

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

COLETÂNEA BRASILEIRA DE

Arborização Urbana

Região
Sul





República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva | *Presidente*

Geraldo Alckmin | *Vice-Presidente*

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

João Paulo Ribeiro Capobianco | *Ministro de Estado*

Secretaria-Executiva

Anna Flávia de Senna Franco | *Secretária-Executiva*

**Secretaria Nacional de Meio Ambiente Urbano,
Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental**

Adalberto Felício Maluf Filho | *Secretário*

Departamento de Meio Ambiente Urbano

Carlos Maurício da Fonseca Guerra | *Diretor*

Coordenação de Adaptação dos Ambientes Urbanos à Mudança do Clima

Jennifer Viezzer | *Coordenadora-Geral*

Coordenação de Cidades Sustentáveis

Salomar Mafaldo de Amorim Junior | *Coordenador-Geral*

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

COLETÂNEA BRASILEIRA DE

Arborização Urbana

Região
Sul

Organizadores

Fernando Periotto

Mauricio Lamano Ferreira

Alessandro Reinaldo Zabotto

Brasília
MMA
2026

Idealização, Coordenação Geral e Organização

Dr. Fernando Periotto
Dr. Maurício Lamano Ferreira
Dr. Alessandro Reinaldo Zabotto

Revisão Textual

Fátima Cavallaro
Iracema Santos Fantaguci
Nildaiane Sales

Equipe do DMUR/SQA/MMA

Ana Luisa Teixeira de Campos
Carlos Maurício da Fonseca Guerra
Célia Regina Miranda Melo
Daniel de Figueiredo Ramalho
Jennifer Viezzer
Juliane Porto Cruz de Medeiros
Leonardo Mendonça de Lima
Mirela Garaventa
Salomar Mafaldo de Amorim Junior
Vanderli da Silva Leite
Vanessa Maria da Silva
Wiêner Anselmo de Medeiros Souza

Apoio Institucional

Sociedade Brasileira de Arborização
Urbana (SBAU)

Conselho Editorial Acadêmico

Dr. Alessandro Reinaldo Zabotto
Dra. Danúbia Caporusso Bargas
Dra. Débora S. Alvim
Dr. Fernando Periotto
Dra. Giuliana Velasco
Dra. Greyce Mass
Dra. Luciana Bongiovanni Martins Schenk
Dr. Mauricio Lamano Ferreira
Dr. Patrick Luan Ferreira dos Santos
Dr. Rafael Barroca Silva
Dr. Sérvio Túlio Pereira Justino

Produção Executiva

Zabotto Ambiental
Escola de Engenharia de Lorena (USP)
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Capa, Projeto Gráfico e Diagramação

Maurelio Barbosa | Ás Editorial

Imagens de Capa

©Ardea-studio | Adobe Stock
©Majcot | Adobe Stock
©Ranilson | Adobe Stock

Esta publicação foi produzida pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) no contexto do Programa Cidades Verdes Resilientes (PCVR), com recursos do Termo de Execução Descentralizada nº 001927/2024-0010 com a Universidade Federal do Alagoas (UFAL) para o fortalecimento de ações para a ampliação da Arborização Urbana no Brasil. As informações apresentadas nesta obra são de inteira responsabilidade dos(as) autores(as) e não expressam, necessariamente, a posição institucional do MMA.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

B823 Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.
 Coletânea brasileira de arborização urbana [recurso eletrônico] : região
 sul. – Brasília, DF : MMA, 2026.
 462 p. : il. color.

Modo de acesso: World Wide Web
ISBN: 978-85-7738-561-4

1. Área urbana. 2. Arborização brasileira. 3. Biodiversidade. 4. Políticas
Públicas. I. Título.

CDU 711.28

IBAMA
Biblioteca Nacional do Meio Ambiente
Júlia G. de Menezes – CRB1/3001

Revisores *ad hoc*

Dra. Ana Carolina Maioli (UFLA)
Dr. Armando Tavares (IAC)
Dr. Bruno Edson Chaves (UECE)
Dra. Catarine Saunier (Museu Goeldi)
Dr. Cristiano Capellani Quaresma (UNINOVE)
Dra. Daielle Carrijo Gomes (UNEMAT)
Dr. Daniel Baron (UFSCar)
Dra. Danúbia Caporruso Bargas (EEL/USP)
Dra. Débora Cristina Rother (UFSCar)
Dra. Debora S. Alvim (EEL/USP)
Dr. Diego Conti (PUCCAMP)
Dra. Efigênia de Melo (UEFS)
Dra. Ermelina Pataca (FE/USP)
Dr. Evandro Mateus Moretto (IEE/USP)
Dr. Fabio Shibao (UNG)
Dr. Fabrício Bau Dalmas (UNG)
Dra. Giuliana Velasco (IPT)
Dr. Henrique Carmona (UFSCar)
Dr. Jefferson Sobrinho (UFRPE)
Dra. Laura Cristina Pires Lima (UNILA)
Dr. Luiz Mauro Barbosa (IPA)
Dr. Marcelo Ferraz (UNESP)
Dra. Maria Teresa Zugliani Toniato (IPA)
Dr. Miguel Francisco (IPA)
Dra. Patrícia Bulbovas Hueb (UNG)
Dr. Paulo Eduardo Moruzzi Marques (USP)
Dra. Renata Bovo Peres (UFSCar)
Dr. Roque Cielo Filho
Dr. Samuel Benedicto (PUCCAMP)
Dr. Thiago Philipe de Camargo e Timo (UFSCar)

SOBRE OS ORGANIZADORES

Fernando Periotto

Professor associado do Centro de Ciências da Natureza (CCN), campus Lagoa do Sino, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em Buri, SP. Doutor em Ciências pela UFSCar, onde também concluiu as graduações em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado). Atuou por quatro anos como professor adjunto na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Medianeira, PR. Realizou pós-doutorado na ESALQ/USP, no Departamento de Ciências Florestais, e atualmente desenvolve seu segundo pós-doutorado na *Universidad de Extremadura* (UEx), na Espanha.

Maurício Lamano Ferreira

Professor visitante na *Università degli Studi di Bari* (Itália). Pós-doutor pelo Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento Territorial da Universidade do Porto (Portugal); Pós-doutor e doutor pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP); Mestre em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente pelo Instituto de Botânica de São Paulo (IBt/SP); graduado em Geociências pelo Instituto de Geociências da USP (IGc/USP) e em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM). Atualmente é docente do Departamento de Ciências Básicas e Ambientais da Universidade de São Paulo (DEBAS/EEL/USP).

Alessandro Reinaldo Zabotto

Biólogo, especialista em Educação Ambiental, mestre e doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), com período de estudos na *Universidad de Buenos Aires*, Argentina. Atua há anos liderando expedições científicas na Amazônia, com foco no levantamento da biodiversidade, incluindo flora e fauna, e na caracterização de ecossistemas tropicais. É consultor especialista em arborização urbana e planejamento ambiental, coordenando projetos que integram conservação da natureza, gestão da paisagem e desenvolvimento urbano sustentável. Sua atuação concentra-se na promoção de cidades mais resilientes às mudanças climáticas, por meio da valorização da infraestrutura verde e da arborização urbana como ferramenta estratégica de planejamento territorial.

APRESENTAÇÃO

Caro leitor,

Você tem em mãos um dos cinco volumes de uma coletânea que nasce com o propósito de contribuir para o futuro das cidades brasileiras — entre os 5.570 municípios do país, além do Distrito Federal — em um território rico em diversidade, mas ainda marcado pela precariedade ambiental em grande parte de suas áreas urbanas.

A Coletânea Brasileira de Arborização Urbana surgiu como uma luz em novembro de 2019, durante uma palestra memorável da bióloga e ex-presidente da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), Maria do Carmo Sanchotene (*in memoriam*). Naquele momento, ela destacou a necessidade de reunir, em uma única obra, os temas relacionados à arborização urbana brasileira, até então dispersos em diferentes fontes.

Assumimos, com coragem e determinação, o desafio de transformar essa inspiração em uma obra concreta e de alcance nacional. Não foi um caminho simples: foram anos de intenso trabalho, mais de uma centena de encontros presenciais e virtuais, muitos deles em meio ao difícil período da pandemia da COVID-19. A construção desta coletânea exigiu de nós, três organizadores, resiliência, disciplina e a convicção de que a arborização urbana brasileira merecia esse registro histórico, técnico e social.

O resultado desse esforço é uma obra estruturada em cinco volumes, cada um dedicado a uma das cinco regiões do Brasil — Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Em cada volume, o conteúdo foi organizado em três partes:

Parte I: Eixo da biodiversidade e aspectos gerais da arborização urbana;

Parte II: Eixo da florística, dedicado à flora de cada estado brasileiro;

Parte III: Eixo das políticas públicas, com exemplos práticos de cada região do país.

