Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Pode-se verificar, de acordo com a Figura 46, que a maior parte das árvores amostradas estava localizada em calçadas que não apresentavam danos. Por outro lado, apenas 5% das árvores amostradas estavam em locais sem a presença de calçamento.

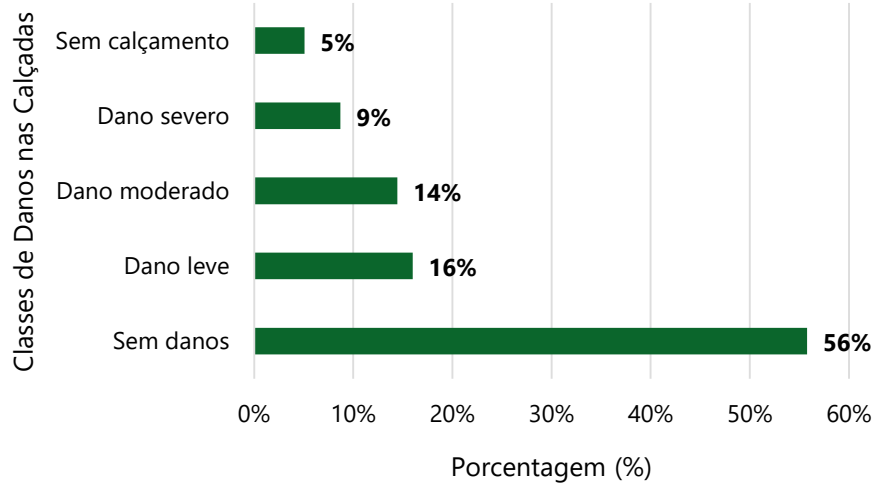


Figura 46: Classes de danos nas calçadas amostradas na arborização viária de Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Quanto à necessidade de requadro das calçadas, verificou-se que em 59% das amostras esse requadro era recomendável, enquanto em 36% delas este procedimento

não se fazia necessário. Em apenas 5% dos casos, o requadro não era aplicável, sendo referente às árvores presentes em locais desprovidos de calçadas.

No que diz respeito aos conflitos identificados envolvendo as árvores, constatou-se que o conflito mais frequente ocorreu com as calçadas, verificado em 36% das árvores avaliadas. Em contrapartida, os conflitos menos comuns foram relacionados às garagens dos imóveis, sendo registrados em apenas 5% das árvores (Figura 47).

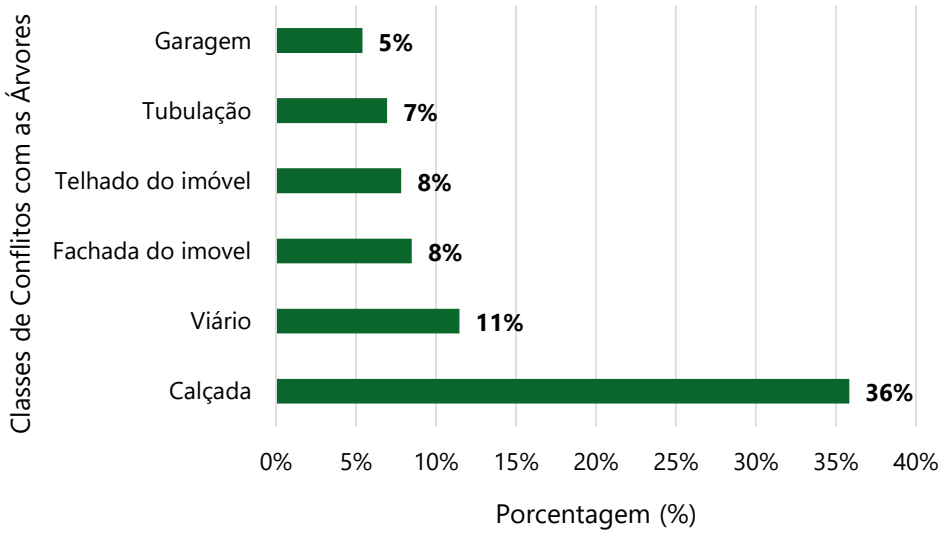


Figura 47: Classes de conflitos com a arborização viária amostrada em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A Figura 48 apresenta exemplos de conflitos com calçadas verificados nas ruas de Jacareí.

Figura 48: Exemplos de conflitos com a calçada encontrados nas ruas de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Durante o inventário da arborização viária de Jacareí, verificou-se que, das 907 árvores amostradas, 598 delas (ou 66% do total) não apresentavam conflitos com a fiação elétrica, enquanto as outras 309 (ou 34%) conflitavam diretamente com a rede de distribuição de energia, de modo que suas copas encostaram diretamente nas linhas de transmissão, sendo, nestes casos, o conflito com a fiação do tipo ramal o mais recorrente, em 34% das árvores amostradas (Figura 49).

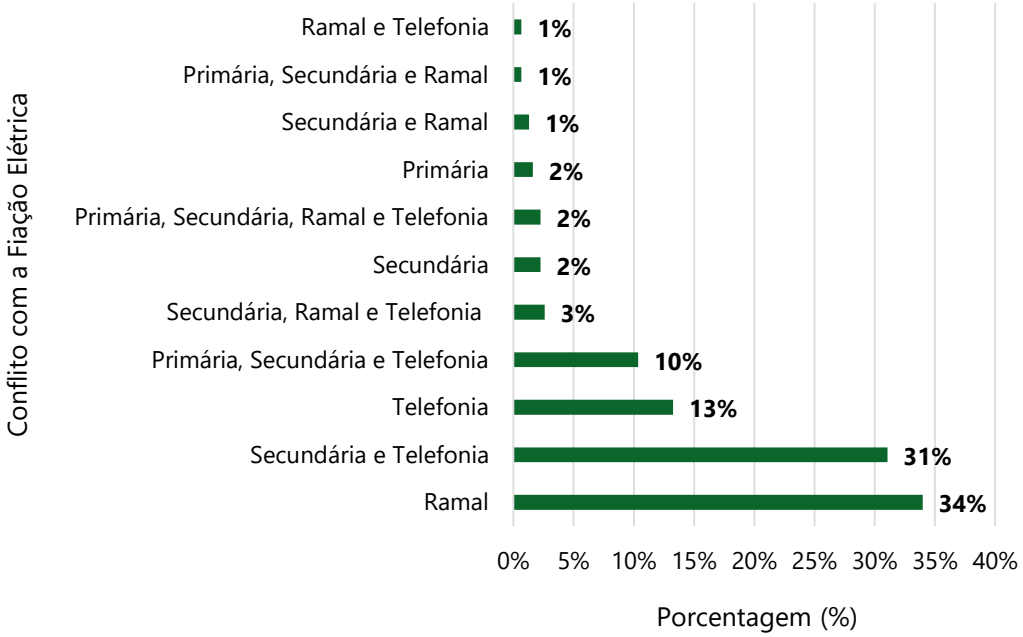


Figura 49: Conflito da arborização viária amostrada com os diferentes tipos de fiação em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A Figura 50 apresenta a distribuição dos indivíduos amostrados com conflitos com a fiação elétrica em Jacareí.

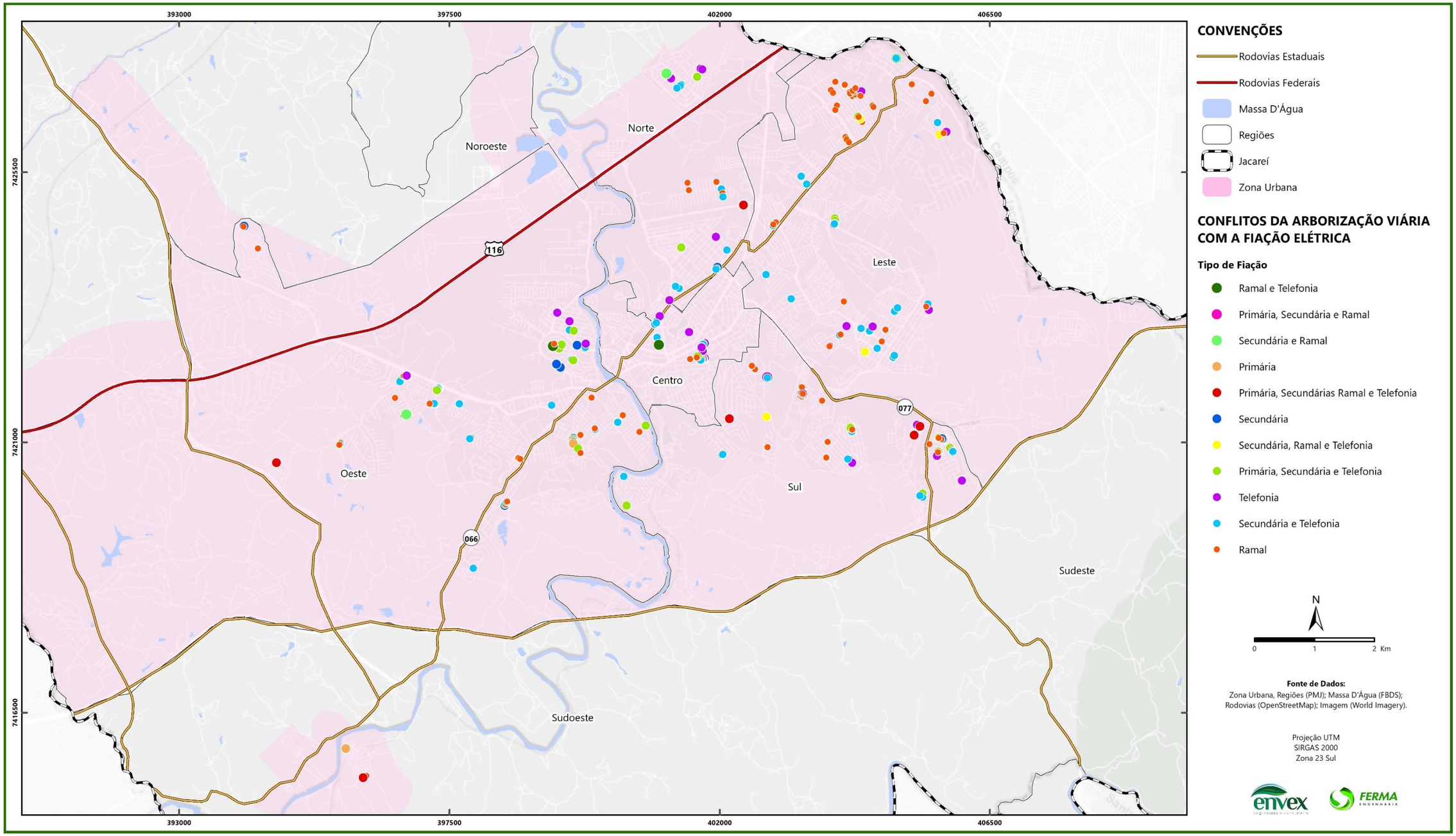


Figura 50: Distribuição dos indivíduos amostrados com problemas com a fiação aérea.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A Figura 51 apresenta exemplos de conflitos com a fiação aérea verificados em ruas de Jacareí. Na maior parte dos casos, há a presença de indivíduos de porte arbóreo em local inadequado de acordo com as características morfológicas e porte da espécie, e a presença de fiação aérea e postes. Os efeitos disso são interrupções no fornecimento de eletricidade devido aos conflitos com os galhos, e obstruções da iluminação pública e maior demanda por podas.

Figura 51: Conflitos entre a copa e a fiação elétrica da arborização de ruas de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

De acordo com a Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL, 2015), a distância mínima entre os galhos e a fiação deve ser de um metro para a rede de baixa tensão e dois metros para a média tensão. A Figura 52 permite observar que aproximadamente 74% das árvores amostradas encontram-se a uma distância menor do que um metro da fiação elétrica, enquanto apenas 26% das árvores estavam a uma distância mínima acima da recomendada pelas companhias de transmissão de energia.

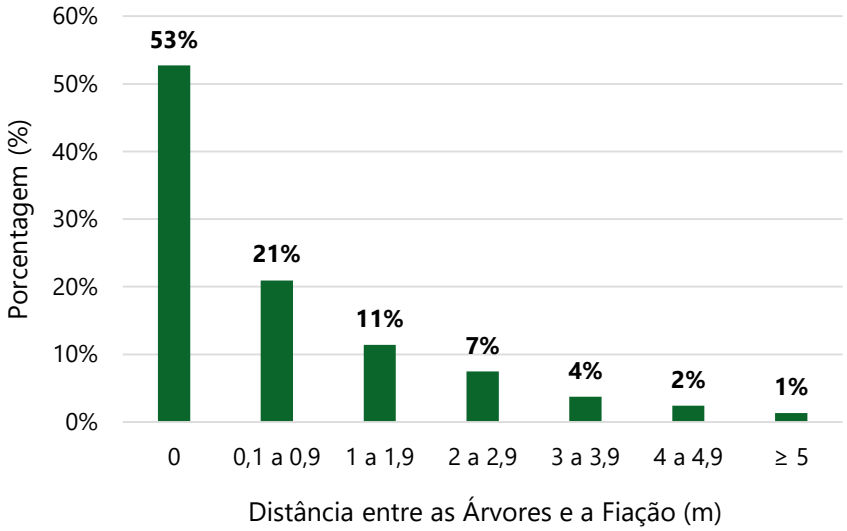


Figura 52: Classes de distâncias entre a fiação e a copa da arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.1.7. Condições Fitossanitárias

Ao todo, 64% dos indivíduos avaliados apresentaram boas condições fitossanitárias. A classe satisfatória foi representada por 27%, a classe ruim foi composta por 8%, e os indivíduos mortos representaram 1% (Figura 53). A Figura 54 apresenta a distribuição dos indivíduos amostrados por classe fitossanitária.

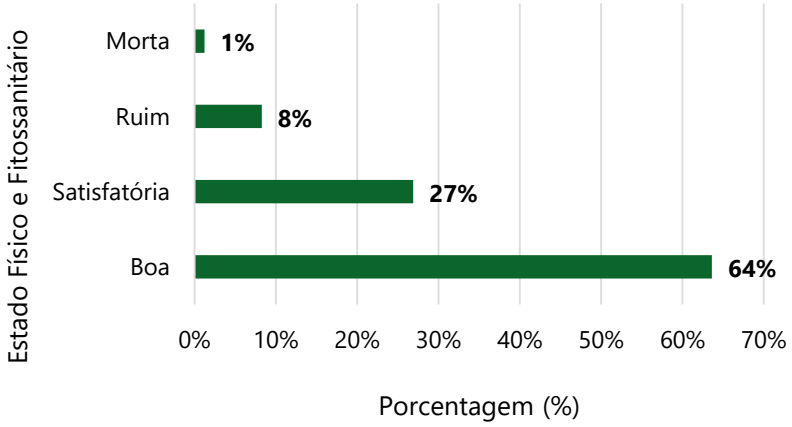


Figura 53: Classificação do estado físico e fitossanitário da arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%)
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

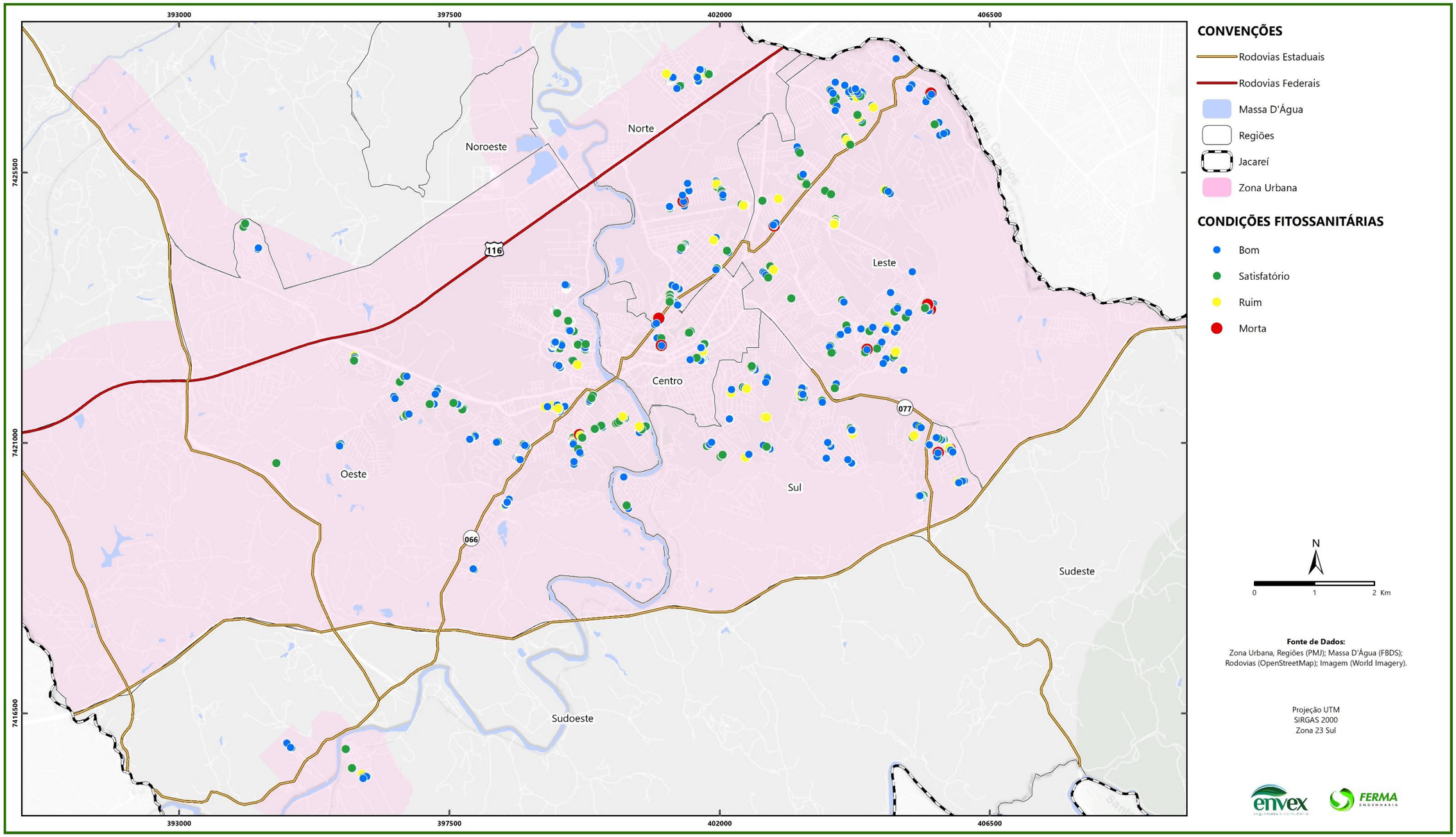


Figura 54: Distribuição dos indivíduos amostrados com relação às condições fitossanitárias.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A Figura 55 apresenta exemplos de árvores que representam as classes de estado físico e fitossanitário avaliadas em Jacareí.

Figura 55: Exemplos de árvores nas quatro classes fitossanitárias encontradas na arborização de ruas de Jacareí/SP. 1 – Boa; 2 – Satisfatória; 3 – Ruim; 4 – Morta.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Os dados coletados também demonstraram que apenas 3% das árvores amostradas apresentavam algum tipo de praga ou doença, enquanto 97% delas não apresentavam sinais visíveis de infestação por pragas ou a presença de alguma doença.

6.1.8. Análise do Sistema Radicular Visível

A Figura 56 apresenta a classificação dos indivíduos de porte arbóreo avaliados de acordo com a profundidade do seu sistema radicular visível em porcentagem. Verifica-se que 7 em cada 10 árvores amostradas em Jacareí apresentaram sistema radicular profundo. Isso mostra que, de maneira geral, as raízes são menos propensas a interferir nas calçadas ou passeios, afetando menos a acessibilidade destes locais. Isso pode estar relacionado à ausência de canteiro, nos casos em que o colo se encontra soterrado, ou afogado, por concreto, por exemplo.

Já as árvores que apresentaram sistema radicular pouco superficial ou superficial somam 29%, o que pode estar relacionado às condições do solo (compactação), características de determinadas espécies, como *F. benjamina* (figueira-benjamina) e *D. regia* (flamboyant), ou como resposta a um desequilíbrio biomecânico. Nestas condições, as raízes secundárias podem se tornar superficiais e/ou enoveladas, fazendo com que estrangulem o tronco, podendo ocasionar danos ao calçamento.

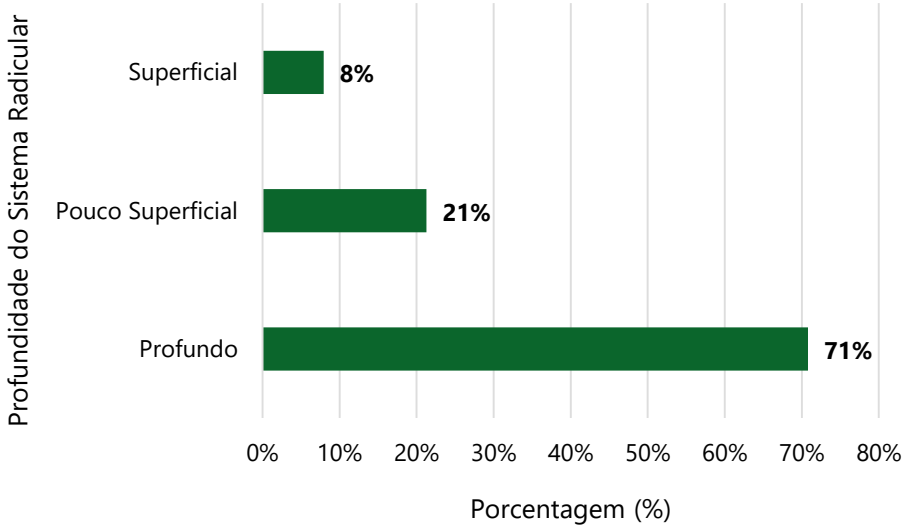


Figura 56: Profundidade do sistema radicular visível da arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.1.9. Manejo Previamente Realizado

A maior parte das árvores avaliadas no diagnóstico demonstrou ter passado por algum tipo de manejo anteriormente, como podas, tanto leves quanto drásticas, o que corresponde a 54% do total. As podas drásticas foram realizadas em 13% das árvores amostradas (Figura 57).

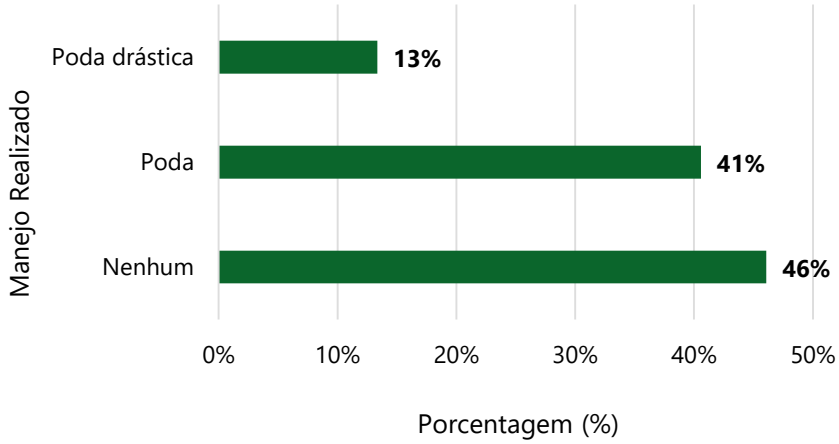


Figura 57: Manejo previamente realizado da arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.1.10. Necessidade de Tratamento

Verificou-se que em 75% dos indivíduos avaliados, se faz necessária a intervenção para a realização de algum tipo de poda, a fim de aprimorar o desenvolvimento das árvores. Os tipos de poda recomendados para estas árvores são apresentados na Figura 58.

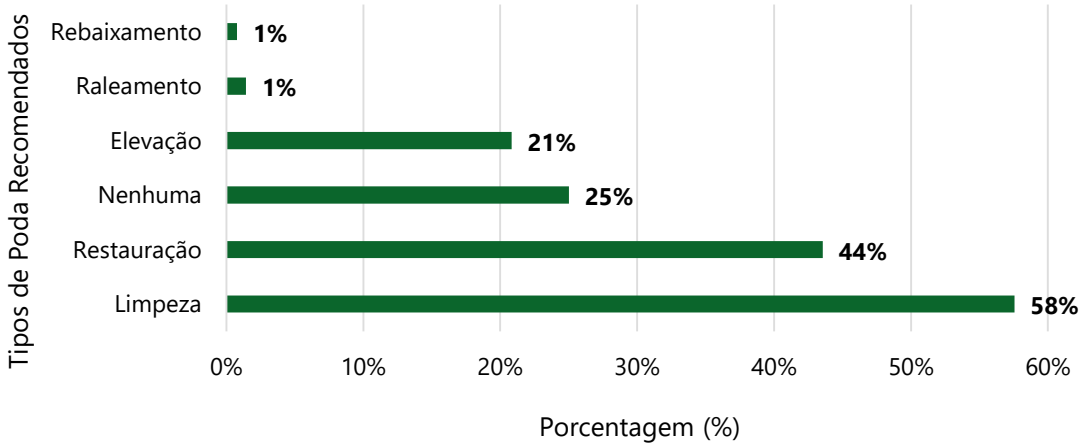


Figura 58: Tipos de poda recomendados à arborização viária amostrada em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Destaca-se a necessidade de podas de limpeza, demandada em 58% dos casos, sendo esta caracterizada como uma poda seletiva que visa remover galhos mortos, doentes, quebrados ou malformados (ABNT, 2013b). Em segundo lugar, com 44%, apareceu a necessidade de podas de restauração. De acordo com ABNT (2013b), esta é uma poda seletiva que tem por objetivo melhorar a estrutura, forma e aparência das árvores que passaram por podas drásticas, ou tenham sido vandalizadas ou danificadas. Assim, se espera reestabelecer a arquitetura natural da copa daquela espécie de árvore.

O terceiro tipo de poda mais necessário foi a de elevação, para 21% das árvores. Esta é uma poda seletiva realizada para se fornecer espaços verticais (ABNT, 2013b),

ou seja, elevar a altura de bifurcação para o mínimo recomendado, de 1,80 m (SÃO PAULO, 2021).

6.1.11. Análise de Risco

Durante a coleta de dados no processo de avaliação qualitativa do inventário de árvores, todas as árvores amostradas foram submetidas a uma análise minuciosa, visando identificar possíveis problemas ou defeitos significativos em suas estruturas que pudessem aumentar a probabilidade de queda a curto ou médio prazo. Os resultados revelaram que, dentre os 907 indivíduos de porte arbóreo analisados, 891 apresentaram baixo risco de queda, enquanto 69 foram classificados com um risco de queda médio e 17 árvores foram categorizadas com alto risco de queda Figura 59).

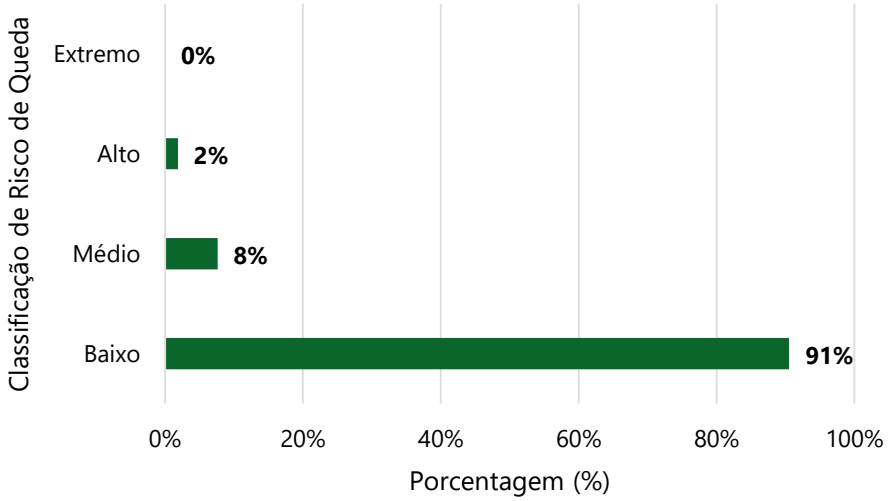


Figura 59: Classificação do risco de queda das árvores amostradas em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A respeito da probabilidade de falha, 72% das árvores amostradas foram categorizadas como improváveis de sofrer rupturas, enquanto 23% apresentaram uma probabilidade possível de falha. Apenas 4% tiveram uma probabilidade provável de falha, e 1% mostrou uma probabilidade muito alta de falha. Quanto à localização das

árvores, 80% dos indivíduos amostrados estavam em áreas de tráfego leve, 14% estavam em áreas de tráfego moderado e 7% estavam situados em áreas de tráfego intenso.

Em relação aos efeitos colaterais, 79% das árvores amostradas estavam em áreas residenciais, enquanto 19% estavam em áreas comerciais e residenciais. Apenas 1% estavam em áreas exclusivamente comerciais e outras 1% estavam próximas de pontos de ônibus.

A Figura 60 apresenta a localização das árvores amostradas classificadas como risco médio e alto, bem como as regiões de Jacareí mais suscetíveis em caso de queda de árvores. Verifica-se que as regiões mais vulneráveis à queda de árvores são Leste, Oeste, Sul e Norte.

As espécies que apresentaram a maior quantidade de indivíduos em situação de alto risco de queda foram *Bauhinia variegata* (pata-de-vaca), com quatro indivíduos amostrados, além de *Cenostigma pluviosum* var. *peltophoroides* (sibipiruna), *Cassia leptophylla* (falso-barbatimão) e *Tecoma stans* (ipê-de-jardim), cada uma com dois indivíduos nesta condição. Outras espécies que apresentaram um indivíduo em situação de alto risco foram *Ligustrum lucidum* (alfeneiro), *Ficus benjamina* (figueira-benjamina), *Lafoensia pacari* (dedaleiro), *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-rosa), *Lafoensia glyptocarpa* (mirindiba), *Nerium oleander* (espirradeira) e *Centrolobium robustum* (araribá).

Nas situações em que a espécie apresentar risco de queda for classificada como exótica invasora, esta deverá receber uma maior prioridade na remoção. Já quando a espécie for nativa e, principalmente, ameaçada de extinção, a avaliação deve ser ainda mais criteriosa e, se possível, com equipamentos como resistógrafo ou tomógrafo, a fim de se obter maior precisão quanto à possibilidade de queda da árvore em um período de tempo curto. Para especificações, mais detalhadas sobre os procedimentos deve ser realizada uma consulta à Norma ABNT NBR 16246-3/2013, intitulada

"Florestas urbanas — Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas - Parte 3: Avaliação de risco de árvores" (ABNT, 2013a).

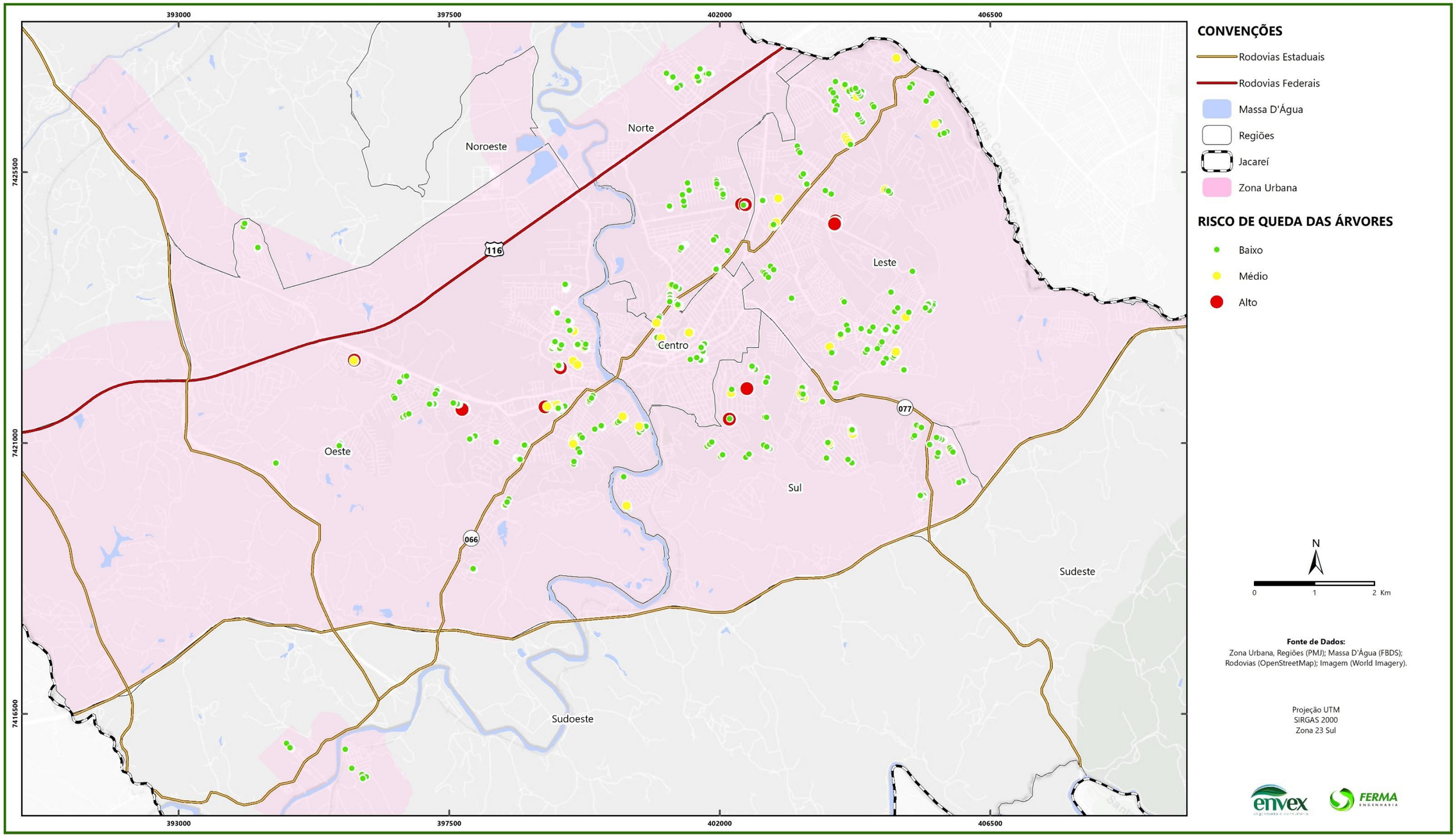


Figura 60: Distribuição das árvores com risco de queda amostradas em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.1.12. Análise de Nível 3 das Árvores de Ruas

Com base nas análises visuais foram selecionadas 9 árvores localizadas em ruas de Jacareí para a avaliação de risco com penetrógrafo (Nível 3). De acordo com a penetrografia, 6 das 9 árvores avaliadas não apresentaram fatores que justifiquem a sua remoção, sendo recomendado apenas a execução de podas de limpeza e de restauração da copa. Por outro lado, 3 árvores da espécie *Cenostigma pluviosum* var. *peltophoroides* (sibipiruna) apresentaram risco de queda, e dessa maneira, recomenda-se a sua remoção.

6.1.13. Principais Problemas Encontrados

Foram verificados sete problemas, ou defeitos estruturais, em 10% ou mais dos indivíduos amostrados. Os principais problemas identificados foram: brotações epicórmicas (60%), galhos secos (52%), e copa desequilibrada (24%), soerguimento das raízes (21%), presença de fungo (podridão) (17%), inclinação do tronco (11%), e união fraca no tronco (10%) (Figura 61).

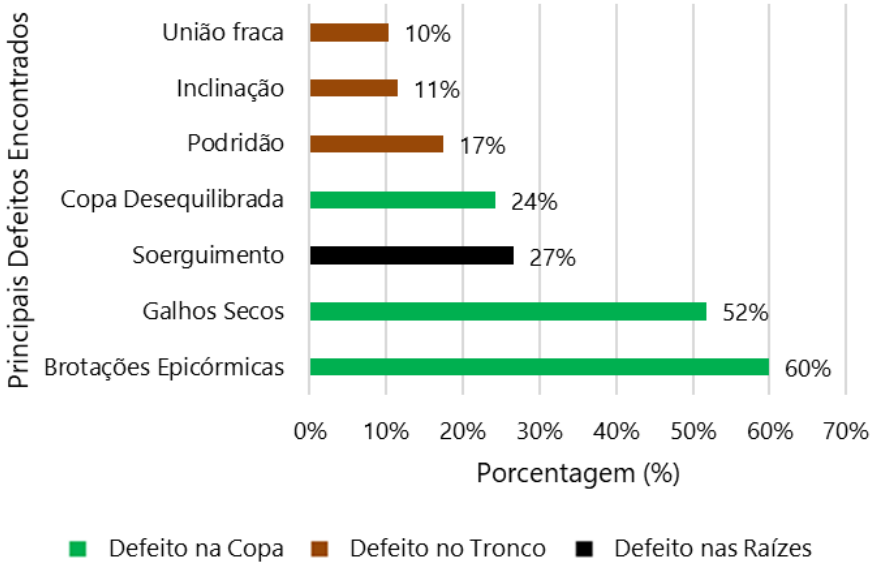


Figura 61: Problemas encontrados com maior frequência nas árvores amostradas em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A Figura 62 apresenta exemplos de indivíduos de porte arbóreo com os principais tipos de problemas verificados na arborização das ruas de Jacareí.

Figura 62: Exemplos dos principais defeitos encontrados na arborização das ruas de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

No caso da copa, os defeitos identificados têm uma relação direta com a realização de podas mal executadas, sobretudo drásticas, e frequentes, que fazem a árvore produzir uma quantidade cada vez maior de brotações epicórmicas. Estas brotações provêm de brotos latentes superficiais na casca próximo à base do galho removido, possuindo uma ligação frágil com o tronco (GILMAN, 2002). As brotações epicórmicas surgem como uma resposta da planta a um impacto na produção de fotossíntese. Nestes casos, se recomenda a realização da condução de um dos ramos da brotação epicórmica para que se tenha o crescimento principal do galho anteriormente removido (MARIA *et al.*, 2021).

Os galhos secos ocorrem como uma resposta à diminuição e perda de vitalidade da árvore, seja após eventos sucessivos de podas ou outros motivos como a senescência natural da planta, deficiência nutricional no solo ou o ataque de

patógenos. O desequilíbrio da copa geralmente tem relação com a execução de podas que visam afastar os galhos da fiação elétrica aérea, notadamente podas em "V", que fazem com que um lado da copa fique mais volumoso que o outro. Outro motivo também pode ser nos casos em que há conflitos com outras estruturas urbanas, como marquises, postes, telhados etc.

Com relação ao tronco, a presença de fungos também tem relação com a execução de podas drásticas sucessivas ou injúrias mecânicas que não compartimentalizaram (cicatrizaram) o suficiente para impedir o contato de estruturas fúngicas no lenho (AUER *et al*., 2012). Quanto mais velha for a árvore, maior tende a ser a sua dificuldade em fechar o ferimento.

A inclinação pode ter diferentes motivos, dentre eles: característica natural da espécie; má formação da muda; plantio inadequado, falta de direcionamento com tutor; podas inadequadas; desequilíbrio estrutural da planta decorrente de impacto, eventos climáticos, ou senescência natural. Cada caso deve ser avaliado e, conjuntamente com outros fatores, deve-se considerar a necessidade de remoção do indivíduo arbóreo.

A união fraca decorre da presença de uma casca inclusa entre dois ou mais ramos co-dominantes. Esta região é mais suscetível à ruptura do lenho, em casos de eventos climáticos extremos, principalmente quando a madeira estiver comprometida por fatores como podridão e ataques de organismos xilófagos, ou a copa estiver desequilibrada, com um peso maior para um dos eixos da árvore. Gilman (2002) explica que este defeito geralmente começa quando a muda está no viveiro e deve ser prevenido ou corrigido por meio de podas de formação ou de condução.

O soerguimento das raízes geralmente ocorre em resposta a um desequilíbrio da copa e/ou do tronco no sentido oposto ao soerguimento, ou quando há outros fatores, como podridão e presença de organismos xilófagos na planta. Nessas situações, a árvore procura manter a sua estabilidade reforçando o sistema radicular, por meio das

raízes de sustentação. Assim, quando verificado, deve-se analisar a causa, pois pode se tratar de um fator de comprometimento da árvore, como podridão ou presença de organismos xilófagos.

Por outro lado, a remoção foi indicada para 6% das árvores avaliadas (54 indivíduos), seja para árvores mortas ou para aquelas que estão em processo de decaimento fitossanitário irrecuperável.

6.2. Arborização em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer

6.2.1. Levantamento Quantitativo da Arborização em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer

No arquivo disponibilizado pela PMJ, constam 437 áreas cadastradas, distribuídas em cinco classes, sendo elas: área dominial, área institucional, praças, áreas de lazer e áreas verdes. A proporção de amostragem realizada em cada classe é apresentada na Tabela 19.

Tabela 19: Representatividade das classes de áreas localizadas em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP.

Classe	n total	n amostrado	% amostrada
Áreas dominiais	90	7	8%
Áreas institucionais	76	4	5%
Praças	50	3	6%
Áreas de lazer	177	9	5%
Áreas verdes	44	3	7%
Não cadastradas		3	
TOTAL	**437**	**29**	

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Essa amostragem equivale a 6,64% das áreas dessas classes, estando em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo MPPR (2018), que recomenda uma amostragem superior a 5% da população total de árvores existentes no município.

6.2.2. Levantamento Qualitativo da Arborização em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer

No inventário quantitativo da arborização das propriedades municipais e sistemas de lazer, foram amostrados 1.812 indivíduos arbóreos, localizados nas 29 áreas avaliadas, distribuídos aleatoriamente em todas as regiões urbanizadas de Jacareí (Tabela 20). Os locais amostrados incluem áreas como parques, praças, creches, unidades básicas de saúde e centro de atividades para a terceira idade.

Tabela 20: Relação das áreas amostradas em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP.

N	Classe	Endereço	Nº Árvores
1	Áreas dominiais	Rua Hilario Villar	44
2		Rua Carlos Navarro da Cruz	25
3		Rua Cap. Walter Rodrigues de Camargo	45
4		Rua Dionisia Nogueira Zicarelli	17
5		Avenida Pref. Jose Christovoo Arouca	448
6		Rua Santo Inacio	13
7		Avenida Gilberto Moreira	32
8	Áreas institucionais	Rua Dom João 2	53
9		Rua Chico Botellho	55
10		Avenida Eg Edson Mega de Miranda	5
11		Rua São Diego	45
12	Praças	Rua Takeo Ota	27
13		Pca Conde Frontin	49
14		Rua Colorado	74
15	Áreas de Lazer	Rua Antonio do Amaral Bueno	41
16		Rua Dr. Lucio Malta	521
17		Rua Alfredo Schurig	28

N	Classe	Endereço	Nº Árvores
18		Rua Ten./Cel. Lineu Alves Mialaret	47
19		Avenida Bruno Decária	32
20		Rua Barão de Jacarei	15
21		Rua Arminda Ottoni de Almeida	23
22		Rua Odete	9
23		Avenida Antonio Fonseca	12
24	Áreas Verdes	Avenida Moriaki Ueno	11
25		Avenida Suzana de Castro Ramos	37
26		Avenida Zilah Mercadante C Bastos	30
27	Não cadastradas	Rua Luiz Simon	26
28		Rua Antonio Afonso	9
29		Rua Leopoldo Leite	39
TOTAL			**1.812**

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.2.3. Composição Florística da Arborização em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer

Os 1.812 indivíduos de porte arbóreo avaliados distribuem-se em 144 espécies, 108 gêneros e 40 famílias botânicas. Destas, 31 árvores não tiveram suas respectivas espécies identificadas.

A Tabela 21 apresenta o levantamento florístico das espécies amostradas nas Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer.

As famílias botânicas com as maiores riquezas de espécies na arborização de propriedades municipais e sistemas de lazer de Jacareí são: Fabaceae, com 32 espécies, o que corresponde a 22,00% do total; seguida por Myrtaceae, com 17 espécies (11,81%); Arecaceae, com 11 espécies (7,64%); e Bignoniaceae, com 10 espécies (6,94%).

Quanto ao hábito das espécies dos indivíduos amostrados, 72,92% são classificadas como árvores, 12,50% como arbustos, 7,64% como palmeiras, e 2,78% de outros hábitos de vida.

Tabela 21: Relação das famílias, espécies, hábitos de vida e origem dos indivíduos amostrados nas propriedades municipais e sistemas de lazer de Jacareí/SP.