Mais do que registrar conhecimento, esta coletânea reflete uma urgência do nosso tempo. O plantio de árvores nas cidades vai muito além da questão estética: tornou-se uma necessidade vital. É preciso criar ferramentas que preparem as áreas urbanas para futuros cenários de extremos climáticos e desenvolver mecanismos que aumentem a resiliência das cidades, prestando serviços ambientais que melhorem efetivamente a qualidade de vida da população.

Cabe destacar que esse esforço somente se tornou possível graças ao apoio institucional da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), especialmente pela atenção e atuação do presidente da entidade à época, Sérgio Chaves, que esteve ao nosso lado desde os primeiros passos desta grandiosa obra. Tivemos, ainda, a honra de contar com a colaboração de mais de 600 pesquisadores e gestores, vinculados a mais de 80 instituições de pesquisa, universidades e órgãos municipais. A maioria é composta por professores de universidades públicas, pesquisadores ambientais e gestores públicos engajados na pauta da arborização urbana. Ressaltamos, também, que esta publicação somente se concretizou graças ao apoio do Governo Federal, por meio do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, cujo financiamento foi fundamental para viabilizar esta obra.

Desejamos, por fim, que esta obra, fruto de tanto esforço coletivo, traga benefícios duradouros para todo o território brasileiro — hoje e por muitos anos que virão.

Fernando Periotto

Maurício Lamano Ferreira

Alessandro Reinaldo Zabotto

Organizadores da Coletânea Brasileira de Arborização Urbana

PREFÁCIO

O Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), por meio da Secretaria Nacional de Meio Ambiente Urbano, Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, tem a honra de apresentar a Coletânea Brasileira de Arborização Urbana. Esta obra é fruto de um amplo esforço colaborativo entre diversas instituições e do trabalho dedicado de autoras e autores comprometidos com a promoção da qualidade ambiental nas cidades brasileiras. A coletânea representa uma contribuição significativa para a compreensão e valorização do papel essencial que a arborização urbana desempenha na construção de cidades mais sustentáveis, saudáveis e acolhedoras.

A arborização urbana é um dos pilares da transição ecológica que o Brasil vem consolidando. Ao reconhecer as árvores urbanas como infraestrutura básica, esta coletânea dialoga diretamente com o Programa Cidades Verdes Resilientes (PCVR), iniciativa do Governo Federal que busca integrar políticas urbanas, ambientais e climáticas para promover práticas sustentáveis e potencializar os serviços ecossistêmicos nas cidades brasileiras.

A publicação também se insere como instrumento essencial para a implementação do Plano Nacional de Arborização Urbana (PlaNAU), que estabelece objetivos, metas, diretrizes, estratégias e ações para ampliar a cobertura arbórea nas cidades, promover a biodiversidade urbana e gerar benefícios acessíveis a todas as pessoas.

A Coletânea Brasileira de Arborização Urbana traduz em conhecimento aplicado os princípios do PCVR e do PlaNAU. Ao reunir contribuições de centenas de profissionais, de todas as regiões do país, oferece um panorama abrangente sobre as etapas da arborização urbana, como a produção de sementes e mudas, o plantio e o manejo; e sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos, com destaque para as listas de espécies nativas recomendadas. Ela serve como um guia abrangente para a implementação e gestão da arborização urbana, oferecendo uma base sólida para a execução de políticas públicas em nível federal, estadual e municipal.

O Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima reafirma, com esta obra, seu compromisso com a valorização da natureza nas cidades. Que esta publicação sirva como ferramenta de transformação, estimulando gestores, técnicos e sociedade a compreenderem a

arborização urbana como direito e dever coletivo. Assim, plantamos juntos as bases de um novo paradigma urbano, em que as árvores ocupam o centro da vida e do planejamento das cidades brasileiras.

Adalberto Maluf

Secretário Nacional de Meio Ambiente Urbano, Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental
Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

PRÓLOGO

É com imensa satisfação que apresento esta Coletânea Brasileira de Arborização Urbana, resultado de um esforço coletivo que ultrapassa a dimensão técnica e científica: ela expressa o compromisso humano de centenas de pessoas com cidades mais justas, resilientes e acolhedoras.

Ao longo de minha trajetória na arboricultura, sempre compreendi que as árvores urbanas representam muito mais que um elemento de paisagismo. Elas são infraestrutura vital para nossas cidades. Prestam serviços ambientais, regulam o microclima, melhoram a qualidade do ar, reduzem riscos à saúde, aproximam as pessoas da natureza e, sobretudo, simbolizam esperança em meio aos desafios que enfrentamos. Esta coletânea dá corpo a esse entendimento, estruturando-se em três grandes eixos — biodiversidade e aspectos gerais da arborização urbana, florística e políticas públicas — que se complementam e se entrelaçam para compor uma visão abrangente.

É importante lembrar que esta obra só foi possível graças ao empenho incansável dos organizadores Fernando Periotto, Maurício Lamano Ferreira e Alessandro Reinaldo Zabotto, que souberam transformar inspiração em ação, conduzindo com resiliência e sensibilidade um processo que envolveu centenas de pesquisadores, gestores e cidadãos. A eles, meu reconhecimento e gratidão.

Estou convicto de que esta coletânea se tornará referência obrigatória, não apenas para pesquisadores e técnicos, mas também para gestores públicos, planejadores urbanos e para todos aqueles que acreditam que o futuro das cidades depende da presença viva das árvores. Que esta obra inspire práticas, políticas e novos olhares, ajudando a transformar a arborização urbana em um instrumento de justiça socioambiental e de dignidade para todos.

Sérgio Chaves

Presidente da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana de 2020 a 2023

SUMÁRIO

1. AS CIDADES E AS ÁRVORES, UMA INTRODUÇÃO	1
1.1. Natureza e paisagem	2
1.2. Quando a natureza é pauta para a cidade	3
1.3. O movimento pelos parques e o urbanismo sanitaria	5
1.4. Quando a natureza se torna pauta para as cidades no Brasil	6
1.5. Arborização urbana brasileira: início da consolidação	7
1.6. Arborização, espécies e experiências	9
1.7. Arborização urbana: desafios	11
1.8. Referências	12
2. FERRAMENTAS GLOBAIS PARA APOIAR A GESTÃO DA PAISAGEM URBANA, POLÍTICAS E PROJETOS QUE PROMOVAM A SAÚDE E O BEM-ESTAR HUMANOS	15
2.1. Orientando as paisagens para um futuro melhor	16
2.2. <i>i-Tree</i> : Ferramentas de coleta de dados para melhorar a gestão, o planejamento e os projetos de florestas urbanas	17
2.3. O conceito do <i>i-Tree</i>	18
2.4. Ferramentas <i>i-Tree</i>	20
2.5. Uso do <i>i-Tree</i>	22
2.6. Projetos internacionais	23
2.7. Desenvolvimentos internacionais futuros	24
2.8. Considerações finais	25
2.9. Referências	25

PARTE 1

Apresentação	
ARBORIZAÇÃO URBANA, BEM-ESTAR E ÁREAS NATURAIS	33
3. VIVEIRISTAS, COLETORES DE SEMENTES E DIVERSIDADE GENÉTICA NA ARBORIZAÇÃO URBANA	35
3.1. Destaques deste capítulo	35
3.2. Introdução	35

3.3.	Coleta de sementes, fenologia e armazenamento	36
3.4.	Maturação e coleta	37
3.5.	Tipos de frutos e comportamento fisiológico e armazenamento das sementes	37
3.6.	Testes de viabilidade e superação de dormência	38
3.7.	Produção de mudas	39
3.7.1.	Viveiros florestais	39
3.8.	Condições ideais para instalação de viveiros florestais	40
3.9.	Infraestrutura para produção de mudas	41
3.10.	Fatores de produção de mudas	43
3.11.	Tratos culturais das mudas no viveiro	47
3.12.	Padrão de mudas para arborização urbana	49
3.13.	Considerações finais	50
3.14.	Referências	50

4. ASPECTOS TÉCNICOS DE PLANTIO E ADUBAÇÃO DE ÁRVORES URBANAS..... 52

4.1.	Destaques deste capítulo	52
4.2.	Introdução	52
4.3.	Plantio de árvores no meio urbano	53
4.3.1.	Cuidados e observações iniciais.....	53
4.4.	A abertura da cova.....	55
4.5.	Estruturas de apoio e proteção para a muda	58
4.6.	Plantio, adubação de base e irrigação da muda.....	62
4.7.	Adubação de manutenção ou reposição para árvores urbanas	65
4.8.	Status nutricional de árvores urbanas	70
4.9.	Considerações finais.....	72
4.10.	Referências	73