Família/Nome científico	Nome popular	Hábito de vida	Origem
Agavaceae			
Yucca guatemalensis Baker	Iúca	O	E
Anacardiaceae			
Mangifera indica L.	Mangueira	AV	EI
Schinus molle L.	Aroeira-salso	AV	N
Schinus terebinthifolia Raddi	Aroeira-vermelha	AV	N
Spondias purpurea L.	Serigueleira	AV	E
Annonaceae			
Annona cherimola Mill.	Chirimoia	AB	E
Annona muricata L.	Graviola	AB	E
Apocynaceae			
Nerium oleander L.	Espirradeira	AB	E
Tabernaemontana catharinensis A.DC.			
Araliaceae			
Heptapleurum actinophyllum (Endl.) Lowry & G.M. Plunkett	Árvore-guarda-chuva	AB	EI
Heptapleurum arboricola Hayata	Cheflera	AB	EI
Plerandra elegantissima (Veitch ex Mast.) Lowry, G.M. Plunkett & Frodin	Arália	AB	E
Araucariaceae			
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	Araucária	AV	N
Araucaria bidwillii Hook.	Araucária-da-austrália	AV	E
Arecaceae			
Archontophoenix cunninghamiana (H.Wendl.) H.Wendl. & Drude	Palmeira-real	P	EI
Caryota urens L.	Palmeira-rabo-de-peixe	P	EI
Dypsis decaryi (Jum.) Beentje & J.Dransf.	Palmeira-triangular	P	E
Dypsis lutescens (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf.	Areca-bambu	P	E
Euterpe precatoria Mart.	Açaizeiro	P	N
Livistona chinensis (Jacq.) R.Br. ex Mart.	Palmeira-leque-da-china	P	EI
Phoenix dactylifera L.	Tamareira	P	E
Phoenix roebelenii O'Brien	Palmeira-fênix	P	EI
Roystonea oleracea (Jacq.) O.F.Cook	Palmeira-imperial	P	EI
Roystonea regia (Kunth) O.F.Cook	Palmeira-imperial-de-cuba	P	E
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	Palmeira-jerivá	P	N
Asparagaceae			
Dracaena reflexa Lam.	Dracena-malaia	AB	E
Bignoniaceae			

Família/Nome científico	Nome popular	Hábito de vida	Origem
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-amarelo-miúdo	AV	N
Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos	Ipê-rosa	AV	N
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo	AV	N
Handroanthus umbellatus (Sond.) Mattos	Ipê-amarelo-do-brejo	AV	N
Jacaranda mimosifolia D. Don	Jacarandá-mimoso	AV	E
Jacaranda puberula Cham.	Caroba	AV	N
Spathodea campanulata P. Beauv.	Espatódea	AV	EI
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Ipê-de-el-salvador	AV	E
Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	AV	N
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	Ipê-de-jardim	AV	EI
Chrysobalanaceae			
Moquilea tomentosa Benth.	Oitizeiro	AV	N
Combretaceae			
Terminalia catappa L.	Sete-copas	AV	EI
Cordiaceae			
Cordia dichotoma Gürke	Ameixa Assíria	AV	N
Cordia superba Cham.	Babosa-branca	AV	N
Cupressaceae			
Cupressus lusitanica Mill.	Cipreste-português	AV	EI
Dilleniaceae			
Dillenia indica L.	Maçã-de-elefante	AV	E
Euphorbiaceae			
Alchornea triplinervia (Spreng.) Müll.Arg.	Tapiá	AV	N
Croton urucurana Baill.	Sangra-d'água	AV	N
Euphorbia cotinifolia L.	Leiteiro-vermelho	AB	EI
Fabaceae			
Albizia lebbeck (L.) Benth.	Albízia	AV	EI
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	Farinha-seca	AV	N
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	Angico-branco	AV	N
Anadenanthera peregrina (L.) Speg.	Angico-do-cerrado	AV	N
Bauhinia purpurea L.	Pata-de-vaca-roxa	AV	E
Bauhinia variegata L.	Pata-de-vaca	AV	E
Cassia ferruginea (Schrad.) Schrad. ex DC.	Chuva-de-ouro	AV	N
Cassia fistula L.	Acácia-imperial	AV	E
Cassia grandis L.f.	Acácia-rosa	AV	N
Cenostigma pluviosum (DC.) Gagnon & G.P.Lewis var. pluviosum	Sibipiruna	AV	N

Família/Nome científico	Nome popular	Hábito de vida	Origem
Centrolobium tomentosum Guillem. ex Benth.	Araribá	AV	N
Clitoria fairchildiana R.A.Howard	Clitória	AV	N
Cojoba arborea (L.) Britton & Rose	Brinco-de-índio	AV	E
Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyant	AV	E
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	Tamboril	AV	N
Erythrina speciosa Andrews	Mulungu-do-litoral	AV	N
Hymenaea courbaril L.	Jatobá	AV	N
Inga laurina (Sw.) Willd.	Ingá-branco	AV	N
Inga marginata Willd.	Ingá-feijão	AV	N
Inga vera Willd.	Ingá-banana	AV	N
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	Leucena	AV	EI
Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Pau-ferro	AV	N
Machaerium nyctitans (Vell.) Benth.	Bico-de-pato	AV	N
Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	AV	N
Paubrasilia echinata (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	Pau-brasil	AV	N
Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	Canafístula	AV	N
Piptadenia paniculata Benth.	Angico-de-espinhos	AV	N
Poecilanthe parviflora Benth.	Lapacho	AV	N
Schizolobium parahyba (Vell.) Blake	Guapuruvu	AV	N
Senna macranthera (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Acácia-manduirana	AV	N
Tamarindus indica L.	Tamarindo	AV	E
Tipuana tipu (Benth.) Kuntze	Tipuana	AV	E
Lamiaceae			
Callicarpa reevesii Wall.	Calicarpa-chinesa	AV	E
Rotheca myricoides (Hochst.) Steane & Mabb.	Borboleta-azul	AB	E
Lauraceae			
Ocotea sp.	Canela	AV	N
Persea americana Mill.	Abacateiro	AV	EI
Lecythidaceae			
Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze	Jequitibá-branco	AV	N
Cariniana legalis (Mart.) Kuntze	Jequitibá-rosa	AV	N
Lecythis pisonis Cambess.	Sapucaia	AV	N
Lythraceae			
Lafoensia glyptocarpa Koehne	Mirindiba	AV	N
Lafoensia vandelliana Cham. & Schltdl.	Dedaleiro-amarelo	AV	N
Lagerstroemia indica L.	Resedá	AV	E

Família/Nome científico	Nome popular	Hábito de vida	Origem
Punica granatum L.	Romãzeira	AV	E
Magnoliaceae			
Magnolia champaca (L.) Baill. ex Pierre	Magnólia-amarela	AV	EI
Malpighiaceae			
Lophanthera lactescens Ducke	Lofantera	AV	N
Malpighia glabra L.	Aceroleira	AB	E
Malvaceae			
Ceiba speciosa (A.St.-Hil.) Ravenna	Paineira	AV	N
Luehea divaricata Mart.	Açoita-cavalo	AV	N
Pachira aquatica Aubl.	Munguba	AV	N
Sterculia apetala (Jacq.) H.Karst.	Chichá	AV	N
Melastomataceae			
Pleroma granulosum (Desr.) D. Don	Quaresmeira-roxa	AB	N
Meliaceae			
Cedrela odorata L.	Cedro-cheiroso	AV	N
Melia azedarach L.	Cinamomo	AV	EI
Moraceae			
Artocarpus heterophyllus Lam.	Jaqueira	AV	EI
Ficus benjamina L.	Figueira-benjamina	AV	E
Ficus luschnathiana (Miq.) Miq.	Figueira-mata-pau	AV	N
Ficus sp.	Figueira	AV	E
Morus nigra L.	Amoreira-preta	AV	EI
Myrtaceae			
Callistemon viminalis (Sol. ex Gaertn.) G.Don	Escova-de-garrafa	AV	E
Campomanesia guazumifolia (Cambess.) O.Berg	Sete-capotes	AV	N
Campomanesia xanthocarpa (Mart.) O.Berg	Guabiroba	AV	N
Corymbia citriodora (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	Eucalipto-cidró	AV	EI
Eucalyptus urograndis (Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla)	Eucalipto-urograndis	AV	EI
Eugenia biflora (L.) DC.	Vassourinha	AV	N
Eugenia brasiliensis Lam.	Grumixameira	AV	N
Eugenia involucrata DC.	Cerejeira-do-rio-grande	AV	N
Eugenia pyriformis Cambess.	Uvaia	AV	N
Eugenia uniflora L.	Pitangueira	AV	N
Myrciaria glazioviana (Kiaersk.) G.M.Barroso ex Sobral	Cabeludinha	AV	N
Plinia peruviana (Poir.) Govaerts	Jaboticabeira	AV	N
Psidium cattleyanum Sabine	Araçazeiro	AV	N

Família/Nome científico	Nome popular	Hábito de vida	Origem
Psidium friedrichsthalianum (O.Berg) Nied.	Araçá-boi	AV	N
Psidium guajava L.	Goiabeira	AV	EI
Syzigium jambos L.	Jambeiro-rosa	AV	EI
Syzygium comuni L.	Jambolão	AV	EI
Oleaceae			
Fraxinus angustifolia var. australis (J. Gay) C.K. Schneid.	Freixo	AV	E
Ligustrum lucidum W.T.Aiton	Alfeneiro	AV	EI
Pandanaceae			
Pandanus utilis Bory	Pândano	O	E
Pinaceae			
Pinus elliottii Engelm.	Pinus	AV	EI
Podocarpaceae			
Podocarpus macrophyllus (Thunb.) Sweet	Pinheiro-de-buda	AB	E
Rhamnaceae			
Hovenia dulcis Thunb.	Uva-do-japão	AV	EI
Rosaceae			
Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.	Nespereira	AV	EI
Prunus serrulata Lindl.	Cerejeira-do-japão	AV	E
Rubiaceae			
Calycophyllum spruceanum (Benth.) K.Schum.	Pau-mulato	AV	N
Mussaenda philippica A.Rich.	Mussaenda-rosa	AB	E
Rutaceae			
Citrus ×limon (L.) Osbeck	Limoeiro	AB	EI
Citrus aurantiifolia (Christm.) Swingle	Lima	AB	E
Murraya paniculata (L.) Jack	Murta	AB	EI
Sapindaceae			
Allophylus edulis (A.St.-Hil. *et al.*) Hieron. ex Niederl.	Vacum	AV	N
Cupania emarginata Cambess.	Camboatá	AV	N
Sapindus saponaria L.	Sabão-de-soldado	AV	
Sapotaceae			
Genipa americana L.	Genipapo	AV	N
Manilkara zapota (L.) P.Royen	Sapotizeiro	AV	N
Solanaceae			
Cestrum nocturnum L.	Dama-da-noite	AB	E
Solanum mauritianum Scop.	Fumo-bravo	AB	N
Solanum paniculatum L.	Jurubeba	AB	N

Família/Nome científico	Nome popular	Hábito de vida	Origem
Urticaceae			
Cecropia pachystachya Trécul	Embaúba-branca	AV	N
Cecropia peltata L.	Embaúba	AV	N
Verbenaceae			
Duranta erecta L.	Pingo-de-ouro	AB	E

NOTA: AB = Arbustivo; AV = Arbóreo; P = Palmeira; O = Outra; N = Nativa; E = Exótica; EI = Exótica Invasora.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Dentre as 144 espécies identificadas, 75 são nativas do Brasil (52,08%) e 69 são exóticas (47,92%). Dentro do grupo de espécies exóticas, 31 espécies, o que corresponde a 21,53%, são invasoras no Brasil, de acordo com o Instituto Hórus (2023). As espécies exóticas invasoras foram representadas por 546 indivíduos de porte arbóreo amostrados, o que representa 30,13% do total avaliado. Embora muitas dessas espécies sejam frutíferas, como *A. heterophyllus* (jaqueira), *E. japonica* (nespereira), *M. indica* (mangueira), *M. nigra* (amoreira), *P. americana* (abacateiro) e *P. guajava* (goiabeira), o seu plantio deve ser desincentivado, para que não ocorra a disseminação de seus propágulos para áreas naturais do município.

Com relação à frequência de espécies identificadas nas áreas verdes e sistemas de lazer, as espécies mais frequentes foram: *Syagrus romanzoffiana* (palmeira-jerivá), com frequência relativa de 6,18%; seguida por *Moquilea tomentosa* (oitizeiro), com 5,46%; *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo-miúdo), com 5,24%; *Dypsis lutescens* (areca-bambu), com 4,69%, *Mangifera indica* (mangueira) e *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-rosa), com 3,64% cada uma (Tabela 22).

Tabela 22: Quantidade de indivíduos amostrados por espécie, em valores absolutos (Frequência Absoluta - FA) e relativos (Frequência Relativa - FR) nas propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP.

Espécie	FA	FR (%)
Syagrus romanzoffiana	112	6,18
Moquilea tomentosa	99	5,46
Handroanthus chrysotrichus	95	5,24
Dypsis lutescens	85	4,69
Mangifera indica	66	3,64
Handroanthus heptaphyllus	66	3,64
Pinus elliottii	64	3,53
Cenostigma pluviosum var. pluviosum	63	3,48
Psidium guajava	51	2,81
Inga vera	44	2,43
Lafoensia glyptocarpa	41	2,26
Terminalia catappa	38	2,10

Espécie	FA	FR (%)
Lagerstroemia indica	37	2,04
Eugenia uniflora	36	1,99
Morus nigra	36	1,99
Archontophoenix cunninghamiana	34	1,88
Corymbia citriodora	34	1,88
Libidibia ferrea	33	1,82
Ficus benjamina	31	1,71
Não identificada	31	1,71
Caryota urens	25	1,38
Erythrina speciosa	24	1,32
Bauhinia variegata	21	1,16
Schinus terebinthifolia	21	1,16
Callistemon viminalis	20	1,10
Heptapleurum actinophyllum	20	1,10
Phoenix roebelenii	20	1,10
Tabebuia roseoalba	18	0,99
Persea americana	17	0,94
Dypsis decaryi	16	0,88
Tabebuia rosea	16	0,88
Tipuana tipu	16	0,88
Ceiba speciosa	15	0,83
Delonix regia	15	0,83
Eriobotrya japonica	14	0,77
Syzygium comuni	13	0,72
Leucaena leucocephala	12	0,66
Murraya paniculata	11	0,61
Parapiptadenia rigida	11	0,61
Roystonea oleracea	11	0,61
Roystonea regia	11	0,61
Ligustrum lucidum	11	0,61
Cassia grandis	10	0,55
Eugenia brasiliensis	10	0,55
Plinia peruviana	10	0,55
Podocarpus macrophyllus	10	0,55
Spathodea campanulata	10	0,55
Malpighia glabra	9	0,50

Espécie	FA	FR (%)
Bauhinia purpurea	8	0,44
Callicarpa reevesii	8	0,44
Calycophyllum spruceanum	8	0,44
Handroanthus umbellatus	8	0,44
Livistona chinensis	8	0,44
Magnolia champaca	8	0,44
Melia azedarach	8	0,44
Pleroma granulosum	8	0,44
Schinus molle	8	0,44
Hovenia dulcis	7	0,39
Nerium oleander	7	0,39
Peltophorum dubium	7	0,39
Schizolobium parahyba	7	0,39
Cedrela odorata	7	0,39
Duranta erecta	6	0,33
Eugenia biflora	6	0,33
Pachira aquatica	6	0,33
Paubrasilia echinata	6	0,33
Syzigium jambos	6	0,33
Centrolobium tomentosum	5	0,28
Ficus luschnathiana	5	0,28
Heptapleurum arboricola	5	0,28
Hymenaea courbaril	5	0,28
Inga laurina	5	0,28
Pandanus utilis	5	0,28
Sapindus saponaria	5	0,28
Araucaria angustifolia	4	0,22
Citrus ×limon	4	0,22
Handroanthus impetiginosus	4	0,22
Machaerium nyctitans	4	0,22
Jacaranda mimosifolia	4	0,22
Anadenanthera colubrina	3	0,17
Artocarpus heterophyllus	3	0,17
Cupressus lusitanica	3	0,17
Dracaena reflexa	3	0,17
Eucalipto urograndis	3	0,17

Espécie	FA	FR (%)
Manilkara zapota	3	0,17
Piptadenia paniculata	3	0,17
Psidium cattleyanum	3	0,17
Punica granatum	3	0,17
Albizia niopoides	2	0,11
Annona muricata	2	0,11
Campomanesia guazumifolia	2	0,11
Campomanesia xanthocarpa	2	0,11
Cariniana estrellensis	2	0,11
Cariniana legalis	2	0,11
Cassia fistula	2	0,11
Cecropia pachystachya	2	0,11
Cestrum nocturnum	2	0,11
Citrus aurantiifolia	2	0,11
Clitoria fairchildiana	2	0,11
Croton urucurana	2	0,11
Dillenia indica	2	0,11
Enterolobium contortisiliquum	2	0,11
Euphorbia cotinifolia	2	0,11
Ficus sp.	2	0,11
Jacaranda puberula	2	0,11
Lophanthera lactescens	2	0,11
Ocotea sp.	2	0,11
Phoenix dactylifera	2	0,11
Poecilanthe parviflora	2	0,11
Prunus serrulata	2	0,11
Sterculia apetala	2	0,11
Albizia lebbeck	1	0,06
Alchornea triplinervia	1	0,06
Allophylus edulis	1	0,06
Anadenanthera peregrina	1	0,06
Annona cherimola	1	0,06
Araucaria bidwillii	1	0,06
Cassia ferruginea	1	0,06
Cecropia peltata	1	0,06
Cojoba arborea	1	0,06

Espécie	FA	FR (%)
Cordia dichotoma	1	0,06
Cordia superba	1	0,06
Cupania emarginata	1	0,06
Eugenia involucrata	1	0,06
Eugenia pyriformis	1	0,06
Euterpe precatoria	1	0,06
Fraxinus angustifolia	1	0,06
Genipa americana	1	0,06
Inga marginata	1	0,06
Lafoensia vandelliana	1	0,06
Lecythis pisonis	1	0,06
Luehea divaricata	1	0,06
Mussaenda philippica	1	0,06
Myrciaria glazioviana	1	0,06
Plerandra elegantissima	1	0,06
Psidium friedrichsthalianum	1	0,06
Rotheca myricoides	1	0,06
Senna macranthera	1	0,06
Solanum mauritianum	1	0,06
Solanum paniculatum	1	0,06
Spondias purpurea	1	0,06
Tabernaemontana catharinensis	1	0,06
Tamarindus indica	1	0,06
Tecoma stans	1	0,06
Yucca guatemalensis	1	0,06
TOTAL	**1.812**	**100%**

NOTA: FA – Frequência Absoluta; FR – Frequência Relativa.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.2.4. Avaliação Dendrométrica

A Tabela 23 apresenta os valores mínimos, médios e máximos, desvio padrão e Coeficiente de Variação (CV%) relativas às variáveis dendrométricas mensuradas nos indivíduos amostrados nas propriedades municipais e sistemas de lazer de Jacareí.

Tabela 23: Estatística descritiva das características dendrométricas da arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP.

Variável	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio Padrão	CV %
DAP (cm)	5,09	21,28	136,24	16,79	78,90
Altura total (m)	2,00	6,73	22,00	3,05	45,23

Nota: DAP = Diâmetro do tronco à altura do peito; CV% = Coeficiente de variação.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Conforme mostra a Tabela 23, o DAP médio dos indivíduos amostrados foi de 21,28 cm. Enquanto isso, a altura total média foi de 6,73 m, indicando a predominância de árvores de porte médio na arborização de propriedades municipais e sistemas de lazer.

Os dados dendrométricos e hipsométricos revelam que mais da metade das árvores analisadas, correspondendo a 60% do total, exibem um diâmetro à altura do peito (DAP) de 20 cm ou menos, sugerindo serem espécies de porte reduzido ou jovens. Quanto à altura, constatou-se que 27% das árvores amostradas têm entre 4 e 6 metros, confirmando a predominância de árvores de porte médio na arborização de Jacareí (Figura 63).

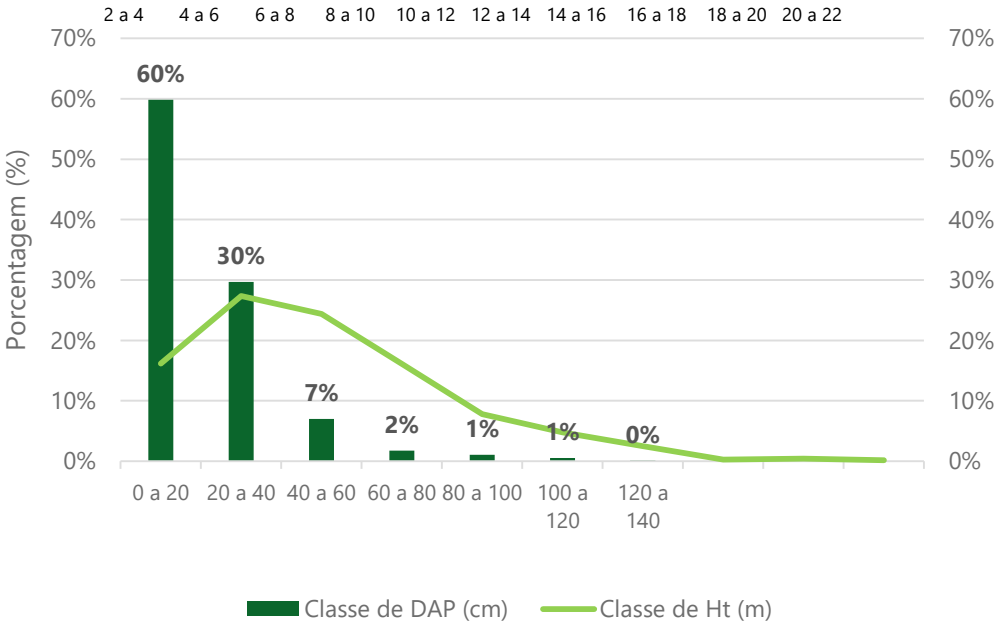


Figura 63: Distribuição hipsométrica e diamétrica da arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.2.5. Condições Fitossanitárias

Entre os 1.812 indivíduos analisados, 1.385 deles (ou 76%) exibiram condições fitossanitárias favoráveis. A categoria de condição satisfatória abarcou 17% das árvores, enquanto 5% foram classificadas como ruins e apenas 1% foram consideradas mortas (Figura 64).

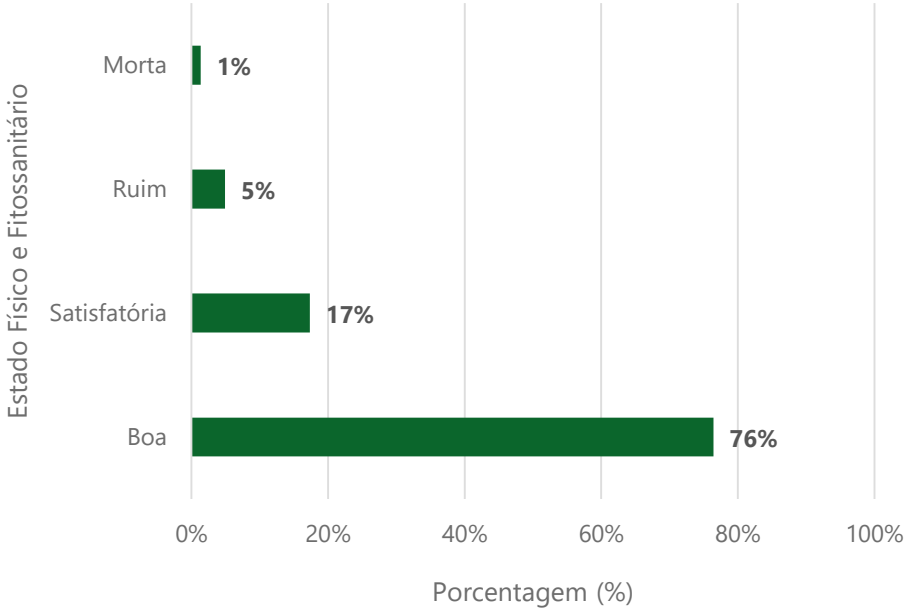


Figura 64: Classificação do estado físico e fitossanitário da arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%).

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A Figura 65 mostra a distribuição dos indivíduos amostrados com relação às condições fitossanitárias.

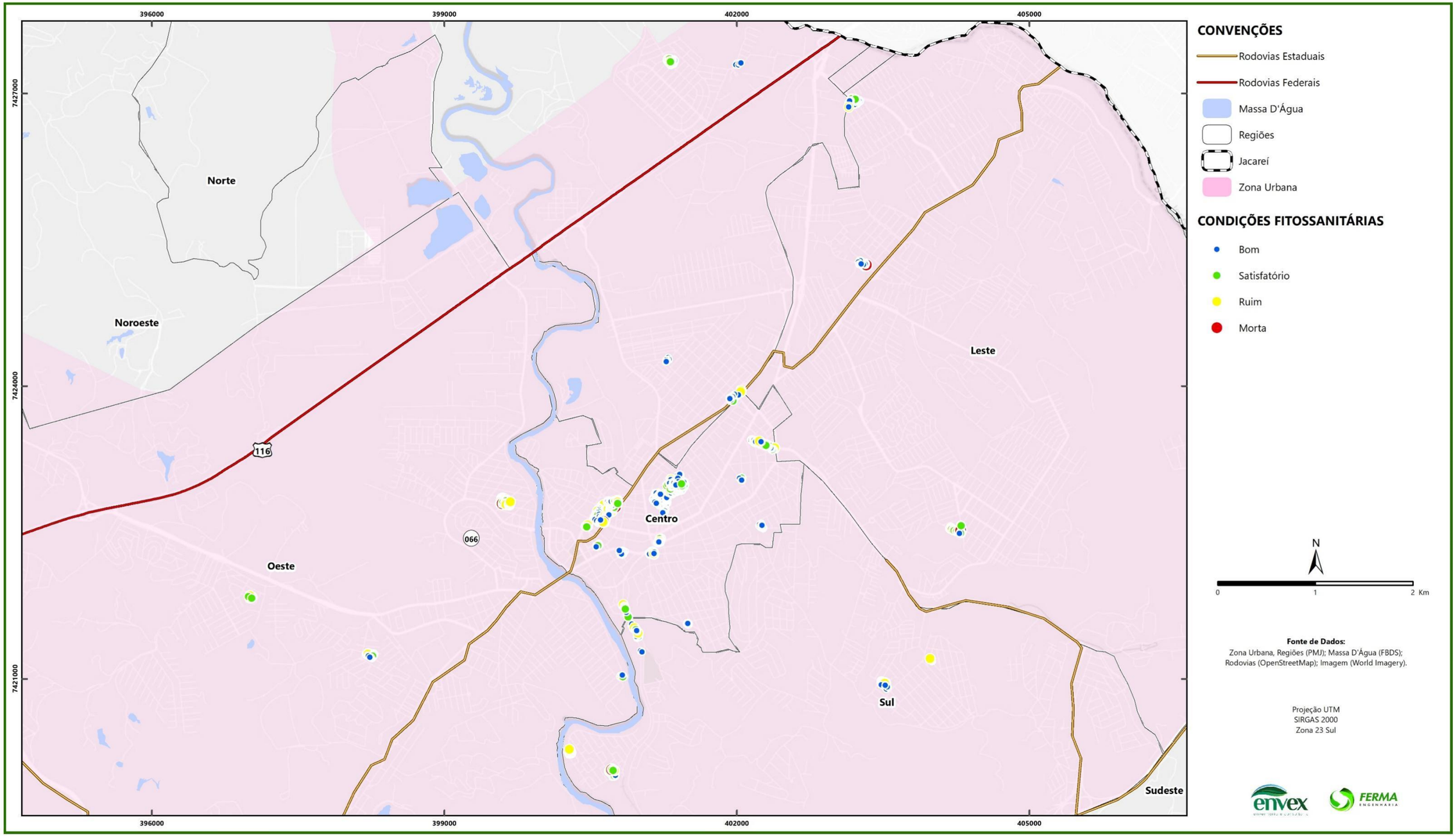


Figura 65: Distribuição dos indivíduos amostrados com relação às suas condições fitossanitárias.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.2.6. Necessidade de Tratamento

Foi constatado que 17% dos indivíduos analisados requerem intervenção por meio de poda para otimizar o crescimento das árvores. A poda de limpeza foi recomendada para 250 árvores, abrangendo 14% dos indivíduos analisados. Já a poda de restauração foi recomendada para 65 árvores, correspondendo a 4% do total, e a poda de elevação foi indicada para 16 árvores, representando 1% das árvores amostradas.

Os tipos de poda recomendados para esses casos estão apresentados na Figura 66.

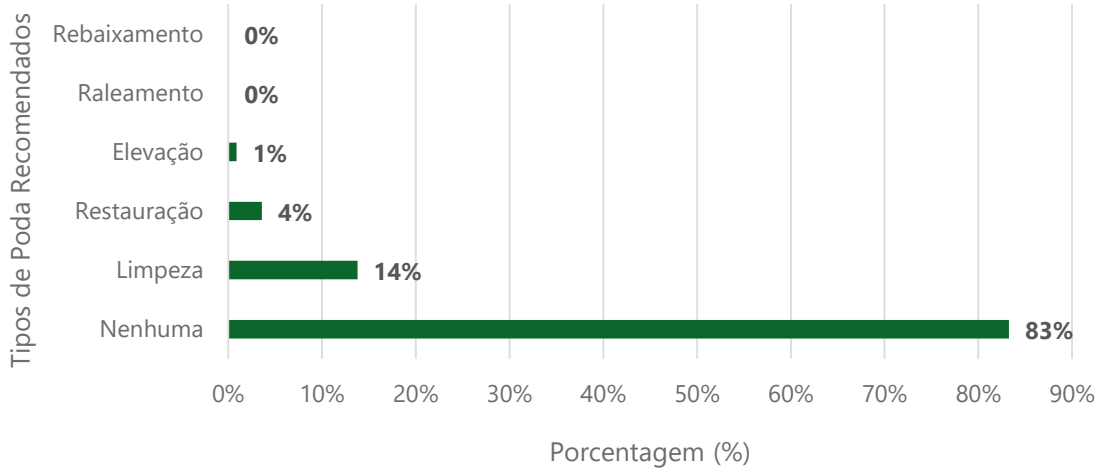


Figura 66: Tipos de poda recomendados à arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.2.7. Principais Problemas Encontrados

Foram identificados quatro problemas ou defeitos estruturais presentes em 10% ou mais dos indivíduos amostrados. Os principais problemas observados foram galhos secos (em 750 árvores) e brotações epicórmicas (em 658 árvores) na região da copa, soerguimento (em 321 árvores) na região das raízes e inclinação (em 209 árvores) no tronco (Figura 67).

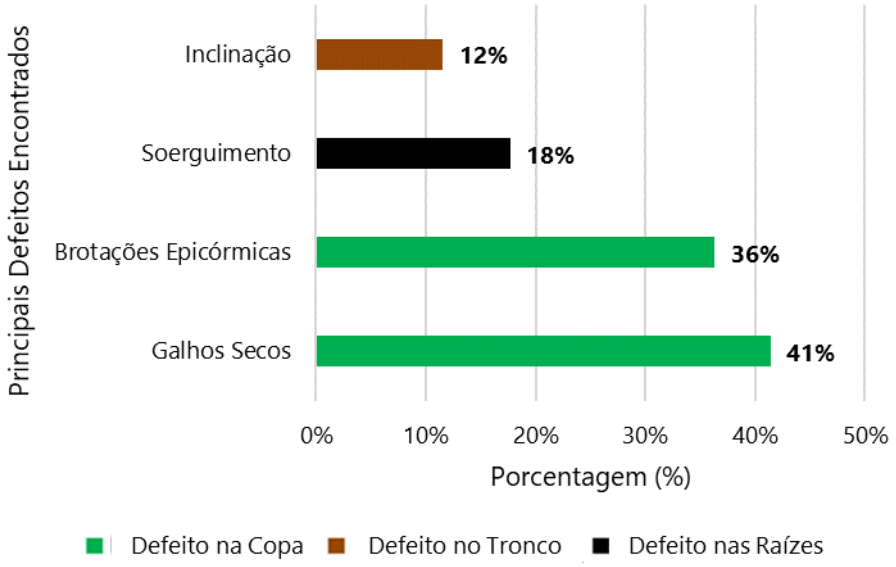


Figura 67: Problemas encontrados com maior frequência na arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%).

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Para árvores mortas ou para aquelas que estão em processo de decaimento fitossanitário irrecuperável, recomendou-se a remoção, sendo indicada para 74 árvores (ou 4% dos indivíduos amostrados) nas propriedades públicas e sistemas de lazer.

6.2.8. Cobertura do Solo

A Figura 68 mostra que a maior parte das árvores avaliadas em propriedades municipais e sistemas de lazer estava presente em canteiro ou abaixo da projeção de copa na presença de vegetação, representando 87% do total. Por outro lado, outras categorias foram representadas por solo exposto (13%), e *paver* e pedrisco, que somaram menos de 1% do total.

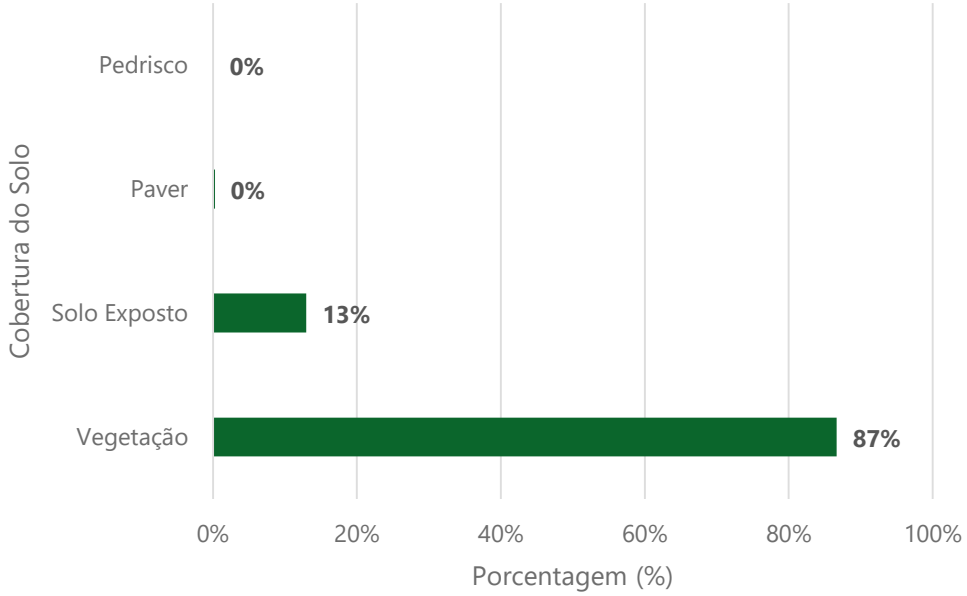


Figura 68: Tipos de cobertura do solo onde está localizada a arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%).

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Grande parte dos canteiros amostrados são cobertos pela espécie de gramínea *Zoysia japonica* Steud., conhecida como grama-esmeralda (Figura 69). Outras espécies encontradas foram *Arachis repens* Handro (grama-amendoim), *Syngonium podophyllum* Schott (singônio), *Pilea cadierei* Gagnep. & Guillaumin (planta-alumínio), *Maranta leuconeura* E.Morren (bigode-de-gato), *Commelina* sp. L. (trapoeraba) e *Anthurium andraeanum* Linden ex André (antúrio).

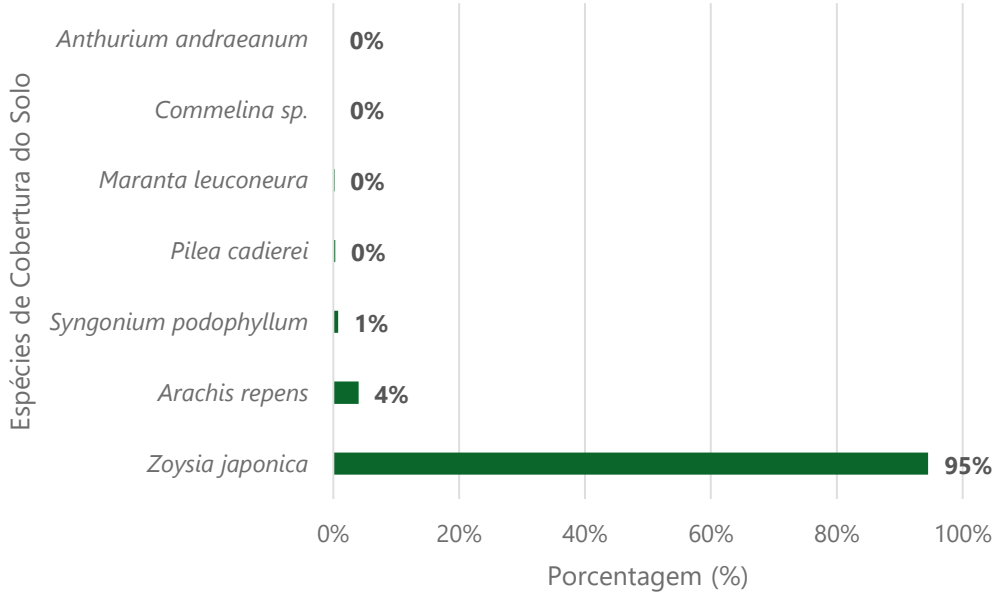


Figura 69: Espécies utilizadas na cobertura do solo da arborização em propriedades municipais e sistemas de lazer amostrados em Jacareí/SP, em porcentagem (%).
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.2.9. Análise de Nível 3 das Árvores em Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer

A análise de risco de Nível 3 com penetrografia foi aplicada para 1 árvore localizada em uma propriedade municipal de Jacareí, da espécie Delonix regia (flamboyant). Com base nos resultados de penetrografia, a árvore em questão não apresenta motivos que justifiquem a sua remoção imediata, sendo recomendado apenas a execução de podas de limpeza e restauração de sua copa.

6.3. APPs Urbanas

O perímetro urbano (zona urbana) apresenta aproximadamente 160 km², destes, há predominância de áreas de agricultura (60%), seguidas pelas áreas não vegetadas (31%), floresta (8%) e corpos d'água (2%). A Figura 70 ilustra o quantitativo do uso e cobertura da terra da zona urbana no período entre 2007 e 2022.

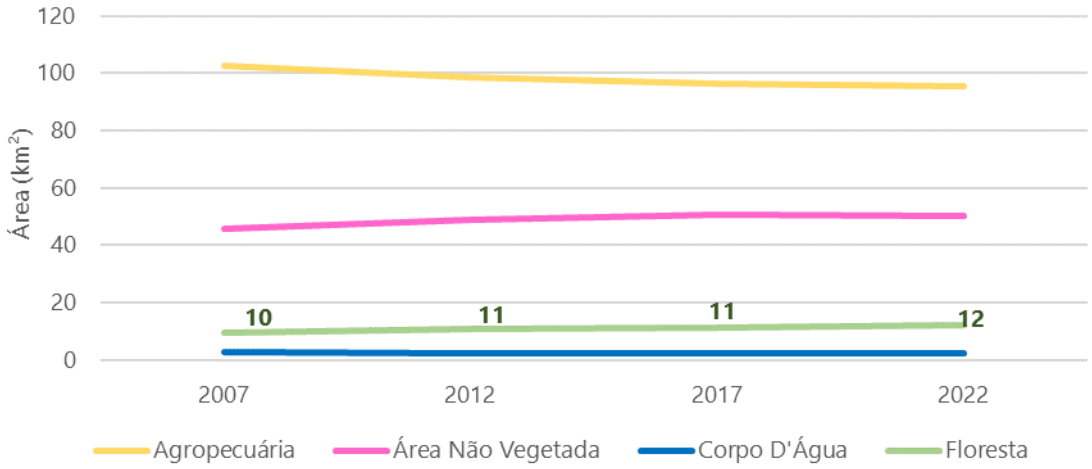


Figura 70: Uso e cobertura da terra na zona urbana.
Fonte: MapBiomas. Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Como resultado das análises das imagens do projeto MapBiomas nas APPs urbanas, o mapeamento da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS) das APPs urbanas de Jacareí totalizam 31,8 km² de área. Os resultados do uso e cobertura da terra realizado pela FBDS são vistos na Tabela 24 e na Figura 71. Ressalta-se que essa classificação considera menores fragmentos de formação florestal e silvicultura, ao passo que apresenta maiores áreas antropizadas e áreas edificadas na mancha urbana.

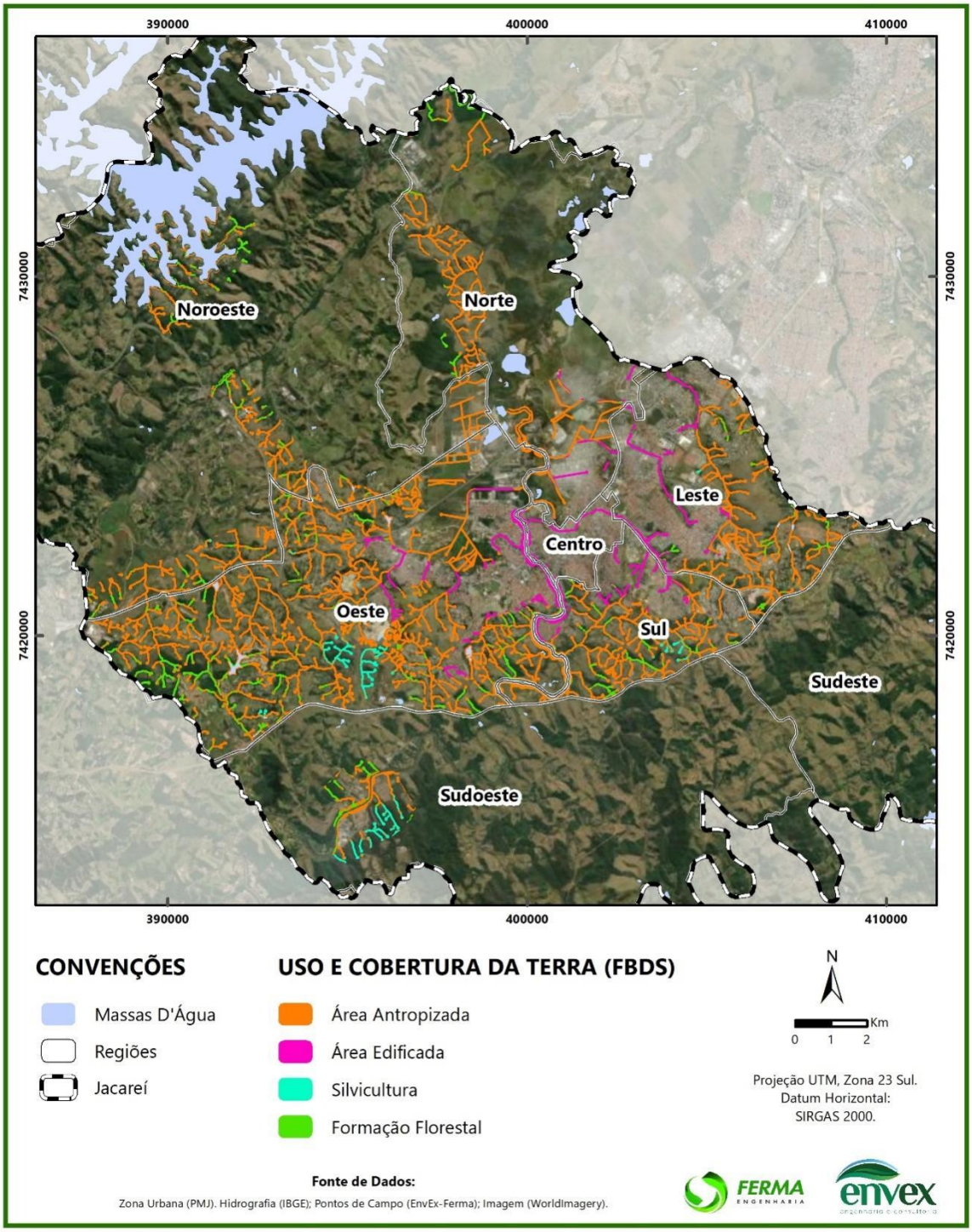


Figura 71: Uso e cobertura da terra nas APPs da zona urbana (FBDS).
Fonte: FBDS (2018). Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Tabela 24: Mapeamento de uso da terra da FBDS nas APPs urbanas de Jacareí.

Classe	Área (km²)	Área (%)
Área Antropizada	24,4	77%
Área Edificada	3,0	10%

Classe	Área (km²)	Área (%)
Formação Florestal	3,5	11%
Silvicultura	0,9	3%
TOTAL	**31,8**	**100%**

Fonte: FBDS (2018). Organizado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

De acordo com dados do MapBiomas, ao longo dos últimos 15 anos, as APPs urbanas tiveram redução na área de agropecuária e aumento nas áreas de florestas (passando de 2,9 km² em 2007 para 3,9 km² em 2022), como ilustrado na Figura 72.