5. PRAGAS E DOENÇAS EM ÁRVORES URBANAS 75

5.1.	Destaques deste capítulo	75
5.2.	Introdução	75
5.3.	Araçazeiro – <i>Psidium cattleianum</i> Sabine (Myrtaceae)	76
5.3.1.	Artrópodes.....	76
5.4.	Aroeira – <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi (Anacardiaceae).....	79
5.4.1.	Artrópodes.....	79
5.5.	Carobas – <i>Jacaranda</i> spp. (Bignoniaceae).....	82
5.5.1.	Artrópodes.....	82
5.6.	Chapéu-de-praia – <i>Terminalia catappa</i> L. (Combretaceae).....	83
5.6.1.	Erva-de-passarinho	83
5.7.	Extremosa – <i>Lagerstroemia indica</i> L. (Lythraceae)	85
5.7.1.	Artrópodes.....	85

5.7.2.	Doenças	86
5.8.	Ingazeiro – <i>Inga marginata</i> Willd. (Fabaceae)	87
5.8.1.	Artrópodes	87
5.9.	Ipês – <i>Handroanthus</i> spp. e <i>Tabebuia</i> spp. (Bignoniaceae)	88
5.9.1.	Artrópodes	88
5.9.2.	Besouros desfolhadores:	89
5.9.3.	Doenças	90
5.10.	Manduirana – <i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby (Fabaceae)	92
5.10.1.	Artrópodes	92
5.11.	Palmeiras – (Arecaceae)	94
5.11.1.	Lagartas-das-folhas:	94
5.11.2.	Besouros broqueadores:	95
5.11.3.	Falsas-baratas-das-palmeiras, falsas-baratas-do-coqueiro:	97
5.11.4.	Doenças	99
5.11.5.	Manchas foliares	99
5.11.6.	Outras manchas foliares	100
5.12.	Pinheiro do Paraná – <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae)	101
5.12.1.	Doenças	101
5.13.	Populus – <i>Populus</i> spp. (L.) (Salicaceae)	102
5.13.1.	Doenças	102
5.14.	Sibipiruna – <i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P. Lewis (Fabaceae)	103
5.14.1.	Artrópodes	103
5.14.2.	Doenças	103
5.15.	Sombreiro – <i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard (Fabaceae)	104
5.16.	Tipuana – <i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze Fabaceae	105
5.17.	Considerações finais	107
5.18.	Referências	107

6. AVALIAÇÃO DE RISCO DE QUEDA E MANEJO EM ÁRVORES

ADULTAS.....	113
6.1. Destques deste capítulo	113
6.2. Introdução	113
6.3. Por que as árvores caem?.....	114
6.4. Biomecânica – a árvore como uma estrutura.....	116
6.5. Avaliação de risco de queda	119
6.5.1. Análise de alvo	120
6.5.2. Análise das condições de entorno	121
6.5.3. Análise visual externa	121
6.5.4. Análise interna e não destrutiva	124

6.6.	Uso de Inteligência Artificial na Arborização Urbana.....	128
6.6.1.	Manejo de árvores adultas	129
6.7.	Considerações finais.....	133
6.8.	Referências	134
7.	ÁRVORES EXÓTICAS E INVASORAS NA ARBORIZAÇÃO URBANA.....	136
7.1.	Destaques deste capítulo	136
7.2.	Introdução	136
7.3.	Espécies exóticas invasoras na arborização urbana e os riscos de perda de serviços ambientais e funções ecossistêmicas.....	141
7.4.	Substituição de espécies exóticas invasoras na arborização	143
7.5.	Espécies exóticas não invasoras usadas na arborização urbana	143
7.6.	Considerações finais.....	144
7.7.	Referências	144
8.	MORFOFISIOLOGIA DE ÁRVORES URBANAS	147
8.1.	Destaques deste capítulo	147
8.2.	Introdução	147
8.3.	Aspectos pedoclimáticos da região Sul do Brasil.....	149
8.4.	Os benefícios da arborização das áreas urbanas.....	150
8.5.	Características morfofisiológicas de importância para a arborização urbana.....	152
8.5.1.	Grupos ecológicos.....	152
8.6.	Morfofisiologia da parte aérea.....	155
8.7.	Morfofisiologia do sistema radicular.....	157
8.7.1.	Árvores urbanas e fluxos de carbono, água e energia.....	158
8.8.	Características morfofisiológicas de algumas espécies nativas para uso no Sul do Brasil	160
8.8.1.	Floresta ombrófila mista	160
8.8.2.	Floresta estacional semidecidual.....	162
8.8.3.	Floresta ombrófila densa.....	163
8.9.	Considerações finais.....	164
8.10.	Referências	164
9.	ARBORIZAÇÃO URBANA E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS.....	167
9.1.	Destaques deste capítulo	167
9.2.	Introdução	167
9.3.	O que são serviços ecossistêmicos?.....	168
9.4.	Exemplos de serviços ecossistêmicos prestados pela arborização urbana de uma cidade	169
9.5.	Regulação do microclima.....	171
9.6.	Melhoria da qualidade do ar	173
9.10.	Conservação da biodiversidade no meio urbano	175
9.11.	Serviços ecossistêmicos culturais	178

9.11.1. Valoração de serviços ecossistêmicos: por que e como avançar?	180
9.11.2 Como o valor de um serviço ecossistêmico pode ser expresso? ...	180
9.12. Como a cidade pode ser beneficiada financeiramente pelas árvores urbanas?	180
9.13. O que é preciso fazer para conseguir esses valores para a cidade?	181
9.14. Considerações finais	181
9.15. Referências	182
10. ARBORIZAÇÃO URBANA E A BIODIVERSIDADE DA FAUNA	185
10.1. Destaques deste capítulo	185
10.2. Introdução	185
10.3. Região Sul	187
10.4. Paraná	188
10.5. Fauna associada à flora urbana no Paraná	188
10.6. Santa Catarina e a fauna e flora urbanas	190
10.7. Rio Grande do Sul	193
10.8. Benefícios da arborização urbana para a fauna local e o caso do município de Caxias do Sul, no nordeste do Rio Grande do Sul	194
10.9. Considerações finais	197
10.10. Referências	199
11. ARBORIZAÇÃO URBANA E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	202
11.1. Destaques deste capítulo	202
11.2. Introdução	202
11.3. Urbanização e poluição do ar	203
11.4. A urbanização da região Sul do Brasil: Conflitos entre arborização e poluição atmosférica	204
11.5. Monitoramento da poluição atmosférica nas cidades da região Sul do Brasil	205
11.6. Arborização urbana e serviços ecossistêmicos voltados à poluição do ar	207
11.7. Avaliando os serviços ecossistêmicos em Curitiba (PR)	208
11.8. Árvores urbanas e poluição do ar	210
11.9. Árvores urbanas e mudanças climáticas	215
11.10. Considerações finais	215
11.11. Referências	216
12. ARBORIZAÇÃO URBANA E SAÚDE PÚBLICA	218
12.1. Destaques deste capítulo	218
12.2. Introdução	218
12.3. Intervenções em saúde baseadas na natureza	220
12.4. Arborização urbana e doenças crônicas não transmissíveis	222
12.5. Arborização urbana e doenças zoonóticas	224

12.6. Considerações finais.....	226
12.7. Referências	227
11. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E BIODIVERSIDADE NA ARBORIZAÇÃO URBANA.....	231
13.1. Destaques deste capítulo	231
13.2. Introdução	231
13.3. Educação, ambiente e sociedade.....	234
13.4. O estado da arte	236
13.5. A percepção ambiental no caminho da sustentabilidade – Um estudo de caso	238
13.6. Considerações finais.....	244
13.7. Referências	244
14. ÁREAS URBANAS E PERIURBANAS: CONEXÕES VERDES E SEGURANÇA ALIMENTAR	247
14.1. Destaques deste capítulo	247
14.2. Introdução	247
14.3. O uso estratégico das PANC para a segurança alimentar em áreas urbanas e periurbanas	251
14.4. Iniciativas e experiências no estado do Paraná	253
14.5. Iniciativas e experiências no estado de Santa Catarina	255
14.6. Iniciativas e experiências no estado do Rio Grande do Sul	257
14.7. Considerações Finais.....	259
14.8. Referências	260

PARTE 2

Apresentação

FRUTOS DA BIODIVERSIDADE BOTÂNICA NAS CIDADES BRASILEIRAS E NO MUNDO	269

15. MAPEAMENTOS FITOGEOGRÁFICOS, PEDOLÓGICOS E USO E COBERTURA DA TERRA.....	273
15.1. Destaques deste capítulo	273
15.2. Introdução	273
15.3. Representação cartográfica e base de dados.....	275
15.4. Mapeamento fitogeográfico da região Sul.....	275
15.5. Mapeamento Pedológico	277
15.6. Mapeamento de uso e cobertura do solo	279
15.7. Considerações finais.....	281
15.8. Referências	282

16. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO PARANÁ E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA	284
16.1. Destaques deste capítulo	284
16.2. Introdução	284
16.3. Espécies nativas recomendadas para o meio urbano.....	285
16.4. Plantios experimentais e campos de teste em arborização urbana: a base de recomendação no estado do Paraná.....	286
16.5. Considerações finais	301
16.6. Referências	302
17. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DE SANTA CATARINA E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA	310
17.1. Destaques deste capítulo	310
17.2. Introdução	310
17.3. Recomendação de espécies nativas para arborização urbana no estado de Santa Catarina	313
17.4. Considerações finais	338
17.5. Referências	339
18. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO RIO GRANDE DO SUL E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA	341
18.1. Destaques deste capítulo	341
18.2. Introdução	341
18.3. As florestas sul brasileiras no Rio Grande do Sul.....	343
18.4. Espécies nativas do Rio Grande do Sul com potencial para arborização urbana.....	344
18.5. Principais atributos destacados na Tabela 2.....	360
18.6. Espécies nativas em áreas urbanas no município de Porto Alegre.....	362
18.7. Considerações finais	363
18.8. Referências	363

PARTE 3

Apresentação

POLÍTICAS PÚBLICAS E ARBORIZAÇÃO URBANA NO BRASIL	369

19. ARBORIZAÇÃO URBANA E POLÍTICAS PÚBLICAS NA REGIÃO NORTE DO PARANÁ.....	371
19.1. Destaques deste capítulo	371
19.2. Introdução	371
19.3. Caracterização da região.....	372

19.4. Planejamento urbano.....	374
19.5. Implantação da arborização viária.....	376
19.6. Diagnóstico da arborização viária	378
19.7. Propostas de soluções para problemas comuns	380
19.7.1. Alta frequência de poucas espécies	380
19.7.2. Espécies exóticas invasoras.....	381
19.7.3. Falta de árvores em loteamentos novos	381
19.8. Planejamento urbanístico e infraestrutura adequada.....	381
19.9. Inércia na execução de serviços de manutenção.....	383
19.10. Aproveitamento da madeira produzida	384
19.11. Considerações finais	384
19.12. Referências	385

20. POLÍTICAS PÚBLICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA EM SANTA CATARINA..... 387

20.1. Destaques deste capítulo	387
20.2. Introdução	387
20.3. O estado da arte em Santa Catarina.....	388
20.4. A situação atual nas mesorregiões de Santa Catarina.....	391
20.4.1. Mesorregião do Oeste-Catarinense.....	391
20.4.2. Mesorregião do Norte-Catarinense	392
20.4.3. Mesorregião Serrana	392
20.4.4. Mesorregião do Vale do Itajaí	393
20.4.5. Mesorregião da Grande Florianópolis	393
20.4.6. Mesorregião do Sul Catarinense	394
20.5. Considerações finais.....	395
20.6. Referências	395

21. ARBORIZAÇÃO URBANA – POLÍTICAS PÚBLICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS NO RIO GRANDE DO SUL..... 397

21.1. Destaques deste capítulo	397
21.2. Introdução	397
21.3. Principais problemáticas da arborização no Rio Grande do Sul.....	399
21.4. Unidades de conservação e o conforto ambiental em cidades gaúchas ...	400
21.5. Proteção e gestão de Corredores Ecológicos	402
21.6. Gestão de Áreas de Preservação Permanente – APPs	404
21.7. Programa de controle de espécies exóticas invasoras	405
21.8. Tratamento e destinação de resíduos decorrentes do manejo da arborização	406
21.9. Tecnologias adotadas para o trato da arborização e áreas verdes públicas	408
21.10. Mão de obra para serviços em árvores urbanas / Terceirização / Responsabilidade técnica/ Segurança no trabalho – situação e perspectivas	409

21.11. Aspectos da produção de mudas de árvores no Rio Grande do Sul – Viveiros em atividade.....	410
21.12. Área periurbana e a preservação do verde privado: produção agroecológica de alimentos e fomento a tecnologias agroecológicas – situação e perspectivas na capital e no interior.....	413
21.13. Aspectos da educação ambiental e sensibilização comunitária para a importância da arborização urbana	413
21.14. Arboricultura como negócio e geradora de empregos	414
21.15. Instituições privadas que atuam em arborização urbana no RS	415
21.16. Considerações finais.....	416
21.17. Referências	416

22. POLÍTICAS PÚBLICAS NACIONAIS RELACIONADAS À ARBORIZAÇÃO URBANA.....418

22.1. Destaques deste capítulo	418
22.2. Introdução	418
22.3. Programa Cidades Verdes Resilientes	420
22.4. Plano Nacional de Arborização Urbana.....	421
22.5. Programa Agricultura Urbana e Periurbana.....	421
22.6. Programa Periferia Viva	421
22.7. Plano Clima.....	422
22.8. Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa	422
22.9. Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade	422
22.10. Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Manguezais do Brasil	423
22.11. Novo Brasil Plano de Transformação Ecológica e Novo PAC.....	423
22.12. Considerações finais.....	424
22.13. Referências	425

23. POLÍTICAS PÚBLICAS INTERNACIONAIS EM ARBORIZAÇÃO URBANA.....427

23.1. Destaques deste capítulo	427
23.2. Introdução	427
23.3. As florestas urbanas e a arborização urbana.....	428
23.4. Casos de sucesso em políticas públicas em arborização urbana.....	428
23.5. Programas internacionais, federais e estaduais	430
23.6. Diagnósticos e Inventários.....	432
23.7. Planos Diretores de Arborização Urbana	435
23.8. Manejo, Gestão e Estratégias para consolidação de Florestas Urbanas...	436
23.9. Estratégias em Arborização Urbana	440
23.10. Legislação	441
23.11. Projetos: iniciativas que ligam planos e ações à governança.....	442

23.12. Melhores práticas	447
23.13. Considerações finais.....	449
23.14. Referências	450

LISTA DOS AUTORES.....	457

GLOSSÁRIO	458

ÍNDICE REMISSIVO	461

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Imagem aérea em cores realçadas da cidade de Nova Iorque, ilustrando as variações na cobertura vegetal ao longo da paisagem urbana.....	16
Figura 2.2	Ciclo de avaliações e monitoramento das florestas urbanas para a manutenção dos benefícios florestais ao longo do tempo.	17
Figura 2.3	<i>i-Tree</i> logotipo.....	17
Figura 2.4	Diagrama ilustrando o processo básico do <i>i-Tree</i>	19
Figura 2.5	Os dados do <i>i-Tree</i> podem ser coletados em dispositivos móveis.	20
Figura 2.6	Número cumulativo de usuários únicos do <i>i-Tree</i> (2006-2020). Foram necessários 12 anos para alcançar o primeiro quarto de milhão de usuários, mas apenas 3 anos para atingir o segundo quarto de milhão.	22
Figura 2.7	Distribuição global dos usuários do <i>i-Tree</i> (2006-2020).	22
Figura 2.8	Distribuição dos projetos <i>i-Tree Eco</i> conhecidos.	23
Figura 3.1	Atividades envolvidas na produção de sementes para a arborização urbana.	37
Figura 3.2	Croqui esquemático de infraestruturas que compõem um viveiro para fins de arborização urbana.	41
Figura 3.3	a) Casa de vegetação para germinação; b) Casa de sombra em arco recoberta com sombrite; c) Área de rustificação inicial; d) Fase de rustificação final ou de viveiro de espera.	42
Figura 3.4	Irrigação por gotejamento empregada na fase de produção final do viveiro de espera: a) Sistema de gotejamento; b) Detalhe de gotejamento no solo.	43
Figura 3.5	Tipos de recipientes empregados nas diferentes fases de produção de mudas para arborização urbana: a) Sementeira em alvenaria; b) Caixa de germinação; c) Bandeja sementeira; d) Tubetes; e) Sacos plásticos; f) Vasos flexíveis; g) <i>Bags</i> ; h; i) <i>Big pots</i>	45
Figura 3.6	Conformação do sistema radicular de mudas para arborização urbana em diferentes embalagens: a) Muda de timbaúva (<i>Enterolobium contortisiliquum</i>) em tubete de 250 cm ³ ; b) Muda de pau-d'alho (<i>Gallsia integrifolia</i>) em vaso flexível de 25 litros; c) Sistema radicular enovelado e com raízes deformadas pela incompatibilidade entre porte da muda e embalagem para produção.	46