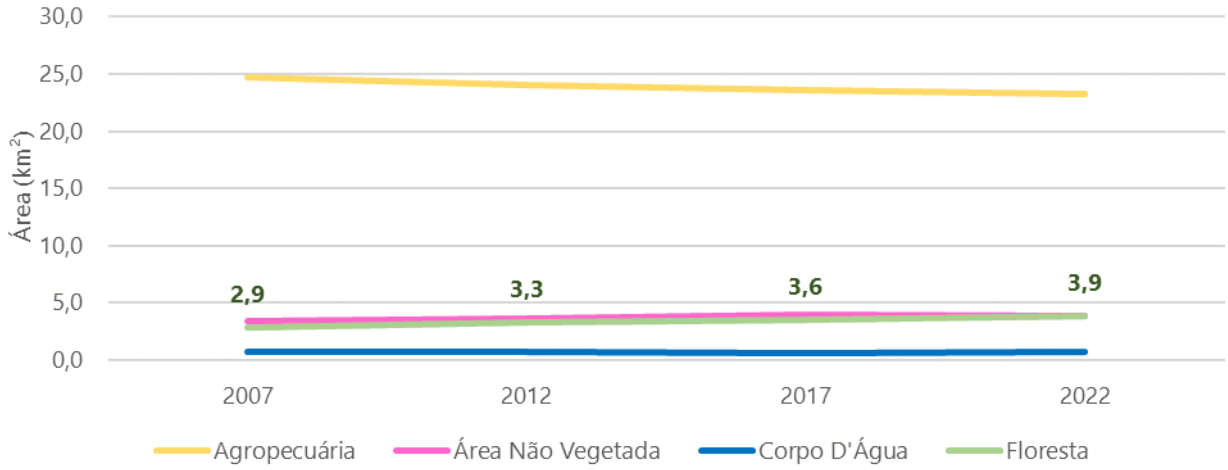


Figura 72: Uso e cobertura da terra nas APPs urbanas.
Fonte: MapBiomas (2022). Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Observando os números mais detalhados em porcentagem nas APPs urbanas (Figura 73), verifica-se o aumento da área não vegetada em APP urbana, a redução da agropecuária (de 77,73% em 2007 para 73,36% em 2022), e o aumento das áreas de floresta (de 9,07% em 2007 para 12,32% em 2022), indicando o aumento das áreas vegetadas em APP.

A Tabela 25 apresenta a área de floresta situadas em APPs urbanas nas respectivas regiões. Verifica-se que a Região Central não apresenta áreas de floresta, já a Região Sul é a que apresenta maior percentual de área de floresta em relação à área da região (2,40% da área total da região). Por fim, nos últimos 15 anos, a Região Leste é a que apresentou maior crescimento de áreas de florestas (128%); a Região

Norte apresentou menor crescimento (15%). A Figura 74 espacializa tais usos ao longo dos anos.

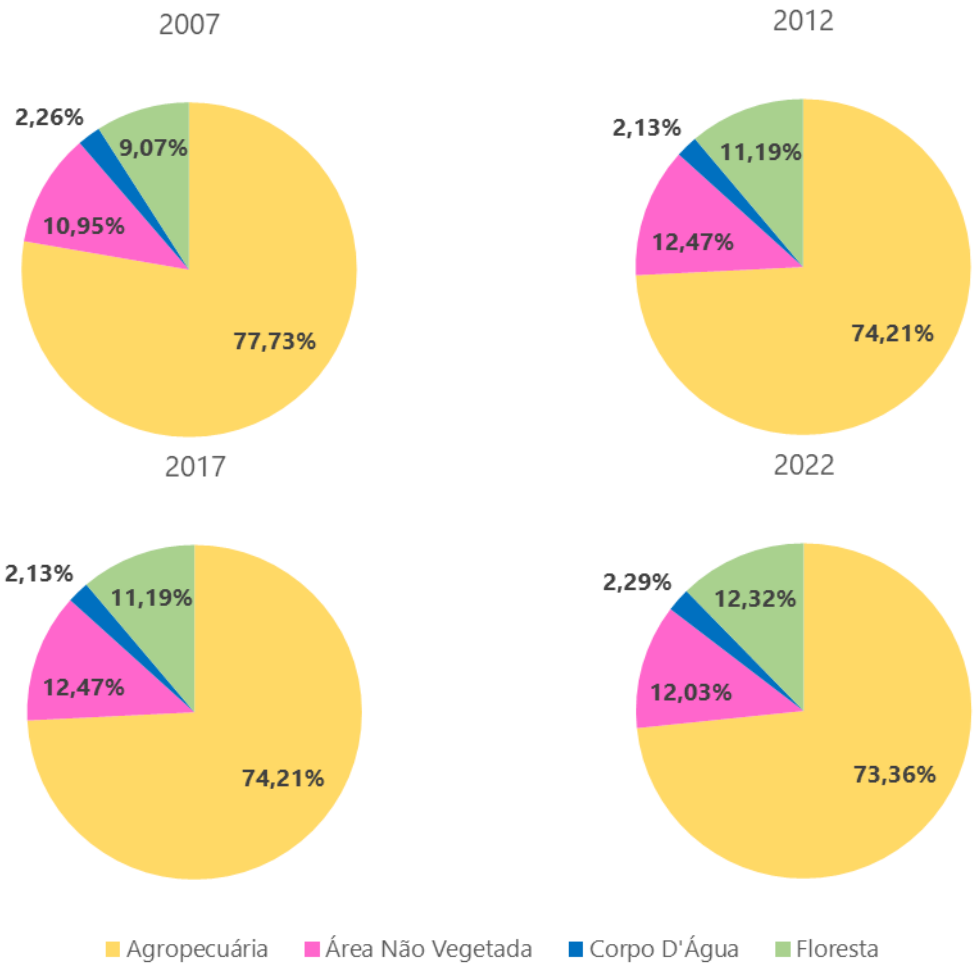


Figura 73: Comparativo do uso e cobertura da terra em APP urbana nos últimos 15 anos.

Fonte: FBDS (2018); MapBiomas (2022). Organizado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

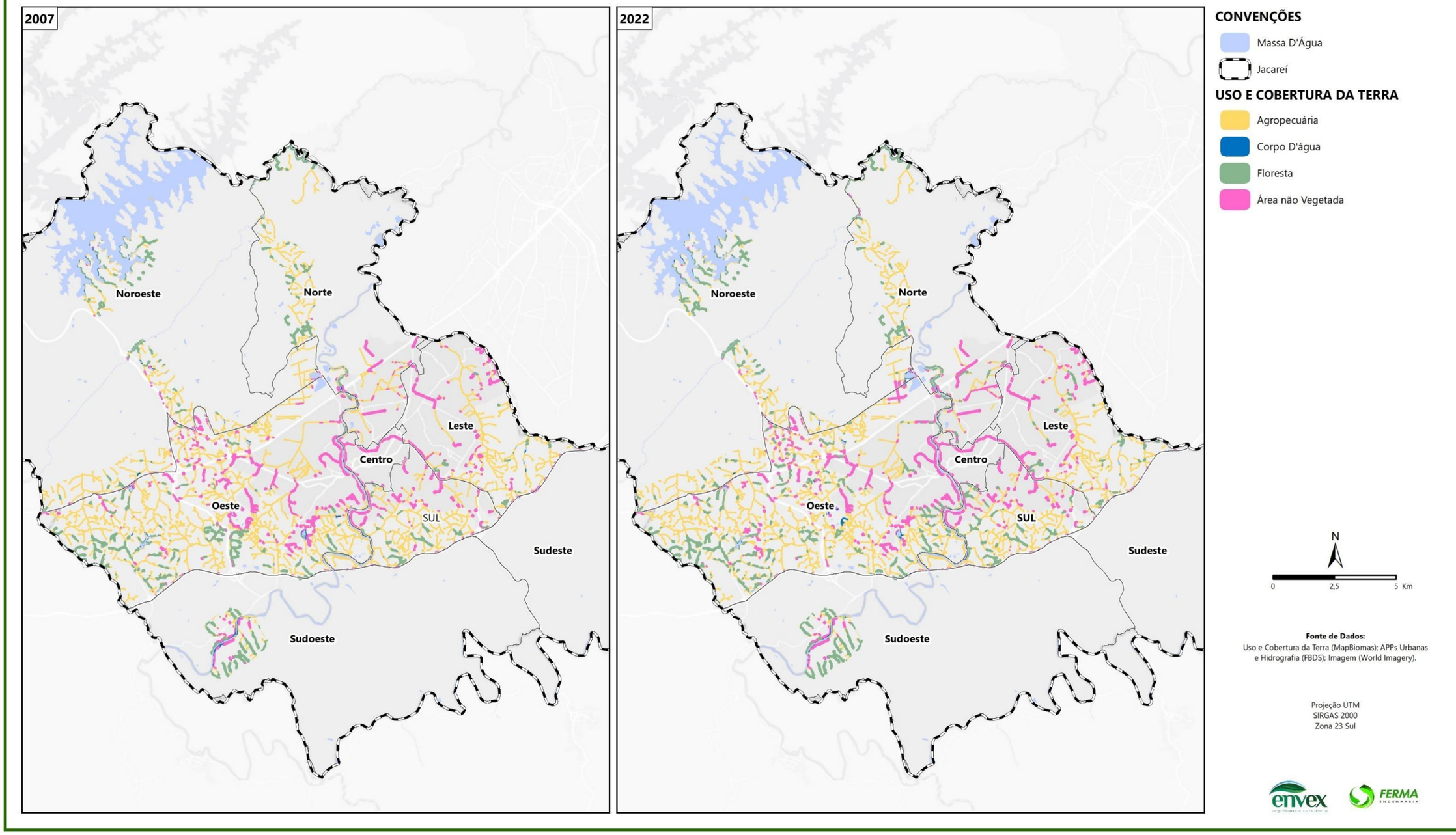


Figura 74: Comparativo espacializado do uso e cobertura da terra nos últimos 15 anos nas APPs.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Tabela 25: Relação quantitativa das áreas de floresta (MapBiomas) das APPs urbanas nas regiões.

Região	Floresta (MapBiomas)			Área da Região (km²)	Área Floresta (2022) / Área Região (%)
	2007 (km²)	2022 (km²)	Taxa de Crescimento (%) (2007 a 2022)		
Centro	0	0	0	4,27	0,00
Leste	0,1	0,23	128	27,52	0,82
Noroeste	0,39	0,61	58	140,6	0,44
Norte	0,52	0,6	15	53,24	1,13
Oeste	1,22	1,56	28	66,37	2,36
Sudoeste	0,41	0,5	21	81,36	0,62
Sul	0,23	0,4	77	16,86	2,40

Fonte: FBDS; MapBiomas. Organizado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.3.1. Pontos Verificados em Campo

Para complementar as análises geoespaciais e temporais, foram visitados sete locais em APPs urbanas para constatar a realidade das áreas. A Figura 75 espacializa os locais visitados.

A seguir, são detalhados os pontos verificados com as características observadas na Tabela 26. Salienta-se que todos encontram-se predominantemente em área não vegetada (área urbanizada).

Na sequência, são apresentadas a localização de cada ponto, respectivo uso e cobertura da terra e fotos do corpo hídrico e entorno (Figura 76, Figura 77, Figura 78, Figura 79, Figura 80, Figura 81 e Figura 82).

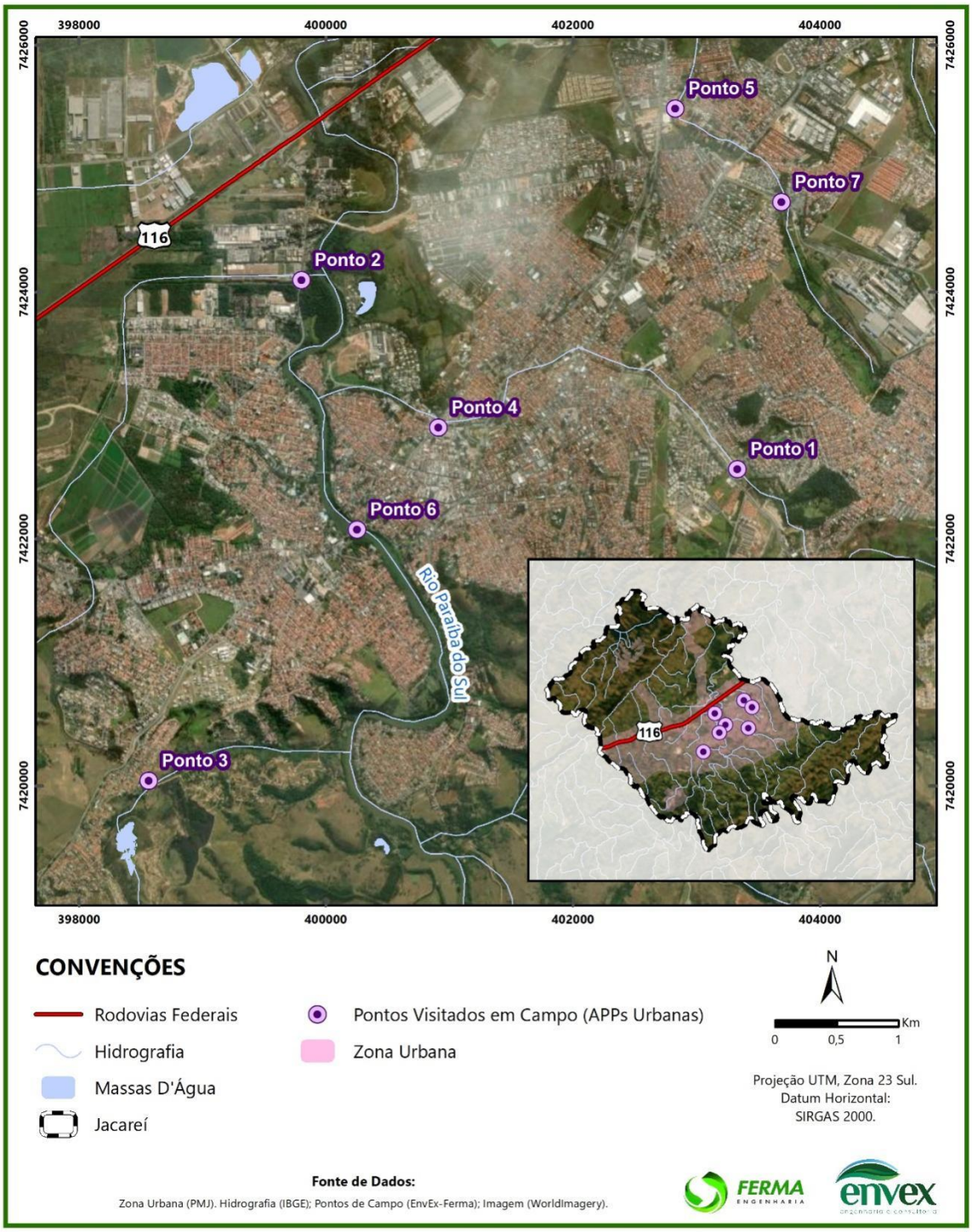


Figura 75: Pontos visitados nas APPs urbanas.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Tabela 26: Características das APPs urbanas nos pontos observados em campo.

Pontos de Campo	Logradouro de Referência	Características do entorno	Características do Rio	Características da APP	Vegetação	Outras Observações
Ponto 1 – Córrego do Turi	Av. Condsa. da Pedra Branca-Luísa M. de B. Portugal x Av. Marqsa de Santos-Domitília de C.E Canto Melo	• Fundo de vale, alagável; • Acesso restrito, cercado por cerca de arame.	• Leito cimentado, canalizado, com reservatório de águas pluviais	• Antropizado, mas com faixa de vegetação em recuperação; • Várias mudas em plantio de restauração florestal.	• Vegetação composta por leucenas, gramíneas (principalmente capins), araribás e paineiras.	• Presença de aves aquáticas (avistado patos).
Ponto 2 – Córrego do Tanquinho (em obras)	Av. Pres. Humberto Alencar Castelo Branco	• Localizado na foz do Rio Paraíba do Sul.	• Em obras para a canalização do córrego.	• Em processo de supressão da vegetação arbórea	• Mata ciliar com vegetação nativa, com estrato arbóreo; • Presença de angicos, embaúbas, mirindibas.	• Grande quantidade de solo revolvido.
Ponto 3 – Córrego Sem Nome	Rua Raphael José Ribeiro x Rua Sarg. Felício Alves de Araújo	• Limite da zona urbana com a zona rural, em estrada sem pavimentação.	• Água turva, possivelmente com nível de qualidade bastante ruim.	• Córrego estreito e raso, com vegetação arbustiva de porte médio.	• Capins, mamonas, leucenas, sansões-do-campo.	• Degradado, com presença de resíduos sólidos.
Ponto 4 – Córrego do Turi	Rua Antonio Nunes de Moraes x Av. Nove de Julho	• Cruzamento com tráfego elevado de veículos e pedestres.	• Descarte de efluentes; • Água turva.	• Altamente antropizada, faixa de aproximadamente 2m de largura.	• Gramíneas, algumas árvores esparsas, pata-de-vaca, hibiscos, espatódeas e goiabeiras.	• Presença de aves aquáticas (avistado garças).
Ponto 5 – Córrego Seco	Rua Colusa	• Antropizada, com comércios e indústrias nas proximidades.	• Em processo de canalização; • Leito cimentado.	• Faixa irregular, de 1 a 5 m.	• Gramíneas, leucenas, capins-colonião, braquiárias, bananeiras e solo exposto.	• Cruzamento com tráfego elevado de veículos e pedestres.
Ponto 6 – Rio Paraíba do Sul	Ponte Nossa Senhora da Conceição	• Principal ponte do município, com elevado tráfego de veículos e pedestres.	• Erosão fluvial; • Presença de matacões para contenção fluvial.	• Faixa com vegetação arbórea de 6 m de largura; • Área antropizada, com presença de imóveis às margens.	• Leucenas, flamboyants, paineiras, embaúbas, bambus, pinus, ingazeiros e lianas.	• Observados resíduos sólidos ocasionais.
Ponto 7 – Córrego Seco, próximo à nascente	Av. do Cristal x Est. do Pedregulho	• Com acesso restrito, cercado por arame.	• Leito irregular.	• Área antropizada.	• Gramíneas (principalmente capins), palmeiras (butiazeiros) e espécies arbustivas nativas.	• Após a ponte, o córrego adentra um condomínio, onde há mata ciliar, com espécies nativas e exóticas, bambus, ingazeiros, jatobás e mirindibas.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Ponto 1 – Córrego do Turi

PONTO 1 - CÓRREGO DO TURI

- Pontos Visitados em Campo (APPs Urbanas)
- Arruamento
- Hidrografia
- Massa D'Água
- Área de Preservação Permanente

Projeção UTM
SIRGAS 2000
Zona 23 Sul

N

0 25 50 m

Fonte de Dados:
APPs Urbanas e Hidrografia (FBDS); Imagem (World Imagery).

Figura 76: Ponto 1 - Córrego do Turi.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Ponto 2 – Córrego do Tanquinho (em obras)

Figura 77: Ponto 2 - Córrego do Tanquinho.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Ponto 3 – Córrego Sem Nome

PONTO 3 - CÓRREGO SEM NOME

- Pontos Visitados em Campo (APPs Urbanas)
- Arruamento
- Hidrografia
- Massa D'Água
- Área de Preservação Permanente

Projeção UTM
SIRGAS 2000
Zona 23 Sul

N

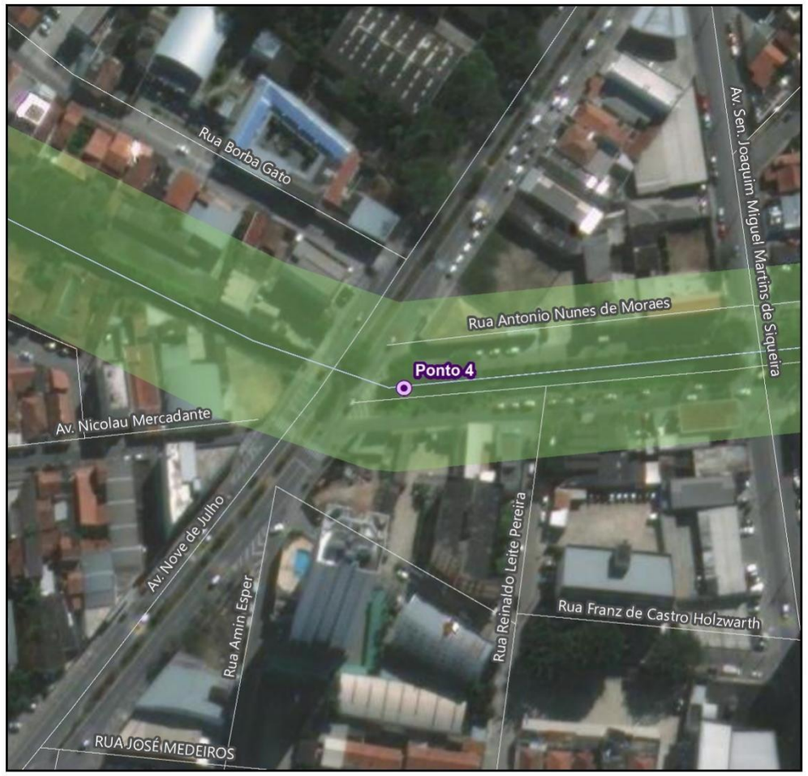
0 25 50 m

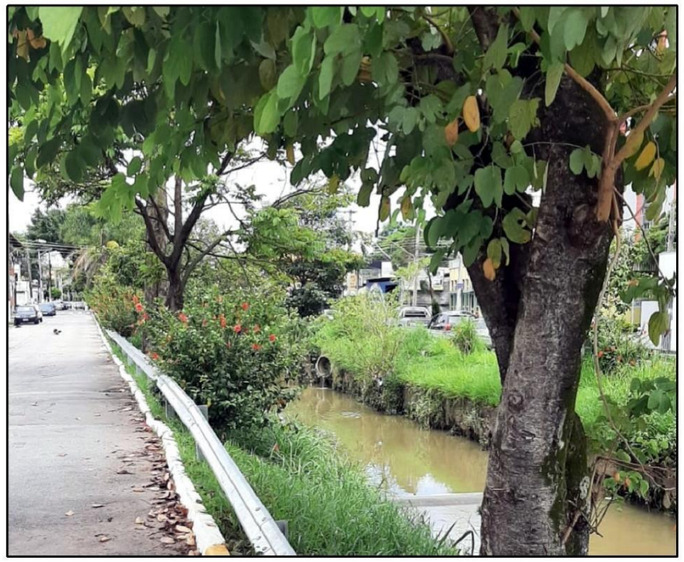
Fonte de Dados:
APPs Urbanas e Hidrografia (FBDS); Imagem (World Imagery).

envex
FERMA ENGENHARIA

Figura 78: Ponto 3 - Córrego Sem Nome.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Ponto 4 – Córrego do Turi





PONTO 4 - CÓRREGO DO TURI

- Pontos Visitados em Campo (APPs Urbanas)
- Arruamento
- Hidrografia
- Massa D'Água
- Área de Preservação Permanente

Projeção UTM
SIRGAS 2000
Zona 23 Sul

N

0 25 50 m

Fonte de Dados:
APPs Urbanas e Hidrografia (FBDS); Imagem (World Imagery).

Figura 79: Ponto 4 - Córrego do Turi.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Ponto 5 – Córrego Seco

PONTO 5 - CÓRREGO SECO

Pontos Visitados em Campo (APPs Urbanas)
Arruamento
Hidrografia
Massa D'Água
Área de Preservação Permanente

Projeção UTM
SIRGAS 2000
Zona 23 Sul

N
0 25 50 m

Fonte de Dados:
APPs Urbanas e Hidrografia (FBDS); Imagem (World Imagery).

Figura 80: Ponto 5 - Córrego Seco.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Ponto 6 – Rio Paraíba do Sul

PONTO 6 - RIO PARAÍBA DO SUL

Pontos Visitados em Campo (APPs Urbanas)
Arruamento
Hidrografia
Massa D'Água
Área de Preservação Permanente

Projeção UTM
SIRGAS 2000
Zona 23 Sul

N
0 25 50 m

Fonte de Dados:
APPs Urbanas e Hidrografia (FBDS); Imagem (World Imagery).

Figura 81: Ponto 6 - Rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Ponto 7 – Córrego Seco, próximo à nascente

PONTO 7 - CÓRREGO SECO, PRÓXIMO À NASCENTE

- Pontos Visitados em Campo (APPs Urbanas)
- Arruamento
- Hidrografia
- Massa D'Água
- Área de Preservação Permanente

Projeção UTM
SIRGAS 2000
Zona 23 Sul

N

0 25 50 m

Fonte de Dados:
APPs Urbanas e Hidrografia (FBDS); Imagem (World Imagery).

envex
FERMA ENGENHARIA

Figura 82: Ponto 7 - Córrego Seco, próximo à nascente.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.4. Síntese da Arborização de Ruas, Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer e Análise das APPs Urbanas

Tabela 27: Quadro síntese do diagnóstico da arborização urbana de Jacareí.

	Arborização de Ruas	Arborização de Propriedades Municipais e Sistemas de Lazer
Levantamento Quantitativo	Contabilizadas 16.467 árvores distribuídas em 1.227 trechos de ruas	Cadastradas 437 áreas verdes, distribuídas em cinco classes de uso
Levantamento Qualitativo	Mensuradas 907 árvores distribuídas em 154 trechos de ruas	Mensuradas 1.812 árvores distribuídas em 29 áreas verdes
Composição Florística	As 907 árvores representaram 114 espécies, 90 gêneros e 42 famílias botânicas	As 1.812 árvores representaram 144 espécies, 108 gêneros e 40 famílias botânicas
	As três espécies mais frequentes foram *Murraya paniculata* (murta), *Cenostigma pluviosum* var. *peltophoroides* (subipiruna) e *Lagerstroemia indica* (resedá)	As três espécies mais frequentes foram *Syagrus romanzoffiana* (palmeira-jerivá), *Moquilea tomentosa* (oitizeiro) e *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo-miúdo)
Avaliação Dendrométrica	O DAP médio foi de 21,82 cm e a altura média de 6,22 m	O DAP médio foi de 21,28 cm e a altura média de 6,73 m
	Aproximadamente 60% das árvores apresentaram DAP inferior à 20 cm, enquanto 25% das árvores apresentaram entre 2 e 4 m de altura	Aproximadamente 60% das árvores apresentaram DAP inferior à 20 cm, enquanto 27% das árvores apresentaram entre 4 e 6 m de altura
Características do Meio Físico	A largura média das calçadas foi de 2,28 m, com área permeável do canteiro de 1,83 m^2	Aproximadamente 87% das árvores apresentaram cobertura do solo de vegetação, sendo que, destas, 95% das árvores estavam cobertas por grama-esmeralda
	Aproximadamente 55% das calçadas apresentaram entre 1,9 e 2,99 m de largura	
	A Região Oeste apresentou a maior área média de canteiro (3,31 m^2), e a Região Norte, a menor (0,48 m^2)	Aproximadamente 13% das árvores estavam localizadas em locais com solo exposto
Condições Fitossanitárias	Aproximadamente 64% das árvores apresentavam boas condições fitossanitárias	Aproximadamente 76% das árvores apresentaram boas condições fitossanitárias
Necessidade de Tratamento	A poda é necessária em 75% das árvores, sendo a poda de limpeza a mais indicada (para 58% destas árvores)	A poda foi necessária em 17% das árvores, sendo a poda de limpeza indicada para 14% das árvores amostradas
Análise de Risco	Aproximadamente 91% das árvores apresentaram baixo risco de queda, e 17 árvores apresentaram alto risco de queda	Apenas uma árvore foi analisada com o penetrógrafo, a qual não apresentou decaimento interno significativo
	Das nove árvores analisadas com o penetrógrafo, três delas apresentaram decaimento interno significativo	
Principais Problemas Encontrados	Dos sete problemas mais recorrentes, três deles apresentavam-se na copa, três no tronco e um nas raízes	Dos quatro problemas mais recorrentes, dois deles estavam na copa, um no tronco e um nas raízes
	Os três problemas mais frequentes foram brotações epicórmicas e galhos secos na copa, e soerguimento nas raízes	Os quatro problemas mais frequentes foram galhos secos e brotações epicórmicas na copa, soerguimento nas raízes e inclinação no tronco
APPs Urbanas		
Segundo a classificação do MapBiomas, as áreas de florestas subiram de 2,9 km^2 em 2007 para 3,9 km^2 em 2022 nas APPs urbanas		
A Região Central não apresenta florestas; a Região Sul é a que apresenta maior percentual de área de floresta em relação à área da região		
Nos últimos 15 anos, a Região Leste é a que apresentou maior crescimento de áreas de florestas (128%); a Região Norte apresentou menor crescimento (15%)		

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

6.5. Diagnóstico Participativo

Como já mencionado, foram respondidos 117 formulários. O perfil dos respondentes do questionário de percepção foi formado com predominância de pessoas do gênero feminino, o qual foi representado por 65% do total, enquanto pessoas do gênero masculino representaram 35% das respostas.

Com relação às idades, os participantes possuíam entre 16 e 77 anos. As faixas etárias "40 a 44" e "55 a 59", representaram as maiores quantidades de respostas, representando 18,80% e 12,82% respectivamente (Figura 83).

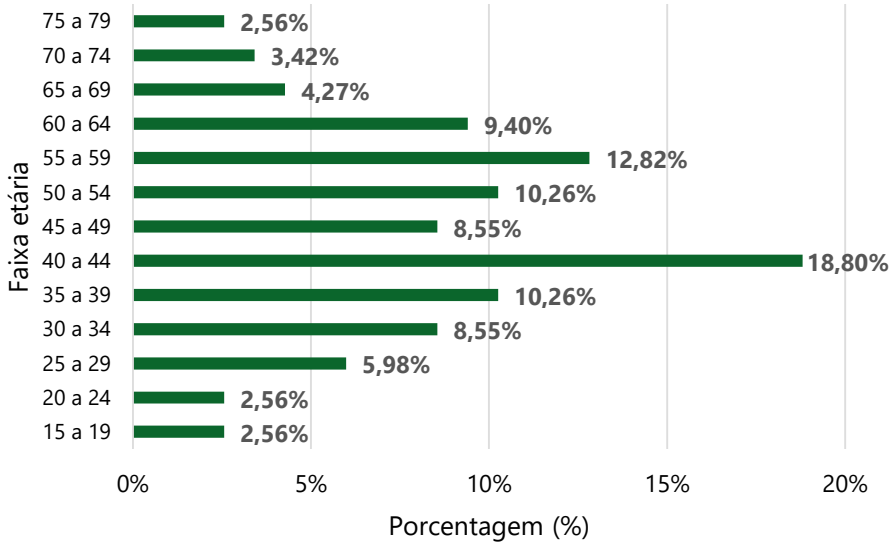


Figura 83: Faixa etária dos participantes da pesquisa de percepção sobre a arborização urbana de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A maioria dos participantes possui ensino superior completo (34,19%), na sequência aparecem as classes de pós-graduação completo (28,21%), e ensino médio completo (18,80%) (Figura 84).

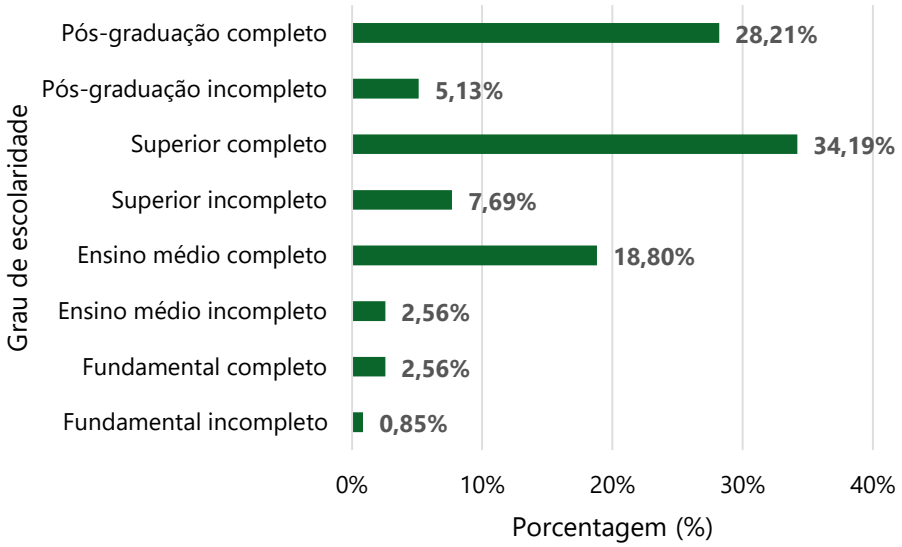


Figura 84: Grau de escolaridade dos participantes da pesquisa de percepção sobre a arborização urbana de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A maioria dos entrevistados reside na área urbana de Jacareí (94,87%). As regiões representadas por moradores na pesquisa de percepção foram: Leste (37,61%), seguido por Oeste (20,51%), Central e Norte, ambas com 14,53% e Sul (12,82%) (Figura 85). As regiões Sudoeste, Sudeste e Noroeste não tiverem representantes.

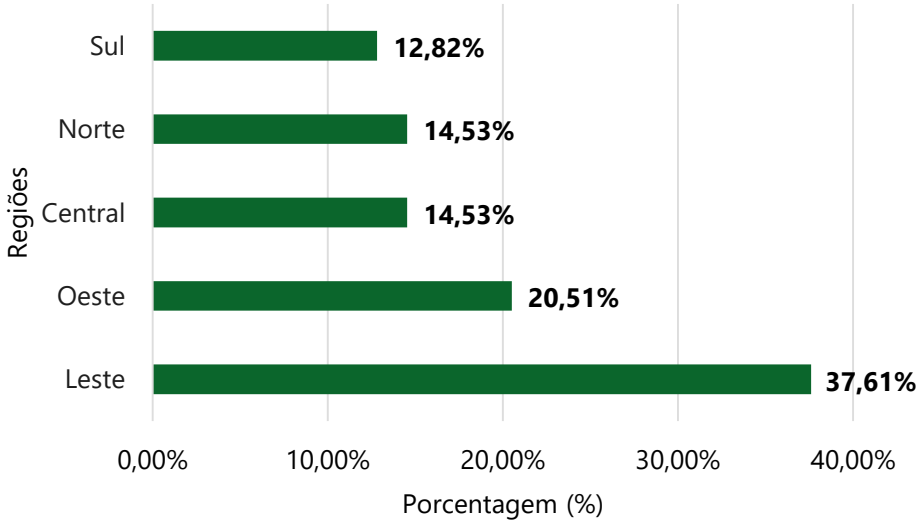


Figura 85: Regiões onde residem os participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A maioria dos participantes (63,25%) considera a rua onde mora pouco arborizada, enquanto 29,06% acham que a sua rua é mais ou menos arborizada, e somente 7,69% concordam que a sua rua é bastante arborizada (Figura 86). Este dado é fundamental para se ter uma noção sobre a presença de árvores nas ruas de Jacareí e sobre a demanda dos moradores por mais árvores.

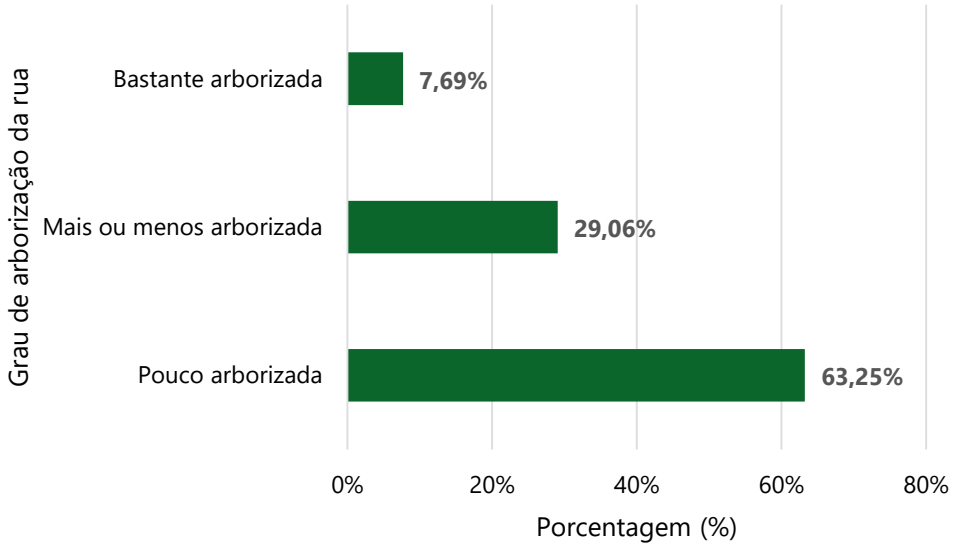


Figura 86: Opinião dos participantes da pesquisa sobre o grau de arborização da rua onde residem em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Com relação à percepção dos entrevistados sobre o fornecimento de benefícios pelas árvores urbanas, verifica-se que a melhoria do conforto térmico (95,73%), a retenção da poluição do ar (94,02%) e o aumento da beleza da cidade (93,16%) foram os mais destacados pelos moradores de Jacareí. A maioria dos respondentes percebeu a capacidade das árvores em diminuir a poluição sonora (67,52%), no entanto, este foi o benefício menos pontuado por parte dos moradores (Figura 87).

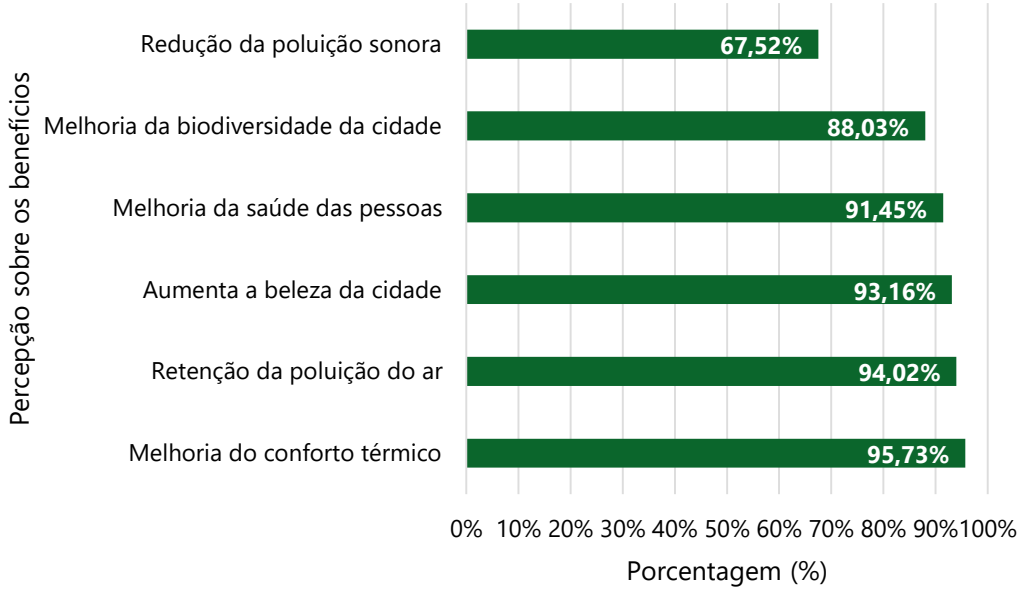


Figura 87: Principais benefícios da arborização percebidos pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Quando questionados se acham que a arborização urbana é capaz de aumentar o valor dos imóveis, 68,38% dos entrevistados responderam que sim. Enquanto 24,79% achavam que a presença de arborização urbana em sua rua não interfere na valorização imobiliária, e 6,84% acham que a arborização urbana não aumenta o valor dos imóveis (Figura 88).

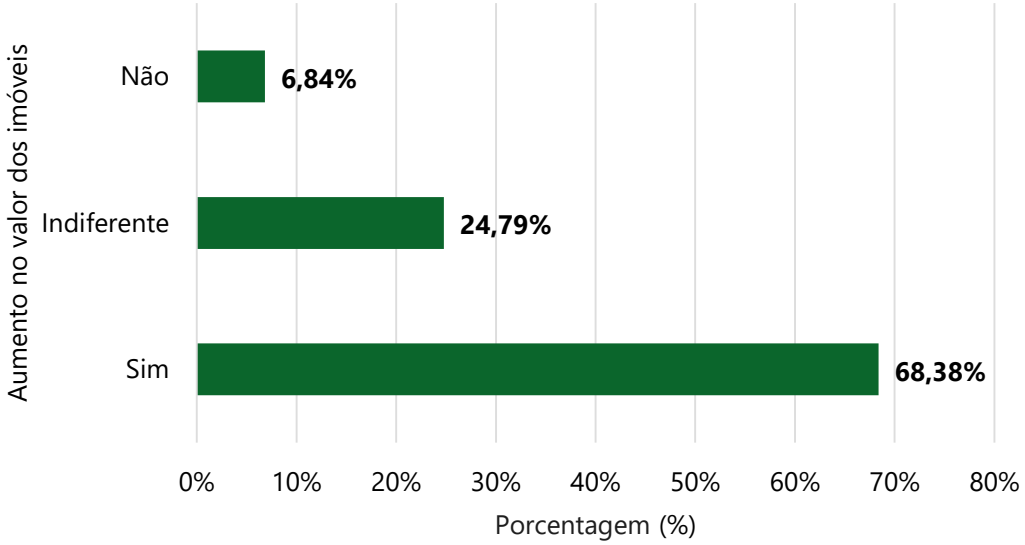


Figura 88: Influência da arborização no aumento do valor dos imóveis de acordo com os participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Sobre possíveis problemas sofridos pelas árvores presentes nas ruas de Jacareí, a carência de árvores foi o problema citado com mais frequência, por 64,10% dos entrevistados, na sequência aparecem a falta de manutenção das árvores (54,26%), e problemas causados em calçadas pelas raízes das árvores (51,28%) (Figura 89).

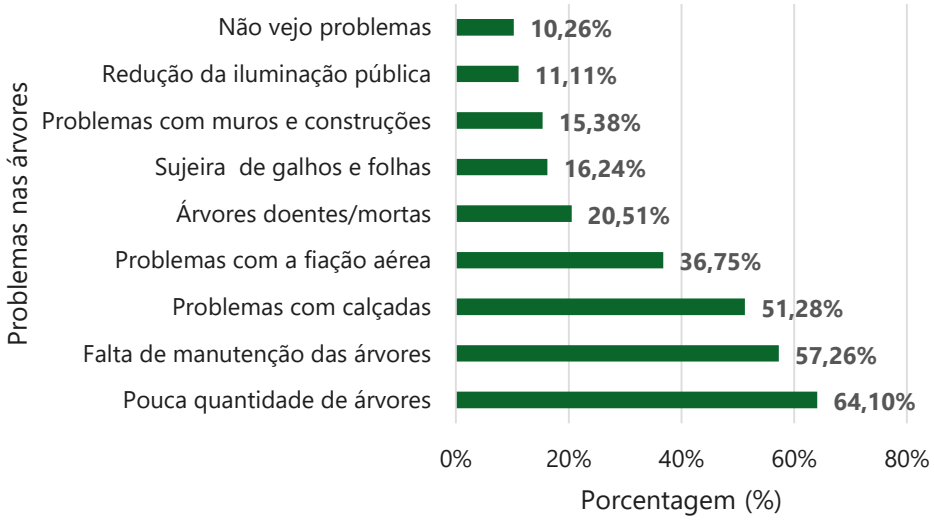


Figura 89: Principais problemas sofridos pela arborização percebidos pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Com relação aos problemas causados pelas árvores já vivenciados pelos moradores de Jacareí, a maioria (52,14%) relatou nunca ter passado por qualquer situação desta natureza. Já os problemas mais comuns foram os danos em calçadas (23,93%), e a dificuldade em se locomover em calçadas quando há conflito com a árvore (20,51%) (Figura 90).

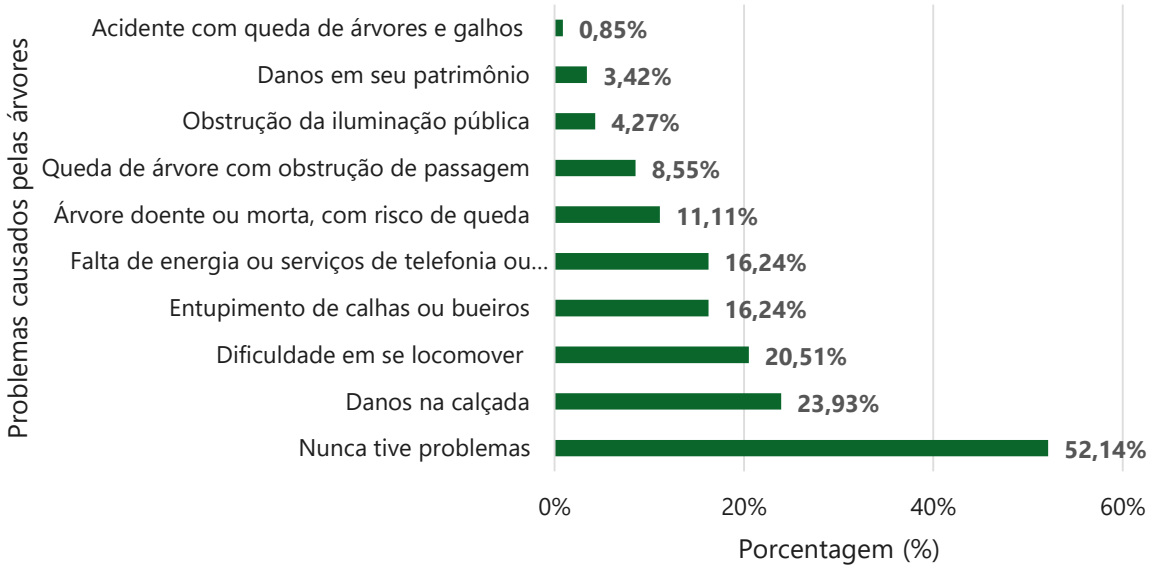


Figura 90: Principais problemas causados pela arborização percebidos pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

De acordo com os resultados apresentados na Figura 91, a Prefeitura foi citada como a principal responsável, tanto pela implantação quanto pela manutenção da arborização urbana (97,44%), e em segundo lugar, aparecem os moradores, em 24,79% das respostas. Os resultados somam mais de 100% porque havia a possibilidade de se escolher mais de uma classe simultaneamente.

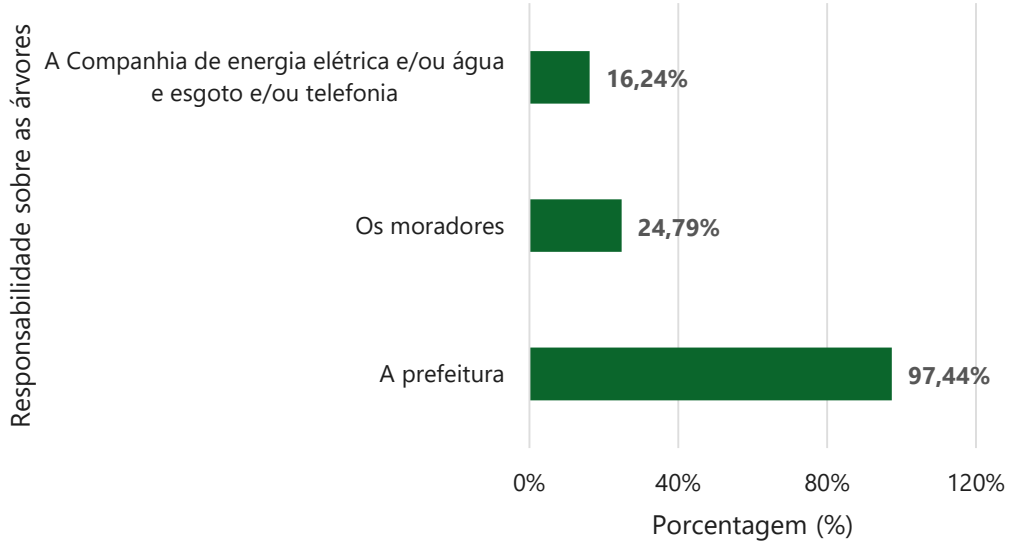


Figura 91: Percepção sobre a responsabilidade de implantação e manutenção da arborização pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

O plantio de mudas foi a ação prioritária mais requerida pelos moradores que responderam à pesquisa de percepção, em 41,03% das respostas. Na sequência, aparecem as ações de educação ambiental (16,24%), e o replantio e a remoção, visando substituir mudas danificadas ou árvores removidas, ambas em 7,69% das respostas (Figura 92). Os resultados somam mais de 100% porque havia a possibilidade de se escolher mais de uma resposta simultaneamente.

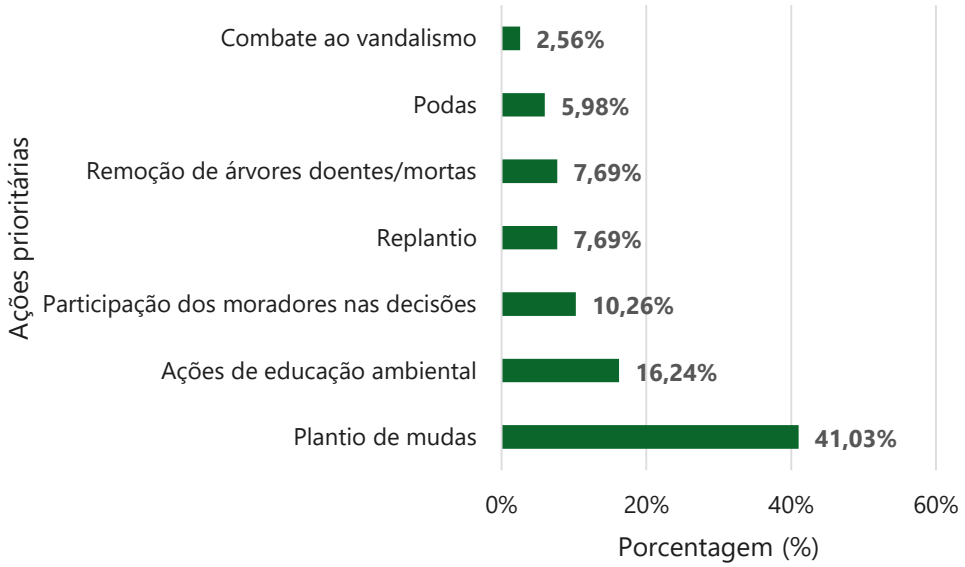


Figura 92: Percepção sobre as ações prioritárias referentes à arborização do município pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Quanto às medidas que poderiam ser implementadas para melhorar a arborização da rua onde o entrevistado reside, o plantio de mudas foi citado em 53,85% das respostas. Na sequência, apareceram a realização de manutenção e podas das árvores (23,08%), e a promoção de ações de conscientização junto aos moradores (16,24%). Por outro lado, pessoas que não veem necessidades de melhorias em suas ruas somaram 1,71% (Figura 93). Os resultados somam mais de 100% porque havia a possibilidade de se escolher mais de uma resposta simultaneamente.

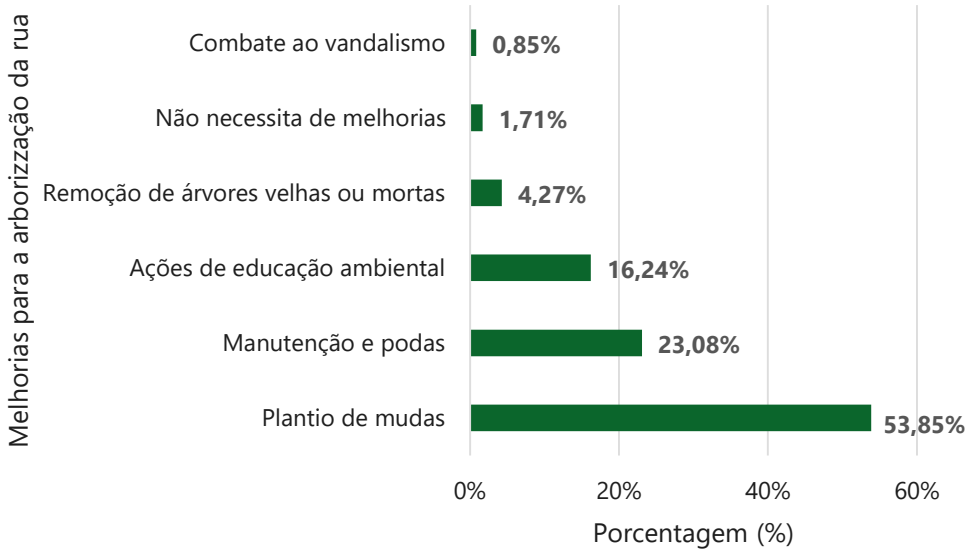


Figura 93: Percepção sobre a necessidade de melhorias da arborização nas ruas onde residem os participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP.

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A pergunta sobre como os moradores colaboram com a arborização urbana de Jacareí teve como principal resposta que os respondentes não danificam as árvores (44,44%). Pessoas que realizam o plantio de árvores somaram 14,53%, atividade seguida pelo ensino aos mais jovens sobre a importância das árvores (13,68%), e pela proteção de mudas e árvores (9,40%) (Figura 94).

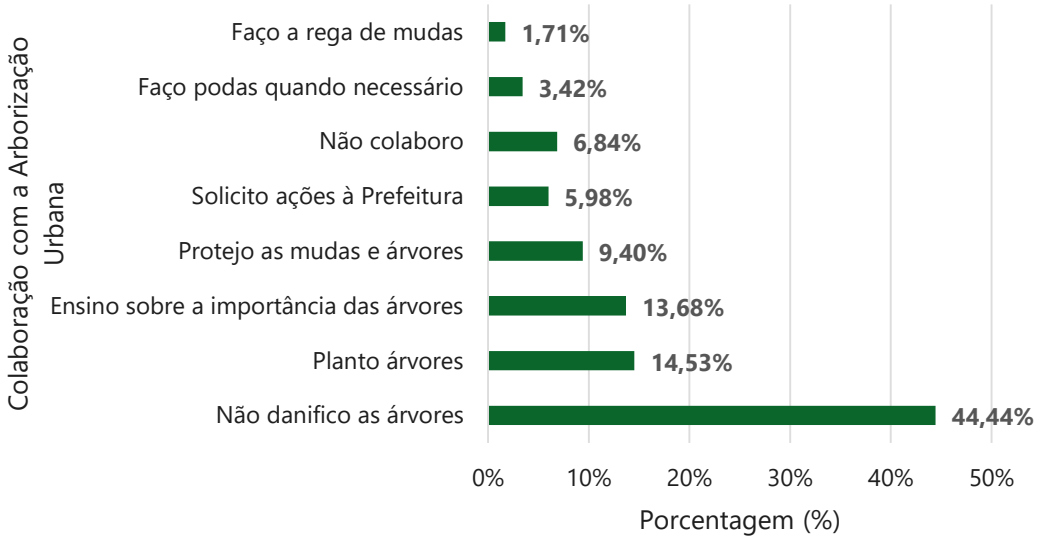


Figura 94: Atitudes de colaboração com as árvores urbanas pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Com relação ao porte de árvore que o morador gostaria que tivesse em sua calçada, 50,43% responderam que tem preferência por espécies de pequeno porte. Possivelmente, isso se deve ao pouco espaço disponível nas calçadas de Jacareí, onde, na maioria das vezes, só é possível o plantio de espécies que crescem pouco, como *M. paniculata* (murta). Espécies de médio porte apareceram em segundo lugar, em 35,04% das respostas. Pessoas que gostariam de ter uma árvore de grande porte em sua calçada representaram apenas 7,69% do total. Por outro lado, pessoas que preferem não ter árvores em frente às suas residências somaram 6,84%, possivelmente devido a situações negativas com árvores no passado ou por não considerar que há espaço suficiente para uma árvore em sua calçada (Figura 95).

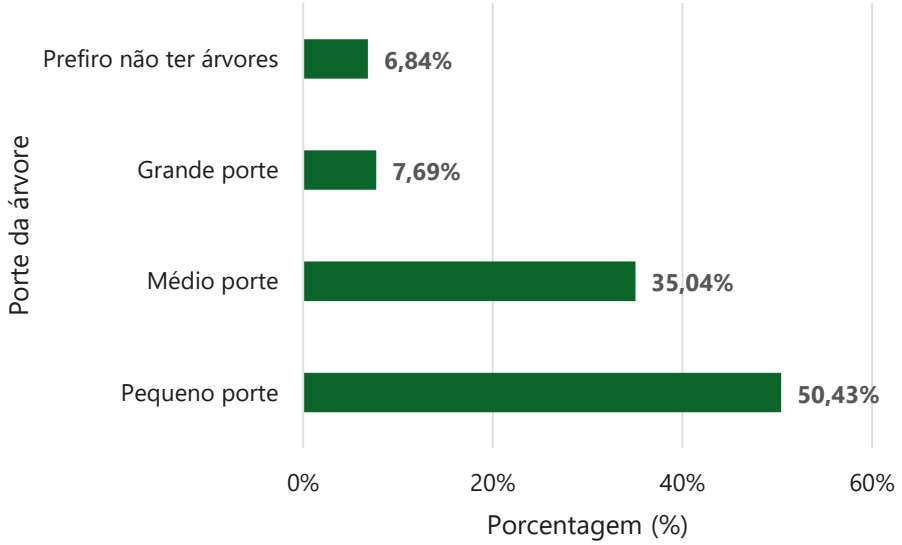


Figura 95: Preferência sobre o porte das árvores pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

A questão sobre o apoio do munícipe a uma lei que regulamentasse a arborização urbana em Jacareí indicou que a maioria dos entrevistados apoiaria, num total de 97,44%. Isso mostra que, em geral, a população de Jacareí gostaria de participar mais das decisões sobre a gestão da arborização urbana do município.

A pergunta sobre a preferência dos moradores em residir em uma rua com ou sem a presença de arborização indicou que 93,16% destes preferem residir em uma rua arborizada (Figura 96).

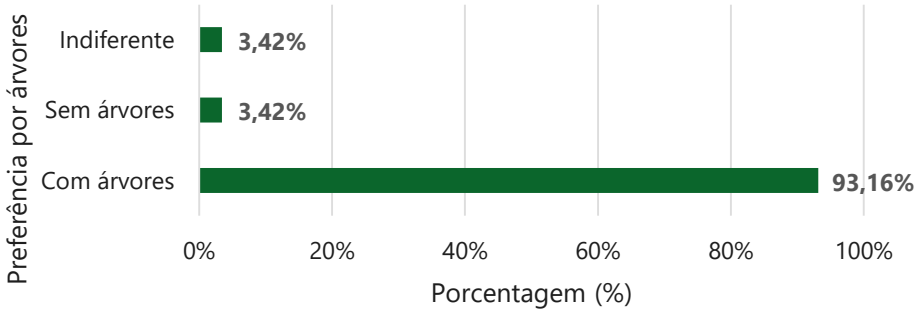


Figura 96: Preferência sobre residir em ruas com ou sem árvores pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Quando perguntados sobre a preferência de espécies para serem plantadas na arborização das ruas de Jacareí, foram obtidas 81 respostas, nas quais foram citadas 21 espécies ou gêneros de árvores diferentes. O nome popular destas espécies ou gêneros citados pelos moradores está apresentado na Figura 97. Verificou-se uma preferência maior por diferentes espécies de ipê (45,68%) e por manacá (11,11%), possivelmente devido às suas exuberantes florações.

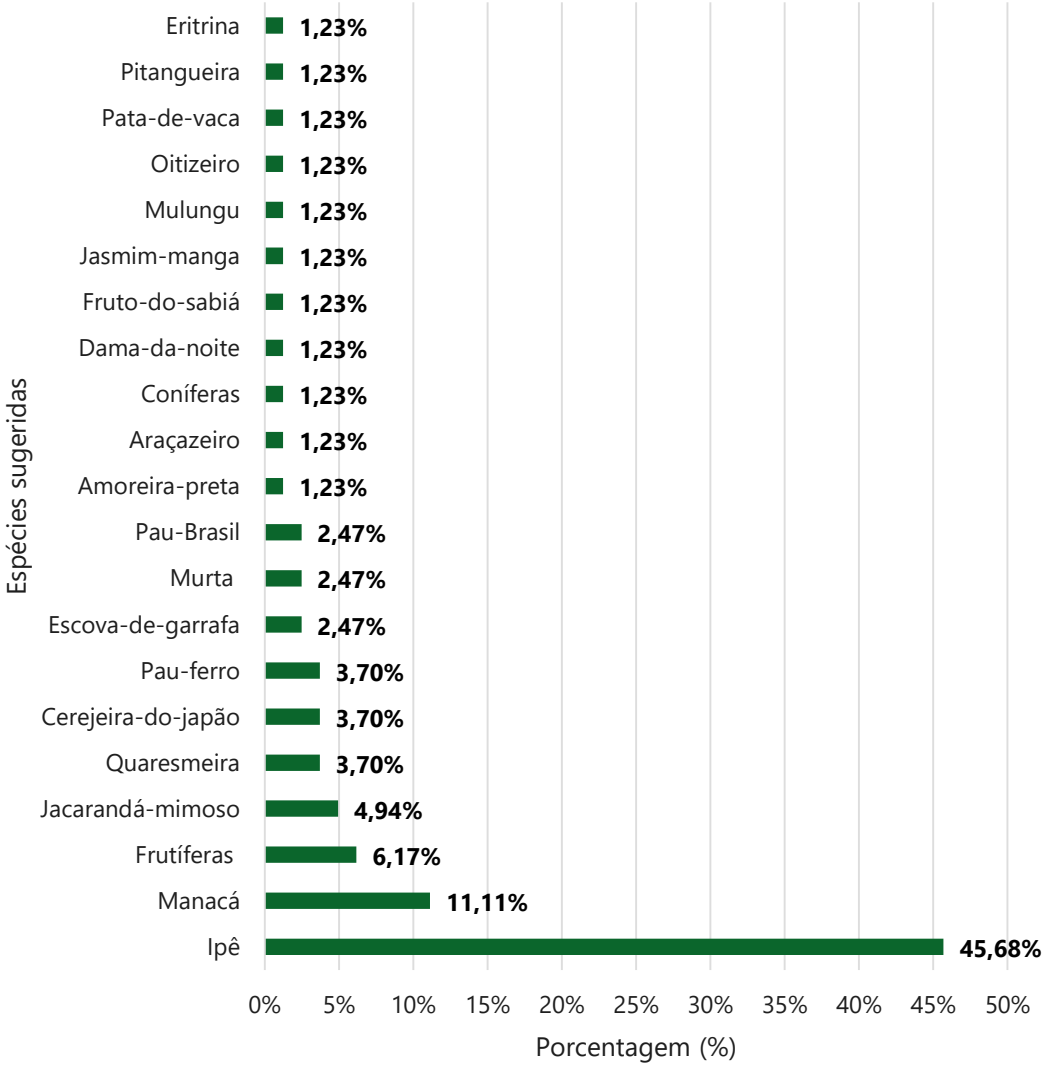


Figura 97: Sugestões de espécies pelos participantes da pesquisa de percepção da arborização urbana de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Dentre as sugestões para a melhoria da arborização urbana de Jacareí, os moradores indicaram:

- Aumentar os plantios de mudas em toda a cidade, em ruas, canteiros centrais e áreas verdes, inclusive criando corredores verdes entre os bairros;
- Aumentar a frequência de atividades de manejo, com podas e remoções, quando necessário e de forma técnica;
- Maior atuação do Viveiro Municipal de Jacareí, com doações de mudas e orientações de plantio;
- Maior incentivo à participação de moradores e de instituições, sobretudo educacionais, nos projetos de arborização urbana;
- Fornecer desconto no IPTU a moradores que mantêm árvores em suas propriedades urbanas.

Assim, a partir dos resultados obtidos na pesquisa de percepção da população, pode-se ter um panorama sobre a relação entre os moradores de Jacareí e as árvores da área urbana do município. De maneira geral, pode-se perceber que os moradores estão preocupados com as árvores do município e gostariam que houvesse maior incentivo à gestão da arborização urbana.

6.6. Cadastramento, Georreferenciamento e Colocação de Placas de QRCode

A partir do levantamento arbóreo realizado nas áreas verdes e sistemas de lazer, foram confeccionadas placas de QRCode em todas as 1.007 árvores localizadas nos Parques da Cidade, dos Eucaliptos e Linear Cassununga (Figura 98). As informações sobre estas árvores estão armazenadas no banco de dados da plataforma *GeoJacareí*, da Prefeitura Municipal de Jacareí (Figura 99).

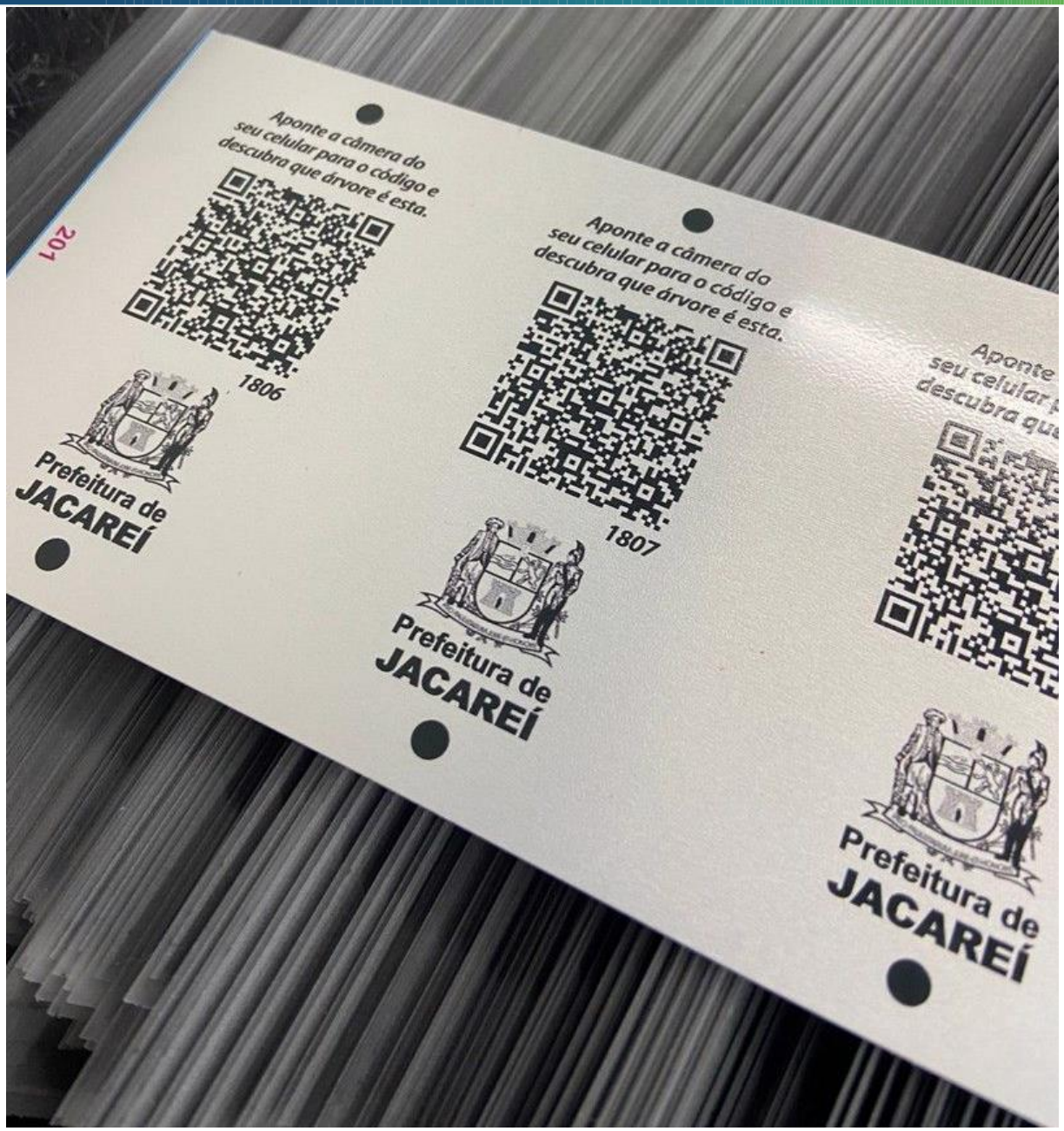


Figura 98: Placas confeccionadas com QRCode.
Fonte: Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

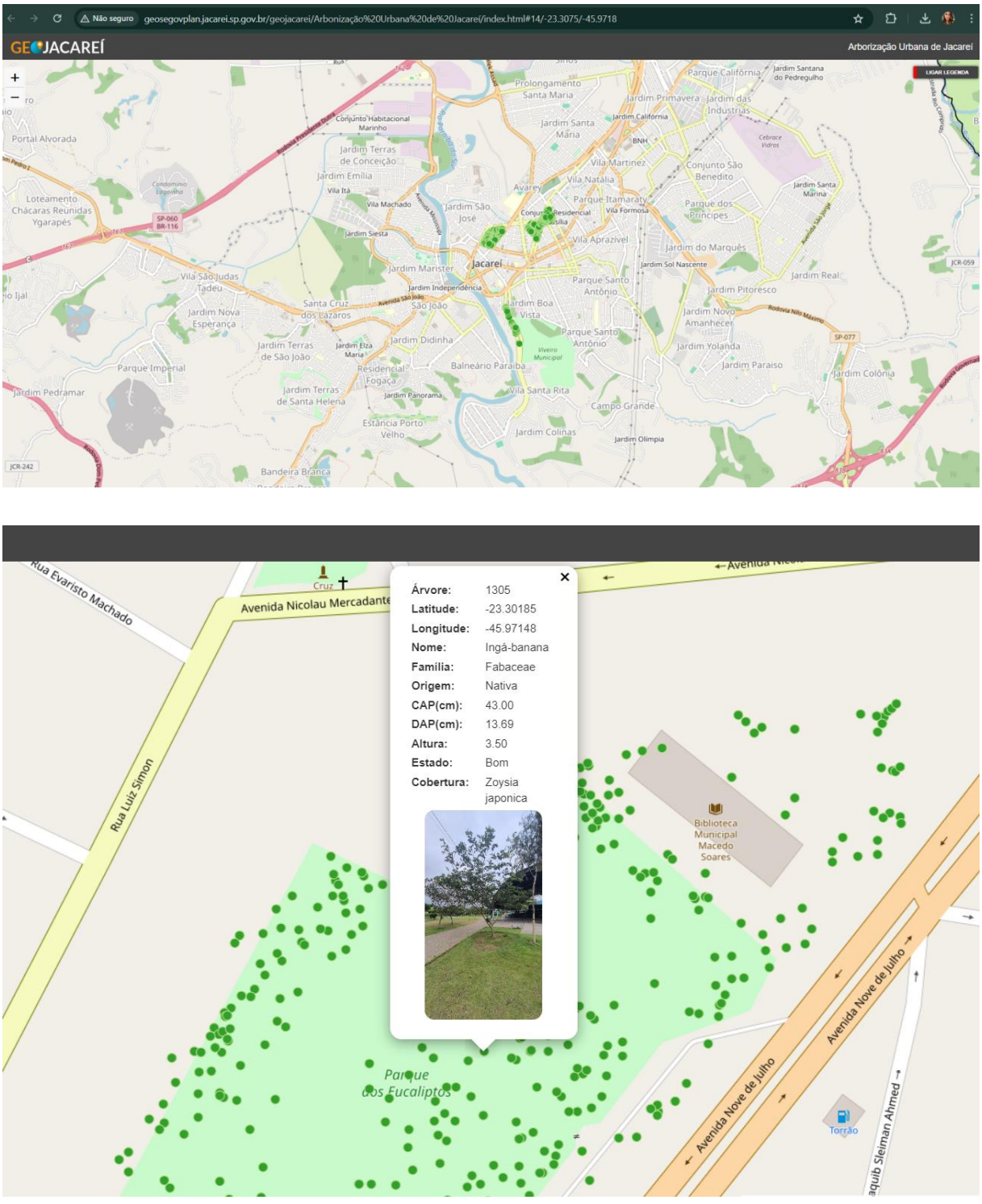


Figura 99: Informações das árvores com QRCode na plataforma GeoJacareí.
Fonte: GeoJacareí (2024).

A colocação de QRCodes nas árvores dos parques de Jacareí oferece diversas vantagens que podem beneficiar tanto a comunidade quanto a gestão da arborização

urbana. É importante destacar que o banco de dados é dinâmico e que podem ser inseridas novas informações aos indivíduos arbóreos, de acordo com as demandas e possibilidades da Administração Pública Municipal de Jacareí.

Dentre as vantagens da utilização de QRCodes nas áreas verdes de Jacareí estão:

- **Educação e Conscientização**

  Informação sobre a árvore: Os QRCodes fornecem informações detalhadas sobre a espécie de árvore, suas características, e aspectos ecológicos;

  Sensibilização ambiental: Ajudam a educar a comunidade sobre a importância das árvores e da biodiversidade urbana, promovendo uma maior conscientização ambiental.

- **Gestão e Monitoramento**

  Facilidade de inventário: A colocação de QRCodes simplifica o processo de inventário e monitoramento das árvores, permitindo um acompanhamento mais eficiente de sua fitossanidade e manutenção;

  Histórico de cuidados: Podem ser inseridos no banco de dados informações sobre podas, tratamentos contra pragas, e outros cuidados, facilitando o trabalho dos serviços de manutenção urbana.

- **Participação Comunitária**

  Engajamento da comunidade: Promovem incentivo aos cidadãos a se envolverem com o ambiente urbano;

  Projetos de ciência cidadã: Permitem a participação de moradores em projetos de coleta de dados e monitoramento ambiental.

- **Turismo e Lazer**

  Roteiros turísticos: Podem ser utilizados para criar trilhas ecológicas e roteiros turísticos, enriquecendo a experiência dos visitantes;

  Interação e entretenimento: Oferecem uma maneira interativa e moderna de explorar o ambiente urbano, com potencial para atividades lúdicas.

- **Sustentabilidade e Economia**

Redução de custos: Diminuem a necessidade de placas físicas e outros materiais impressos, promovendo uma abordagem mais sustentável e econômica.

Eficiência administrativa: Melhoram a eficiência na gestão de recursos urbanos, facilitando a identificação e resolução de problemas.

- **Acessibilidade**

Inclusão digital: Proporcionam um meio acessível de informação para pessoas com deficiência visual, pois os QRCodes podem ser lidos por aplicativos que convertem texto em áudio;

Informação multilíngue: Podem oferecer informações em múltiplos idiomas, tornando o conhecimento acessível para turistas e moradores de diferentes origens.

Desse modo, a implementação de QRCodes nas árvores urbanas dos três parques de Jacareí é uma estratégia multifuncional que pode melhorar expressivamente a gestão da arborização urbana, a educação ambiental, o engajamento comunitário e a experiência dos usuários da cidade.

7. CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DE ESPÉCIES PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

Antes de se proceder ao planejamento da arborização de vias urbanas é fundamental conhecer o espaço disponível para receber os novos plantios, bem como as características das espécies que podem ser utilizadas em cada local. Assim, devem ser consideradas diversas características morfológicas das espécies a fim de evitar problemas que possam ocorrer no futuro, como conflitos com infraestrutura urbana e necessidades de intervenções.

A seguir são descritas as características que as espécies arbóreas devem possuir para serem utilizadas em projetos de arborização urbana, de acordo com Biondi e Althaus (2005), Pradella, Silva e Nisi (2015) e Martini e Biondi (2022):

- **Adaptação às condições climáticas do ambiente urbano**: priorizar as espécies com ocorrência natural em regiões bioclimáticas semelhantes à da cidade onde será feito o plantio, e que sejam capazes de tolerar os extremos climáticos relacionados à temperatura e precipitação;
- **Taxa de crescimento**: as espécies de crescimento lento ficam mais tempo expostas à depredação e vandalismo, e respondem mais lentamente às ações de manejo, porém desenvolvem uma estrutura da madeira mais resistente a injúrias. Por outro lado, as espécies de crescimento rápido ficam menos tempo sujeitas ao vandalismo e, além disso, conseguem fornecer os benefícios mais cedo, porém requerem maior frequência de podas e desenvolvem um lenho mais frágil e suscetível a rupturas. Por isso, para o plantio em áreas urbanas, o mais recomendado é que a espécie selecionada apresente crescimento moderado;
- **Porte**: as dimensões verticais e horizontais que a espécies podem atingir na fase adulta devem ser conhecidas. Sempre que possível, devem ser consideradas estas características para ambientes urbanos, uma vez que as espécies geralmente apresentam distinções dependendo de onde se encontram, se em ambiente natural ou antrópico;
- **Desenvolvimento do sistema radicular**: a forma de desenvolvimento das raízes influencia na ocorrência de conflitos com calçadas, muros e

outros equipamentos urbanos. Desse modo, é importante selecionar espécies com desenvolvimento de raízes profundas (pivotantes), para plantios sobretudo em calçadas, onde o espaço é mais limitado;

- **Densidade e hábito de copa**: a densidade e o hábito de copa são características relacionadas ao fornecimento de conforto ambiental, e outros serviços ambientais, o que deve ser conciliado com as características climáticas da região onde está a cidade. Em regiões onde as temperaturas são mais elevadas, o plantio orientado será com espécies perenifólias, por fornecerem maior área de sombreamento e por um período maior;
- **Resistência a pragas e doenças**: as espécies para plantio no meio urbano devem ser tolerantes às doenças abióticas, que são provenientes de desnutrição, poluição, temperaturas extremas, umidade e vento; e bióticas, que são causadas por fungos, bactérias e vírus; além de pragas (insetos); e outros parasitas ou hemiparasitas, como a erva-de-passarinho. Além disso, é importante frisar que deve ser evitado o uso de fungicidas e inseticidas no meio urbano;
- **Resistência à poluição**: é importante que as espécies arbóreas selecionadas sejam capazes de resistir e se adaptar às elevadas quantidades de material poluente presente no ar em ambientes urbanos;
- **Tolerância à seca e a problemas de drenagem**: deve-se observar a condição hídrica ideal para cada espécie e priorizar aquelas menos exigentes, pois no ambiente urbano existem condições extremas em relação à disponibilidade de água no solo para as árvores, com períodos de deficiência e outros de excesso hídrico;
- **Requisitos de iluminação**: a luminosidade artificial durante a noite influencia no ciclo biológico e, consequentemente, no comportamento das espécies arbóreas. Por isso, é necessário saber se a espécie é adaptada a condições de iluminação mais intensa no ambiente urbano em que será inserida;
- **Princípios tóxicos**: em áreas públicas, não devem ser utilizadas espécies que apresentam princípios tóxicos em sua casca, látex, flores, folhas ou pólen, a fim de se evitar acidentes que possam levar as pessoas ou animais a crises alérgicas ou intoxicações;
- **Problemas conhecidos**: é importante investigar o comportamento de espécies que tenham sido plantadas em cidades, principalmente na região da cidade onde será feito o plantio, e verificar a sua adaptação ou a existência de problemas recorrentes;

- **Manutenção necessária**: existem espécies que necessitam de mais ações de manejo, como podas e tratamentos fitossanitários, do que outras. Por isso, é recomendado que sejam priorizadas espécies que não demandem uma manutenção com grande frequência;
- **Espécies nativas *versus* espécies exóticas**: sempre que possível, deve-se priorizar a seleção de espécies nativas, uma vez que a utilização destas espécies proporciona mais benefícios ecológicos. No entanto, as mudas de espécies nativas costumam não ser facilmente encontradas em viveiros voltados à arborização urbana, o que favorece a escolha por espécies exóticas. Além disso, ainda há um conhecimento técnico incipiente sobre o comportamento de espécies nativas no meio urbano e, por isso, espécies exóticas, desde que possuam uso consolidado e técnicas de manejo já bem estabelecidas, podem ser opções mais adequadas. Nesse caso, deve-se ter o cuidado em não selecionar espécies exóticas invasoras. Também se sugere a implementação de plantios experimentais, em uma quadra ou parte de uma rua da cidade, para monitoramento destas espécies para uso futuro;
- **Formato de copa**: a copa deve ter formato e tamanho adequados para evitar conflitos com os equipamentos urbanos, caso contrário podem interferir na passagem de veículos e pedestres, nas fachadas de imóveis, e na rede aérea de iluminação, dentre outras situações. Os conflitos geram a necessidade de podas e, com isso, aumentam os danos ao desenvolvimento natural da árvore, além de aumentar os custos. Os formatos globoso e oval, característicos de espécies que apresentam copas do tipo simpodial, ou seja, com troncos ramificados, são os mais recomendados, por permitirem que o formato original da copa seja preservado e recuperado após a execução de podas. Espécies com copa pendente ou as que apresentam copas do tipo monopodial, ou seja, com tronco único e retilíneo não devem ter seus ramos podados, para que se mantenha o seu formato característico e suas copas permaneçam equilibradas. Por isso, espécies com esse tipo de copa devem ter seu plantio restrito a locais onde não atrapalhem a passagem de pedestres. No caso das palmeiras, a poda não é recomendada por estas plantas apresentarem formas específicas e crescimento apical único, a exceção é a retirada das folhas secas. Desse modo, as palmeiras não devem ser plantadas sob a fiação elétrica aérea. As espécies coníferas também têm um formato de copa específico e, dependendo da intensidade da poda, podem não conseguir recuperar o formato original após a intervenção, o que impacta na sua vitalidade;
- **Características das flores**: devem ser evitadas aquelas espécies que produzem flores que possam provocar transtornos aos transeuntes,

como alergias ou acidentes devido a texturas escorregadias. Preconiza-se o uso de flores com fragrância suave e tamanho pequeno; ou, no caso das maiores, que tenham uma intensidade de produção floral mais baixa. É importante também se ater à combinação das cores e considerar a época de floração das espécies escolhidas para a composição paisagística, evitando contrastes desarmoniosos e permitindo que a presença das flores se distribua ao longo de todo o ano, de acordo com a fenologia das espécies selecionadas.

- **Características dos frutos**: não são recomendadas espécies que produzem frutos grandes, sejam eles secos ou carnosos, e pesados, para não provocar transtornos como sujeira excessiva, mau cheiro e concentração de animais, além de se evitar acidentes como escorregões. Assim, deve-se priorizar a escolha de espécies com frutos pequenos e leves. No caso de espécies frutíferas na arborização, isso deve ser discutido com a população local, pois são as pessoas que vão conviver com as vantagens e desvantagens das árvores frutíferas. De qualquer forma, é indicado que as espécies frutíferas sejam plantadas em espaços maiores, tais como em áreas verdes;
- **Heterogeneidade da arborização:** a diversidade de espécies em uma cidade favorece a segurança fitossanitária da arborização, uma vez que reduz os riscos de perdas com pragas e doenças. Por isso, não se pode plantar apenas uma espécie por toda a cidade ou região. Santamour Junior (2002) recomenda o seguinte padrão para uma arborização saudável:

    a) Até 10% de uma única espécie;

    b) Até 20% de um único gênero;

    c) Até 30% de uma mesma família.

Além da diversidade de espécies, outra maneira de atingir a heterogeneidade da arborização é diversificar a idade dos plantios, contribuindo-se para a manutenção de uma dinâmica multiânea da arborização (indivíduos com diferentes idades), reduzindo as chances de, em um determinado momento, a cidade ter um decréscimo na heterogeneidade das espécies de árvores e seus respectivos benefícios.

Considerando especificamente as características do município de Jacareí, além das sugestões supracitadas, também são feitos os seguintes apontamentos:

- Na composição da arborização, deve-se escolher uma só espécie para cada rua, ou para cada lado da rua ou para um certo número de quarteirões, conforme sua extensão. Isso facilita o acompanhamento de seu desenvolvimento e a manutenção destas árvores, como as podas de condução e limpeza, quando necessárias, além de maximizar os benefícios estéticos;
- Como complemento à recomendação sobre a diversidade de espécies, deve-se evitar a aquisição de clones (mudas oriundas de reprodução vegetativa) para prevenir a disseminação de doenças;
- Priorizar as espécies de folhagem perene, pois na região de Jacareí o verão é quente, abafado, o inverno é curto, seco e as temperaturas são médias;

    a) Nos passeios, deve-se priorizar o plantio de espécies com sistema radicular pivotante (profundo), para evitar o levantamento e danos nas calçadas, asfaltos, e muros de alicerces. Ressalta-se que no meio urbano, mesmo árvores com raízes pivotantes, podem apresentar raízes superficiais devido às condições do solo ou por área livre de crescimento insuficiente;

    b) A seleção das espécies deve considerar aquelas com ramos resistentes para evitar que se quebrem com facilidade;

    c) A cada projeto de plantio, incluir uma tabela com as espécies arbóreas recomendadas para a arborização daquele logradouro, contendo: nome comum e científico, família, porte, e possíveis restrições de plantio, como a presença de fiação elétrica aérea e, após o plantio, as mudas deverão ter seu cadastro georreferenciado.

8. ESPÉCIES PROIBIDAS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

A partir dos critérios citados para a definição de espécies para a arborização urbana, foi elaborada uma listagem de espécies proibidas para o plantio da arborização de ruas e de áreas verdes de Jacareí. Estas espécies possuem características de invasão biológica em áreas naturais, e/ou presença de frutos carnosos muito grandes, e/ou sistema radicular superficial, e/ou bifurcação comumente abaixo de 1,80 m e/ou apresentam riscos de toxicidade a humanos e animais, dentre outras (Tabela 28).

Para a elaboração desta tabela, foi consultada a Portaria da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) Nº 154 de 4 de dezembro de 2009, do município de São Paulo (SP) (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2009), Pradella, Silva e Nisi (2015) e a base de dados do Instituto Hórus (INSTITUTO HÓRUS, 2023).

*Tabela 28: Espécies **proibidas** para o plantio na arborização urbana de Jacareí/SP.*

Nome científico	Nome popular	Família	Motivo
Acacia mearnsii	acácia-negra	Fabaceae	Invasora
Acacia podalyriifolia	acácia-mimosa	Fabaceae	Invasora
Adenanthera pavonina	olho-de-pavão	Fabaceae	Invasora
Aleurites fordii	tungue	Euphorbiaceae	Invasora
Archontophoenix cunninghamiana	palmeira-real	Arecaceae	Invasora
Artocarpus heterophyllus	jaqueira	Moraceae	Invasora e com frutos grandes e carnosos
Buxus sempervirens	buxinho	Buxaceae	Invasora
Casuarina equisetifolia	casuarina	Casuarinaceae	Invasora
Caesalpinia pulcherrima	flamboyant-mirim	Fabaceae	Invasora e espinhenta
Citrus x *limon*	limoeiro	Rutaceae	Invasora e espinhenta
Cordia abyssinica	cordia-africana	Cordiaceae	Invasora
Cotoneaster franchetti	cotoneaster	Rosaceae	Invasora
Dracaena fragrans	pau-d'água	Asparagaceae	Invasora
Delonix regia	flamboyant	Fabaceae	Raízes superficiais
Eriobotrya japonica	nespereira	Rosaceae	Invasora e frutos carnosos

Nome científico	Nome popular	Família	Motivo
Eucalyptus spp.	eucalipto	Myrtaceae	Invasora
Euphorbia cotinifolia	leiteiro-vermelho	Euphorbiaceae	Invasora e tóxica
Ficus benjamina	figueira-benjamina	Moraceae	Raízes superficiais
Ficus elastica	falsa-seringueira	Moraceae	Porte muito elevado
Ficus microcarpa	figueira-lacerdinha	Moraceae	Invasora
Grevillea robusta	grevilha	Proteaceae	Invasora
Heptapleurum actinophyllum	árvore-guarda-chuva	Araliaceae	Invasora
Heptapleurum arboricola	cheflera	Araliaceae	Invasora
Hovenia dulcis	uva-do-japão	Rhamnaceae	Invasora
Leucaena leucocephala	leucena	Fabaceae	Invasora
Ligustrum lucidum	alfeneiro	Oleaceae	Invasora e tóxica
Ligustrum japonicum	alfeneiro	Oleaceae	Invasora e tóxica
Lithraea brasiliensis	bugreiro	Anacardiaceae	Tóxica
Livistona chinensis	palmeira-leque	Arecaceae	Invasora
Magnolia champaca	magnólia-amarela	Magnoliaceae	Invasora
Mangifera indica	mangueira	Anacardiaceae	Invasora, tóxica e com frutos grandes e carnosos
Melia azedarach	cinamomo	Meliaceae	Invasora
Mimosa pigra	mimosa	Fabaceae	Invasora/espinhenta
Morus nigra	amora-preta	Moraceae	Invasora
Murraya paniculata	murta	Rutaceae	Invasora e hospedeira de pragas
Nerium oleander	espirradeira	Apocynaceae	Tóxica
Pachira glabra	castanha-do-maranhão	Malvaceae	Frutos grandes
Persea americana	abacateiro	Lauraceae	Invasora e com frutos grandes e carnosos
Phoenix roebelenii	palmeira-fênix	Arecaceae	Invasora e espinhenta
Pinus spp.	pinus	Pinaceae	Invasora
Pittosporum undulatum	pau-incenso	Pittosporaceae	Invasora
Punica granatum	romãzeira	Punicaceae	Invasora
Pyracantha coccinea	piracanta	Rosaceae	Invasora
Robinia pseudoacacia	falsa-acácia	Fabaceae	Invasora
Roystonea oleracea	palmeira-imperial	Arecaceae	Invasora
Rubus niveus	amora-roxa	Rosaceae	Invasora
Schinus terebinthifolia	aroeira-vermelha	Anacardiaceae	Tóxica

Nome científico	Nome popular	Família	Motivo
Senna bicapsularis	canudo-de-pito	Fabaceae	Invasora
Spartium junceum	giesta	Fabaceae	Invasora
Spathodea campanulata	espatódea	Bignoniaceae	Invasora e tóxica
Syzygium cumini	jambolão	Myrtaceae	Invasora e com frutos grandes e carnosos
Syzygium jambos	jambo	Myrtaceae	Invasora e com frutos grandes e carnosos
Tecoma stans	ipê-de-jardim	Bignoniaceae	Invasora
Terminalia catappa	sete-copas	Combretaceae	Invasora
Tetrapanax papyrifer	papel-de-arroz	Araliaceae	Invasora
Thevetia peruviana	chapéu-de-napoleão	Apocynaceae	Invasora e tóxica
Thuja occidentalis	tuia	Cupressaceae	Invasora

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Recomenda-se que os indivíduos das espécies citadas na Tabela 28 atualmente presentes em logradouros públicos de Jacareí sejam gradativamente substituídos por árvores das espécies indicadas na Tabela 29, Tabela 30 e Tabela 31, a depender do porte desejado das árvores.