Figura 3.7	a) Sistema de produção de mudas de palmeira para arborização e paisagismo urbano com formação direta no solo, em um viveiro comercial; b) Processo de demarcação do dimensionamento do torrão para escavação; c) Abertura de cova; d) Retirada da muda; e) Plantio em canteiro central.....	47
Figura 3.8	Procedimento para o tutoramento de mudas para arborização urbana em vasos flexíveis de 25 litros: a) Fixação do tutor; b, c) Amarrio em “8” da muda ao tutor (destacado em vermelho); d, e) Tutoramento de mudas em <i>bags</i> de 90 L diretamente no estaleiro.	48
Figura 3.9	a-c) Poda de condução e d-f) Poda de limpeza.	49
Figura 4.1	Perfil demonstrativo do formato e volume da cova para plantio de muda que atende os requisitos de qualidade para plantio em meio urbano: a) Ilustração do plantio e tutoramento; b) Exemplo de abertura de cova para plantio.	57
Figura 4.2	Modelos de ancoragem com duas e três estacas. a) Duas estacas com duplo amarrio, aproximadamente a 1,5 m do solo; b) Esquema com quatro estacas interligadas, com cintas de amarração flexíveis; c) Modelo usado na cidade de Breisach, Alemanha, com 3 estacas de cerca de 2,0 m de altura, interligadas e com cintas segurando o tronco até o estabelecimento da árvore.	58
Figura 4.3	Transplante e ancoragem de uma Sibipiruna (<i>Cenostigma pluviosum</i>). a) Poda de redução da área foliar imediatamente após o transplante e instalação de estruturas de ancoragem por meio de estaiamento; b) Instalação de 4 estacas e amarrio com barbante de algodão para tutoramento e ancoragem dentro da área livre, com a complementação da ancoragem com duas estacas externas à área livre visando reforço de sustentação com estaiamento de corda de sisal (destacado em vermelho); c) Árvore completamente estabelecida, 8 anos após o transplante.....	59
Figura 4.4	Modelos de gradis de proteção para mudas plantadas em locais de grande circulação. a) Modelo tutor/gradil; b) Gradil de bambu associado à tela metálica; c) Gradil de madeira; d) Gradil metálico.	59
Figura 4.5	Amarrio em árvores urbanas, exemplo de estrangulamento causado pelo amarrio com material não degradável.....	60
Figura 4.6	Proteção do entorno da muda. a) Proteção com cano PVC para evitar os danos por roçadeiras na base do tronco. b) Prática de coroamento e utilização de <i>mulch</i> no entorno da muda. c) Manejo de espécie forrageira no entorno da muda.	60
Figura 4.7	Grelhas de proteção da área de desenvolvimento das raízes (área livre) para a implantação da arborização e acessibilidade em calçadas estreitas (< 3,0 m de largura): a) Grelha de ferro fundido em via pública do Jardim Inglês de Munique, Alemanha; b) Grelha de ferro fundido em via pública de Buenos Aires; c) Jacarandá mimoso (<i>Jacaranda mimosifolia</i>) implantado em grelha em alumínio em via pública de Dois Vizinhos – PR; d) Açoita cavalo (<i>Luehea divaricata</i>) implantado em grelha de concreto em via pública de Dois Vizinhos – PR...	61

Figura 4.8	Exemplos de grelhas moduláveis para árvores: a) Formato circular em ferro fundido; b) Formato quadrado expansível em ferro fundido; c) Polietileno rotomoldado reciclável.	62
Figura 4.9	Etapas de plantio e adubação de base: a) Aplicação de adubação química de base na cova; b) Incorporação e cobertura do adubo com solo; c) Colocação da muda na cova; d e e) Formulação e aplicação de gel hidroretentor.	63
Figura 4.10	Sequência de etapas do plantio: a e b) Colocação de solo no entorno do torrão até o nível da cova (destacado em branco); c) Tutoramento e amarrio em “8 deitado” (destacado em vermelho) d) <i>Mulch</i> sobre o solo da cova no entorno da muda; e) Complementação da irrigação	64
Figura 4.11	Adubação de cobertura com uso da técnica de aplicação em semicírculo em Alecrim de Campinas (<i>Holocalyx balansae</i> Micheli) em estacionamento no Campus da UTFPR-DV. a) Abertura do semicírculo na área livre (destacado em branco tracejado); b) Colocação do adubo; c) Cobertura do adubo aplicado com solo.	66
Figura 4.12	Procedimento de adubação líquida empregando bomba de fertirrigação em Nogueira (<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K.Koch) adulta em Blumenau – SC	68
Figura 4.13	Adubação de correção ou recuperação com uso da técnica de aplicação em subsuperfície. a) Demarcação da área de projeção da copa no solo (destacado em branco); b) Abertura de furos nos locais demarcados; c) Solo retirado do furo, a ser devolvido ao furo após adubação; d) Raio com furos de adubação abertos (destacados em branco); e) Detalhe do furo com 5,0 a 10,0 cm de diâmetro; f) Aplicação de 30,0 g de adubo NPK no furo; g e h) Reposição de solo sobre o adubo; i) Furos com solo repostos, após adubação.	69
Figura 5.1	a) Alta infestação de <i>Tectococcus ovatus</i> em araçazeiro amarelo; b) Galhas de <i>Notbotrioza cattleiani</i> em araçazeiro.	76
Figura 5.2	Galhas dos botões (<i>Dasineura gigantea</i>) maduras em araçazeiro.	78
Figura 5.3	a) Dano causado por besouro descascador de ramos (<i>Lamprosoma azureum</i>); b) Detalhe da escatoteca.	79
Figura 5.4	a) Larvas isoladas; b) Fêmea em postura; c) Larvas gregárias de vespa-serra-da-roeira.	79
Figura 5.5	Tripos vermelho (<i>Pseudophyllothrips gandolfoi</i>) em a) Ramos jovens e b) Brotações; Tripos alaranjado (<i>P. ichini</i>), c) Ninfas e d) Adultos.	80
Figura 5.6	Galhas (<i>Calophya terebinthifolia</i>) de folhas de aroeira pimenteira: a) Imaturos; b) Folíolos afetados; c) Detalhe da face abaxial do folíolo.	81
Figura 5.7	a) Cochonilhas adultas e ninfas de <i>Ceroplastes</i> sp.; b) Exemplar de jacarandá-mimoso com alta infestação da cochonilha	82
Figura 5.8	Infestação de erva-de-passarinho em arborização urbana.	83
Figura 5.9	Danos causados por <i>Thagana tibialis</i> em chapéu-de-praia.	84
Figura 5.10	Lagartas de <i>Acharia nesea</i> : a) Detalhe da larva; b) Grupo de lagartas na base da árvore.	85
Figura 5.11	Manchas de oídio em folhas e ramos de extremosa.	87