Além disso, se recomenda que a Prefeitura de Jacareí elabore materiais e campanhas que visem conscientizar a população do município sobre os problemas causados pelas espécies inadequadas, conforme apresentado na Tabela 34.

9. LISTA DE ESPÉCIES INDICADAS PARA O PLANTIO

Com base nos critérios para a seleção de espécies, foram definidas algumas espécies que podem compor a arborização urbana do município de Jacareí, as quais estão apresentadas na Tabela 29, Tabela 30 e Tabela 31.

A listagem apresentada é genérica, de modo que é preciso avaliar o espaço disponível em cada local para comportar determinadas espécies e realizar a composição paisagística. Visando facilitar a seleção das espécies mais adequadas a cada tipo de local, as espécies sugeridas foram divididas em grupos em função do porte: grande, médio e pequeno.

Para a elaboração destas tabelas, foram consultados Pradella, Silva e Nisi (2015), além de outras recomendações de espécies para o ambiente urbano, considerando as características regionais e de infraestrutura construída de Jacareí, além de consultas sobre a disponibilidade das espécies em viveiros da região do município.

As espécies de grande porte (>12 m) apresentadas na Tabela 32 podem ser plantadas em calçadas largas sem fiação aérea, em canteiros centrais e áreas verdes, como praças, parques e demais propriedades municipais e sistemas de lazer.

A Tabela 33 apresenta espécies de médio porte (5 a 12 m) que podem ser plantadas em calçadas onde não exista fiação aérea, em canteiros centrais, áreas verdes, além de propriedades municipais e sistemas de lazer.

As espécies de pequeno porte (<5 m) apresentadas na Tabela 34 são recomendadas para locais com calçadas estreitas e onde houver fiação aérea. Como várias destas são frutíferas, o seu plantio também pode ser realizado em áreas verdes e propriedades municipais e sistemas de lazer.

Tabela 29: Espécies de grande porte indicadas para implantação na arborização urbana de Jacareí/SP.

Nome científico	Nome popular	Origem	Altura média (m)	Forma de Copa			Desenvolvimento			Folhagem			Floração										
				Irregular	Globosa	Elíptica	Lento	Moderado	Rápido	Perenifólia	Semicaducifólia	Caducifólia	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Anadenanthera colubrina	angico-branco	Nativa	10 a 20		■			■				■							■	■	■	■		
Aspidosperma polyneuron	Peroba-rosa	Nativa	20 a 30		■		■			■			■								■	■	■	■
Campomanesia xanthocarpa	guabiroba	Nativa	10 a 15		■			■		■			■	■	■	■	■	■						■
Cariniana estrellensis	Jequitibá-branco	Nativa	25 a 40		■			■			■		■	■								■	■	■
Cariniana legalis	Jequitibá-rosa	Nativa	20 a 45		■			■			■		■	■	■									■
Cassia grandis	acácia-rosa	Nativa	10 a 15		■			■			■		■	■									■	■
Cedrela fissilis	Cedro-rosa	Nativa	20 a 35		■			■				■	■								■	■	■	■
Cenostigma pluviosum	Sibipiruna	Nativa	10 a 20		■			■		■			■							■	■	■	■	■
Centrolobium robustum	araribá	Nativa	12 a 15			■		■			■		■											■
Citharexylum myrianthum	Pau-viola	Nativa	8 a 20	■					■			■										■	■	■
Colubrina glandulosa	Saguaraji	Nativa	10 a 20			■			■		■		■	■	■	■	■						■	■
Copaifera langsdorffii	Copaíba	Nativa	10 a 15		■		■				■		■	■	■	■	■					■	■	■
Cordia americana	guajuvira	Nativa	10 a 15			■	■				■			■	■	■								
Cordia trichotoma	louro-pardo	Nativa	8 a 15		■		■					■								■	■	■	■	
Cupania vernalis	Camboatã	Nativa	10 a 22	■				■		■									■	■	■			
Enterolobium contortisiliquum	Tamboril	Nativa	10 a 20		■				■			■									■	■		
Erythrina falcata	corticeira-da-serra	Nativa	10 a 15		■		■					■								■	■			
Handroanthus heptaphyllus	ipê-rosa	Nativa	10 a 15		■			■				■							■	■	■	■		
Handroanthus impetiginosus	ipê-roxo-de-bola	Nativa	12 a 15		■			■			■											■	■	■
Handroanthus vellosoi	Ipê-amarelo-liso	Nativa	15 a 25	■				■				■							■	■	■			
Holocalyx balansae	Alerim-de-campinas	Nativa	15 a 25		■		■			■							■	■	■	■	■	■		
Hymenaea courbaril	Jatobá	Nativa	15 a 20		■		■				■		■	■								■	■	■
Jacaranda micrantha	carobão	Nativa	10 a 15		■				■			■	■	■	■									■

Nome científico	Nome popular	Origem	Altura média (m)	Forma de Copa			Desenvolvimento			Folhagem			Floração										
				Irregular	Globosa	Elíptica	Lento	Moderado	Rápido	Perenifólia	Semicaducifólia	Caducifólia	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Lafoensia glyptocarpa	Mirindiba-rosa	Nativa	15 a 25																				
Libidibia ferrea	pau-ferro	Nativa	20 a 30																				
Lonchocarpus cultratus	Embira-de-sapo	Nativa	10 a 20																				
Luehea grandiflora	Açoita-cavalo	Nativa	8 a 15																				
Machaerium paraguariense	Jacarandá	Nativa	10 a 25																				
Moquilea tomentosa	Oiti	Nativa	10 a 20																				
Myrcianthes pungens	guabiju	Nativa	10 a 12																				
Myrocarpus frondosus	cabreúva-amarela	Nativa	10 a 15																				
Nectandra megapotamica	Canela-imbuia	Nativa	15 a 25																				
Parapiptadenia rigida	angico-curucaia	Nativa	10 a 25																				
Peltophorum dubium	canafístula	Nativa	10 a 25																				
Platypodium elegans	Amendoim-do-campo	nativa	10 a 20																				
Pseudobombax grandiflora	Embiruçu	Nativa	08 a 25																				
Pterocarpus rohrii	pau-sangue	Nativa	12 a 15																				

Legenda:

Forma de Copa	Desenvolvimento	Folhagem	Floração

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Tabela 30: Espécies de médio porte indicadas para implantação na arborização urbana de Jacareí/SP.

Nome científico	Nome popular	Origem	Altura média (m)	Forma de Copa			Desenvolvimento			Folhagem			Floração										
				Irregular	Globosa	Elíptica	Lento	Moderado	Rápido	Perenifólia	Semicaducifólia	Caducifólia	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Aegiphila sellowiana	Tucaneiro	Nativa	4 a 10	■					■			■	■	■									■	■
Allophylus edulis	vacum	Nativa	8 a 12		■			■				■							■	■	■	■		
Andira fraxinifolia	angelim-doce	Nativa	6 a 12		■			■		■			■	■	■	■	■	■						■
Bowdichia virgilioides	sucupira-preta	Nativa	8 a 12		■			■			■		■	■									■	■
Casearia sylvestris	Guaçatonga	nativa	8 a 12		■			■		■							■	■	■	■	■	■	■	
Campomanesia guazumifolia	sete-capotes	Nativa	6 a 10			■		■			■		■											■
Cassia fistula	acácia-imperial	Nativa	6 a 8			■	■				■			■	■	■								
Cassia leptophylla	falso-barbatimão	Nativa	8 a 10		■		■					■								■	■	■	■	
Cordia ecalyculata	louro-mole	Nativa	8 a 12		■		■					■								■	■			
Cordia superba	babosa-branca	Nativa	7 a 10		■			■			■											■	■	■
Croton urucurana	Sangra d´água	Nativa	04 a 12	■					■			■	■	■	■	■	■	■						■
Cybistax antisyphilitica	ipê-verde	Nativa	6 a 12		■		■			■				■	■	■								
Dictyoloma vandellianum	Tingui	Nativa	2 a 7		■				■	■			■	■	■	■								
Erythroxylum deciduum	Cocão	Nativa	5 a 10			■	■					■								■	■	■		
Eugenia brasiliensis	grumixama	Nativa	5 a 12		■		■				■											■	■	
Eugenia dysenterica	cagaita	Nativa	4 a 10	■				■				■								■	■			
Eugenia pyriformis	uvaieira	Nativa	6 a 12		■				■			■	■	■	■	■								■
Eugenia uniflora	pitangueira	Nativa	6 a 10		■				■			■								■	■	■	■	
Guazuma ulmifolia	mutamba-preta	Nativa	8 a 12			■			■			■								■	■	■		
Handroanthus albus	ipê-amarelo-graúdo	Nativa	5 a 12		■		■					■	■	■	■	■								■
Handroanthus chrysotrichus	ipê-amarelo-miúdo	Nativa	6 a 10		■			■		■									■	■	■	■	■	■
Handroanthus ochraceus	ipê-amarelo-do-cerrado	Nativa	6 a 10		■			■		■			■	■	■	■	■	■						■
Heliocarpus popayanensis	algodoeiro	Nativa	6 a 12		■			■			■		■	■									■	■

Nome científico	Nome popular	Origem	Altura média (m)	Forma de Copa			Desenvolvimento			Folhagem			Floração										
				Irregular	Globosa	Elíptica	Lento	Moderado	Rápido	Perenifólia	Semicaducifólia	Caducifólia	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Inga marginata	ingá-feijão	Nativa	3 a 10																				
Inga vera	ingá-banana	Nativa	5 a 10																				
Jacaranda puberula	carobinha	Nativa	8 a 10																				
Lafoensia pacari	dedaleiro	Nativa	8 a 12																				
Lafoensia vandelliana	dedaleiro-amarelo	Nativa	8 a 12																				
Luehea divaricata	açoita-cavalo	Nativa	4 a 15																				
Nectandra lanceolata	canela-amarela	Nativa	8 a 15																				
Pera glabrata	Tabocuva	Nativa	8 a 14																				
Poecilanthe parviflora	lapacho	Nativa	6 a 10																				
Pterogyne nitens	amendoim	Nativa	6 a 12																				
Physocalymma scaberrimum	Pau-de-rosas	Nativa	5 a 12																				
Qualea parviflora	Pau-terra	Nativa	5 a 15																				
Rauvolfia sellowii	casca d'anta	Nativa	4 a 12																				
Sapindus saponaria	Sabão-de-soldado	Nativa	5 a 12																				
Schinnus molle	Aroeira-salsa	Nativa	4 a 12																				
Senna macranthera	Manduirana	Nativa	5 a 12																				
Senna multijuga	pau-cigarra	Nativa	6 a 8																				
Styrax acuminatus	benjoeiro	Nativa	5 a 15																				
Syagrus romanzoffiana	palmeira-jerivá	Nativa	8 a 15																				
Tabebuia aurea	caraíba	Nativa	6 a 12																				
Tabebuia roseoalba	ipê-branco	Nativa	6 a 10																				
Trema micranthum	crindiúva	Nativa	4 a 12																				
Trichilia clausseni	catiguá-vermelho	Nativa	6 a 12																				
Triplaris americana	pau-formiga	Nativa	8 a 12																				

Nome científico	Nome popular	Origem	Altura média (m)	Forma de Copa			Desenvolvimento			Folhagem			Floração										
				Irregular	Globosa	Elíptica	Lento	Moderado	Rápido	Perenifólia	Semicaducifólia	Caducifólia	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Vitex polygama	Tarumã-açu	Nativa	5 a 10																				
Vochysia thyrsoidea	Pau-de-tucano	Nativa	5 a 15																				

Legenda:

Forma de Copa	Desenvolvimento	Folhagem	Floração

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Tabela 31: Espécies de pequeno porte indicadas para implantação na arborização urbana de Jacareí/SP.

Nome científico	Nome popular	Origem	Altura média (m)	Forma de Copa			Desenvolvimento			Folhagem			Floração										
				Irregular	Globosa	Elíptica	Lento	Moderado	Rápido	Perenifólia	Semicaducifólia	Caducifólia	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Aloysia virgata	lixeira	Nativa	3 a 6																				
Annona emarginata	araticum-mirim	Nativa	3 a 5																				
Annona crassiflora	Araticum-cortiça	nativa	4 a 8																				
Aspidosperma riedelii	guatambuzinho	nativa	3 a 6																				
Bauhinia longifolia	unha-de-vaca	Nativa	4 a 7																				
Byrsonima coccolobifolia	Murici-do-cerrado	nativa	3 a 5																				
Diospyros inconstans	marmelinho	Nativa	6 a 8																				
Eugenia florida	guamirim	Nativa	3 a 5																				
Eugenia involucrata	cerejeira-do-rio-grande	Nativa	5 a 8																				
Garcinia gardneriana	bacupari	Nativa	5 a 8																				

Nome científico	Nome popular	Origem	Altura média (m)	Forma de Copa			Desenvolvimento			Folhagem			Floração										
				Irregular	Globosa	Elíptica	Lento	Moderado	Rápido	Perenifólia	Semicaducifólia	Caducifólia	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Guapira graciliflora	Maria-mole	nativa	3 a 5	■			■					■										■	■	■
Handroanthus umbellatus	ipê-amarelo-do-brejo	Nativa	3 a 6			■	■					■								■	■	■		
Kielmeyera rubriflora	Rosa-do-campo	nativa	3 a 7	■			■					■			■	■	■	■						
Myrciaria glazioviana	cabeludinha	nativa	3 a 5		■			■		■					■	■	■	■						
Pleroma mutabile	manacá-da-serra-anão	Nativa	3 a 5		■		■			■			■	■	■							■	■	■
Pleroma granulosum	quaresmeira-roxa	Nativa	4 a 7			■			■			■		■	■									
Pleroma raddianum	quaresmeira-rosa	Nativa	4 a 6			■			■		■		■	■	■	■	■	■						■
Pleroma sellowianum	manacá-da-serra	Nativa	4 a 7			■			■		■		■	■	■								■	■
Psidium cattleyanum	Araçá-amarelo	nativa	3 a 6		■			■		■										■	■	■		
Psidium guineense	araçazinho	Nativa	3 a 5		■			■		■										■	■			
Senna spectabilis	cássia-de-são-joão	Nativa	5 a 8			■			■		■				■	■								

Legenda:

Forma de Copa	Desenvolvimento	Folhagem	Floração

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

É importante destacar que muitas calçadas de Jacareí não comportam árvores, nem mesmo as de espécies de pequeno porte, por não terem espaço suficiente, de modo que nestas situações o recomendando é que se priorize a acessibilidade, além de se evitar conflitos com a infraestrutura urbana (postes, meio-fio, placas de sinalização, entrada de garagem, tubulações etc.).

10. CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DOS LOCAIS DE PLANTIO

A definição dos locais para a implantação da arborização viária em Jacareí deve seguir parâmetros que compatibilizem o espaço tridimensional disponível nas calçadas com o porte dos indivíduos arbóreos na fase adulta, em relação à altura, diâmetro do tronco e da copa, e sistema radicular.

Quando o espaço tridimensional das calçadas permitir o plantio de árvores em função de sua largura, deve-se também considerar a posição das redes aéreas e subterrâneas de serviços de sistema elétrico, de comunicação, abastecimento de água, esgotos etc., além do afastamento dos imóveis e sinalizações antes se proceder ao plantio.

Salienta-se que as áreas permeáveis na base das árvores devem ser proporcionais ao porte destas, sendo que as dimensões mínimas precisam ser de 0,60 x 0,60 m. Contudo, as recomendações de dimensões dos canteiros variam em função das características de cada rua do município. Desse modo, são apresentadas as diretrizes que constam no Decreto Municipal nº 742/2019, o qual institui os padrões e especificações para construção, reconstrução e conservação dos passeios públicos no Município de Jacareí (PREFEITURA DE JACAREÍ, 2019).

O Capítulo IX do Decreto Municipal nº 742/2019 contém recomendações para a implantação da arborização urbana no município de Jacareí em diferentes situações.

> *"Art. 40. É permitido ao munícipe o ajardinamento do passeio correspondente ao seu lote dentro do conceito de calçada verde, desde que respeitada a faixa livre e atendendo às seguintes disposições:*
>
> *I - para receber 1 (uma) faixa de ajardinamento, o passeio deverá ter largura mínima de 2,00 m (dois metros);*

II - para receber 2 (duas) faixas de ajardinamento, o passeio deverá ter largura mínima de 2,50 m (dois metros e meio), sendo uma faixa junto à faixa de serviço e outra junto à faixa de acesso.

Art. 41. As novas mudas deverão ser implantadas na divisa do terreno e guardar uma distância mínima de 6,00 m (seis metros) de postes de iluminação pública, 2,00 m (dois metros) de entrada de garagens, 6,00 m (seis metros) de esquinas, 2,00 m (dois metros) das redes de água e esgoto e rede elétrica, 4,00 m (quatro metros) dos pontos de ônibus e 0,55 m (cinquenta e cinco centímetros) de distância do bordo interior da guia.

Art. 42. O munícipe fica responsável pela manutenção da calçada verde na extensão dos limites do seu lote, bem como pelos reparos do passeio público existente.

Art. 43. A arborização das calçadas deverá observar as normas e especificação das espécies vegetais para arborização urbana de canteiros contida no Plano Municipal de Arborização ou ato normativo superveniente que o substitua.

Parágrafo único. O espaçamento entre as árvores a se instalar na faixa de serviço deverão obedecer a disposições de distanciamento estabelecidas no Plano Municipal de Arborização, guardando-se a distância mínima de 5,00 m (cinco metros) entre as árvores.

Art. 44. Nas calçadas dos novos loteamentos, com no mínimo 2,50 m (dois metros e meio) de largura da calçada, as árvores deverão ser plantadas considerando 40% (quarenta por cento) da largura da calçada, que corresponde a medida igual a 1,00 m (um metro) de largura; e, o comprimento do espaço deverá ter, no mínimo o dobro desta largura, que corresponderá a 2,00 m (dois metros) de comprimento.

Art. 45. No viário já existente novas árvores somente serão plantadas nas calçadas de no mínimo 2,00 m (dois metros) de largura e, para que seja construído o espaço deve-se considerar 40% (quarenta por cento) da largura da calçada, que somará 0,80 m (oitenta centímetros) e o comprimento do espaço deve ser o dobro desta largura, com 1,60 m (um metro e sessenta centímetros) de comprimento.

Art. 46. Nas calçadas com medida inferior a 2,00 m (dois metros) o espaço destinado à árvore deve ocupar o leito carroçável, quando possível e, de acordo com autorização expedida pela Secretaria de Mobilidade Urbana." (JACAREÍ, 2019).

De acordo com o diagnóstico da arborização urbana de Jacareí, cerca de 29% das calçadas presentes no perímetro urbano do município têm largura inferior a 1,90 m, o

que inviabiliza o plantio de árvores. Nestas situações, pode-se realizar o plantio de espécies de pequeno porte no leito carroçável para plantio, também denominado "espaço-árvore", conforme sugerido pelo Art. 8 da Lei Municipal nº 6.481/2022. De acordo com esta lei, "espaço-árvore é um espaço delimitado nas calçadas, ou no leito carroçável, destinado exclusivamente para plantio e desenvolvimento de árvores". A Figura 100 apresenta como poderia ser o plantio no leito carroçável.

Pode-se também proceder à instalação de grelhas, ou golas de árvores, nos canteiros (Figura 101). De acordo com a Prefeitura Municipal de São Paulo (2015), estes são acessórios fabricados com ferro fundido ou concreto pré-moldado utilizados para ampliar o espaço da calçada com a finalidade permitir o deslocamento das pessoas com segurança e propiciar a acessibilidade, sobretudo em ruas muito movimentadas. Suas vantagens incluem a valorização das árvores plantadas, ao mesmo tempo em que protegem o solo e garantem o necessário suprimento de água e oxigênio às raízes da planta (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2015). Salienta-se que a escolha desses objetos depende da localização do plantio, sendo recomendado a priorização das áreas centrais, e das espécies a serem plantadas, as quais devem apresentar diâmetro do tronco pequeno e retilíneo na fase adulta e ter sistema radicular pivotante.

Figura 100: Plantio no leito carroçável.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

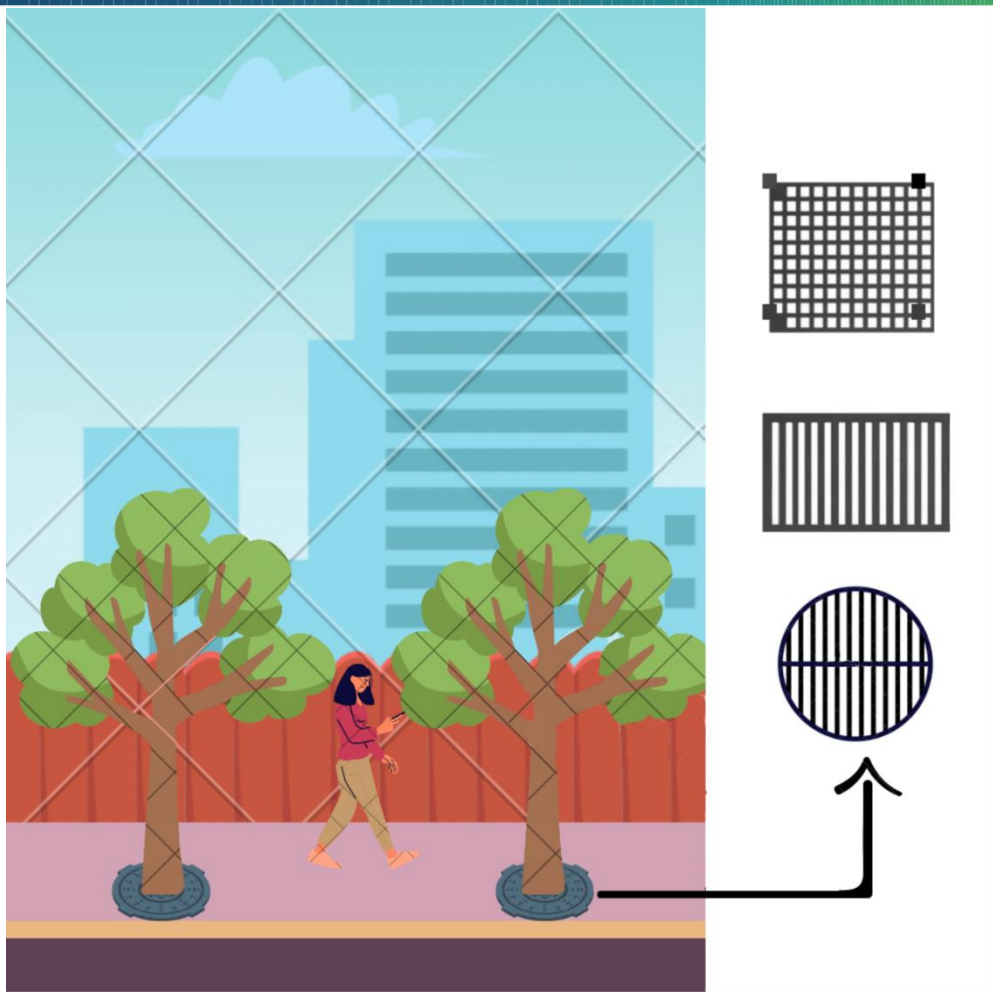


Figura 101: Grelha para plantio de mudas em calçadas.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Ainda de acordo com o Decreto Municipal nº 742/2019, os locais para plantio devem ser definidos de acordo com os parâmetros apresentados na Tabela 32, considerando-se a faixa livre da calçada de 1,20 m.

Tabela 32: Larguras de calçada e ruas e tamanho de lotes e sua adequabilidade para o plantio de mudas de árvores na área urbana de Jacareí/SP.

Largura da calçada (m)	Categoria	Porte permitido
Até 2 m	Estreita	Considerar as possibilidades sugeridas para o plantio em calçadas estreitas
2 a 3 m	Suficiente	Pequeno ou médio porte
Acima de 3 m	Larga	Médio ou grande porte
Largura da rua (m)	**Categoria**	**Porte permitido**
Até 7 m	Estreita	Plantio não recomendado
Acima de 7 m	Larga	De acordo com a largura da calçada
Testada do lote (m)	**Categoria**	**Porte permitido**
Até 7 m	Pequeno	Plantio não recomendado
Acima de 7 m	Padrão	De acordo com a largura da calçada

Fonte: Adaptado do Decreto Municipal nº 742/2019, por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Assim, as informações relacionadas ao plantio de mudas na área urbana de Jacareí, considerando as possibilidades de espaço disponível para o plantio, a infraestrutura urbana e a acessibilidade, são:

- Independentemente do local que irá receber a arborização, considerar sempre a legislação sobre acessibilidade para as calçadas, primordialmente a Norma ABNT NBR 9050/2020 (ABNT, 2020), a fim de garantir uma circulação adequada de pedestres;
- Evitar o plantio de árvores em locais onde as calçadas são estreitas, com largura inferior a 1,90 m, uma vez que 1,20 m devem ser deixados para a acessibilidade, e os demais 60 cm (no mínimo) para o canteiro das árvores.

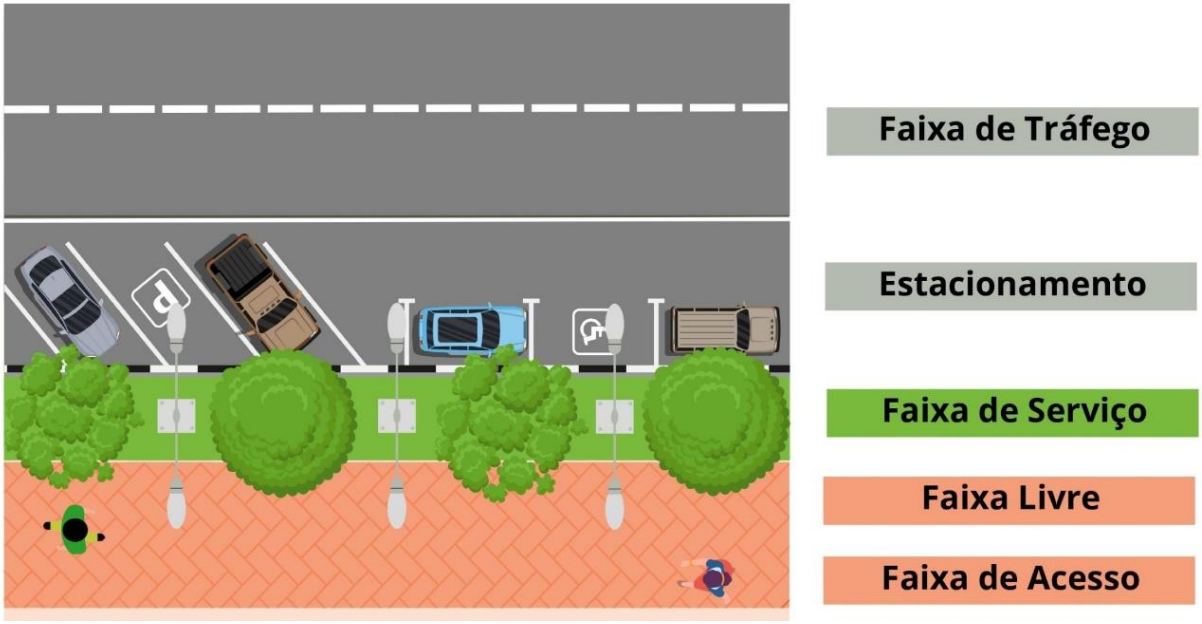


Figura 102: Caixa de via local.
Fonte: Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Além do espaço horizontal (largura da calçada, do leito carroçável e do lote), também é importante considerar o espaço vertical do local onde se planeja implantar a arborização.

Também, a depender das possibilidades do município, em condição extraordinária, pode-se considerar a desapropriação de imóveis, principalmente na região central, para o plantio de árvores.

Em ruas onde há imóveis com medidas de meio lote, com espaço livre suficiente, pode-se plantar árvores de espécies de pequeno porte no limite entre os lotes do lado oposto à fiação. Para isso, é importante sempre considerar a possibilidade de conflitos com o mobiliário urbano, como postes, tubulações, guia rebaixada, etc.

Nos casos em que as árvores existentes sob as redes de energia não forem adequadas e estiverem ocasionando conflitos ou já apresentarem problemas fitossanitários, se aconselha a substituição gradativa destas por espécies de árvores de porte adequado àquele espaço.

Em avenidas com canteiro central, se não houver presença de rede de energia e a largura do canteiro permitir, pode-se plantar mudas de espécies arbóreas de médio e grande porte, a fim de maximizar o fornecimento de serviços ambientais. Para a seleção destas espécies, sugere-se consulta à lista de espécies recomendadas neste PMAU.

Quando existirem conflitos entre equipamentos públicos (como placas de sinalização, bancos, lixeiras, toldos, marquises) e a arborização, se recomenda que inicialmente seja considerada a possibilidade de readequação destes equipamentos, antes de executar serviços de poda ou remoção das árvores.

10.1. Espaçamento e Distâncias Mínimas de Segurança entre Árvores e Equipamentos Urbanos

No planejamento da arborização de vias urbanas, devem ser consideradas distâncias mínimas entre as árvores e os mobiliários e equipamentos urbanos, com o objetivo de se diminuir a possibilidade de conflitos, conforme consta na tabela 36.

Tabela 33: Distâncias mínimas recomendadas entre as árvores e os equipamentos urbanos de Jacareí/SP.

INFRAESTRUTURA	DISTÂNCIA MÍNIMA (METROS)
Ramal de água e esgoto	2,00
Postes de iluminação pública	6,00
Postes com transformadores	8,00
Rede elétrica	2,00
Galerias de drenagem	2,00
Mobiliário urbano	2,00
Entrada de garagens	2,00
Esquinas	6,00
Pontos de ônibus	4,00
Bordo interior da guia	0,40
Guia rebaixada e faixa de pedestres	2,00
Espaçamento entre árvores	Obedecer Plano municipal de Arborização Mínima 5,00
Placa de sinalização	Mobiliário = 2,00 a 3,00
Hidrante	3,00
Caixas de inspeção	2,00

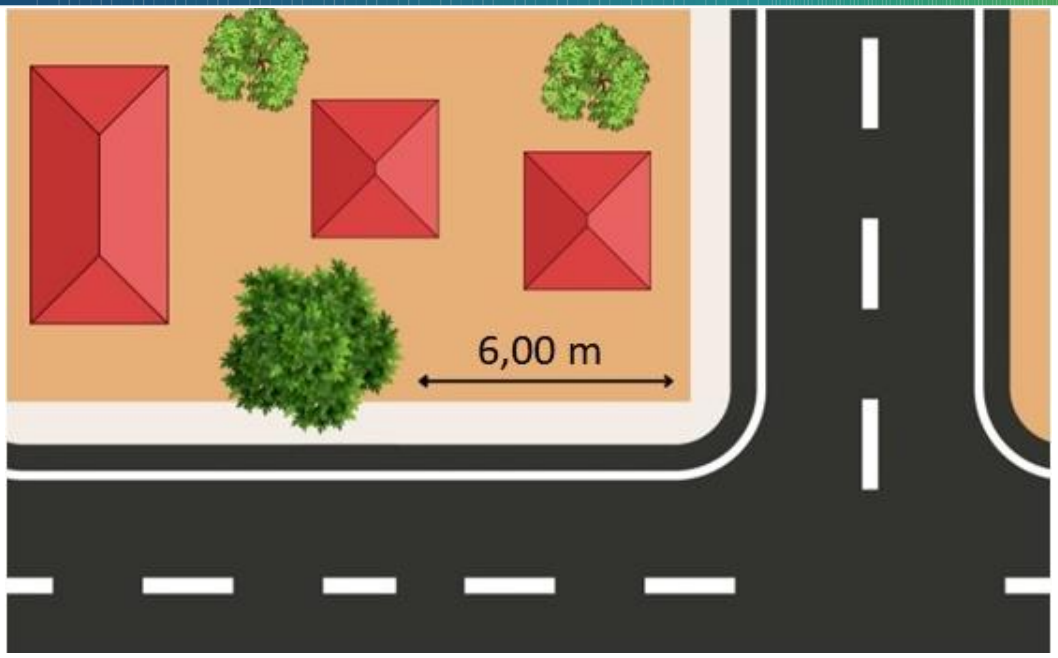


Figura 103: Distâncias mínimas recomendadas entre as árvores e os equipamentos urbanos de Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Com relação às distâncias mencionadas, deve-se considerar, além do porte das espécies arbóreas, também a largura que a copa poderá atingir na fase adulta e o objetivo da arborização em cada rua, seja para a formação de túnel, sombra sem que as copas se entrelacem ou permitir maior claridade à via, sendo neste último caso com espécies de folhagem menos densa.

Ainda, deve-se observar que o espaço livre mínimo para o deslocamento de pedestres em passeios públicos é de 1,20 m, conforme preconizado no Decreto Municipal de nº 742/2019.

A Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL) (COPEL, 2015) acrescenta a seguinte orientação para se evitar conflitos entre a arborização viária e os equipamentos urbanos: Evitar que as árvores interfiram no cone de iluminação, que corresponde à área formada pela iluminação direta da lâmpada do poste, para não comprometer a segurança das pessoas. Para isso, é importante escolher espécies adequadas àquele local, respeitando-se as distâncias recomendadas.

10.2. Cálculo do Número de Mudas a Implementar na Arborização Urbana de Jacareí

O cálculo do número de mudas a serem implementadas na arborização consiste na quilometragem linear de vias em área urbana, que é de 862 km, o equivalente a 1.724 km de calçadas (contando em ambos os lados das vias). Todavia, devem ser observados outros critérios a serem obedecidos em toda a área urbana na estimativa de calçadas em condições adequadas para receber o plantio de mudas.

Neste sentido, o Caderno de Leitura Técnica – Diagnóstico de Jacareí de 2003 a 2020 que compos a revisão do Plano Diretor de Jacareí abordou a questão da acessibilidade e condições de deslocamento de pedestres, sendo apresentado em anexo um estudo com análise das calçadas do município. Tal estudo permite compreender a criticidade das calçadas, sendo observados os seguintes critérios nos loteamentos:

- Largura média e a inclinação transversal das calçadas;
- Influência do relevo;
- Tipo de piso;
- Existência de obstáculos.

Assim, é apresentado no Anexo I do Caderno de Leitura Técnica o mapa com as calçadas classificadas conforme avaliação geral (Figura 104). Os loteamentos foram classificados com calçadas em estado bom, regular e ruim, em que de forma geral, os loteamentos com calçadas inacessíveis são os localizados nas regiões mais íngremes e em locais de ocupação mais antiga.

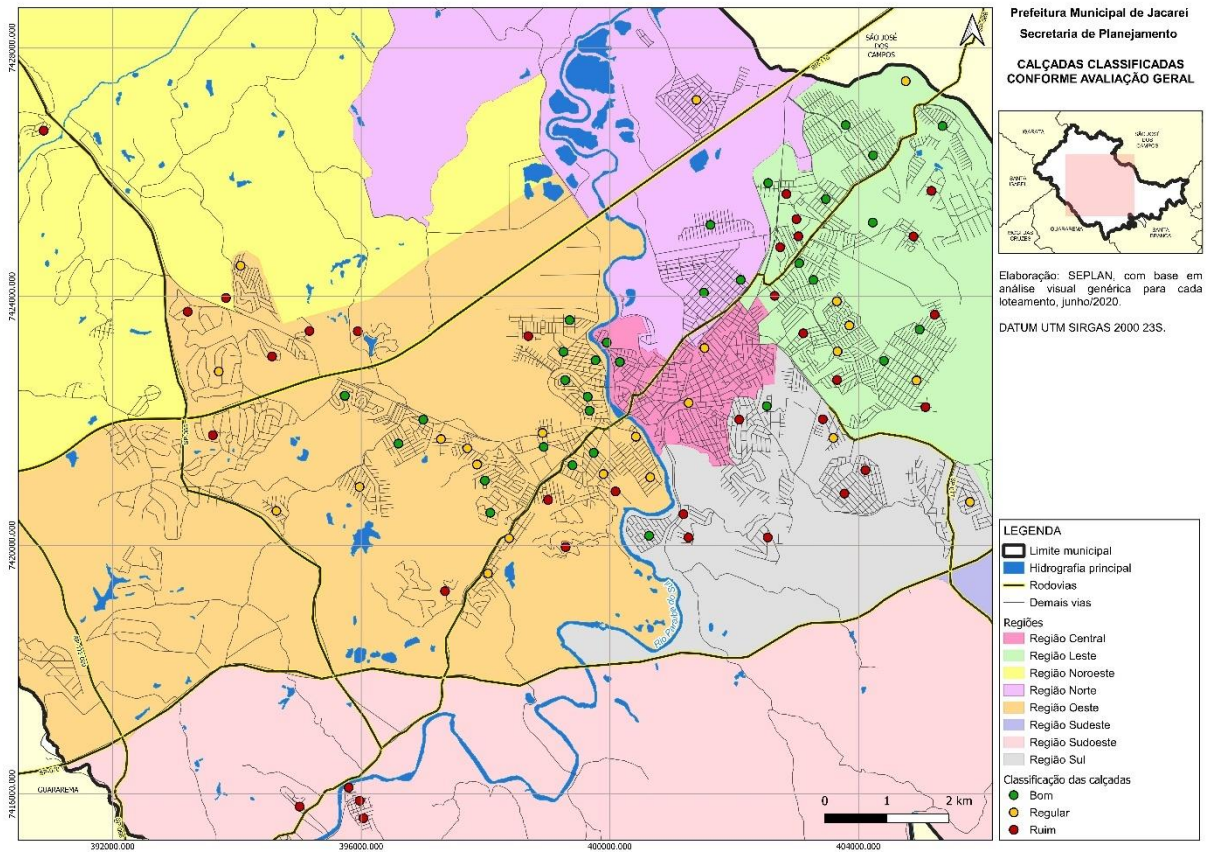


Figura 104: Classificação das calçadas.
Fonte: Caderno de Leitura Técnica – Diagnóstico de Jacareí de 2003 a 2020.

Considerando apenas os loteamentos com calçadas em estado bom ou regular, aferiu-se que aproximadamente 438,5 km de vias se encontram nesta condição, ou seja, aproximadamente 877 km de calçadas estão aptas para receber mudas.

A estimativa do número de mudas a serem implementadas na arborização urbana de Jacareí se baseou ainda na Lei Municipal nº 6.481/2022, que dispõe sobre o manejo de árvores em área urbana em Jacareí, a qual exige o plantio de uma árvore a cada 10 m em novos loteamentos, para ambos os lados das vias.

Entretanto, considerando a limitação técnica e econômica em obedecer a esta orientação em áreas já loteadas e em processo estabelecido de urbanização, tendo em vista a elevada proporção de calçadas impermeáveis e, portanto, a necessidade de readequar as mesmas ao recebimento de mudas nesses locais, se estabelece um espaçamento médio de 20 m entre árvores, nestas condições.

Com isso, estimou-se que os 877 km lineares de calçadas permitem o plantio de aproximadamente 43.850 árvores, ou 50 árvores por quilômetro.

Levando-se em conta as 16.467 árvores presentes na arborização urbana do município atualmente, de acordo com o levantamento quantitativo, estima-se a necessidade de plantio de aproximadamente 27.400 mudas, considerando, portanto, um espaçamento médio de 20 m lineares de calçada entre as mudas, em calçadas de vias locais, coletoras e arteriais.

Tendo em vista o elevado número de mudas a ser implementado, recomenda-se que o plantio dessas mudas seja distribuído ao longo de 20 anos, como forma de distribuir os recursos financeiros e de mão-de-obra de maneira mais equilibrada e próxima da realidade técnica e financeira da Prefeitura Municipal de Jacareí. Assim, o quantitativo anual de plantio será de 1.370 mudas.

11. IMPLANTAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA

O planejamento da arborização urbana representa o início do processo de introdução de árvores na cidade, porém, não é o único passo. Por isso, é importante considerar as orientações técnicas de implantação para garantir o desenvolvimento saudável e sustentável das árvores, assegurando benefícios ambientais e prevenindo possíveis conflitos com a infraestrutura urbana. Nesse contexto, foram delineadas as normativas e os procedimentos essenciais para a realização adequada do plantio de árvores em Jacareí.

11.1. Características da Mudas

Com o objetivo de evitar conflitos com a infraestrutura urbana e reduzir a necessidade de intervenções durante o crescimento das árvores, é importante que as mudas destinadas à arborização urbana atendam a diretrizes específicas.

Assim, para as mudas destinadas ao plantio em calçadas, recomenda-se considerar os critérios técnicos a seguir:

- Estar listada entre as espécies recomendadas no Plano Municipal de Arborização Urbana de Jacareí (conforme detalhado no Item 9 deste plano);
- Apresentar um aspecto saudável, estrutura arbórea com um caule único e retilíneo, além de uma copa bem definida, com área foliar satisfatória;
- Ter altura total mínima de 2,20 m, com a primeira bifurcação situada a uma altura superior a 1,80 m, ramificações da copa equilibradas e um Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de no mínimo 3 cm, conforme representado na Figura 105;
- Demonstrar um bom estado nutricional, estrutural e fitossanitário, sem lesões ou injúrias mecânicas;
- Passar por um período de adaptação em viveiro para fortalecimento e aquisição de resistência, chamado de rustificação;

- Apresentar um torrão de raízes bem desenvolvido, acomodado em um recipiente com capacidade de pelo menos 14 litros, sem enovelamento, lesões e patógenos nas raízes.

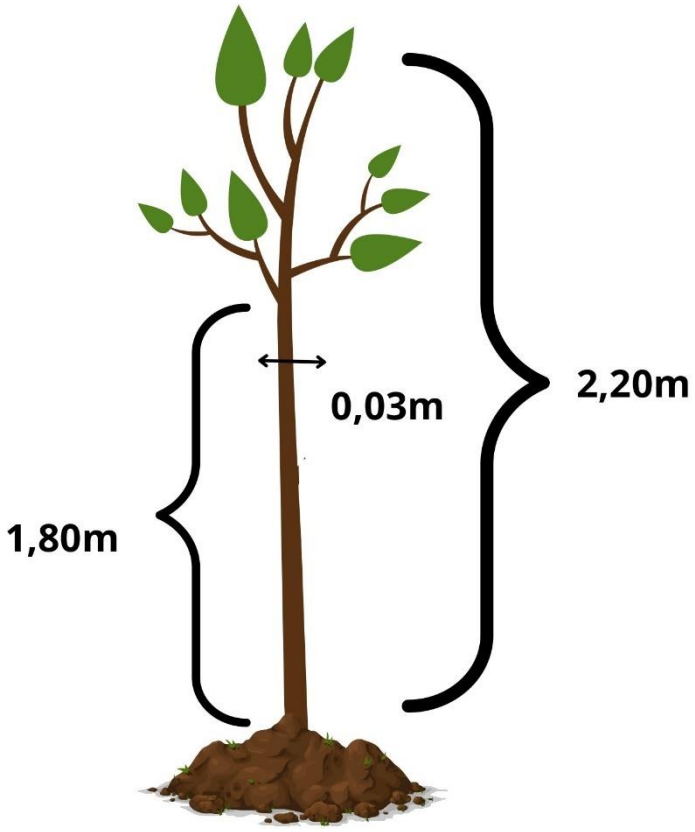


Figura 105: Dimensões adequadas de mudas para arborização de ruas.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

11.2. Produção ou Aquisição de Mudas

O município de Jacareí possui um Viveiro Municipal, o qual passou por uma drástica diminuição na produção de mudas nos últimos anos, sendo utilizado atualmente para uma pequena produção de mudas voltadas à arborização urbana e restauração florestal, além de plantas medicinais.

Considerando a estrutura do viveiro, o qual conta com estufas e casas de vegetação, além de espaço para a semeadura e repicagem de mudas, se recomenda que haja um maior incentivo à produção de mudas voltadas para a arborização urbana.

Assim, a seguir são listadas algumas diretrizes que visam melhorar a utilização do viveiro:

- Definição dos objetivos do viveiro:
    a) Produção de mudas para a arborização urbana, para fins medicinais, para restauração florestal, para cultivo etc.;
    b) Espaço para educação ambiental e outras atividades junto à população. Atualmente, são realizadas também atividades de educação ambiental por meio do Núcleo de Educação Ambiental (NEA), o qual está situado dentro da área do viveiro.
- Infraestrutura:
    a) Definição dos locais adequados para implementar a infraestrutura levando em consideração a exposição solar, drenagem, acessibilidade e espaço para expansão;
    b) Verificação da necessidade e possibilidade de instalação de estufas ou estruturas de sombreamento para proteger as mudas;
    c) Verificação da necessidade e possibilidade de instalação de outras estruturas para a semeadura, repicagem e demais atividades relativas ao viveiro.
- Seleção de espécies:
    a) Com base nas espécies de árvores sugeridas no Plano Municipal de Arborização Urbana de Jacareí, além de efetuar pesquisas sobre outras espécies adequadas para a arborização urbana no município;
    b) Identificação e cadastramento de matrizes porta-sementes na área do viveiro e em outros locais do município, observando algumas orientações:

    1. Certificar-se de identificar corretamente as árvores-matrizes. A identificação incorreta pode levar à coleta de sementes inadequadas;

    2. O momento certo para a coleta de sementes varia de acordo com a espécie. Geralmente, é necessário esperar o período de maturação das sementes;

    3. Utilizar equipamentos adequados, como cestos, sacos de coleta e tesouras de poda, para evitar danos às sementes;

4. Manter a higiene pessoal e dos equipamentos para evitar a contaminação das sementes com patógenos ou outras substâncias indesejadas;

5. Evitar coletar sementes de árvores doentes ou comprometidas. Escolha de árvores saudáveis e vigorosas;

6. Coletar uma quantidade adequada de sementes, levando em consideração a variabilidade genética e a demanda para os projetos específicos;

7. Após a coleta, secar as sementes à sombra, em local ventilado, para evitar o crescimento de fungos. Remover detritos e impurezas;

8. Armazenar as sementes em embalagens adequadas, como sacos de papel ou vidro, em ambiente fresco e seco. Controlar a umidade para evitar o desenvolvimento de fungos;

9. Rotular cada embalagem de semente com informações detalhadas, como a espécie, data de coleta, local de origem e outras informações relevantes;

10. Realizar testes de viabilidade para garantir que as sementes estão aptas para germinar. Isso pode ser feito por meio de testes de germinação em laboratório;

11. Manter registros detalhados de todas as etapas do processo, desde a coleta até o armazenamento. Isso é importante para rastrear a procedência das sementes;

12. Se as sementes precisarem ser transportadas para outro local, certificar-se de que o transporte seja feito de maneira adequada para evitar danos;

13. Esses procedimentos podem variar de acordo com a espécie de árvore e as condições específicas do ambiente. É sempre recomendável consultar especialistas ou guias específicos para cada caso.

- Aquisição de sementes ou mudas:

a) Verificação da possibilidade e/ou necessidade de estabelecer parcerias com fornecedores de sementes e mudas na região;

b) Em caso de compra de sementes e mudas, deve-se conhecer o sistema de produção de mudas do viveiro fornecedor e a qualidade

do material que é comercializado (deve ser cadastrado no RENASEM);

c) Verificar a necessidade de instalação de estruturas para o acondicionamento adequado das sementes e mudas até a utilização e/ou rustificação..

- Desenvolvimento de métodos para testar a qualidade das sementes:

a) Teste de Germinação: Envolve semear um lote representativo de sementes e monitorar o número de sementes que germinam ao longo do tempo;

b) Teste de Tetrazólio: Avalia a viabilidade das sementes com base na capacidade das células vivas de converter o sal de tetrazólio em um corante vermelho. Sementes viáveis produzem uma coloração característica;

c) Teste de Condutividade Elétrica: A condutividade elétrica da água que entra em contato com as sementes é medida. Sementes com maior condutividade podem indicar danos às membranas celulares e, portanto, menor qualidade;

d) Teste de Envelhecimento Acelerado: As sementes são submetidas a condições controladas de temperatura e umidade por um período específico para simular o envelhecimento natural. Isso ajuda a prever a longevidade das sementes;

e) Teste de Emergência de Plântulas em Campo: Sementes são semeadas diretamente no campo para avaliar a capacidade de emergência das plântulas sob condições naturais;

f) Teste de Velocidade de Emergência: Mede o tempo que as plântulas levam para emergir após a semeadura. Isso pode ser um indicador do vigor da semente.

g) Teste de Índice de Velocidade de Emergência (IVE): Combina a porcentagem de germinação com a velocidade de emergência para fornecer uma avaliação mais abrangente do vigor da semente;

h) Teste de Tetrazólio para Avaliação do Potencial de Armazenamento: Similar ao teste de tetrazólio, mas focado na avaliação da qualidade das sementes após o armazenamento;

i) Análise de Raízes e Plântulas: Exame visual das características das raízes e plântulas para identificar anormalidades ou problemas de desenvolvimento;

j) Teste de Integridade do Embrião: Avalia a integridade do embrião da semente por meio de métodos como o teste de raios X;

k) Teste de Comportamento no Campo: Avaliação das sementes em condições reais de campo, observando a taxa de estabelecimento de plantas a partir das sementes.

- Implementação de técnicas de propagação:

a) Desenvolvimento e implementação de práticas eficientes de propagação, como enxertia, estaquia, alporquia etc.

- Manutenção e cuidados:

a) Estabelecimento de um cronograma de irrigação, adubação e controle de pragas e plantas infestantes;

b) Implementação de boas práticas para garantir a saúde das mudas:

1. Seleção de Sementes de Qualidade: Iniciar com sementes de alta qualidade, provenientes de fontes confiáveis, e que tenham passado por testes de qualidade;

2. Substrato Adequado: Utilizar um substrato adequado para as mudas, considerando as necessidades específicas de cada espécie. O substrato deve proporcionar boa aeração, retenção de água e nutrientes;

3. Ambiente Controlado: Manter um ambiente controlado, especialmente para a fase inicial de desenvolvimento das mudas. Controlar a temperatura, umidade e luminosidade conforme as exigências da espécie;

4. Higiene: Manter padrões elevados de higiene. Lave e desinfete recipientes, ferramentas e equipamentos regularmente para evitar a propagação de doenças;

5. Irrigação Adequada: Aplicar a quantidade correta de água para evitar o estresse hídrico ou o encharcamento. Monitorar a umidade do substrato e ajuste da irrigação conforme necessário;

6. Nutrição Balanceada: Fornecer uma dieta equilibrada às mudas é crucial. Utilizar fertilizantes adequados e ajuste as formulações conforme o estágio de crescimento;

7. Manejo Integrado de Pragas e Doenças: Adotar práticas de manejo integrado de pragas e doenças. Isso pode incluir o uso de inimigos naturais, rotação de culturas e o emprego de práticas culturais que minimizem o risco de infestações;

8. Podas Adequadas: Realizar podas regulares para promover um desenvolvimento saudável das mudas. Remover partes doentes ou danificadas;

9. Sombreamento Gradual: Se as mudas foram germinadas em condições de sombreamento, fazer a transição gradual para condições de pleno sol para evitar o estresse pela mudança abrupta de ambiente;

10. Monitoramento Constante: Monitorar regularmente o estado das mudas. Estar atento a sinais de estresse, como descoloração, deformidades ou queda de folhas;

11. Rotação e Manejo do Solo: Se as mudas são cultivadas em viveiros, implementar práticas de rotação de culturas e manejo adequado do solo para prevenir a acumulação de patógenos no solo;

12. Registro e Documentação: Manter registros detalhados de todos os aspectos do manejo das mudas, incluindo datas de plantio, práticas culturais, irrigação, fertilização, entre outros.

- Registro e monitoramento:

  a) Manutenção de registros detalhados de todas as atividades, incluindo datas de semeadura, tipo de solo usado, tratamentos aplicados etc.;

  b) Implementação de um sistema de monitoramento para avaliar o crescimento e a saúde das mudas.

- Parcerias e envolvimento comunitário:

  a) Celebração de parcerias com órgãos governamentais, organizações ambientais e comunidades locais para a produção e plantio de mudas;

  b) Elaboração e implementação de programas de conscientização e envolva voluntários na manutenção do viveiro.

- Capacitação da equipe:

  a) Fornecer treinamentos e formações periódicas à equipe do viveiro sobre práticas de cultivo, manejo e plantio de mudas;

  b) Incentivar e subsidiar a participação dos funcionários em eventos como *workshops*, feiras e congressos de arborização urbana sobre produção de mudas e plantio de mudas;

- Distribuição de mudas:

  a) Desenvolvimento de um sistema eficiente para a distribuição de mudas via doação aos munícipes;

  b) Considerar que em caso de doação de mudas, os funcionários do viveiro deverão prestar orientações sobre o plantio aos munícipes.

- Educação ambiental:
    a) Organização de programas educacionais para instituições de ensino e a comunidade sobre a importância da arborização urbana.

- Avaliação e melhoria contínua:
    a) Realizar avaliações regulares sobre o desempenho do viveiro e busca por maneiras de melhorar processos e eficiência, com base nas novas tecnologias disponíveis no mercado.

- Sustentabilidade financeira:
    a) Desenvolver um modelo financeiro sustentável, considerando fontes de financiamento, gastos com a compra de mudas, insumos, e parcerias, etc.

Além destes aspectos, também deve-se definir quem será responsável pelas atividades do viveiro, se funcionários da PMJ ou terceirizados. Atualmente, no Viveiro de Jacareí, os funcionários da Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana (SMAZU) e de uma empresa terceirizada realizam as atividades internas, e somente a equipe da secretaria executa os plantios na arborização urbana, sob demanda da PMJ. Além disso, parte dos plantios também é realizada via projetos de educação ambiental com os munícipes.

Com relação à produção de mudas, ainda são recomendados os seguintes procedimentos:

- Coleta de sementes:
    a) Coletar sementes de árvores saudáveis e maduras, certificando-se de que as sementes estejam maduras o suficiente para garantir uma germinação satisfatória.

- Tratamento de sementes:
    a) As sementes de algumas espécies podem necessitar de tratamentos específicos, como escarificação ou estratificação, para que ocorra a quebra da dormência e assim possam germinar.

- Substrato e recipientes:
    a) Preparar um substrato adequado para o plantio das sementes. Este substrato pode ser uma mistura de terra, areia e matéria orgânica. Se recomenda que o substrato das mudas tenha no mínimo uma

mistura de 70% de terra de subsolo (barranco) e 30% de composto orgânico ou esterco curtido e/ou substrato industrial próprio para espécies arbóreas. Atualmente, no viveiro é usado como substrato terra do próprio local, ou esterco fornecido, ou compostagem. Além disso, recentemente iniciaram a utilização de material particulado proveniente de podas e supressões de árvores. Para isso, o viveiro dispõe de um triturador.

- Plantio das sementes:
    a) Plantar as sementes no substrato de maneira uniforme;
    b) Pode-se utilizar recipientes como saquinhos de polietileno ou tubetes para o plantio das sementes, de acordo com a disponibilidade e possibilidades do viveiro;
    c) A profundidade do plantio deve ser de acordo com as recomendações específicas de cada espécie.
- Irrigação adequada:
    a) Manter o substrato sempre úmido, mas não encharcado. Para isso, deve-se irrigar regularmente para garantir condições ideais para a germinação e crescimento inicial;
    b) Verificar periodicamente se o sistema de irrigação está sendo suficiente ou apresentando algum problema, como entupimento.
- Manutenção do ambiente:
    a) Manter as mudas em condições ambientais controladas, como temperatura, umidade e luminosidade, dentro de uma estufa.
- Adubação:
    a) Utilizar dosagens de adubos segundo as recomendações específicas para cada espécie;
    b) Atualmente, no viveiro, é utilizada uma formulação de NPK.
- Controle de pragas e doenças:
    a) Monitorar as mudas regularmente para identificar e tratar precocemente qualquer infestação de pragas ou doenças.
- Transplantio (repicagem) para recipientes maiores:
    a) Quando as mudas atingirem um tamanho adequado para cada espécie, deve-se fazer o transplantio para recipientes maiores, a fim de promover um sistema radicular mais desenvolvido, ou seja, sem enovelamento.

- Rustificação:

    a) Antes do plantio no local definitivo, deve-se expor as mudas gradualmente às condições externas para fortalecer seus tecidos e prepará-las para as condições do ambiente urbano;

    b) Nesta etapa, algumas semanas antes das mudas irem para o plantio definitivo, faz-se a retirada gradual da cobertura do local onde estão as mudas, evitando assim queimas foliares, até a completa exposição ao sol aos 30 dias antes do plantio definitivo. Também pode-se diminuir gradativamente a irrigação.

- Plantio do local definitivo:

    a) Plantar as mudas no local definitivo, seguindo as diretrizes específicas conforme orientação deste plano.

É importante considerar as condições locais e as características das espécies escolhidas, verificando as necessidades de ajustes nos procedimentos. Para isso, deve-se consultar especialistas em produção de mudas, a fim de se obter informações mais detalhadas para cada situação.

11.3. Procedimentos de Plantio e Replantio

A efetividade de um planejamento de plantio está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento saudável das mudas e para isso, é recomendado seguir as diretrizes técnicas associadas ao coveamento, à preparação do solo e ao plantio das mudas.

No que diz respeito ao procedimento de preparação da cova (ou berço) de plantio, inicialmente deve-se remover o solo existente e eliminar qualquer entulho ou cascalho, garantindo que a cova atenda às dimensões mínimas estabelecidas de 0,60 m de diâmetro e 0,60 m de profundidade (como ilustrado na Figura 106). É recomendado que estas dimensões sejam aumentadas em situações em que o solo se apresentar inadequado, como em casos de excessiva compactação ou presença de entulhos em demasia, que podem resultar em problemas de deficiência nutricional nas mudas.

Durante o plantio da muda, posiciona-se a planta no centro da cova/berço, a fim de garantir a preservação de uma faixa livre na calçada com uma largura mínima de 1,20 m. Todos os resíduos gerados ao quebrar o passeio para abrir a cova devem ser devidamente recolhidos, assim como quaisquer sobras de solo resultantes das operações de plantio, e descartados em local apropriado.

Após abrir a cova/berço é importante considerar a composição do solo, pois esta será responsável pela estabilidade e nutrição adequada da muda.

O solo no interior da cova deve ser substituído por uma mistura que apresenta características ideais em constituição, porosidade, estrutura e permeabilidade, fundamentais para o desenvolvimento saudável da muda. Recomenda-se que caso o solo seja visualmente de boa qualidade nutricional, se reserve ⅓ deste material para voltar à cova, para compor o substrato de plantio, o qual pode ser composto ainda por 2/3 de substrato orgânico.

Antes de inserir a muda na cova ou berço, é necessário instalar um tutor para garantir a estabilidade da muda até que esta tenha um enraizamento e estabilidade satisfatórios. O tutor deve ser posicionado previamente à muda para evitar danos ao torrão e às raízes. Sugere-se o uso de materiais como bambu ou madeira, com altura mínima de 2,50 m, posicionando-o na base da cova a uma profundidade de 0,50 m, conforme indicado na Figura 107.

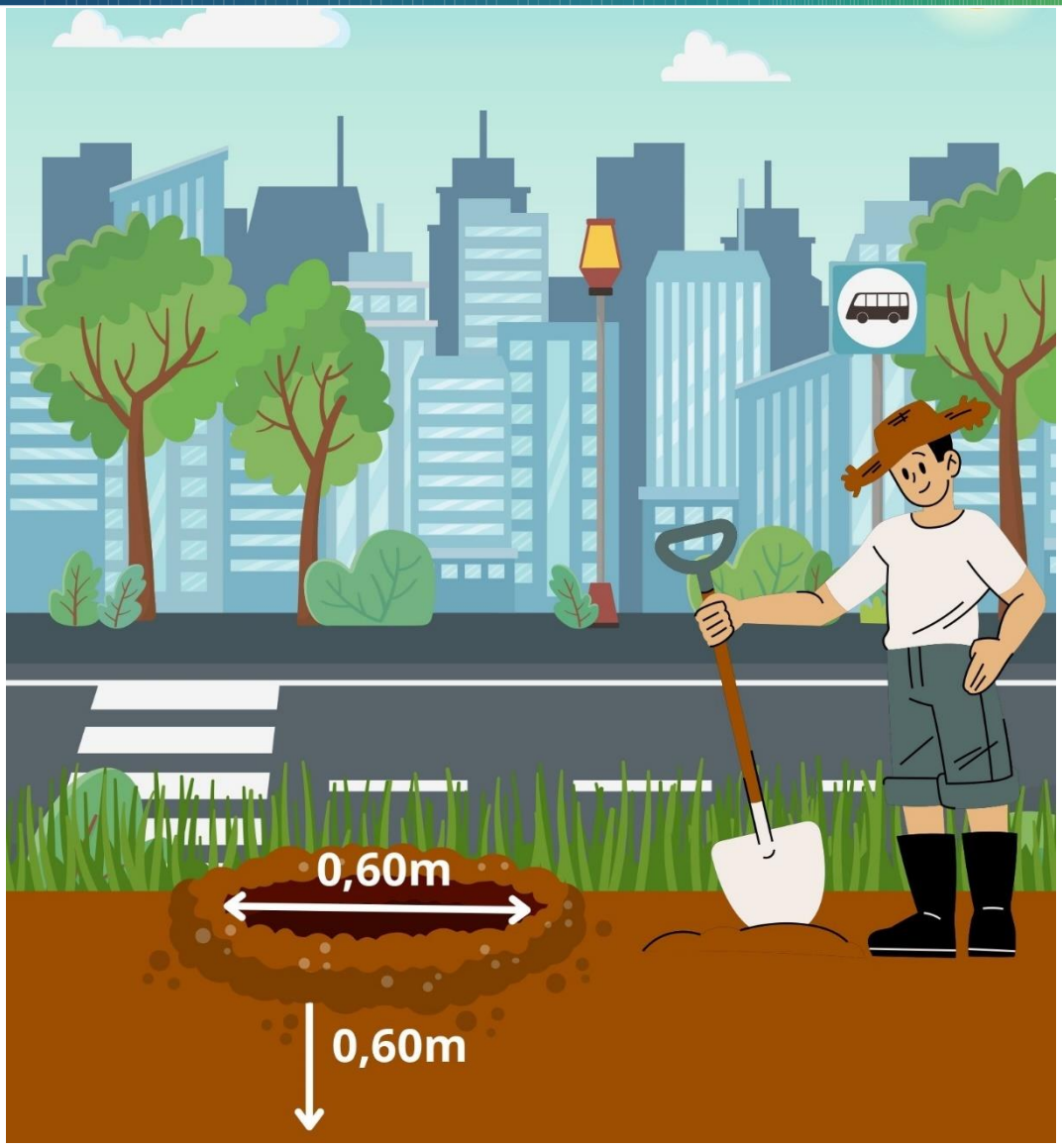


Figura 106: Dimensões adequadas da cova/berço para as mudas da arborização de ruas.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Com o tutor devidamente posicionado na cova, é o momento adequado para o plantio da muda no solo. A embalagem que envolve o torrão deve ser retirada com extremo cuidado para não prejudicar as raízes. Deve-se posicionar a muda no centro da cova, alinhando o colo da muda com a superfície do solo, evitando o risco de afogamento do colo, a região entre as raízes e o tronco da muda.

Após o plantio da muda na cova, esta deve ser capaz de se sustentar sozinha para que ocorra um desenvolvimento saudável e para esse fim, é recomendado amarrar o caule da muda ao tutor usando um material biodegradável de origem orgânica, que

não cause danos à planta e se decomponha naturalmente ao longo do tempo. Entre as opções indicadas incluem barbante de algodão, sisal ou materiais similares, com a ressalva de evitar o uso de plástico. A técnica de amarração deve seguir o padrão do "oito deitado" ou "infinito", proporcionando certa flexibilidade à medida que a muda cresça.

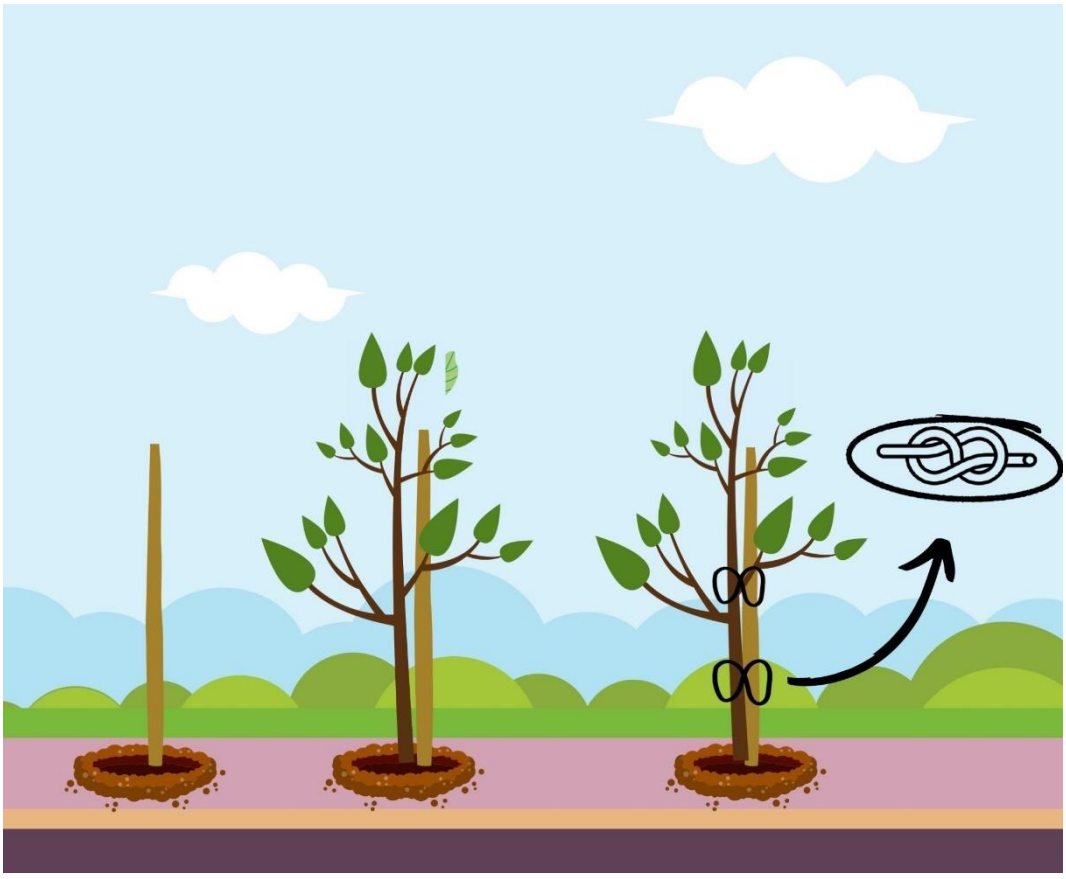


Figura 107: Posicionamento adequado do tutor e da muda na cova/berço.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Logo após o plantio da muda, deve-se tomar medidas essenciais que otimizem sua estabilidade e saúde nos próximos dias. Para evitar a erosão e manter a umidade do solo, recomenda-se aplicar algum material seco, como folhas, palha ou ramos finos, na região do colo da muda (conforme demonstrado na Figura 108). Esse procedimento contribui para preservar a umidade e fornecer nutrientes à planta, promovendo sua estabilidade.

Além disso, é fundamental realizar a irrigação imediatamente após o plantio da muda e continuar este processo ao longo de aproximadamente 30 dias, até que a planta esteja completamente estabelecida. A atenta observação de sinais de deficiência e problemas no enraizamento é de extrema importância para implementar as medidas de manejo necessárias. Estas podem incluir ações como irrigação adicional, adubação ou, se necessário, a substituição da muda, conforme as circunstâncias exigirem.

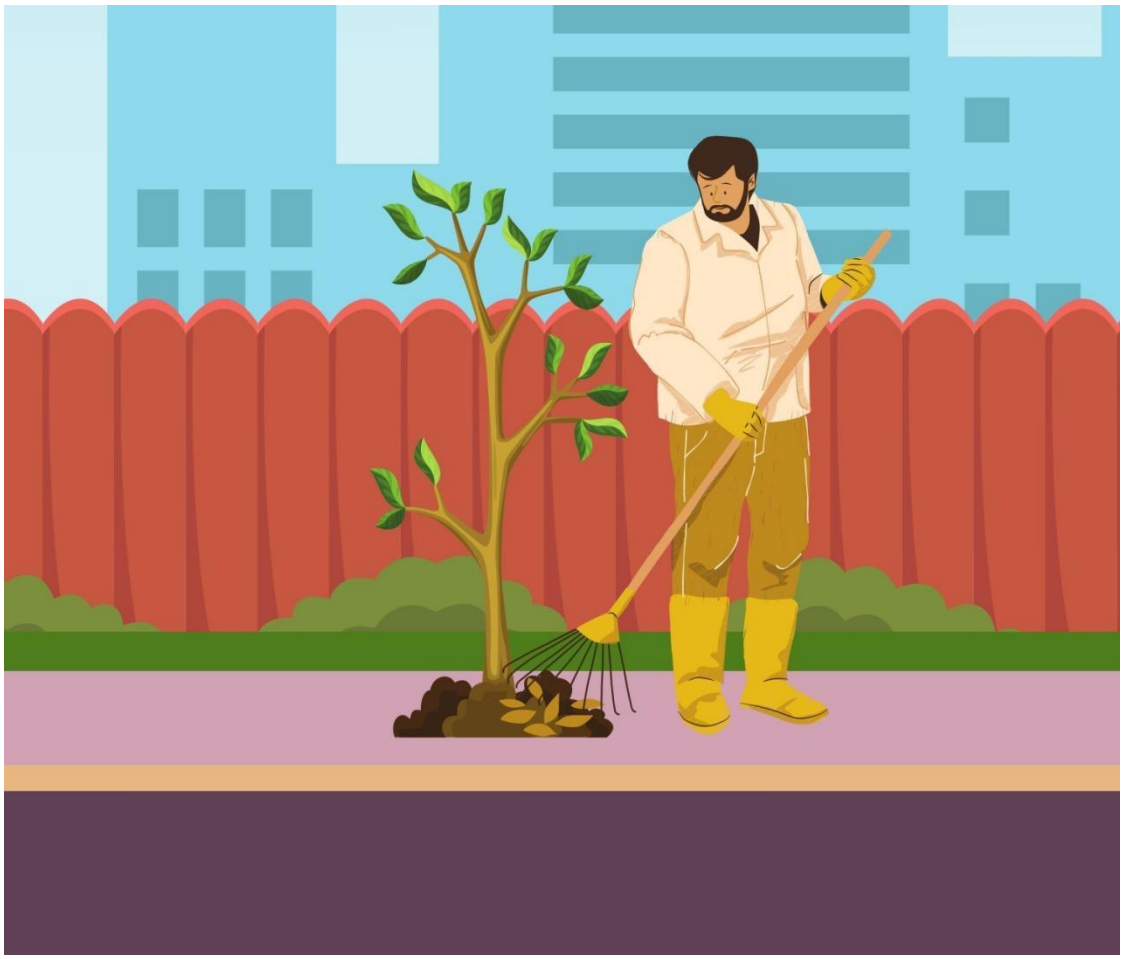


Figura 108: Procedimentos de manejo pós-plantio das mudas.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

11.4. Campanha de Conscientização Ambiental

A prática de Educação Ambiental visa construir valores, conceitos, habilidades e atitudes, capacitando indivíduos e grupos para uma atuação lúcida e responsável no ambiente (LOUREIRO, 2003). De caráter interdisciplinar, a educação ambiental deve ser

realizada para além do espaço escolar permeando todas as ações educativas e comunitárias, tornando-se assim um instrumento relevante para o desenvolvimento de políticas voltadas à melhoria da qualidade de vida, especialmente em grandes centros urbanos (SILVA; OLIVEIRA, 2020).

A educação ambiental desafia a sociedade a desenvolver um conhecimento mais abrangente sobre o ambiente buscando conscientizar as pessoas e incentivá-las a participar ativamente na conservação e utilização adequada dos recursos naturais (FERREIRA *et al*., 2019).

Em um plano de arborização, a educação ambiental apresenta elevado valor, uma vez que contribui para que a população compreenda as funções das árvores na cidade. Além disso, a educação ambiental pode ajudar a reduzir atos de vandalismo contra mudas e facilitar o processo de remoção de árvores que, inicialmente, podem ser mal interpretadas.

O município de Jacareí conta com a Política Municipal de Educação Ambiental e o Programa Municipal de Educação Ambiental através da Lei Municipal n° 6.229/2018 de 10 de outubro de 2018. Na normativa é descrito a necessidade de desenvolvimento de cursos de formação e atualização continuada para temáticas como arborização, supressão, poda e produção de mudas.

No entanto, para garantir que a população tenha acesso às informações relevantes, é fundamental elaborar um plano de ações ambientais. Este plano deve destacar as ações planejadas, ao mesmo tempo em que enfatiza os inúmeros benefícios que a arborização proporciona. Diversos meios de comunicação podem ser explorados para esse propósito, incluindo cartazes, folhetos, spots de rádio, comerciais de TV e anúncios na página oficial da prefeitura.

Além das mídias tradicionais, é recomendável a implementação de campanhas educativas porta-a-porta e ações pontuais em eventos e escolas regionais que podem ser combinadas com a realização de eventos de plantio em diferentes bairros da

cidade. Essas atividades periódicas não apenas incentivam a participação da comunidade no plantio de novas árvores, mas também oferecem uma oportunidade para esclarecer dúvidas e disseminar informações sobre o planejamento urbano.

Considerando essa temática, apresenta-se abaixo sugestões de práticas educacionais que podem auxiliar na execução deste plano. Reforça-se que esse planejamento deve ser replicado até atender aos 20 anos de execução do projeto, portanto foram estabelecidas metas com prazos correspondentes ao tempo de vigência (20 anos), organizados da seguinte forma:

- Curto prazo abrange do 1º ao 6º ano.
- Médio prazo abrange do 7º ao 10º ano.
- Longo prazo abrange do 11º ao 20º ano.

A Tabela 34 detalha as ações, metodologias, bem como os responsáveis e parceiros-chave associados, possibilitando que a Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana incorpore tais ações em seus novos planejamentos.

Tabela 34: Ações de Educação Ambiental.

Ações	Metodologia	Início	Frequência	Término	Responsável	Parceiros-chave
Divulgar a economia monetária das áreas com arborização	Realizar a valoração das árvores da cidade para posteriormente demonstrar a economia monetária das áreas com arborização comparativamente àquelas com pouca ou nenhuma arborização, bem como outros benefícios.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Semestral	Longo prazo (11º a 20º ano)	Secretaria Municipal de Comunicação e Direitos Humanos	Secretarias Municipais; Instituições de ensino
Divulgar as ações do plano de arborização	Confeccionar material de divulgação com os dados e informações colhidas na fase de diagnóstico da arborização, incluindo a valoração monetária e os resultados da pesquisa e divulgar a população.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Mensal	Médio prazo (7º a 10º ano)	Secretaria Municipal de Comunicação e Direitos Humanos; Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana	Instituições de ensino; empresas, órgãos municipais e estaduais; atores sociais.
Desenvolver conteúdos por redes sociais	Criação de conteúdo para as redes socais do município, sobre as espécies arbóreas, como cuidar, curiosidades e conteúdo de divulgação de ações e eventos.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Contínuo	Longo prazo (11º a 20º ano)	Secretaria Municipal de Comunicação e Direitos Humanos; Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana	Secretarias Municipais; Instituições de ensino
Promover Dia de Campo	Promover visitas guiadas a viveiro, parques e praças para informação e promoção de atividades ao ar livre, como atividades culturais com toda a comunidade do município	Médio prazo (7º a 10º ano	Semestral	Longo prazo (11º a 20º ano)	Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana	Instituições de ensino; empresas, órgãos municipais e estaduais; atores sociais.
Promover cursos com a comunidade	Elaboração de minicursos, oficinas sobre hortas, espécies nativas, banco de sementes, artesanatos e ilustração botânica.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Semestral	Longo prazo (11º a 20º ano)	Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana; Secretaria Municipal de Educação	Instituições de ensino; empresas, órgãos municipais e estaduais; atores sociais.
Desenvolver um canal de comunicação com a comunidade	Criação de um canal de comunicação direta com a população para elucidação de dúvidas sobre a arborização, registro de denúncias, solicitação de informações sobre as espécies presentes no viveiro, entre outras informações.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Contínua	Longo prazo (11º a 20º ano)	Secretaria Municipal de Comunicação; Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana	Instituições de ensino; empresas, órgãos municipais
Promover cursos com as instituições	Parceria com concessionárias de luz, água e gás, bem como outras relacionadas à arborização urbana com outros órgãos municipais para fornecimento de cursos, palestras e capacitações com os funcionários a fim de gerar uma boa relação com a arborização urbana da cidade e para que passem instruções adequadas para a população e sejam mediadores de conflitos.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Trimestral	Longo prazo (11º a 20º ano)	Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana; Secretaria Municipal de Educação	Instituições de ensino, empresas, atores chaves, órgãos municipais
Inclusão de placas nos espaços verdes	Inclusão de placas referente as espécies contendo informações como nome científico, nome popular, benefícios para a população, Cuidados, fauna associada, entre outras características.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Contínuo	Longo prazo (11º a 20º ano)	Secretaria Municipal de Infraestrutura; Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana;	Instituições de ensino; empresas, órgãos municipais e; atores sociais.
Elaborar uma cartilha sobre a arborização urbana de Jacareí/SP	Desenvolver fichas catalográficas sobre as espécies vegetais nativas encontradas na arborização de urbana, que contenha informações sobre a biologia, conservação, modo de cuidar e benefícios da sua plantação bem como outras informações relevantes para o conhecimento da arborização do município e organizando-as em formatos de livreto para acesso a população.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Pontual	Longo prazo (11º a 20º ano	Secretaria Municipal de Comunicação e Direitos Humanos; Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana	Secretarias Municipais; Instituições de ensino; empresas; atores sociais
Desenvolver campanhas de plantio de mudas nos espaços da cidade.	Promover campanhas educativas através de parcerias com associações de amigos de bairro, igrejas e lideranças comunitárias entre outros agentes sociais a fim de aproximar a população do assunto.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Contínuo	Longo prazo (11º a 20º ano	Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana	Instituições de ensino; empresas, órgãos municipais e; atores sociais

Ações	Metodologia	Início	Frequência	Término	Responsável	Parceiros-chave
Desenvolver Fóruns de Meio Ambiente	Promover eventos para troca de ideias sobre arborização urbana e outras questões ambientais do município, bem como coletar as expectativas, sugestões e atribuições da população em geral sobre a temática.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Semestral	Longo prazo (11º a 20º ano	Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana;	Instituições de ensino; empresas, órgãos municipais e; atores sociais
Realizar campanhas nas escolas	Desenvolver ações educativas no espaço escolar, bem como fornecer recursos para atividades ao ar livre, a fim de promover o contato e cuidado com o meio ambiente.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Semestral	Longo prazo (11º a 20º ano	Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana; Secretaria Municipal de Educação	Secretarias Municipais; Instituições de ensino
Realizar capacitação com professores	Realizar a formação de professores, bem como a realização de oficinas para a estruturação de atividades voltadas ao conhecimento e preservação da arborização do município para aplicação nas escolas do município.	Curto prazo (1º a 6º ano)	Anual	Longo prazo (11º a 20º ano	Secretaria Municipal de Educação; Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana;	Instituições de ensino, empresas

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

11.5. Estabelecimento de Parcerias e Colaborações

A fim de se implementar medidas de melhoria para a arborização urbana de Jacareí, podem ser celebradas parcerias público-privadas entre a Prefeitura Municipal para a viabilização de pesquisas e projetos.

Com essas parcerias, será possível a implementação de ações como a elaboração de pesquisas sobre o patrimônio arbóreo de Jacareí e os benefícios fornecidos pelas árvores. Além disso, pode-se favorecer o interesse da população pela arborização urbana.

Também, ao estabelecer parcerias com instituições de ensino pode-se fomentar pesquisas sobre a arborização urbana e programas de estágio para colaborar com o desenvolvimento das ações previstas no Plano Municipal de Arborização Urbana de Jacareí.

Outra forma de favorecer o interesse pela arborização urbana é por meio da implementação de instrumentos legais como a isenção de impostos a quem mantiver árvores em suas propriedades, sobretudo aquelas de espécies raras ou ameaçadas de extinção.

Propõe-se a elaboração de projetos de adoção de áreas verdes por meio de "Termos de Cooperação", abrangendo praças, parques, rotatórias, jardins e demais espaços urbanos, de acordo com a Lei Municipal 3398, de 8 de setembro de 1993 (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACAREÍ, 1993), com campanhas periódicas junto à população.

A referida lei preconiza os seguintes tipos de adoção de áreas verdes:

> *"Art. 3°. Serão admitidas as seguintes modalidades de adoção:*
>
> *I - adoção com responsabilidade total, na qual a adotante assume o ônus com os custos da execução das obras e melhorias e de integral manutenção da área e de*

seus equipamentos urbanos, com o fornecimento do material e da mão-de-obra necessários;

II - adoção com responsabilidade pela manutenção, na qual a adotante se responsabilizará pela integral manutenção da área e de seus equipamentos urbanos, fornecendo a mão-de-obra necessária;

III - adoção com responsabilidade pelo reembolso, na qual a adotante se responsabilizará pelo reembolso das despesas decorrentes das obras e dos serviços executados pela administração na área ou no bem público;

IV - adoção através do patrocínio de melhorias, na qual a adotante se responsabilizará pela execução de melhorias específicas ou pelos custos decorrentes, permanecendo a administração municipal com os encargos da manutenção; e

V - outras modalidades específicas, fixadas em ato próprio, pelo Poder Executivo, observadas as peculiaridades da área ou do bem público a ser submetido ao regime de adoção." (JACAREÍ, 1993).

Como benefício a esta adesão, tem-se:

"Art. 6°. Como compensação à adoção, poderá ser autorizada, pelo Poder Executivo às adotantes, o uso de espaços promocionais para sua divulgação institucional e a colocação de placas de publicidade, realçando a colaboração prestada, de acordo com as normas específicas que, a respeito, forem estabelecidas pela administração municipal, em ato próprio." (JACAREÍ, 1993).

A finalidade dessas parcerias é desenvolver melhorias urbanísticas, paisagísticas, de manutenção e conservação das áreas públicas, ao permitir que representantes da iniciativa privada assumam a responsabilidade de manter e/ou requalificar quaisquer áreas verdes públicas da cidade, estimulando e promovendo o interesse pela questão ambiental e o sentimento de pertencimento nos munícipes. Além disso, pode-se associar o nome da empresa à questão ambiental, o que favorece a obtenção de reconhecimento da comunidade por meio do retorno publicitário adquirido. Já para a Administração Pública, isso representa uma minimização de custos associados à manutenção dessas áreas e com mão-de-obra. Esta atividade possui tempo determinado e contrato legal com obrigações e responsabilidades.

Também se propõe que a Administração Pública de Jacareí ofereça capacitações contínuas aos funcionários envolvidos na Arborização Urbana, por meio de cursos, congressos, simpósios, palestras, treinamentos, *workshops*, dentre outros eventos. Essas capacitações são fundamentais na busca por uma melhoria efetiva na gestão do patrimônio arbóreo do município, trazendo aumentos na produtividade, valorização dos profissionais, desenvolvimento de habilidades teóricas e técnicas imprescindíveis para a sua atividade profissional, além de fornecer um melhor atendimento às demandas dos munícipes.

11.6. Substituição Gradativa das Árvores Mais Antigas da Cidade

Conforme verificado no diagnóstico da arborização urbana de Jacareí, 86 indivíduos avaliados (aproximadamente 9,5%), localizados sobretudo nas ruas, apresentaram médio ou alto risco de queda, decorrentes, principalmente, de problemas fitossanitários. Esses problemas, conforme já discutido, decorrem de sucessivas práticas de manejo, onde muitas vezes são realizadas podas excessivas continuamente, e à idade da planta.

Nestas situações, deve-se considerar cada caso, mas de maneira geral, é importante que haja um monitoramento frequente das árvores que num futuro próximo irão precisar ser removidas, de modo que estas precisarão ser cadastradas em um banco de dados – partindo dos dados das árvores amostradas, levantados durante o diagnóstico em formato *shapefile* para manuseio em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e em tabelas com pontos georreferenciados. A partir dessas informações deve-se proceder ao plantio de novas mudas nas proximidades destas árvores, para que quando forem removidas, já exista uma sequência de novas árvores se desenvolvendo. Além disso, essa forma de gestão causa menos impactos tanto ao provimento de serviços ambientais pelas árvores naquele local quanto aos efeitos visuais ocasionados pela ausência da árvore junto aos munícipes.

Além disso, para aquelas árvores mais relevantes ao município, seja por características como idade, raridade da espécie, beleza etc., tais como aquelas imunes de corte, se recomenda uma avaliação por arborista habilitado, para que este realize uma inspeção aprofundada no indivíduo arbóreo e, se necessário, execute algum tratamento fitossanitário, tais como endoterapia.

11.7. Diretrizes para Elaboração de Projetos de Arborização de Novos Loteamentos

As solicitações para a implementação de novos loteamentos devem, obrigatoriamente, estar acompanhadas por projetos de arborização urbana completos, os quais devem ser elaborados por profissional técnico habilitado, com ART, contendo o planejamento, a listagem de espécies, porte das mudas, e DAP das mudas; além do cronograma de execução, de manejo e de monitoramento dos plantios. O projeto de arborização para loteamentos deverá ser elaborado com base nas diretrizes e objetivos estabelecidos no Planejamento de Arborização Urbana do município e na legislação competente.

Destaca-se que os projetos de arborização devem prever a seleção de espécies arbóreas nativas. Também deve-se considerar uma maior diversidade de espécies, a fim de evitar a formação de grupos homogêneos que favoreçam o desenvolvimento de pragas e doenças.

A responsabilidade de implementação desses projetos de arborização fica à cargo do empreendedor, enquanto a aprovação e monitoramento deles cabe aos servidores da Prefeitura Municipal de Jacareí habilitados, bem como o licenciamento para a remoção de indivíduos arbóreos.

Também é importante se atentar para as normas de acessibilidade ABNT 9050/2020 e o Decreto Municipal nº 742, de 17 de abril de 2019, além de outras normativas sobre a mobilidade urbana em Jacareí, a fim de se proceder às atividades

de implantação da arborização, sobretudo a de ruas, de maneira eficiente, e que não gere conflito com os demais serviços públicos (sistema elétrico, abastecimento de água, esgotos etc.), priorizando os espaços reservados para as árvores (espaços-árvore).

Conforme a Lei Municipal nº 6.481/2022:

> *"XI - Espaço árvore: é um espaço delimitado nas calçadas, ou no leito carroçável, destinado exclusivamente para plantio e desenvolvimento de árvores;" (JACAREÍ, 2022).*

É importante que os espaços-árvore, sejam considerados como os elementos iniciais dos projetos de loteamento, de modo que a partir da definição destes locais, sejam então planejados os espaços para os demais elementos da infraestrutura urbana.

De acordo com o Capítulo VIII, da Lei Municipal nº 6.481/2022, no que se refere aos novos loteamentos:

> *"Art. 23. Para aprovação de projetos de loteamentos, será exigido o plantio de árvores, com espécimes indicadas pela Prefeitura Municipal, na proporção de 1 (uma) para cada 10 m (dez metros) de testada, no espaço destinado ao passeio público, conforme legislação vigente.*
>
> *Parágrafo único. Para os projetos de loteamentos já aprovados, que ainda não foram implantados ou que estejam em fase de implantação, será concedido o prazo de 1 (um) ano, a contar da publicação desta Lei, para que promovam o plantio de árvores na forma do disposto no caput deste artigo." (JACAREÍ, 2022).*

Assim, reforça-se que os novos loteamentos de Jacareí devem se adequar às legislações atuais, que privilegiam a relação harmoniosa entre a arborização urbana e as demais infraestruturas urbanas.

Por fim, ressalta-se que o interessado pelo loteamento deverá assumir a responsabilidade pelo plantio e a manutenção das mudas das árvores nas áreas correspondentes ao passeio público das ruas e avenidas do sistema viário, até que atinjam o porte arbóreo, substituindo as que morrerem, ficando sujeito às penalidades

prevista na Lei nº 6.481/2022, ou outra norma que venha a substituí-la, em caso de não cumprimento.

12. MANUTENÇÃO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS

A conservação das mudas recém-plantadas e das árvores e arbustos já presentes na paisagem urbana de Jacareí busca garantir a permanência de árvores maduras e saudáveis ao longo das vias, assegurando que ofereçam serviços ambientais à população. Para isso, é essencial realizar monitoramentos periódicos das condições de saúde, taxa de crescimento, defeitos físicos, infestações por pragas e doenças, além de se avaliar a expectativa de vida de cada exemplar.