Figura 5.12	a-b) Cochonilha <i>Stigmaecoccus paranaenses</i> ; c) Infestação em tronco de ingá-feijão.....	87
Figura 5.13	Psílideo <i>Trioza tabebuiae</i> : a) Fêmea adulta em vista lateral; b) Fêmea adulta em vista dorsal; c) Galhas em folhas de ipê; d) Insetos imaturos dentro da galha.	88
Figura 5.14	Exemplares adultos de besouros desfolhadores de ipês: a) <i>C. bohemani</i> , vista lateral; b) <i>C. bohemani</i> , vista dorsal; c) <i>C. latruncularius</i> , vista dorsal; d) <i>C. latruncularius</i> se escondendo em galha do psílideo <i>T. tabebuiae</i>	89
Figura 5.15	Adulto de <i>Dorynota pugionata</i> em folíolo de ipê-amarelo (<i>Handroanthus albus</i>). São visíveis os danos característicos (aspecto rendilhado) na folha.....	90
Figura 5.16	Detalhe de crosta marrom (<i>Apiosphaeria guaranitica</i>) em folhas de ipê (<i>Handroanthus chrysotrichus</i>).	91
Figura 5.17	a-b) Adulto e ninfas do percevejo-de-renda; c) Sintomas dos danos causados pelo percevejo.....	93
Figura 5.18	Lagarta das folhas em palmeiras: a) Adulto e b) Larvas de <i>Opsiphanes invirae</i> (lagarta-das-folhas); <i>Brassolis sophorae</i> : c) Ninho em folhas de palmeira; d) Crisálida fixada em muro; e) Indivíduo adulto.....	95
Figura 5.19	Besouro <i>Rhynchophorus palmarum</i> : a) Indivíduo adulto; b) Detalhes de indivíduos macho (pelos no rosto) e fêmea (ausência de pelos no rosto); c) Larva e pupa do besouro; d) Danos no estipe da palmeira	96
Figura 5.20	Besouro <i>Coralimela brunnea</i> : a) Indivíduo adulto; b) Larva e pupa; c) Danos simétricos em folha; d) Larva e galeria na ráquis da folha.....	98
Figura 5.21	Antracnose em mudas de pupunheira.....	99
Figura 5.22	Sintoma indicador da podridão-da-base-do-estipe da pupunheira.....	100
Figura 5.23	Morte de muda de araucária causada por <i>Phytophthora cinnamomi</i> (esquerda), junto com muda sadia (à direita).....	101
Figura 5.24	Sintomas de septoriose em folha de álamo.....	102
Figura 5.25	Adulto de psílideo-da-sibipiruna (<i>Isogonoceraia divergipennis</i>) em folha de sibipiruna.	103
Figura 5.26	Cancro perene em sibipiruna.....	104
Figura 5.27	Psílideo-do-sombreiro (<i>Euphalerus clitoriae</i>) em folhas de sombreiro (<i>Clitoria fairchildiana</i>): a) Adulto; b-c) Ovos novos (brancos) e próximos à eclosão (pretos); d-e) Indivíduos imaturos; f) Danos na face inferior e g) Danos na face superior das folhas.	105
Figura 5.28	Psílideo-da-tipuana (<i>Platycorypha nigrivirga</i>) em tipuana (<i>Tipuana tipu</i>): a) Vista lateral do adulto; b) Vista dorsal do adulto; c) Vista lateral de indivíduo imaturo; d) Vista dorsal de indivíduo imaturo; e) Excrementos característicos em vidro de automóvel.....	106
Figura 6.1	Interação de fatores na análise de risco de queda de árvores.....	115
Figura 6.2	Organismos xilófagos em árvores. a) Apodrecimento do cerne por fungos em <i>Tipuana tipu</i> . b) Ninho de cupins subterrâneos em <i>Jacaranda mimosifolia</i> . c) Galerias de broca de madeira em ferida do tronco de <i>Paubrasilia echinata</i>	116

Figura 6.3	Tigmomorfogênese em árvores. a) Espessamento de raiz em <i>Araucaria angustifolia</i> . b) Raízes escora e espessamento de tronco em <i>Cecropia</i> sp. c) Reforço da bifurcação (“orelhas no tronco”) de <i>Libidina ferrea</i>	117
Figura 6.4	Tensões nas árvores sob a ação de ventos fortes.	118
Figura 6.5	Nível 1 de inspeção de árvores de risco a) Talude em processo erosivo e raízes de árvores de eucalipto expostas; b) Rede de distribuição: supressão de todas as árvores.	120
Figura 6.6	Alguns atributos para análise de risco de queda.	124
Figura 6.7	Penetrografia: a) Equipamento em uso; b) Exemplo e interpretação de gráfico de penetrometria realizada com IML RESI PD500: resistência à rotação da broca (gráfico verde); penetração da broca (gráfico em azul); decaimento por cavidade (vermelho); biodeterioração interna - cavidade e apodrecimento (seta amarela); lenho sadio (seta azul claro); casca (seta roxa).	125
Figura 6.8	Tomografia sônica: a) Uso do equipamento; b) Exemplo e interpretação de tomografia sônica realizada: alta velocidade, tecido sadio (marrom); média velocidade, transição de madeira sadia e deteriorada (verde); baixa velocidade, cavidade ou tecido deteriorado (magenta e azul); c) Tomografias em diferentes alturas.	126
Figura 6.9	Tomografia de Resistividade Elétrica realizada com o <i>PiCUS TreeTronic</i> : a) Equipamento em uso na avaliação de palmeira; b) Análise em árvore: alta resistividade elétrica (vermelho escuro); baixa resistividade (tons de azul); c) <i>Syagrus romanzoffiana</i> (palmeira jerivá) com processo de deterioração interna: cavidade (azul); porção sadia do lenho (vermelho) ...	127
Figura 6.10	Radar: a) Uso do radar na avaliação do sistema radicular; b) um exemplo de radargrama, indicando a presença das raízes.	127
Figura 6.11	Modelo de cálculo estrutural. Exemplo de resultado obtido do ARBIO® do IPT considerando 12 velocidades de vento (Escala Beaufort).	128
Figura 6.12	Exemplo da técnica de três cortes.	130
Figura 6.13	Folhas a serem removidas em palmeiras.	131
Figura 7.1	Espécies exóticas invasoras na região Sul do Brasil: a) Frutificação, <i>Syzygium cumini</i> ; b) Invasão de <i>Pinus</i> sp.; <i>Terminalia catappa</i> ; c) Detalhe do fruto; d) Exemplar na arborização urbana.	141
Figura 8.1	Unidades fitogeográficas de ocorrência na região Sul do Brasil.	150
Figura 8.2	Principais critérios de seleção de árvores para ambientes urbanos.	152
Figura 8.3	Exemplo de formato de copas Umbeliformes, Flabeliformes e Corimbiformes.	153
Figura 8.4	Exemplo de formatos de copas Globosa, Cônica, Elíptica, Irregular ou Múltipla.	154
Figura 8.5	Modelos arquitetônicos de espécies arbóreas.	156
Figura 8.6	Tipos de raízes de árvores.	157
Figura 8.7	Esquema simplificado dos processos fisiológicos de fotossíntese, respiração e transpiração.	159

Figura 9.1	Divisão dos Serviços Ecossistêmicos conforme estabelecido pela <i>Millennium Ecosystem Assessment</i>	168
Figura 9.2	Resumo dos conceitos de Serviços Ecossistêmicos.	169
Figura 9.3	Serviços ecossistêmicos prestados pela arborização urbana.	170
Figura 9.4	Telhado verde como serviço ecossistêmico.	171
Figura 9.5	Emprego da arborização urbana na conservação de abelhas e polinizadores: a) Exemplo de abelha sem ferrão visitando flores de <i>Thunbergia grandiflora</i> ; b) Exemplo de abelhas sem ferrão visitando flores de <i>Aloe vera</i>	175
Figura 9.6	Arborização como função de abrigo e alimentação para a avifauna. João-de-barro (<i>Furnarius rufus</i>) com ninho (casa) em galho de paineira (<i>Ceiba speciosa</i>).	177
Figura 9.7	Vista da arborização de vias públicas e suas conectividades que servem como corredor ecológico da avifauna até as áreas de parques urbanos como o Parque Municipal do Ingá e o Bosque dos Pioneiros, em Maringá (PR).	177
Figura 9.8	Exemplos da apropriação cultural da árvore no imaginário e cotidiano da população de alguns municípios no Sul do Brasil: a) Araucária (<i>Araucaria angustifolia</i>) no brasão de armas e na bandeira de Curitiba (PR); b) As araucárias e o xaxim (<i>Dicksonia sellowiana</i>) no brasão de armas e na bandeira de Xaxim (SC); c) Ipê-roxo (<i>Handroanthus avellanedae</i>) no brasão de armas e na bandeira de Santa Maria (RS).	179
Figura 10.1	Municípios mais urbanizados do Brasil no qual as cidades da região Sul são contempladas.	187
Figura 11.1	Número de estações de monitoramento da qualidade do ar por municípios da região Sul do Brasil.	206
Figura 11.2	Fluxograma da metodologia usada para o cálculo dos benefícios ecossistêmicos das árvores em Curitiba.	209
Figura 11.3	Curitiba (PR) – Localização geográfica dos <i>buffers</i> usados no <i>I-Tree Canopy</i>	209
Figura 11.4	Curitiba (PR): Uso e cobertura dos solos baseados no <i>I-Tree Canopy</i>	210
Figura 11.5	Curitiba (PR): Distribuição espacial (densidade) das árvores geradas pelo <i>I-Tree Canopy</i> [35].	211
Figura 12.1	Esquema ilustrativo dos componentes do aumento da demanda por serviços ecossistêmicos nos centros urbanos.	219
Figura 12.2	Esquema ilustrativo da influência de fatores externos na saúde humana.	223
Figura 12.3	Promoção de resiliência nas cidades para o enfrentamento das doenças zoonóticas.	226
Figura 13.1	As cinco dimensões do desenvolvimento sustentável.	233
Figura 13.2	Os diferentes estágios do processo de conscientização humana.	235
Figura 13.3	Plantio de árvore nativa com a participação dos alunos.	238
Figura 14.1	Principais benefícios das conexões dos espaços verdes e da produção de alimentos em áreas urbanas e periurbanas.	248

Figura 14.2	Agricultura Urbana praticada em hortas comunitárias.	250
Figura 14.3	Espécies frutíferas integradas à arborização, formando Pomares Urbanos	250
Figura 14.4	Quintal agroflorestral.	251
Figura 14.5	a) Visão geral da agrofloresta; b) Cultivo de ora-pro-nobis (<i>Pereskia aculeata</i>).	258
Figura 14.6	a-b) Horta comunitária da Lomba do Pinheiro, Porto Alegre (RS). ...	259
Figura 15.1	Região Sul do Brasil.	274
Figura 15.2	Mapa da Vegetação da região Sul do Brasil.	277
Figura 15.3	Mapa de solos da região Sul do Brasil.	278
Figura 15.4	Mapa de uso e cobertura da terra, região Sul do Brasil.	280
Figura 16.1	Unidades de vegetação do estado do Paraná.	288
Figura 16.2	Elevação de raízes e danos ao pavimento em calçadas arborizadas com: a e b) corticeira-da-serra (<i>Erythrina falcata</i>) em São Mateus do Sul – PR (elevação da raiz); c e d) guajuvira (<i>Cordia americana</i>) em Dois Vizinhos – PR (afloramento da raiz).	299
Figura 16.3	Indivíduos de imbuia (<i>Ocotea porosa</i>) implantados há 06 anos no Campo de Teste de espécies para arborização urbana no Campus da UTFPR-DV: a) Indivíduo em condição de via pública; b) Indivíduo em condição de espaço aberto gramado.	300
Figura 16.4	Exemplares de peroba (<i>Aspidosperma polyneuron</i>) implantados em via pública com 07 anos em duas regiões distintas do PR: a) Em canteiro central gramado em Maringá – PR; b) Em estacionamento com basalto em Dois Vizinhos – PR.	301
Figura 17.1	Distribuição da vegetação natural de Santa Catarina.	311
Figura 17.2	Floração de espécies nativas potenciais para a arborização urbana: a) <i>Rudgea parquiioides</i> (jasmim-do-mato); b) <i>Psidium cattleianum</i> (araçá); c) <i>Calliandra brevipes</i> (caliandra); d) <i>Myrrhinium atropurpureum</i> (carrapateira); e) <i>Eugenia involucrata</i> (cerejeira); f) <i>Eugenia uniflora</i> (pitanga); g) <i>Erythrina crista-galli</i> (corticeira-do-banhado); h) <i>Drimys brasiliensis</i> (casca-d'anta); i) <i>Campomanesia guazumifolia</i> (sete-capotes); j) <i>Myrcia selloi</i> (camboí).	314
Figura 17.3	Frutificação de espécies nativas potenciais para a arborização urbana: a) <i>Myrcia oblongata</i> (guamirim-do-campo); b) <i>Myrceugenia myrcioides</i> (guamirim); c) <i>Nectandra grandiflora</i> (canela-fedida); d) <i>Eugenia pyriformis</i> (uvaia); e) <i>Eugenia uniflora</i> (pitanga); f) <i>Myrrhinium atropurpureum</i> (carrapateira); g) <i>Eugenia involucrata</i> (cerejeira).	315
Figura 17.4	Espécies nativas utilizadas na arborização urbana em Santa Catarina. a) <i>Butia eriospatha</i> (butiá); b) <i>Araucaria angustifolia</i> (pinheiro-brasileiro); c) <i>Peltophorum dubium</i> (canafistula); d) <i>Campomanesia xanthocarpa</i> (guabiroba); e-f) <i>Syagrus romanzoffiana</i> (jerivá); g) <i>Erythrina crista-galli</i> (corticeira-do-banhado); h) <i>Jacaranda puberula</i> (carobinha).	336

Figura 17.5	Espécies de Myrtaceae com ocorrência natural em Santa Catarina e potencial para arborização urbana. Cada espécie tem o seu caule, as suas flores e os seus frutos representados em cada linha da prancha. a) <i>Campomanesia xanthocarpa</i> (guabiroba); b) <i>Eugenia pluriflora</i> (papa-guela); c) <i>Feijoa sellowiana</i> (goiaba-serrana); d) <i>Myrcia palustris</i> (pitanga-do-mato); e) <i>Myrcianthes gigantea</i> (araçá-do-mato).	337
Figura 18.1	Dados territoriais gerais do Rio Grande do Sul.....	342
Figura 18.2	Unidades Fitoecológicas [10] presentes no estado do Rio Grande do Sul e cidades referência para demais municípios gaúchos em relação ao tipo de vegetação.	343
Figura 18.3	Aspectos para analisar antes da escolha de uma espécie para o plantio na calçada.....	360
Figura 19.1	Localização da faixa de terras compreendidas entre as cidades de Ibiporã e Umuarama, na região Norte do estado do Paraná, com a localização das bacias hidrográficas e dos cursos hídricos no mapa de escala maior.....	372
Figura 19.2	Árvores: a) peroba-rosa; b) cedro; c) pau-d’alho; d) ipê-roxo; e) canafístula e f) figueira-branca.	373
Figura 19.3	Linha do tempo do processo de colonização da região Norte do Paraná...374	
Figura 19.4	Canteiro central da Avenida Dr. Luiz Teixeira Mendes em Maringá (PR), com largura suficiente para acomodar o sistema radicular de figueiras-brancas (<i>Ficus guaranitica</i>).	375
Figura 19.5	Localização dos remanescentes urbanos mais significativos: Parque do Ingá, Bosque II e Horto Florestal.....	375
Figura 19.6	Árvores nas vias públicas de Maringá: a) sibipiruna; b) tipuana; c) ipê-branco; d) flamboyant; e) palmeira-imperial e f) tamareira.	377
Figura 19.7	Floração dos ipês-roxos (<i>Handroanthus heptaphyllus</i>) no canteiro central da Avenida Colombo em Maringá, PR.	378
Figura 19.8	Árvores georreferenciadas na área central de Maringá (parte das Zonas 1 e 2), localizadas entre o Parque do Ingá (à direita) e o Bosque 2 (à esquerda).	379
Figura 19.9	Fluxograma mostrando os benefícios da integração entre o planejamento urbano e o planejamento da arborização na qualidade de vida da população.	382
Figura 19.10	a) Quaresmeira (<i>Pleroma granulosum</i>) com a copa interferindo na rede de energia e b) Tipuana (<i>Tipuana tipu</i>) com a copa acima da rede primária compacta (à direita).	383
Figura 20.1	Mesorregiões do estado de Santa Catarina.....	389
Figura 20.2	Principais correntes de conquista e colonização do estado de Santa Catarina.	390
Figura 21.1	Fluxograma de perspectivas futuras nos desafios da arborização no Rio Grande do Sul.	399
Figura 21.2	Unidades de Conservação do estado do Rio Grande do Sul.	401
Figura 23.1	Tela do <i>Sistema de Árbol Urbano</i> de Medellín.	429

Figura 23.2	Tela do Visor Geográfico Ambiental da cidade de Bogotá.	430
Figura 23.3	Mapa interativo das árvores das ruas de Nova Iorque.	434
Figura 23.4	Mapa interativo das árvores das ruas de São Francisco.	435
Figura 23.5	Tela do Sistema de Gestão da Arborização Urbana da cidade de Bogotá.	435

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Benefícios e custos das árvores quantificados e em desenvolvimento no <i>i-Tree</i>	19
Tabela 2.2	Exemplo de análises globais do <i>i-Tree</i>	23
Tabela 4.1	Distâncias adequadas entre árvores em relação à infraestruturas urbanas.	54
Tabela 4.2	Classes de resistência à penetração de raízes no solo e sua limitação ao crescimento.	55
Tabela 4.3	Aplicação de adubo em sistema de subsuperfície na área de projeção da copa de árvores adultas no meio urbano.....	70
Tabela 4.4	Intervalo médio de teores de macronutrientes em folhas de algumas espécies usadas na arborização urbana de cidades do Sul do Brasil.	71
Tabela 6.1	Atributos para análise de risco de queda de árvores no Nível de Inspeção 2.....	121
Tabela 7.1	Espécies exóticas utilizadas na arborização urbana na região Sul do Brasil, ordenadas por família botânica.	137
Tabela 11.1	Curitiba (PR): Estimativas de benefícios das árvores na remoção de poluentes atmosféricos, usando o <i>software I-Tree Canopy</i>	213
Tabela 11.2	Curitiba (PR): Estimativas de benefícios das árvores no sequestro e armazenamento de CO ₂ usando o <i>software I-Tree Canopy</i>	214
Tabela 12.1	Tipos de intervenções baseadas na natureza (IBN).....	221
Tabela 13.1	Caracterização dos participantes.....	239
Tabela 13.2	Argumentações fornecidas pelos participantes com relação ao grau de importância dado aos diferentes indicadores.....	240
Apêndice	Iniciativas e Experiências das conexões verdes de Áreas Urbanas e Periurbanas e a segurança alimentar e nutricional no Sul do Brasil	262
Tabela 15.1	Distribuição original dos Sistemas Fisionômico-Ecológicos da região Sul.....	276
Tabela 15.2	Distribuição espacial dos solos nos estados da região Sul do Brasil....	279
Tabela 15.3	Distribuição espacial do uso e cobertura da terra nos estados da região Sul do Brasil.	280
Tabela 16.1	Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado do Paraná.....	289