Se necessário, ações de poda, adubação, irrigação, controle de pragas, transplantio e substituição de árvores e mudas devem ser executadas para garantir o sucesso do planejamento urbano. Estas atividades de manutenção devem ser conduzidas por profissionais qualificados.

Conforme estabelece o artigo 99 da Lei Federal nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil), as ruas são bens públicos de uso coletivo, cabendo aos municípios a responsabilidade pela sua conservação, o que inclui a manutenção das árvores. Portanto, é imprescindível que o município execute as ações de manutenção seguindo procedimentos e técnicas apropriados.

12.1. Poda de Árvores

A poda representa uma das práticas mais frequentes na manutenção da arborização urbana, visando motivos funcionais, de segurança e estéticos. Consiste na remoção de galhos ou ramificações mortos, doentes ou danificados das árvores, além de galhos saudáveis, com a finalidade de direcionamento, para se evitar conflitos com infraestruturas existentes. Quando realizada de forma adequada, pode ampliar a vida útil e a integridade estrutural da árvore. No entanto, uma poda mal executada ou inadequada pode prejudicar a saúde da planta, alterar sua estrutura de copa e expor o

cerne, facilitando a entrada de patógenos e ocasionando danos à madeira (MARTINS; ANDRADE; ANGELIS, 2010; PAIVA; GONÇALVES, 2012).

Além disso, podas realizadas de maneira imprópria podem representar perigos para a população e para os equipamentos urbanos circundantes, devido à queda de galhos ou mesmo da árvore inteira, resultante da instabilidade estrutural causada. Por isso, é essencial que as podas sejam conduzidas de acordo com normas e técnicas específicas para cada situação, buscando promover o desenvolvimento saudável das árvores, minimizar riscos de queda e contribuir para a oferta contínua de benefícios ambientais (PAIVA; GONÇALVES, 2012).

A norma NBR 16.246-1 (ABNT, 2013), atualizada em 2022, estabelece os procedimentos para a poda de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas em ambientes urbanos, alinhados com as leis pertinentes. Ela também detalha os passos necessários para a realização adequada das podas.

12.1.1. Objetivo da Poda

É fundamental estabelecer, antes do início das operações, o propósito da poda, assim como a maneira e o local apropriado para o descarte dos resíduos. Para isso, é importante considerar o tipo específico de poda a ser realizado, levando em conta o ciclo de crescimento e a estrutura individual das espécies arbóreas em questão. É recomendado não remover mais do que 25% da copa e 25% da folhagem de um galho em uma única poda (ABNT, 2013).

Por isso, práticas como o destopo, que envolve a retirada do meristema apical da planta e a poda conhecida como estilo "*poodle*", onde se mantém apenas uma pequena quantidade de folhas no topo dos ramos, são consideradas inadequadas, a menos que haja planos imediatos para sua posterior remoção em um curto prazo.

12.1.2. Inspeção da Árvore

Antes de iniciar as atividades de poda, é recomendável a realização de uma inspeção visual completa, considerando aspectos físicos e fitossanitários da árvore alvo do serviço, bem como do ambiente circunjacente.

Se forem identificadas quaisquer condições que exijam atenção além do escopo original, estas devem ser comunicadas ao responsável pela autorização do trabalho. Dentre essas condições, podem estar a presença de fiação aérea que requeira procedimentos específicos ou a identificação de ninhos e/ou colmeias em alguma parte da planta.

12.1.3. Tipos de Poda

A norma NBR 16.246-1 (ABNT, 2013) classifica as podas em três tipos: podas comuns, que incluem a limpeza, a elevação da copa, a redução e o raleamento; podas especiais, que abrangem a poda durante o plantio, a condução, em árvores jovens; e a poda específica para palmeiras.

A seguir, são detalhados os principais tipos de poda conforme a referida norma.

Poda de Limpeza

A poda de limpeza é uma intervenção seletiva que visa a remoção de galhos mortos, doentes ou danificados, os quais representam potenciais problemas fitossanitários e riscos de queda. Essa prática também abrange a eliminação de ramos epicórmicos, ladrões, comprometidos por pragas ou infestados por ervas parasitas (Figura 109).

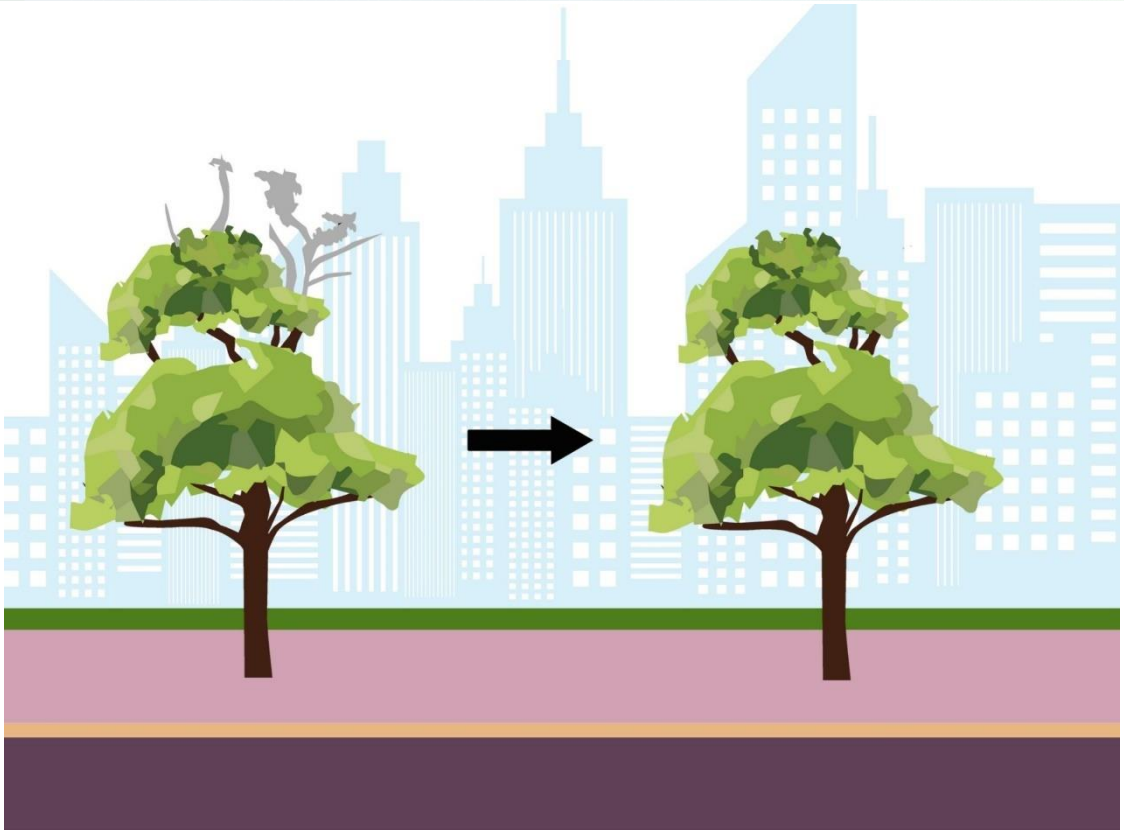


Figura 109: Exemplo ilustrativo da poda de limpeza.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Poda de Desrama/Raleamento

Trata-se de uma poda seletiva que busca reduzir a densidade dos galhos vivos, promovendo uma distribuição equilibrada dos ramos, sem comprometer a estrutura da árvore-alvo, e permitindo a entrada de luz em seu interior (Figura 110). Para isso, recomenda-se não remover mais do que 25% do volume da copa que tenha crescido desde a última poda.

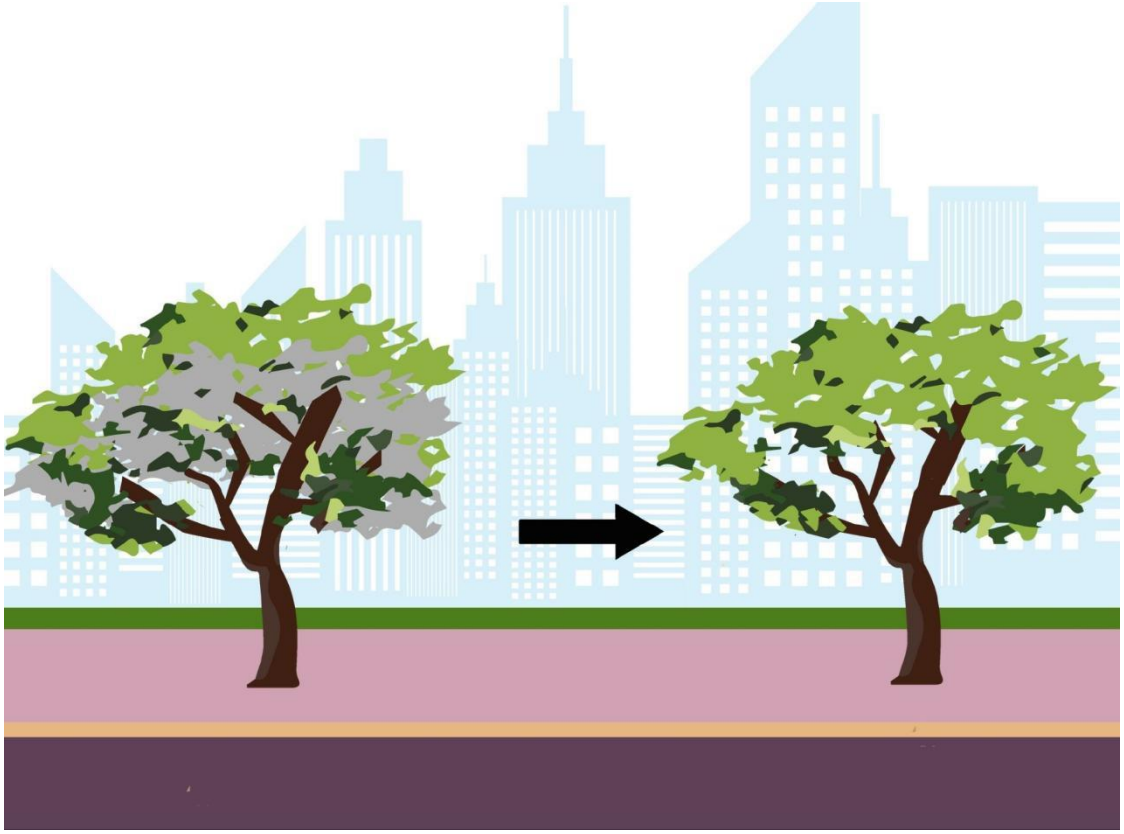


Figura 110: Exemplo ilustrativo da poda de desrama/raleamento.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Poda de Elevação

A poda de elevação visa a remoção dos galhos inferiores, elevando a altura da base da copa. Isso facilita a circulação de pedestres e veículos, além de incrementar a iluminação das ruas e aprimorar a estrutura visual dessas árvores (Figura 111).

Figura 111: Exemplo ilustrativo da poda de elevação.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Poda de Redução

A poda de redução é uma técnica seletiva empregada para diminuir a extensão e o volume da copa, respeitando a arquitetura natural da árvore-alvo e procurando alcançar uma distribuição equilibrada dos ramos. Geralmente, essa prática é adotada para minimizar interferências com a fiação elétrica, telefônica e de internet (Figura 112).

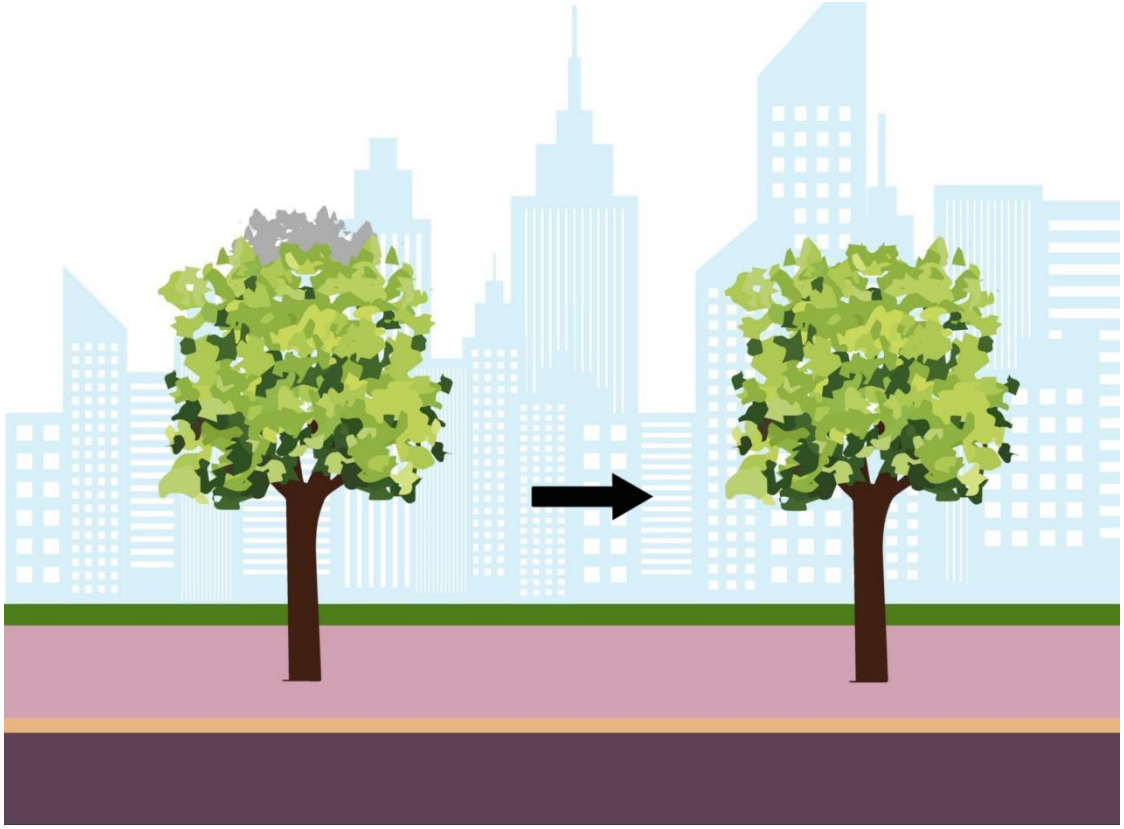


Figura 112: Exemplo ilustrativo da poda de redução.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Ressalta-se que a poda de redução deve ser executada exclusivamente por profissionais qualificados com habilitação para trabalho com sistemas elétricos de potência, seguindo as regulamentações estabelecidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Além disso, é fundamental que este profissional, bem como o supervisor do serviço, saiba diferenciar a poda de redução de práticas inadequadas, como a poda drástica ou o destopo, uma vez que estas últimas são técnicas não recomendadas e a poda drástica é proibida pela Lei Federal nº 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais) (BRASIL, 1998) e pela Lei Municipal nº 6.481/2022 (JACAREÍ, 2022), ou outra norma que venha a substituí-la.

Poda de Restauração

A poda de restauração é uma prática seletiva adotada para restabelecer a estrutura, forma e aspecto visual de uma árvore-alvo que tenha sofrido danos severos, como destopamento, vandalismo ou outros tipos de danificação (Figura 113). Seu principal objetivo é remover galhos mal formados ou ramos epicórmicos que afetem a saúde da planta, orientando seu crescimento e promovendo sua recuperação.

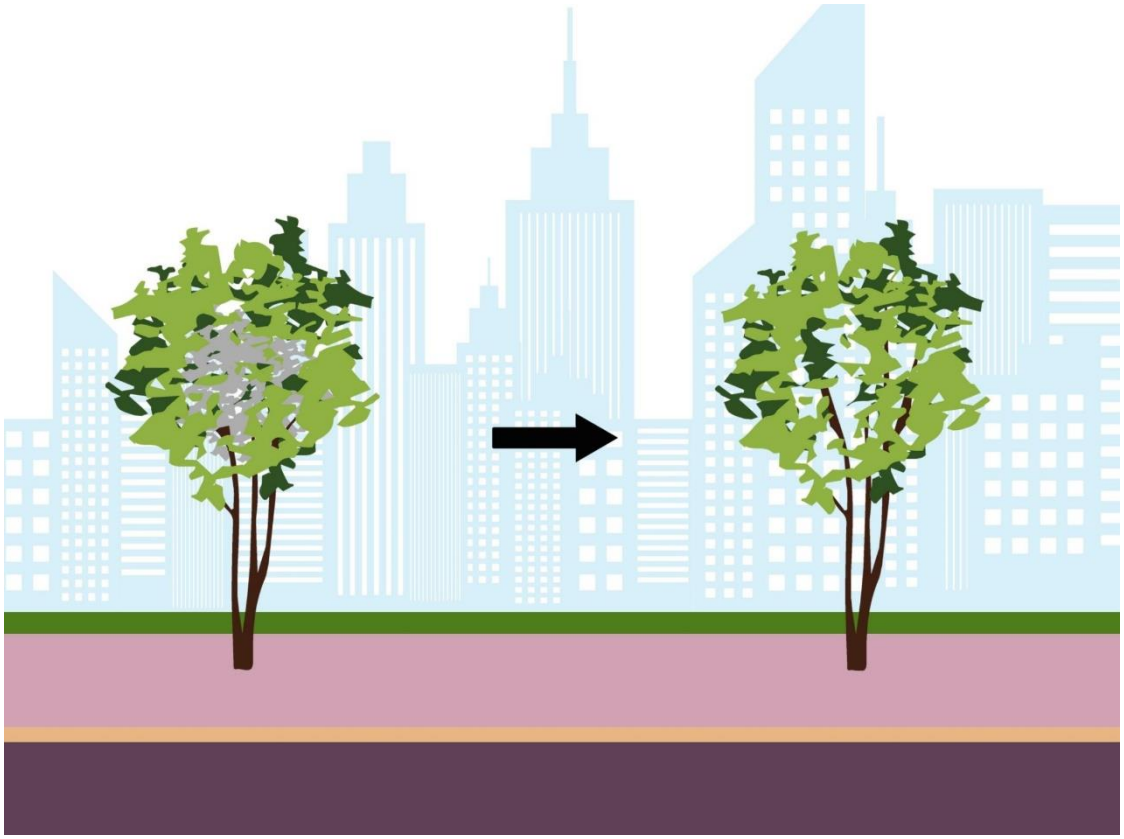


Figura 113: Exemplo ilustrativo da poda de restauração.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Poda de Palmeiras

Árvores e arbustos têm padrões de crescimento distintos em comparação com as palmeiras, estas últimas possuindo apenas um ponto de crescimento central. Portanto, a poda do ponto de crescimento central pode resultar na morte da palmeira.

A poda de palmeiras é recomendada quando as frondes (folhas), inflorescências, frutos e pecíolos apresentam riscos. Devem ser removidas as frondes mortas e doentes que crescem a um ângulo inferior a 45º em relação ao plano horizontal.

Além disso, as frondes que possuem ângulo superior a 45º em relação ao plano horizontal podem ser cortadas caso estejam interferindo no sistema elétrico de potência (Figura 114).

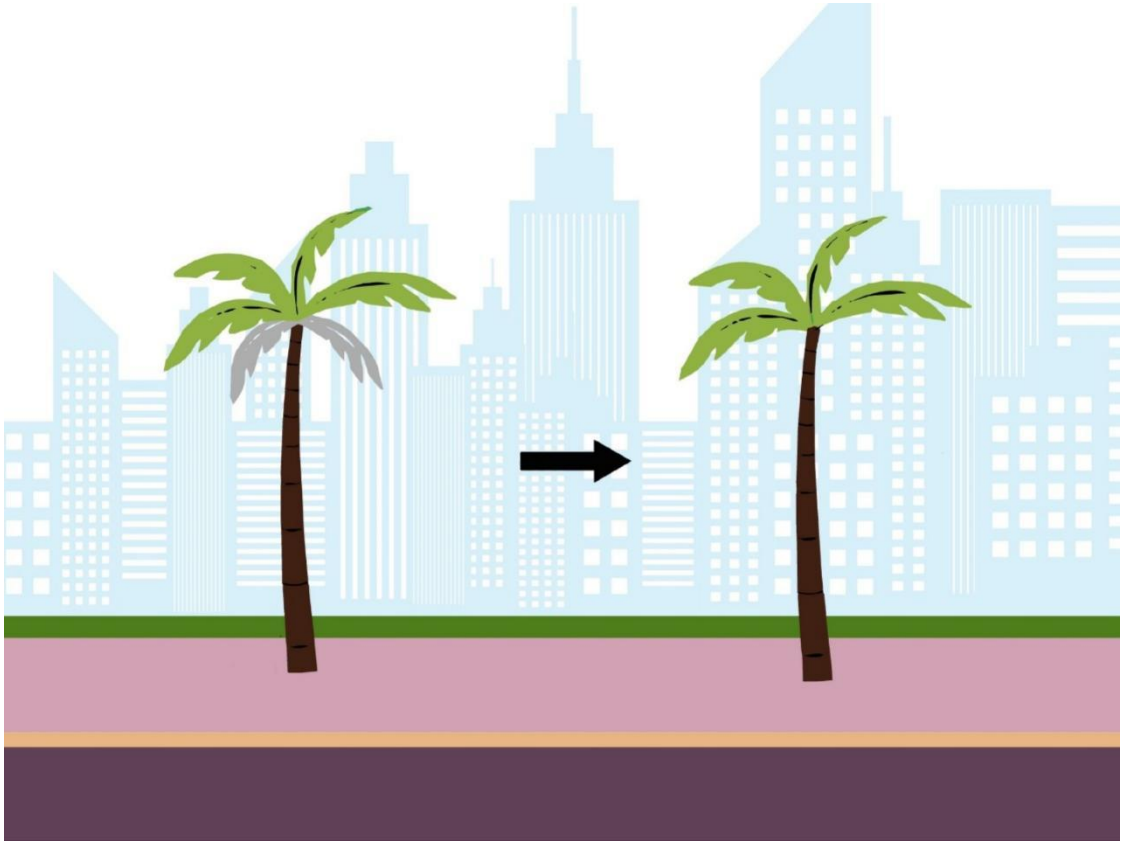


Figura 114: Exemplo ilustrativo da poda em palmeiras.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

Poda Emergencial

Trata-se de uma poda executada para lidar com situações de emergência, como galhos danificados por condições climáticas extremas, como ventos intensos, chuvas e tempestades, que possam representar riscos para a segurança da população ou para equipamentos urbanos.

12.1.4. Técnicas de Corte

Um corte de poda bem executado envolve o corte próximo ao tronco ou ao galho de origem, evitando deixar tocos ou pontas salientes, e sem danificar a área de ligação da casca, resultando em uma superfície plana com a casca firmemente unida (ABNT, 2013). Tocos residuais excessivamente longos, conhecidos como "cabides" são propensos ao apodrecimento devido a uma compartimentalização mais lenta, visto que o corte foi feito a uma distância maior do tronco ou galho.

No caso de podas em galhos mais espessos (com diâmetro superior a 5 cm), que têm uma compartimentalização mais demorada, é recomendado o uso da técnica de destopo (conhecida como técnica dos três cortes). De acordo com a *European Arboricultural Standards* (EAS, 2021), na técnica dos três cortes, o primeiro corte é feito na parte inferior do galho, cerca de 10 a 30 cm do colar do galho; o segundo corte é realizado na parte superior do galho, ligeiramente afastado do primeiro corte, até que o galho se solte ou quebre; o terceiro corte é executado entre a crista e o colar, removendo o toco restante (Figura 115).

Segundo a norma ABNT 16246-1, é desaconselhado o emprego de substâncias para tratar lesões ou cortes resultantes de podas, salvo para controle de doenças específicas. No caso de limpeza da área adjacente às lesões na casca, é recomendado remover delicadamente o tecido solto ou danificado (ABNT, 2013).

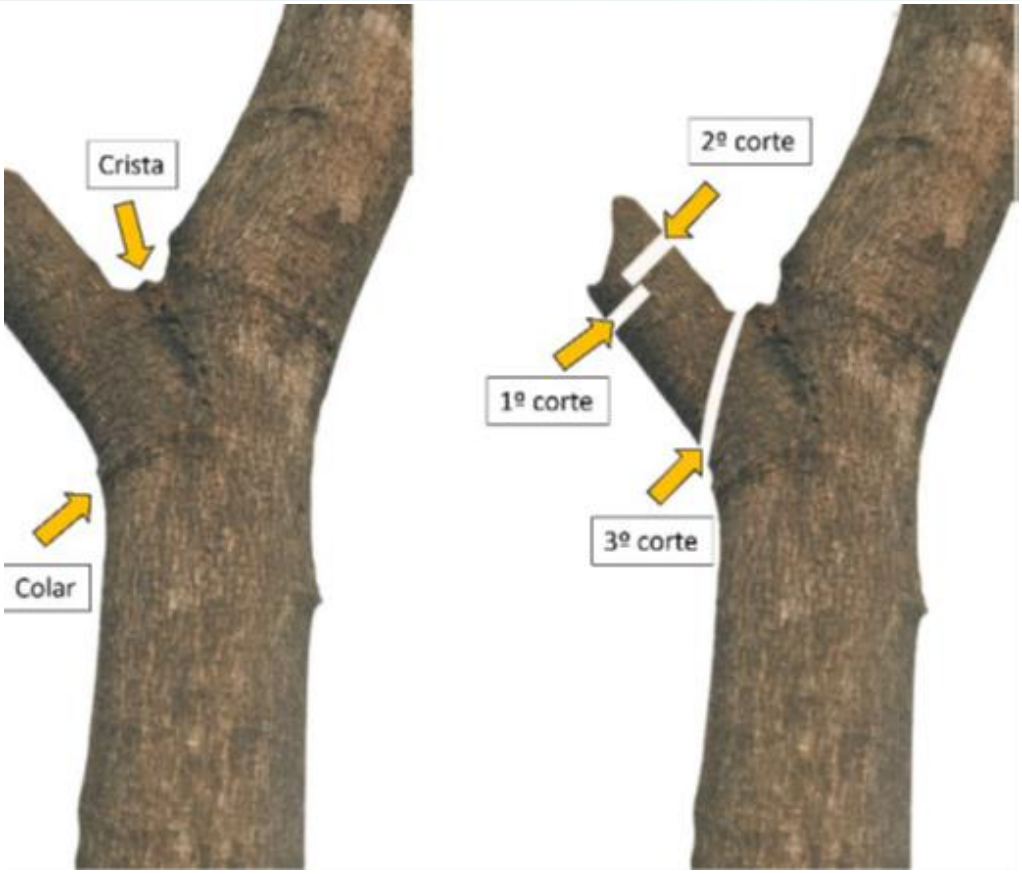


Figura 115: Localização da crista e colar e apresentação da técnica dos três cortes.
Fonte: Gilman (2002), adaptado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

12.1.5. Ferramentas Utilizadas

A utilização de equipamentos e práticas durante as operações de poda deve respeitar alguns parâmetros para evitar danos ao tecido vivo e à casca das árvores. Não se recomenda o uso de ferramentas de impacto para o corte final. As ferramentas de corte devem ser mantidas afiadas e serem compatíveis com o diâmetro dos galhos. Em casos de necessidade de escalada, o uso de esporas é permitido somente nos casos em que a espessura da casca da árvore proteja o câmbio e não haja alternativa (ABNT, 2013).

Nos casos de galhos menores, é recomendável o uso de ferramentas manuais, como tesouras de poda simples ou com cabo alongado, tesourões e serras manuais de arco ou curvas. Já para galhos maiores (com diâmetro superior a 5 cm), ferramentas

semimecanizadas, como motosserras, podem ser utilizadas (SÃO PAULO, 2012; EAS, 2021).

O manuseio de motosserras deve ser realizado por operadores habilitados conforme a Norma Regulamentadora nº 12 (Norma Regulamentadora para Segurança no Trabalho com Máquinas e Equipamentos) e o uso destes equipamentos requer licença de porte e uso de acordo com Instrução Normativa do IBAMA. Ferramentas de impacto, como facões, foices e machados, devem ser restritas ao processamento de resíduos no solo. É crucial que todas as ferramentas estejam limpas e afiadas para a execução dos trabalhos (SÃO PAULO, 2012; ABNT, 2013; EAS, 2021).

Os profissionais envolvidos na poda devem usar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados, incluindo sapatos com solados reforçados, roupas com adesivos refletores, luvas de couro, protetores auriculares, óculos de proteção e capacete. Operadores de motosserras devem usar capacete de segurança com proteção facial e abafadores de ruído, além de calçado com biqueira de aço e calças anticorte (SÃO PAULO, 2012).

Além disso, devem ser instalados Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) na área de trabalho, como placas de sinalização e fitas coloridas para isolar o local. Para podas acima de 2 metros de altura, é necessário seguir as Normas Regulamentadoras nº 18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) e nº 35 (Trabalho em Altura) (SÃO PAULO, 2012).

É importante destacar que, atualmente, no município de Jacareí, tanto as atividades de poda quanto de corte de árvores são conduzidas por uma empresa terceirizada. Os galhos podados são triturados no local e parte desse material é transportada para o viveiro, onde é utilizado na composição do substrato para a produção de novas mudas.

12.2. Remoção e Substituição de Árvores

Sugere-se um acompanhamento periódico das árvores presentes no perímetro urbano de Jacareí, avaliando-se a necessidade de remoção e substituição, como presença de danos físicos na casca, galhos secos, ocos patológicos (quando há a presença de organismos xilófagos – organismos que se alimentam de madeira), sinais de degeneração por senescência ou velhice, ataque de insetos ou parasitas existentes sobre o tronco, enfraquecimento por doenças, podas sucessivas ou atos de vandalismo, ou que estejam interferindo na infraestrutura urbana.

Verificado algum destes problemas, a árvore deve ser avaliada por técnicos habilitados, a fim de se realizar a avaliação do risco de queda e, se for o caso, proceder à indicação de remoção e substituição. Árvores que apresentarem risco de queda elevado, como aquelas já descritas no diagnóstico da arborização de Jacareí, devem ser removidas e substituídas. É importante que a remoção da árvore seja acompanhada do plantio prévio de uma muda em local o mais próximo possível, a fim de se diminuir os impactos da ausência da árvore.

A remoção e substituição de árvores devem ser priorizadas nos seguintes casos:

- Árvores com risco de queda;
- Árvores que estejam em conflito com a infraestrutura urbana, não sendo possível a adequação do espaço para compatibilizá-lo com a árvore;
- Árvores com problemas fitossanitários em que a aplicação de técnicas de tratamento fitossanitário, como a endoterapia, não sejam aplicáveis ou não minimizem seu risco de queda;
- Árvores consideradas inadequadas para a arborização urbana devido ao porte ou outras características indesejáveis;
- Espécies com substâncias tóxicas e alergênicas;
- Espécies exóticas invasoras.

A remoção de árvores isoladas, seja em imóvel público, de expansão urbana ou em área efetivamente urbanizada por qualquer modo ou meio, está sujeita à autorização prévia da Administração Municipal, com base na emissão de Laudo

Técnico por profissional habilitado. O laudo técnico deve conter dados dendrométricos da árvore, suas condições fitossanitárias, possíveis alvos em caso de queda de suas partes ou dela inteira, e recomendações de manejo, a curto e a médio prazo. Esses procedimentos devem ser observados porque, dependendo da situação, pode ser que a execução de podas seja suficiente para diminuir o risco de queda.

12.3. Destinação Correta do Resíduo Gerado

A gestão dos resíduos de poda está pautada na ordem de prioridade estabelecida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), considerando a reutilização, reciclagem e tratamento, e representa um grande desafio para os municípios.

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2022), a degradação dos resíduos orgânicos nos aterros e lixões é uma das principais fontes de geração de metano, um gás com potencial de efeito estufa 24 vezes maior que o do dióxido de carbono, além da possibilidade de geração de outros impactos ambientais, como a poluição do solo, água superficial e subterrânea pelo chorume gerado no processo de decomposição, e atração e proliferação de pragas e vetores que podem danificar a infraestrutura urbana e transmitir doenças brasileiros.

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) (IPT, 2022), inicialmente, é preciso conhecer a arborização e o processo de poda e supressão de árvores urbanas no município por meio de um inventário e cadastro da arborização urbana. A partir dessas informações pode-se conseguir informações como as espécies mais frequentes, além das mais podadas e removidas, indicando quais espécies de árvores têm maior potencial de ter seus resíduos de poda reaproveitados atualmente e no futuro.

Além disso, as informações sobre o processo de poda e supressão de árvores permitem organizar o reaproveitamento de seus resíduos, ao fornecer características

como: os diferentes procedimentos de solicitação para a realização da operação – seja por pedidos provenientes de cidadãos, ou por necessidade de realização de obras –; os diferentes atores envolvidos – empresas terceirizadas responsáveis pela poda e supressão de árvores e empresa concessionária de energia elétrica, responsável pela poda e supressão de árvores sob a rede elétrica aérea –; e os locais de destinação final dos resíduos (IPT, 2022).

Isso ajuda a identificar procedimentos a serem melhorados ou alterados para possibilitar o reaproveitamento de resíduos de poda, como, por exemplo, a necessidade de separar resíduos a serem reaproveitados e reservar um local específico para destiná-los (IPT, 2022). Isso requer uma comunicação constante com a equipe responsável pelo manejo da arborização, a fim de indicar os cuidados a adotar nas operações de poda e supressão e as dimensões mínimas dos resíduos a serem reaproveitados (IPT, 2022).

De posse das informações citadas, é recomendado fazer as seguintes análises básicas, a fim de se definir os melhores usos para os resíduos (IPT, 2022):

- Avaliar o volume de resíduos gerados, definindo: o principal tipo de resíduo a ser reaproveitado, por exemplo, de galhos finos, grossos, troncos, serragem etc.;
- Avaliar a estrutura existente e a necessária: a construção, aquisição ou reforma de galpão de armazenagem de resíduos a reaproveitar; estrutura para transformar os resíduos em produtos, por exemplo serraria, marcenaria, etc.; aquisição de novos equipamentos, por exemplo picador para compostagem e para uso energético;
- Definir parceiros para o reaproveitamento dos resíduos, por exemplo associação de artesãos, cooperativas, ou empresas privadas.

No caso de parcerias para a destinação de resíduos arbóreos de Jacareí, existe um projeto institucional da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo originário do Programa USP Municípios chamado PodaLab (https://sites.usp.br/podalab/) (PODALAB, 2023). O projeto dispõe de uma equipe multidisciplinar, com integrantes de várias unidades da USP, com especialistas nas

áreas de *design*, arquitetura, urbanismo, paisagismo, engenharia florestal, biociências e artes plásticas. Funciona de modo gratuito nas etapas do manejo da arborização urbana com ênfase na valorização dos resíduos arbóreos e seus potenciais usos.

Outra possibilidade é a celebração de parcerias com empresas florestais da região, para a geração de bioenergia, sobretudo de cavacos. Também é indicado que este material seja encaminhado para a compostagem em hortas do município.

Por fim, o resíduo mais fino e a serragem devem ser destinados a um local com acondicionamento adequado, como o aterro sanitário do município, ou mesmo para o Viveiro Municipal, onde pode ser agregado com outros substratos para a formação de um composto voltado à produção de mudas. Atualmente, parte dos resíduos provenientes de podas e supressões de árvores estão sendo armazenados no Viveiro Municipal (Figura 116).

Figura 116: Deposição de resíduos provenientes de podas e supressão de árvores em Jacareí/SP.
Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

12.4. Critérios para Compensação Ambiental e Substituição de Árvores Suprimidas

A supressão de árvores no município de Jacareí deverá obrigatoriamente ser avaliada por técnico habilitado da Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana, o qual deverá emitir um laudo técnico atestando a aprovação ou não do corte. Caso seja autorizado a supressão, a vegetação de porte arbóreo removida deverá ser reposta em área pública adequada, o mais próximo possível do local removido e respeitando as diretrizes do plano de arborização urbana para o plantio.

Com relação à compensação ambiental pela supressão de vegetação arbórea em áreas particulares, esta pode dar-se por meio de pagamento pecuniário, doação de mudas ou plantio de mudas nativas, de acordo com o Art. 21 da Lei Municipal nº 6.481/2022, ou outra norma que venha a substituí-la.

A Resolução SEMIL nº 02/2024, do Estado de São Paulo, versa sobre os critérios e parâmetros para compensação ambiental de áreas com pedido de autorização para supressão de vegetação nativa, corte de árvores isoladas e para intervenções em Áreas de Preservação Permanente. De acordo com a referida resolução, o município de Jacareí possui as seguintes características:

- Superfície total: 46.383 ha;
- Cobertura de vegetação nativa: 8.603 ha;
- Percentual de cobertura nativa: 18,5%;
- Classe de prioridade de recuperação da vegetação nativa: muito alta.

Desse modo, segundo o Art. 4º, o qual versa sobre a concessão da autorização para supressão da vegetação nativa:

> *"Artigo 4º - A compensação ambiental no caso de concessão de autorização para supressão de vegetação nativa deverá atender aos seguintes critérios:*
>
> *§ 1º - No caso de vegetação sucessora em estágio inicial de regeneração:*
>
> ...

IV - Áreas inseridas na categoria de Muito Alta Prioridade, do mapa "Áreas prioritárias para restauração de vegetação nativa" deverá ser compensada área equivalente a 2 (duas) vezes a área autorizada.

...

§ 2º - No caso de vegetação sucessora em estágio médio de regeneração:

IV - Áreas inseridas na categoria de Muito Alta Prioridade, do mapa "Áreas prioritárias para restauração de vegetação nativa" deverá ser compensada área equivalente a 3 (três) vezes a área autorizada.

...

§ 3º - No caso de vegetação primária ou vegetação sucessora em estágio avançado de regeneração:

IV - Áreas inseridas na categoria de Muito Alta Prioridade, do mapa "Áreas prioritárias para restauração de vegetação nativa", deverá ser compensada área equivalente a 6 (seis) vezes a área autorizada.

...

§ 4º - Aos valores obtidos pela aplicação dos critérios dos parágrafos anteriores deverá ser somada área equivalente à área de supressão, quando esta ocorrer em Áreas de Preservação Permanente definidas na Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, exceto no caso de supressão de vegetação em estágio inicial de regeneração para usos urbanos.

§ 5º - Para as tipologias vegetais que não possuem estágio de sucessão do Bioma Mata Atlântica, tais como a floresta paludosa e o mangue, deverá ser compensada área equivalente a 6 (seis) vezes a área autorizada.

*§ 6º - Para a vegetação campestre de cerrado deverá ser compensada área equivalente a 3 (três) vezes a área autorizada." (*SÃO PAULO, 2024*).*

De acordo com o Art. 5º, a compensação ambiental pela remoção de vegetação arbórea deve seguir as seguintes diretrizes:

"Artigo 5º - A compensação ambiental no caso de concessão de autorização para o corte de árvores nativas isoladas deverá atender aos seguintes critérios:

...

II - Corte de árvores nativas isoladas localizadas em Municípios com índice de cobertura vegetal nativa entre 5 (cinco) e 20% (vinte por cento), conforme tabela constante do Anexo II, deverá ser compensada na proporção de 15 para 1;

...

§1º - O número de árvores a compensar será convertido em área na proporção de 1.000 árvores por um hectare, exceto nos casos em que o objetivo da compensação não seja a restauração ecológica, nos termos da Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014.

§ 2º - Para efeito da aplicação desta Resolução, são consideradas árvores nativas isoladas os exemplares arbóreos de espécies nativas com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 5 (cinco) centímetros localizados fora de fisionomias legalmente protegidas nos termos da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, e da Lei Estadual nº 13.550, de 02 de junho de 2009." (SÃO PAULO, 2024).

Assim, verifica-se que a Resolução SEMIL nº 02, de 02 de jaeiro de 2024, do Estado de São Paulo é mais permissiva que a Lei Municipal nº 6.481, 14 de julho de 2022, uma vez que o município exige a compensação de 25 mudas para cada árvore de espécie nativa removida e 10 mudas para cada árvore de espécie exótica, com exceção de espécies exóticas invasoras. Além disso, o estado não exige a compensação de espécies arbóreas exóticas, apenas de nativas. Contudo, os processos para a supressão de vegetação nativa não são licenciados pelo município de Jacareí, mas pelo estado. Dessa feita, os processos de SVN não tramitam junto à DPAV/SMAZU.

O Art. 6º, que trata das Áreas de Preservação Permanente, preconiza quê:

"Artigo 6º - A compensação ambiental no caso de concessão de autorização para intervenções em Áreas de Preservação Permanente - APP desprovidas de vegetação, recobertas por vegetação pioneira ou exótica ou que envolvam o corte de árvores nativas isoladas deverá atender aos seguintes critérios:

...

IV - No caso de áreas inseridas na categoria de Muito Alta Prioridade, do mapa e da tabela "Áreas prioritárias para restauração de vegetação nativa", Anexos I e II, deverá ser compensada área equivalente a 2 (duas) vezes a área autorizada;

§ 1º - No caso de intervenção em Área de Preservação Permanente - APP que implique em corte de árvores nativas isoladas, a compensação prevista nos incisos I a IV deste artigo deverá ser somada à compensação estabelecida no artigo 5º.

§ 2º - Intervenções em Áreas de Preservação Permanente desprovidas de vegetação ou recobertas por vegetação pioneira ou exótica para a implantação de obras de saneamento, cujo licenciamento não dependa da apresentação de avaliação de impacto ambiental, ficam dispensadas de compensação ambiental." (SÃO PAULO, 2017a).

O Art. 7º dessa norma, trata sobre a restauração ecológica das áreas que passaram por supressão arbórea, conforme segue:

"Artigo 7º - A compensação de que tratam o artigo 4º, o § 1º do artigo 5º e o artigo 6º deverá ser implantada mediante restauração ecológica de áreas degradadas ou na forma de preservação de vegetação remanescente, conforme disposto na legislação aplicável.

§ 1º - A compensação deverá ser efetuada em classe de igual ou maior prioridade para a conservação e restauração de vegetação nativa conforme classificação definida nos Anexos I e II.

§ 2º - Caso a compensação seja realizada em classe de maior prioridade em relação à área da supressão, conforme classificação indicada nos Anexos I e II, a área da compensação será reduzida como segue:

I - no caso de compensação em classe imediatamente superior à da área da supressão (de Baixa para Média, de Média para Alta ou de Alta para Muito Alta) haverá a redução de 20% (vinte por cento) na área a restaurar, observado o limite mínimo previsto em lei, se houver;

II - no caso de compensação em classe dois níveis superiores à da área da supressão (de Baixa para Alta ou de Média para Muito Alta) haverá a redução de 30% (trinta por cento) na área a restaurar, observado o limite mínimo previsto em lei, se houver;

III - no caso de compensação em classe três níveis superiores à da área da supressão (de Baixa para Muito Alta) haverá a redução de 50% (cinquenta por cento) na área a restaurar, observado o limite mínimo previsto em lei, se houver.

§ 3º - A compensação prevista no artigo 6º, quando realizada em Áreas de Preservação Permanente urbanas, poderá ser feita por meio de plantio de mudas de espécies nativas, sem o objetivo de restauração ecológica.

§ 4º - Sem prejuízo dos parágrafos 1º e 2º, em caso de supressão de vegetação nativa, corte de árvores isoladas e intervenções em Áreas de Preservação Permanente (APP) nas Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) Alto Tietê e Piracicaba-Capivari-Jundiaí, a compensação deverá ser realizada em uma destas duas UGRHIs.

§ 5º - Caberá ao detentor da obrigação de restauração a identificação da área a ser restaurada (NR)." (SÃO PAULO, 2017a; b).

O Art. 8º indica as áreas que podem ser selecionadas para a compensação ambiental de supressão arbórea, e preconiza quê:

"Artigo 8º - Poderão ser utilizadas como áreas para compensação:

I - Áreas públicas, desde que não sejam alvo de obrigações judiciais ou administrativas estabelecidas em licenças, Termos de Compromisso Ambiental ou Termos de Ajustamento de Conduta firmados com órgãos do Sistema Ambiental Paulista, bem como não sejam abrangidas por projetos de restauração ecológica executados com recursos públicos e mediante anuência do órgão gestor;

II - Áreas particulares, desde que não sejam alvo de obrigações judiciais ou administrativas estabelecidas em licenças, Termos de Compromisso Ambiental ou Termos de Ajustamento de Conduta, firmados com órgãos do Sistema Ambiental Paulista, bem como não sejam abrangidas por projetos de restauração ecológica executados com recursos públicos e mediante anuência do proprietário, comprovada a dominialidade da área.

Artigo 9º - Quando a compensação for realizada por meio da restauração ecológica de áreas de preservação permanente em imóveis de terceiros, deverão ser abrangidas integralmente as faixas de recuperação obrigatória previstas na Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e sua regulamentação, utilizando-se unicamente espécies nativas.

Artigo 10 - A compensação ambiental exigida em processos de licenciamento poderá ser feita com a recomposição de área de Reserva Legal de imóveis de terceiros, desde que atendidas concomitantemente as seguintes condições:

I - que o imóvel esteja localizado em área de prioridade alta e muito alta;

II - que a Reserva Legal seja instituída integralmente dentro do imóvel;

III - que somente sejam utilizadas espécies nativas; e

IV - que não haja Termo de Compromisso anteriormente firmado (SAO PAULO, 2024)

12.5. Procedimentos a Serem Utilizados para Recuperação e Manutenção para Áreas Verdes e Sistemas de Lazer

A recuperação de áreas verdes urbanas é um tema relacionado ao bem-estar da população e a sustentabilidade ambiental nas cidades. Existem várias estratégias e práticas que podem ser adotadas para revitalizar e preservar essas áreas.

A recuperação e manutenção de áreas verdes e sistemas de lazer em Jacareí irá depender dos seguintes aspectos:

- Diagnóstico prévio das condições ambientais de cada local, o qual deverá considerar os fatores de degradação, se existirem, tais como a deposição de resíduos sólidos, presença de espécies exóticas invasoras, e conflitos fundiários;
- Condições do solo para receber o plantio de mudas, incluindo a necessidade de correção de processos erosivos;
- No caso de áreas com vegetação remanescente, verificar a possibilidade de conduzir a regeneração natural, por meio do banco de sementes do local ou das proximidades;
- No caso de presença de espécies exóticas invasoras, sejam herbáceas, arbustivas ou arbóreas, realizar o seu controle, com base nas técnicas recomendadas pela literatura técnico-científica, a partir de corte raso;
- Definir a técnica de recuperação que se aplica em cada situação e local;
- Avaliar o risco de queda das árvores presentes, sobretudo naqueles locais com vegetação introduzida e com maior frequência de pessoas. Se necessário, proceder à supressão destes indivíduos e considerar a sua reposição na contagem do total de mudas a serem plantadas;
- Após a correção dos fatores de degradação, poderá se proceder ao plantio de mudas, sendo recomendado que se utilize das diretrizes descritas neste plano para a arborização de ruas, se atentando para a qualidade das mudas e os possíveis espaçamentos em relação a construções e o mobiliário urbano;

- Onde for possível, poderá ser realizado o transplantio de espécimes adultos para as áreas verdes e sistemas de lazer, a fim de valorizar o patrimônio arbóreo do município de Jacareí.

Se recomenda o estabelecimento de um sistema digital de monitoramento para acompanhar a saúde das áreas verdes, com a realização de avaliações regulares sobre os impactos das intervenções e ajustes conforme necessários. Com base neste sistema, os plantios devem ser acompanhados por uma equipe de manutenção, a qual deverá proceder às seguintes práticas, até que as mudas estejam satisfatoriamente desenvolvidas:

- Irrigação;
- Roçadas e coroamento frequentes das mudas, sobretudo após eventos de precipitação;
- Monitoramento e controle de espécies exóticas invasoras e de formigas-cortadeiras;
- Podas de condução e de limpeza;
- Adubação de cobertura, quando for o caso;
- Remoção de mudas doentes e mortas;
- Replantios.

Além desses aspectos, se sugere que sejam firmados acordos para incentivos governamentais e parcerias com o setor privado e organizações não governamentais, com o oferecimento de incentivos fiscais para projetos de recuperação.

Também é importante o envolvimento da população por meio de programas de voluntariado e participação comunitária nas atividades de plantio e manutenção destas áreas. Estes programas podem estar vinculados a projetos de educação ambiental, que visem apresentar a importância das áreas verdes para a cidade.

Estas metodologias, e outras que forem propostas, devem ser avaliadas pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente de Jacareí, para que sejam aprovadas e possam ser implementadas.

12.6. Procedimentos a Serem Utilizados para Recuperação e Manutenção de APP Urbana

A Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014 (ESTADO DE SÃO PAULO, 2014) estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas.

Com relação às metodologias que podem ser aplicadas para a restauração de Áreas de Preservação Permanente (APPs), tanto urbanas quanto rurais, o Art. 11 preconiza quê:

> *"Artigo 11 - São considerados métodos de restauração ecológica:*
>
> *I - condução da regeneração natural de espécies nativas;*
>
> *II - plantio de espécies nativas;*
>
> *III - plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas;*
>
> *IV - plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo exóticas com nativas de ocorrência regional.*
>
> *§ 1º - A metodologia de restauração ecológica deve ser compatível com o diagnóstico ambiental da área, levando-se em conta as restrições legais incidentes sobre a área.*
>
> *§ 2º - Para todos os métodos, os indivíduos provenientes de regeneração de espécies nativas que forem constatados na área deverão ser conduzidos visando ao seu estabelecimento e desenvolvimento.*
>
> *§ 3º - O restaurador somente poderá optar pelo método a que se refere o inciso I quando constatar que há potencial efetivo de regeneração natural na área.*
>
> *§ 4º - Para os métodos a que se referem os incisos II e III, poderá ser realizado o cultivo intercalar temporário de espécies exóticas sem potencial de invasão herbáceas ou arbustivas, tais como culturas agrícolas anuais ou espécies de adubação verde, como estratégia de manutenção da área a fim de auxiliar o controle de gramíneas com potencial de invasão e favorecer o estabelecimento da vegetação nativa.*

§ 5º - Não poderão ser utilizadas espécies exóticas com potencial de invasão nas ações de restauração ecológica.

§ 6º - O plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional, quando couber, deverá ser realizado de modo a não comprometer a regeneração natural e não descaracterizar a fisionomia da vegetação nativa.

§ 7º - No caso de supressão de vegetação nativa autorizada em licenciamento ambiental, o banco de sementes e de plântulas poderá ser utilizado na mesma fitofisionomia e dentro da mesma Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHi, como técnica complementar no âmbito dos métodos descritos neste artigo, desde que em conformidade com os procedimentos específicos previstos no próprio licenciamento ambiental.

Artigo 12 - O método previsto no inciso IV do artigo 11 somente será permitido nas Áreas de Preservação Permanente dos imóveis a que se refere o inciso VI do artigo 2º, respeitando-se o limite percentual de até 50% (cinquenta por cento) da área total da Área de Preservação Permanente - APP a ser recomposta, conforme Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Artigo 13 - O método previsto no inciso IV do artigo 11 em áreas de Reserva Legal, para todos os imóveis, deverá observar que a área recomposta com espécies exóticas não poderá exceder a cinquenta por cento da área total a ser recuperada, conforme Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, além de normativas específicas, quando houver." (SÃO PAULO, 2014).

Além disso, cabem as recomendações para a compensação ambiental relativas à supressão de árvores isoladas em APP, de acordo com §4° do Artigo 7º da Resolução SEMIL nº 02/2024, o qual permite que a compensação ambiental para Áreas de Preservação Permanente urbanas seja feita por meio de plantio de mudas de espécies nativas, sem o objetivo de restauração ecológica (SÃO PAULO, 2024).

Salienta-se que no caso de APPs urbanas, é necessário a análise prévia da legislação vigente que trata da gestão destas áreas, como a Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021, a qual "Altera as Leis nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de

preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas" (BRASIL, 2021), antes de definir as ações que podem ser aplicadas.

É importante destacar que as intervenções de recuperação e manutenção de APPs urbanas deverão sempre ser acompanhadas por profissionais habilitados, com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

A recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) é uma prática fundamental para a conservação ambiental e a sustentabilidade dos ecossistemas. A recuperação destas áreas é necessária quando ocorre degradação ambiental, seja por desmatamento, ocupação inadequada, atividades agropecuárias inadequadas, deposição de resíduos sólidos, ou outros impactos.

Assim, com base no mapeamento e as análises *in loco* realizado para este plano, e considerando conflitos de uso das áreas públicas, particulares e suas futuras ocupações, são citadas as seguintes recomendações para a recuperação de áreas de preservação permanente em Jacareí:

- Manejo e controle das espécies exóticas invasoras. No caso das APPs urbanas, não é permitido a utilização de herbicidas, devido ao risco de contaminação;
- Reflorestamento, com plantio de espécies nativas que são adaptadas à região e utilização de técnicas adequadas de plantio e manejo;
- Cercamento da área, para evitar o acesso de animais domésticos que possam ocasionar degradação;
- Implementação de práticas para controlar a erosão do solo, como o uso de barreiras vegetais, terraceamento e estruturas físicas;
- Instalação de poleiros artificiais e galharias;
- Coleta de sementes, com o posterior lançamento na área;
- Transposição de solo contendo banco de sementes de espécies nativas em área próxima;
- Condução da regeneração natural;
- Plantio em linhas de mudas de espécies nativas da região de Jacareí;

- Adoção de práticas de educação ambiental, com a sensibilização e educação da comunidade local sobre a importância das APPs e práticas sustentáveis;
- Implementação de sistemas de monitoramento para avaliar a eficácia das práticas de recuperação ao longo do tempo;
- Envolvimento ativo da comunidade local, bem como parcerias com organizações governamentais, não governamentais e empresas;
- Adoção de práticas contínuas de manutenção para garantir a sustentabilidade a longo prazo.
- Publicidade da condição de recuperação ecológica da área, por meio da instalação de placas informativas, em consonância com Resolução SMA 58/2009.

Da mesma forma que o recomendado para as áreas verdes e sistemas de lazer, deve ser realizado o monitoramento frequente dos locais que receberam os plantios, com as seguintes práticas:

- Irrigação das mudas, sobretudo em períodos de estiagem;
- Controle de espécies exóticas invasoras;
- Controle de formigas-cortadeiras;
- Roçadas e coroamento das mudas;
- Adubação de cobertura;
- Remoção de mudas doentes e mortas;
- Replantio.

Estas práticas devem ser avaliadas pelos demais setores da Administração Municipal, como as secretarias de Educação e Infraestrutura, a fim de permitir a obtenção de dados cadastrais e projetos de implantação de: ampliação da malha viária, faixa de servidão dos sistemas de rede de água, esgoto, drenagem e limpeza periódica de córregos e valas.

Destaca-se que os serviços de limpeza de córregos e valas são realizados periodicamente no município para a prevenção de riscos de alagamentos e inundações nas regiões já ocupadas. Além disso, deve ser mantida uma faixa sem plantio, a medida

da largura mínima deverá ser solicitada à PMJ e deverá ser mantida ao longo de toda sua extensão para a passagem de maquinários e equipamentos.

Se propõe que a PMJ estabeleça o chamamento para a participação popular e/ou setor privado, além de outros setores interessados, como forma de educação ambiental e/ou compensação ambiental voltado à recuperação das Áreas de Preservação Permanente do município.

12.6.1. Cronograma de Execução

A recuperação das Áreas de Preservação Permanente do município de Jacareí seguirá o cronograma apresentado na Tabela 35, tendo início com atividades de preparação do solo da área para o recebimento das mudas. Primeiramente, a área será isolada para evitar o pisoteio por animais e consequente compactação do solo, e ocorrerá a eliminação de plantas daninhas, e posterior adubação orgânica do solo.

Inicialmente, serão introduzidas espécies pioneiras e secundárias iniciais, no primeiro semestre do segundo ano, enquanto no ano seguinte será realizado o replantio destas espécies e o plantio das espécies secundárias tardias e clímax, e no terceiro ano será realizado o replantio destas últimas. Os plantios sempre ocorrerão no período chuvoso e o monitoramento, manutenção e combate às formigas serão realizados continuamente ao longo dos anos.

Tabela 35: Cronograma de execução de recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) de Jacareí/SP.

Ano / Semestre	Ano 1		Ano 2		Ano 3		Anos subsequentes	
Atividades a serem realizadas	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**
Constituição de equipe e treinamento								
Isolamento da área								
Eliminação das plantas daninhas								
Adubação orgânica e Preparação do solo								
Abertura das covas								

Plantio das espécies pioneiras e secundárias iniciais								
Plantio das espécies secundárias tardias e clímax								
Combate às formigas								
Manutenção								
Replantio								
Monitoramento								

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

12.7. Outras Práticas de Manutenção

A manutenção da arborização urbana visa garantir o bem-estar da comunidade e o equilíbrio ambiental nas áreas urbanas. Além das práticas já relatadas, são sugeridas as seguintes:

- Assegurar uma irrigação adequada para manter a saúde das árvores, especialmente durante períodos de estiagem;
- Monitorar regularmente as árvores em busca de sinais de pragas ou doenças. Implementar medidas preventivas e corretivas, como técnicas de endoterapia vegetal ou remoção de árvores afetadas;
- Verificar as necessidades de aplicação de adubo de cobertura;
- Promover ações de educação ambiental, a fim de envolver a comunidade local na preservação da arborização urbana;
- Integrar as áreas verdes em projetos de zoneamento urbano, proporcionando espaços adequados para o plantio de árvores e promovendo a biodiversidade, sobretudo nos novos loteamentos;
- Avaliar regularmente as árvores para identificar possíveis situações de risco de queda ou perigo à segurança pública e tomar medidas preventivas, como remoção ou suporte estrutural, quando necessário;
- Adotar práticas sustentáveis, como a utilização de materiais orgânicos em cobertura do solo e a implementação de estratégias de conservação da água;
- Aplicar técnicas de endoterapia, que consistem na aplicação de produtos como nutrientes ou substâncias fitossanitárias diretamente no interior das plantas, sobretudo naquelas árvores mais relevantes, como as mais antigas, monumentais e imunes de corte. Para isso, é necessário a contratação de profissional arborista habilitado.

13. MONITORAMENTO DAS ÁRVORES URBANAS

13.1. Monitoramento

O acompanhamento da vegetação arbórea oferece uma visão detalhada do progresso das árvores na região urbana, revelando desafios e problemas proeminentes. A análise constante da arborização visa compreender sua dinâmica, verificar a sobrevivência das espécies arbóreas, identificar aquelas mais resistentes e seguras, além de salvaguardar e proteger a comunidade (CEMIG, 2011).

Realizar estudos regulares sobre a arborização cria um banco de dados valioso, simplificando o manejo e a avaliação das árvores. Essa prática permite comparações, análises e o acompanhamento da evolução da vegetação. Tais dados embasam decisões de planejamento urbano e fortalecem as ações de conscientização da população.

Para promover um desenvolvimento saudável da arborização, é vital a padronização das atividades de plantio e manutenção, além de realizar avaliações periódicas de risco de queda, especialmente após eventos climáticos extremos. É indicado um inventário abrangente da arborização a cada cinco anos para obter informações detalhadas sobre as árvores urbanas.

Para Jacareí, propõe-se o monitoramento semestral das mudas implantadas pela Prefeitura durante os primeiros dois anos para avaliar suas condições estruturais, condição fitossanitária, altura e circunferência do tronco, acompanhando seu desenvolvimento.

13.1.1. Banco de Dados

O acompanhamento do processo de manutenção e monitoramento das árvores urbanas deve ser desenvolvido por profissionais do corpo técnico habilitado da SMAZU

em conjunto com a Secretaria de Governo e Planejamento ou equipe terceirizada. É recomendado que:

- As informações quantitativas e qualitativas dos dados levantados durante o diagnóstico da arborização urbana, deverão ser atualizadas sistematicamente;
- O processo e mecanismos que serão utilizados no monitoramento e manutenção, devem ser descritos, detalhando os indicadores sobre o estado geral das árvores;
- Deve ser especificado o departamento responsável pela atualização dos cadastros das árvores, informando a formação dos profissionais diretamente envolvidos;
- Sistematicamente, devem ser registradas as informações sobre o aparecimento de pragas, doenças, danos mecânicos, riscos ou morte de árvores, dentre outros aspectos, aliadas à indicação da necessidade de tratos silviculturais e agendamento das intervenções.

Visando otimizar recursos e aproveitar o esforço do trabalho realizado, recomenda-se a adoção do banco de dados elaborado no diagnóstico da arborização urbana (Produto 2) para ser alimentado com informações dos plantios a serem realizados no município. A SMAZU, em parceria com outras instituições e empresas, terá que sempre atualizar este banco de dados conforme irão acontecendo as alterações. Como por exemplo, quando um munícipe solicitar plantio, remoção ou poda de uma árvore, onde está determinado no banco um local definido como plantar, o departamento terá que atualizar todos os dados que compõem o banco, como: espécie, condição fitossanitária, calçada, problemas com raízes, interferência com a rede elétrica e outras estruturas urbanas, CAP, altura total e outros.

Para o georreferenciamento das espécies, pode-se utilizar um GPS, marcando o ponto do local de plantio ou tirar fotos georreferenciadas. Na sequência, extrair as coordenadas das fotografias nas propriedades do celular ou anotando as coordenadas do GPS, e inserir no banco de dados em formato tabular.

Sugere-se a adoção de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para incluir informações sobre arborização urbana, por exemplo no *software* QGIS.

A gestão da arborização urbana pode se tornar ainda mais eficiente a partir da adoção de um sistema integrado de informações geográficas contemplando as operações de inspeção, poda e manejo de árvores do município.

Já existem *softwares* disponíveis e implantados que contém informações individualizadas de cada árvore, como localização, identificação botânica (nome científico e popular), condições de entorno, abrangendo as vias de tráfego, tipo de imóvel associado, condições da calçada, canteiro, interferências dos fios de eletricidade e telefonia na copa, situação do tronco e das raízes, dendrometria (medição da massa lenhosa) e existência de doenças ou infestação de cupins.

Alguns *softwares* têm a capacidade de analisar o risco de queda de uma árvore, possuindo um modelo de cálculo probabilístico, onde o programa é alimentado com uma série de informações, como tamanho da árvore e da sua copa, diâmetro do tronco e estado de deterioração, como apodrecimento ou cavidades no tronco. Os *softwares* também podem ser alimentados com dados fenológicos das plantas, como época da queda das folhas, da floração e da frutificação, além de informações sobre pragas ou doenças. Estes programas possibilitam a participação da população, que pode solicitar poda ou corte de uma árvore ou a inclusão de um exemplar ainda não cadastrado, inclusive com envio de foto pelo celular.

A coleta dos dados para alimentar os *softwares* pode ser realizada por técnicos treinados. Atualmente existem alguns programas sendo utilizados no Brasil, como o Arbio, o Sistema de Gerenciamento de Árvores Urbanas (Sisgau), o ArboLink, o Vixflora, o GAAU, e o Geosite. No exterior, já existem sistemas semelhantes em uso. Um exemplo é o Arbomapweb, criado na Espanha e nos Estados Unidos surgiu o OpenTreeMap.

Esse monitoramento amplo da arborização urbana de Jacareí fornecerá informações importantes sobre seu desenvolvimento e condições ao longo do tempo, contribuindo para medidas apropriadas de manejo, preservação e um planejamento urbano sustentável do município.

13.2. Fiscalização Ambiental

A Administração Municipal de Jacareí deverá dispor de uma equipe de fiscalização ambiental, a qual deverá receber treinamento contínuo a fim de estar preparada para realizar as vistorias.

As vistorias devem ser realizadas continuamente e sempre que houver uma denúncia. As seguintes vistorias devem ser realizadas:

- Em novos loteamentos, locais que passaram pelo processo de regularização fundiária, e outras situações em que seja necessário a remoção de árvores e/ou o plantio de mudas;
- Novos plantios, deverão ser avaliados a fim de observar se as diretrizes de implantação foram seguidas;
- Nos locais onde for necessário a remoção de árvores, serão avaliados se as técnicas de corte estão seguindo as determinações de segurança dos operadores e do entorno, bem como se o material gerado será disposto/armazenado em local adequado;
- Também, quando da execução de podas, serão avaliados se as técnicas de poda estão sendo cumpridas de acordo com a norma técnica ABNT NBR 16246-1, além das normativas referentes à segurança dos operadores e do entorno da árvore;
- Nos casos de denúncias contra o patrimônio arbóreo, deverão os fiscais ficarem atentos a:
    a) Supressões de árvores sem a devida autorização do Órgão Ambiental Competente;
    b) Podas inadequadas que possam ocasionar danos à estrutura e fitossanidade do indivíduo arbóreo, como as podas drásticas, e à segurança da pessoa que estiver operando os equipamentos;
    c) Descarte inadequado de material gerado pelas supressões e/ou podas de árvores;
    d) Vandalismo contra as mudas e árvores, seja por meio de injúrias mecânicas propositais, anelamento, envenenamento ou pintura dos troncos;
    e) Podas no sistema radicular, sem autorização prévia;
    f) Plantio em manilhas;

g) Plantio de espécies não recomendadas/proibidas;

h) Outros danos que possam caracterizar problemas à fitossanidade da árvore, tais como: afogamento do colo por excesso de concreto na base da árvore, ateamento de fogo, deposição de resíduos sólidos na base da planta, poda de raízes, além de outros casos considerados crimes ambientais.

Sendo constatadas estas situações, os fiscais ambientais ficam autorizados a autuar ou notificar os responsáveis pelas infrações, com as multas pecuniárias referenciadas por VRM – Valor de Referência do Município, de acordo com a Lei Municipal nº 6.481, de 14 de julho de 2022, ou outra norma que venha a substituí-la.

Os agravantes, nestes casos são:

- Ser o infrator revel (não apresentou defesa);
- Ser o infrator reincidente;
- O infrator usar de sua posição privilegiada para persuadir os fiscais ambientais.

Os atenuantes, nestes casos são:

- Ser o infrator primário;
- Possuir o infrator nível social e cultural não privilegiado;
- O infrator promover o replantio das árvores danificadas ou removidas.

13.3. Cadastro de Prestadores de Serviços

Propõe-se a criação de uma ferramenta digital, como um GeoPortal, a qual pode ser uma plataforma ou aplicativo, para ser utilizada na gestão da arborização urbana, contendo todas as informações relativas aos serviços executados, tanto pela Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana quanto por prestadores de serviços terceirizados, tais como empresas privadas – a partir dos dados tabulares levantados no diagnóstico (Produto 2). No município existe um cadastramento de podadores, via chamamento. Estas informações também podem ser incluídas para compor o banco de dados do município.

Esta ferramenta deve conter o cadastramento automático de prestadores de serviços relacionados ao manejo da arborização urbana, indicando em tempo real a execução dos serviços e destinação final do material oriundo de podas e supressões autorizadas para acompanhamento, fiscalização, balanços e geração de mapas. No caso de prestadores de serviços terceirizados, estes dados também irão servir para verificar se as cláusulas do contrato firmado entre a empresa e a Prefeitura estão sendo cumpridas.

Com base nas informações coletadas, será possível administrar de forma mais eficiente as atividades ligadas à arborização, indicando onde será necessário intervir, e facilitando o planejamento de novos locais para plantio e a execução de atividades de manejo das árvores.

14. TOMBAMENTO E ÁRVORES IMUNES DE CORTE

O tombamento e a imunização de árvores têm como finalidade preservar o patrimônio arbóreo de valor histórico, cultural e ambiental, assegurando sua conservação para as futuras gerações e fomentando a conscientização sobre a importância da biodiversidade na esfera urbana.

O tombamento normalmente é implementado e gerido pelas secretarias ou fundações de cultura estaduais ou municipais. Jacareí conta com a Fundação Cultural de Jacarehy – José Maria de Abreu, a qual tem autonomia para versar sobre o tombamento oficial de árvores no município.

Com relação à imunidade de árvores ao corte, a Lei nº 6.481, de 14 de julho de 2022, do município de Jacareí, preconiza quê:

> *"Art. 46. Qualquer árvore do Município, situada em área pública, poderá ser declarada imune ao corte, mediante ato da Administração Municipal, por motivo de sua localização, raridade, antiguidade, de seu interesse histórico, científico e paisagismo, ou de sua condição de porta sementes." (JACAREÍ, 2022).*

Até o momento, o município de Jacareí não dispõe árvores tombadas. Contudo, se recomenda a avaliação das possibilidades de tombamento oficial de outras árvores de espécies ameaçadas de extinção e que estejam comprovadamente ligadas a eventos históricos ou cívicos do município, as quais podem estar em quaisquer logradouros públicos ou em áreas particulares. O tombamento de árvores também é importante para aproximar os munícipes das árvores urbanas, de modo a mudar a sua visão sobre estes bens.

Embora não possua árvores tombadas, a legislação municipal declarou 13 indivíduos como protegidos e imunes de corte, sendo cinco indivíduos da espécie *Ficus microcarpa* (ficus), três indivíduos da espécie *Tipuana tipu* (tipuana), um indivíduo das espécies *Chorisia speciosa* (paineira), e *Tabebuia avellanedae* (ipê-roxo), dois *Cariniana*

estrellensis (jequitibá) e uma espécie *Cariniana sp.* (jequitibá), de acordo com as Leis Municipais nº 2.086, de 09 de julho de 1.982, nº 3023, de 07 de outubro de 1991 e nº 4018, de 20 de outubro de 1.997, e os Decretos Municipais nº 228, de 05 de maio de 1998, nº 303, de 11 de setembro de 1998 e nº 521, de 21 de dezembro de 1999 e, nº 102, de 18 de março de 2.025.

Assim, sugere-se que sejam considerados resultados encontrados no inventário da arborização de ruas e de propriedades municipais para a definição de novas árvores a serem protegidas pela Prefeitura Municipal de Jacareí, tanto para tombamento quanto para a imunidade ao corte. Para isso, deve-se elaborar um ato normativo municipal que especifique tais indivíduos, suas características ecológicas e dendrométricas, e as justificativas para a sua proteção, além de orientar a inclusão de novos indivíduos arbóreos. É importante destacar que as proposições de tombamento devem ser aprovadas pelo Conselho de Meio Ambiente de Jacareí, para a aprovação final.

É importante se considerar a fitossanidade dos indivíduos arbóreos previamente à determinação do seu tombamento ou imunidade ao corte, a qual deverá ser realizada por um especialista em arboricultura, a fim de se evitar acidentes com o entorno. Nos casos em que a árvore apresentar justificativas que sustentem o seu tombamento ou imunidade ao corte, mas possuir indícios de falhas biomecânicas e/ou perda de vitalidade, deverá se considerar as possibilidades de aplicações de técnicas de endoterapia e/ou o isolamento do entorno da árvore.

15. GESTÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA

Além do planejamento, a gestão da arborização urbana é primordial para um ambiente equilibrado, e para que a prefeitura e demais atores envolvidos atuem de forma ativa e organizada visando uma cidade mais arborizada.

A gestão deve se ancorar em um sistema administrativo múltiplo que inclua a manutenção e monitoramento das árvores, além de estruturar o planejamento das ações relacionadas aos indivíduos arbóreos do município.

As atividades de arborização urbana dependem da disponibilidade de recursos humanos, materiais e financeiros da PMJ para viabilizar a execução do Plano de Arborização Urbana. Faz-se importante salientar que o Plano poderá ser revisto a cada 5 anos, sendo readequado conforme necessário.

15.1. Estrutura Técnico-Operacional

A definição das equipes responsáveis pela execução das atividades de plantio, poda e outra atividades de manejo relacionadas à arborização urbana de Jacareí será definida por meio de uma articulação entre os membros da Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana em conjunto com a empresa prestadora de serviços operacionais relativos à arborização.

16. CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

O cronograma de implantação indica o período ideal para executar as principais atividades relacionadas ao plantio de novas árvores e ao manejo das já existentes na arborização do município, abrangendo um período de 20 anos (Tabela 36).

Tabela 36: Cronograma de implantação de atividades de plantio e manejo da arborização urbana de Jacareí/SP.

Atividades a serem realizadas			Ano																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Viveiro/ mudas	Reformas no Viveiro Municipal	Curto Prazo – Nos cinco primeiros anos	■	■	■	■	■															
	Produção de mudas	Médio e Longo Prazos – A partir do sexto ano, de acordo com a capacidade do viveiro e de mão-de-obra						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Aquisição de mudas	Curto, Médio e Longo Prazos – Todos os anos, visando complementar o número de mudas a serem plantadas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plantio	Plantio e replantio de mudas	Curto, Médio e Longo Prazos – Todos os anos, durante o período chuvoso	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Monitoramento e manutenção das mudas plantadas	Curto, Médio e Longo Prazos – 1º monitoramento aos 6 meses após o plantio, e os demais, anualmente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Elaboração relatório de plantio	Curto, Médio e Longo Prazos – Todos os anos, logo após a realização de cada atividade de plantio	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manutenção	Treinamento das equipes de poda	Curto, Médio e Longo Prazos – Periodicamente, a cada 3 anos, nos 2 primeiros meses do ano	■			■			■			■			■			■			■	
	Poda de árvores	Curto, Médio e Longo Prazos – Todos os anos, durante o período vegetativo das árvores	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Avaliação de risco de queda	Médio e Longo Prazos – Periodicamente, 5 anos após o plantio, e os demais, a cada 5 anos					■					■					■					■
	Supressão de árvores com risco de queda	Médio e Longo Prazos – Periodicamente, logo após a avaliação de risco de queda					■					■					■					■
	Inventário de monitoramento da arborização	Médio e Longo Prazos – Periodicamente, 5 anos após o plantio, e os demais, a cada 5 anos					■					■					■					■
Fiscalização	Fiscalização da arborização urbana em novos loteamentos, fiscalização de rotina e atendimento de denúncias referentes a podas e supressões irregulares	Curto, Médio e Longo Prazos – Todos os anos, logo após a realização de cada atividade de plantio	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Fiscalização da destinação de resíduos de poda e supressão	Curto, Médio e Longo Prazos – Todos os anos, logo após as atividades de poda e supressão de árvores	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Educação ambiental	Campanhas de conscientização	Curto, Médio e Longo Prazos – Todos os anos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2024).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P.; SÁ, B. P.; LOURENÇO, M. D.; SERRÃO, M. F. **Composição da arborização urbana dos bairros Pompeia, Gonzaga e Boqueirão da cidade de Santos/SP**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 16, n.4, p. 01-16, 2021.

ALRECK, P. L.; SETTLE, R. B. **The survey research handbook**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2004. 429 p.

ALBERTIN, R. M.; SILVA, F. F. da; ANGEOLETTO, F.; ANGELIS, B. L. D. Arborização de acompanhamento viário e parâmetros de ocupação do solo: método para levantamento de dados quali-quantitativos. **Urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 12, 2020.

ARAUJO M. N.; ARAUJO A. J. **Arborização urbana**. O Paraná em Debate: Agenda Parlamentar Crea – PR. Série de Cadernos Técnicos Ag. Parl., 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16246**: Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 18 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16246-3**: Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas - Parte 3: Avaliação de risco de árvores. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a. 20 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR: 162461/2013**: Florestas urbanas — Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas - Parte 1: Poda. Rio de Janeiro, 2013, 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16246**: Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 18 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Norma Regulamentadora N° 12 – Segurança no Trabalho com Máquinas e Equipamentos**: MTE. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Acessibilidade**: de acordo com a Norma ABNT NBR 9050:2020. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. 168 p.

AUER, C. G.; SANTOS, A. F.; HALFELD-VIEIRA, B. A. A podridão do cerne em árvores vivas no Brasil. **Anais...** Tropical Plant Pathology, 45º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Manaus, AM, v. 37, 2012.

BAUMANN, S. S. R. T.; SANTA BRÍGIDA, C. A.; SILVA, J. B. S.; LIMA, P. S.; RABELO, L. K. L.; PIRES, E. C.; MAESTRI, M. P.; AQUINO, M. G. C. Espécies arbóreas tóxicas presentes na arborização urbana do município de Santarém, Pará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 3, p. 342-351, 2019.

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

BIONDI, D. Floresta urbana: conceitos e terminologias. In: **Floresta Urbana**. Curitiba: A autora, 2015. p. 11-27.

BOBROWSKI, R. A floresta urbana e a arborização de ruas. In: BIONDI, D. (Ed.). **Floresta urbana**. Curitiba: a autoria, 2015. pp. 81-108.

BRASIL. **Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. 1998. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 08 nov. 2023

BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 8, p. 1-74, 11 de janeiro de 2002.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 03 de agosto de 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 08 nov. 2023.

BRASIL. **PL 2510/2019**. Altera a Lei nº 12.651, de 25 maio de 2012, para dispor sobre as áreas de proteção permanente no perímetro urbano e nas regiões metropolitanas. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2199215>. Acesso em: 30 nov. 2023.

BRASIL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Brasília: MMA, 2022. 209 p.

BRASIL. **Projeto de Lei n° 3113, de 2023**. Institui a Política Nacional de Arborização Urbana, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Arborização Urbana, e dá outras providências. 2023. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/158198?_gl=1*1pqxwap*_ga*MTMxNzE2NTI0NS4xNTMwNjIwNzgw*_ga_CW3ZH25XMK*MTY4OTM0MzY0Ny40OS4xLjE2ODkzNDQ2OTMuMC4wLjA>. Acesso em: 08 nov. 2023.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v. 4, p. 231-240. 2010

CHUN B.; GULDMANN J. M. Impact of greening on the urban heat island: Seasonal variations and mitigation strategies. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 71, p. 165-176, 2018.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). **Manual de arborização**. Superintendência do Meio Ambiente/CEMIG. Belo Horizonte, 2011, 40 p.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA (COPEL). **Arborização de vias públicas** – guia para os municípios. Curitiba: COPEL, 2015, 56 p.

EMBRAPA. **Solos**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/solos>. Acesso em: 31 out. 2023.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014**. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/legislacao/2016/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-032-2014-a.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2023.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Resolução SEMIL nº 02, de 02 de janeiro de 2024**. Dispõe sobre os critérios e parâmetros para compensação ambiental de áreas objeto de pedido de autorização para supressão de vegetação nativa, corte de árvores isoladas e para intervenções em Áreas de Preservação Permanente, em áreas rurais e urbanas no Estado de São Paulo. 2024. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/sites/5/2024/04/RESOLUCAO-SEMIL-002-2024-PAGINAS-30.31.32.33.34.pdf>Acesso em: 02/07/2025.

EUROPEAN ARBORICULTURAL STANDARDS (EAS). **Estándares europeos de arboricultura** – estándar de poda de árboles. Česko: European Arboricultural Standards, 2021. 43 p.

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

FERREIRA, L. C.; MARTINS, L. D. C. F.; MEROTTO, S. C.; RAGGI, D. G.; SILVA, J. G. F. Educação ambiental e sustentabilidade na prática escolar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 2, 2019.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (FBDS). **Estados**. Disponível em: <http://geo.fbds.org.br/>. Acesso em:10 nov. 2023.

GILMAN, E. F. **An illustrated guide to pruning**. 2nd ed. Albany: Delmar, 2002. 349 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Vegetação do Brasil**. 2004. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Informações Ambientais. Vegetação.** Escala: 1:250.000. IBGE, 2019c. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/vetores/escala_250_mil/versao_2019/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Jacareí**. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/jacarei/panorama>. Acesso em: 25 jul. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades**. s/d. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 nov. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO (IPT). **Resíduo de poda de árvores urbanas**: como reaproveitar? 1. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2022. 50 p.

INSTITUTO HÓRUS. **Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras**. 2023. Acesso em: <https://bd.institutohorus.org.br/especies>. Acesso em: 15 nov. 2023.

JACAREÍ. **Lei n° 3.398, de 08 de setembro de 1993**. Dispõe sobre autorização de uso e de administração de áreas e bens públicos, sob a forma de adoção, por empresas ou entidades do setor privado. Disponível em: <http://legislacao.jacarei.sp.gov.br:85/jacarei/images/leis/html/ L33981993.html>. Acesso em: 27 nov. 2023.

JACAREÍ. **Lei Nº 4.549, de 26 de dezembro de 2001**. Disciplina o plantio, supressão, poda, transporte e derrubada de espécies vegetais e dá outras providências. Disponível em: < https://jacarei.sp.leg.br/l_legislacao/leismun_2001/lei_4549.htm>. Acesso em: 27 nov. 2023.

JACAREÍ. **Lei Complementar nº 45, de 31 de janeiro de 2002.** Dispõe sobre Área de Proteção Ambiental. Disponível em: <https://jacarei.sp.leg.br/l_legislacao/leis complementares/lei_complem_45.htm>. Acesso em: 01 abr. 2024.

JACAREÍ. **Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Município de Jacareí. Lei Complementar nº 49, de 12 de dezembro de 2003**. Disponível em: <https://www.jacarei.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/PLANO-DIRETOR-LEI-COMP.-49.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2023.

JACAREÍ. **Lei Complementar nº 68, de 17 de dezembro de 2008**. Dispõe sobre o Código de Normas, Posturas e Instalações Municipais. Disponível em: <http://legislacao.jacarei.sp.gov.br:85/jacarei/images/leis/html/C682008.html>. Acesso em: 12 dez. 2023.

JACAREÍ. **Lei Nº 6.108, de 09 de março de 2017**. Cria a Secretaria de Meio Ambiente - SMA, estabelece a estrutura administrativa, os cargos de provimento em comissão e dá outras providências. Disponível em: <http://legislacao.jacarei.sp.gov.br:85/jacarei/images/leis/html/L61082017.html>. Acesso em: 12 dez. 2023.

JACAREÍ. **Lei Nº 16.445, de 08 de junho de 2017.** Denomina "Seo Moura" o Viveiro de Jacareí. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2017/lei-16445-08.06.2017.html>. Acesso em: 01 abr. 2024.

JACAREÍ. **Lei nº 6.229, de 10 de outubro de 2018.** Institui a Política Municipal de Educação Ambiental e o Programa Municipal de Educação Ambiental no Município de Jacareí e dá outras providências. Disponível em: <https://www.jacarei.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/LEI-N%C2%BA-6.2292.pdf>. Acesso em 11 dez. 2023.

JACAREÍ. **Decreto nº 742, 17 de abril de 2019**. Regulamenta o artigo 25 da Lei Complementar nº 68, de 17 de dezembro de 2008 para instituir os padrões e especificações para construção, reconstrução e conservação dos passeios públicos no Munícipio de Jacareí. Disponível em: <https://www.jacarei.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/12/DECRETO-742-DE-2019-REGULAMENTA-O-ART-25-DA-LC-68-DE-2008-SOBRE-CAL%C3%87ADAS-COM-DESENHOS.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

JACAREÍ. **Caderno de Leitura Técnica – Diagnóstico de Jacareí de 2003 a 2020**. Disponível em: <https://jacarei.sp.gov.br/docs/caderno-tecnico.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2024.

JACAREÍ. **Lei Municipal nº 6.841, de 14 de julho de 2022**. Disciplina o plantio, supressão, poda, transplante, substituição, imunidade ao corte e compensação ambiental de espécies vegetais arbóreos, em área urbana no município de Jacareí, e dá outras providências. Disponível em: <http://legislacao.jacarei.sp.gov.br:85/jacarei/images/leis/html/L64812022.htm>. Acesso em: 12 dez. 2023.

KARDEL F; WUYTS K; BABANEZHAD M; VITHARANA U. W. A; WUYTACK T; POTTERS G; SAMSON R. Assessing urban habitat quality based on specific leaf area and stomatal characteristics of *Plantago lanceolata* L. **Environmental Pollution**, v. 158, p. 788-794, 2010.

LARANJEIRA, F. F.; SANTOS, T. A.; MOREIRA, A. S.; SANCHES, I. B.; NASCIMENTO, A. S.; SILVA, S. X.; ANDRADE, E. C.; ALMEIDA, D. O. Presence and abundance of *Diaphorina citri* in *Murraya paniculata* in urban areas free of huanglongbing in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 168, n. 9, p. 695-702, 2020.

LOUREIRO, C. F. B. Premissas teóricas para uma educação ambiental transformadora. **Ambiente e Educação**, v. 8, p. 37-54, 2003.

MAPBIOMAS. **Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. Disponível em: < https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acesso em: outubro de 2023.

MARIA, T. R. B. C. **Influência da poda no risco de queda da arborização viária de Itanhaém – SP**. 132f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

MARIA, T. R. B. C.; BIONDI, D.; BEHLING, A.; SOUSA, N. J. Influência da poda nos defeitos estruturais de *Ficus benjamina* na floresta urbana de Itanhaém–São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 16, p. 1-19, 2021.

MARTINI, A; BIONDI, D. Microclima e conforto térmico de um fragmento de floresta urbana em Curitiba, PR. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 182–93, 2015.

MARTINS, L. F. V.; ANDRADE, H. H. B.; ANGELIS, B. L. D. Relação entre podas e aspectos fitossanitários em árvores urbanas na cidade de Luiziana, Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 4, p. 141-155, 2010.

MILANO, M. S. **Avaliação e Análise da Arborização de Ruas de Curitiba-PR**. 130f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 1984.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ (MPPR). **Manual para Elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana**. 2 ed. Curitiba: MPPR, 2018. 66 p.

MRS. **Malha Ferroviária e Frota**. s/d. Disponível em: <https://www.mrs.com.br/empresa/ferrovia-frota/>. Acesso em: 25 jul. 2023.

NERI, O. A. R. Desenvolvimento local: Uma análise dos perfis de viveiros de mudas nativas do Vale do Paraíba e o estudo de caso do Viveiro Municipal "Seu Moura" (Jacareí-SP). **Anais...** IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, São Bernardo do Campo, São Paulo, 26 a 29 de novembro de 2018.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Silvicultura Urbana**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2012.

PEIXOTO, C. A. B. **Geodiversidade do estado de São Paulo**. Organização Carlos Augusto Brasil Peixoto. São Paulo: CPRM, 2010. 176 p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/16776>. Acesso em: 01 nov. 2023.

PEREIRA, G.; CAMARGO, F. F.; OLIVEIRA, L. G. L.; GUERRA, J. B. Identificação do fenômeno de ilhas de calor para a região Metropolitana de São Paulo através de dados provenientes do satélite LANDSAT 7 ETM+. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 3., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA, 2006. p. 1-7.

PINTO, A. C.; ANTUNES, T. J.; SANTOS, V. C.; COSTA, C. B. N.; COSTA, J. A. S. Composição florística de um fragmento de floresta no Corredor Central da Mata Atlântica, Sul da Bahia, Brasil. **Paubrasilia**, v. 2, 2019.

PODALAB. **PodaLab**. Disponível em: <https://sites.usp.br/podalab/>. Acesso em: 28 nov. 2023.

PRADELLA, D. Z. A.; SILVA, J. W. F.; NISI, T. C. C. **Cadernos de Educação Ambiental e Arborização Urbana**. São Paulo: SMA/CEA, 2015. 205 p.

PREFEITURA DE JACAREÍ 2019. **Unidades de Saúde**. Disponível em: <https://www.jacarei.sp.gov.br/ unidades-de-saude/>. Acesso em: 05 nov. de 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Portaria Intersecretarial 05/SMMA-SIS/02**. 2002. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/arquivos/secretarias/meio_ambiente/banco_textos/0027/TCA_Portaria_Intersecretarial_SMMA_SIS_2002.pdf>. Acesso em 27 nov. 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Portaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente - SVMA Nº 154 de 4 de dezembro de 2009**. Disciplina as medidas visando a erradicação e ao controle de espécies vegetais exóticas invasoras (EEI) por plano de manejo e institui a lista de espécies vegetais. 2009. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/portaria-secretaria-municipal-do-verde-e-do-meio-ambiente-154-de-5-de-dezembro-de-2009>. Acesso em 21 de nov. 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Manual Técnico de Arborização Urbana**. São Paulo: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, 2015. 124 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Plano Municipal de Arborização Urbana**. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2021. 528 p.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD); INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA); FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). **Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil.** Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

REZENDE, T. M. *et al*. Avaliação quali-quantitativa da arborização das praças do bairro Jaraguá, Uberlândia–MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 2, p. 139-157, 2010.

RICHTER, C.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; SOUZA, A. R. C. de.; FERRAZ, R. C.; DAVID, A. F. de. Levantamento da arborização urbana pública de Mata/RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, 2012.

ROCHA, A. G. F.; FERMINO, F. S. **Percepção/Diagnóstico da arborização Urbana na cidade de Santana do Livramento/RS. Conjecturas**, v. 22, n. 11, p. 198-209, 2022.

ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, v. 1. 118. 2017.

SANTAMOUR JUNIOR, F. S. **Trees for urban planting**: diversity uniformity, and common sense. Washington: U.S. National Arboretum, Agriculture Research Service, 2002.

SÃO PAULO. **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. 2009. Disponível em: < https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Lei/2009/lei_14675_2009_codigoestadualmeioambiente_sc_altrd_lei_15133_2010_rev_variasnormas.pdf>. Acesso em 21 abr. 2024.

SÃO PAULO. **Manual técnico de poda de árvores**. Prefeitura de São Paulo. Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, São Paulo, 2012, 64 p.

SILVA, J. O. R., OLIVEIRA, M. S. Arborização Urbana e a Educação Ambiental como fator conscientizador. **Scientia Generalis,** v. 1, n. 2, p. 49-59, 2021.

SISTEMA FIRJAN. **IFDM: 2018** Disponível em: <https://www.firjan.com.br/ifdm>. Acesso em: 17 nov. 2023.

SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). **Saúde**. 2021. Disponível em: <https://municipios.seade.gov.br/saude/>. Acesso em: 05 nov. 2023.

EDP Distribuição, **Manual de Arborização Urbana.** 2024. Disponível em: <https://www.edp.com.br/media/fchjolat/edp_guia-de-arborizac-a-o_2024.pdf>. Acesso em: 05/05/2025.