Tabela 17.1	Total de espécies lenhosas com ocorrência nas principais fitofisionomias de Santa Catarina.....	312
Tabela 17.2	Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Santa Catarina.	316
Tabela 18.1	Correspondência das formações florestais existentes no estado do Rio Grande do Sul com as Unidades Fitoecológicas (Figura 2) onde são encontradas, conforme classificação IBGE [10].....	343
Tabela 18.2	Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado do Rio Grande do Sul – Lista Aberta.....	344
Tabela 19.1	Número total de árvores, riqueza de espécies, frequência de cada uma das cinco espécies mais abundantes e frequência acumulada das cinco espécies mais abundantes encontradas na arborização viária de Maringá em três estudos. Relação dos nomes: sibipiruna (<i>Cenostigma pluviosum</i>), tipuana (<i>Tipuana tipu</i>), jacarandá-mimoso (<i>Jacaranda mimosifolia</i>), ipê-roxo (<i>Handroanthus heptaphyllus</i>), flamboyant (<i>Delonix regia</i>), oiti (<i>Moquilea tomentosa</i>), falsa-murta (<i>Murraya paniculata</i>) e aroeira-salsa (<i>Schinus molle</i>).	380

Capítulo 1

AS CIDADES E AS ÁRVORES, UMA INTRODUÇÃO

*Por Luciana Bongiovanni Martins Schenk, Marta Enokibara,
Eliane Guaraldo e Lucia Helena Ferreira Moura*

Todos os que se iniciam no conhecimento das ciências da natureza – mais cedo ou mais tarde, por um caminho, ou por outro – atingem a ideia de que a paisagem é sempre uma herança. Na verdade ela é uma herança em todo sentido da palavra: herança dos processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente a herdaram como território de ação de suas comunidades [1].

A presença da natureza nas cidades é objeto de estudos e debates contemporâneos envolvendo questões acerca de temas como sustentabilidade, resiliência, infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza (SbN). Porém, é possível constatar que essa relação que toma a natureza e suas lógicas como modelo para o planejamento de cidades, está sendo *atualizada*, mais do que *criada*, pois suas matrizes históricas remontam ao próprio fenômeno do desenvolvimento urbano em diferentes períodos.

Esta introdução aborda um percurso histórico que aponta para a presença da natureza em uma especial fisionomia, a da arborização nas cidades, como testemunho de um esforço que procurou unir processos de ocupação urbana e a presença das árvores; esforço nem sempre contínuo, bem planejado ou executado, mas sim, sujeito a muitas intercorrências.

A alteração dos territórios pelo processo de urbanização se materializou através de séculos, tomando muitas formas. Em relação às árvores, registros mostram que há aproximadamente 10.000 anos a humanidade começa a cultivar árvores frutíferas, acontecimento coetâneo à domesticação e cultivo de plantas anuais [2].

A partir do uso inicial como produtoras de alimentos, as árvores foram plantadas também por questões de conforto, para sombreamento de caminhos e espaços de estar, bem como por questões estéticas, de embelezamento e representação, marcando lugares e criando significados.

A possibilidade de abordar o exato momento em que essa relação mais específica entre cidades e árvores se inicia é bastante controversa, em especial se a pesquisa se debruçar sobre todos os continentes e abrir seu leque de investigação do Oriente ao Ocidente. O recorte aqui

proposto dialoga com a matriz europeia, origem do processo de colonização brasileira e da relação estabelecida com as especificidades locais, ainda pouco difundidas.

No contexto brasileiro, esse escrito apresenta alguns contextos em que se percebe a presença do verde urbano num primeiro momento de forma privada, relacionada aos jardins das casas, quintais e pomares, estando ruas e praças, na maior parte das cidades e vilas, desprovidas de arborização; e, um segundo momento, representado pela introdução da arborização em espaços públicos: praças, parques, jardins públicos, hortos e arborização viária. Como peças urbanas inovadoras, esses lugares públicos e verdes guardarão diferentes qualidades, tornando-se símbolos de promoção da vida cívica, com características que procuravam fomentar o encontro social, a fruição e a contemplação de paisagens planejadas e projetadas.

Interessa especialmente, no desenvolvimento deste texto, destacar o momento associado ao plantio sistemático de árvores em logradouros públicos, um período histórico que demarca a utilização da arborização como parte da infraestrutura urbana, relacionada às ruas e avenidas, que ligam jardins, praças verdejadas e parques. Essa visão sistêmica, que nasce em meados do século XIX, representava um momento paradigmático da história humana: o anseio de planejar cidades com base em seus espaços livres públicos, criando ambientes urbanos mais agradáveis e salubres para seus cidadãos, por meio da implantação de singular infraestrutura relacionada ao verde, esteticamente elaborado pelos padrões de beleza da época.

No Brasil, do período colonial aos dias atuais, pode-se observar esse esforço de verdejar as cidades em diferentes momentos e com distintas ênfases. Não se pretende esgotar o assunto, mas antes apresentar um quadro que busca sensibilizar o leitor acerca da importância e dos desafios dessa tarefa. Assim, à luz de um percurso histórico, o escrito convida a conhecer alguns lugares nos quais as árvores protagonizaram a cena; e alguns cidadãos, que as defenderam, planejaram e plantaram essas paisagens.

1.1. Natureza e paisagem

Natureza não é algo que tenha uma definição simples. Se investigarmos seus significados será possível constatar alterações e compreensões distintas em diferentes culturas e tempos históricos, ou seja, ao longo de séculos, até os dias atuais, a natureza guardou diferentes compreensões [3].

A natureza para a cultura clássica compartilhou perspectivas que a definiram como unidade, da qual participavam todos os seres, inclusive os humanos. Para religiões, a natureza foi também definida como grande obra divina: ela manifestava esse divino e, sob essa perspectiva, o homem surge como peça especial da criação.

Interessa iluminar o momento histórico, a partir do chamado Renascimento, em que a Natureza se tornou objeto de estudo e investigação da ciência. Sob essa forma material e concreta a natureza se torna, com o passar dos séculos, mercadoria, objeto de exploração e comércio, recurso econômico desprovido de toda e qualquer subjetividade.

Contudo, é possível constatar que, culturalmente, a natureza sempre guardou uma dimensão para além do físico e material; há também um componente metafísico, subjetivo, que se mantém presente, sendo responsável pela construção de significados particulares e coletivos.

A natureza de um país constitui diferentes paisagens locais e o conjunto de paisagens constrói a identidade do país para sua população. Essa dimensão é especialmente importante para este escrito, ela testemunha a necessidade de não perdermos essa dupla dimensão da Natureza: objetiva, física e material, e subjetiva, metafísica e imaterial. É nesta última que se instalam a ideia de paisagem e os significados: a identidade, o pertencimento, a valoração e, finalmente, o reconhecimento de que as paisagens devam ser protegidas, porque elas nos representam como povo e país.

Em relação à arborização urbana, as paisagens das cidades brasileiras apresentam imagens muito distintas. Se adotarmos a perspectiva construída no âmbito da Geografia e da Filosofia [4, 5], de que a paisagem é a “relação que se estabelece entre a natureza e a humanidade”, mediada pela cultura, teremos um cenário desafiador e complexo, no que diz respeito ao Brasil e suas árvores.

A natureza se torna paisagem porque se relaciona ao repertório cultural de quem a observa, ou ainda, sobre ela reflete e atua, seja um gestor ou habitante, erudito ou pesquisador, poeta ou pintor.

As árvores, que participam da natureza viva e em movimento, passarão a compor a paisagem urbana de forma objetiva e concreta, modificando sua experiência e transformando definitivamente os modos de viver nas cidades. Cumpre ressaltar que esse percurso histórico pretende levar o leitor a perceber a questão da arborização urbana temporalmente, auxiliando em um processo fundamental que nutre toda a elaboração dessa coletânea: quais os significados, os desafios e as potencialidades da arborização urbana no contexto brasileiro atual?

1.2. Quando a natureza é pauta para a cidade

Entre os séculos XV e XVII, intervenções significativas transformaram as paisagens das principais cidades europeias, testemunhando o contato entre a arborização e as cidades, para além dos espaços privados. Neste período, denominado historicamente de Renascimento e Barroco, a revolução científica em curso engendrou uma nova cosmovisão da Natureza, informada pelas descobertas de continentes e culturas [6].

O plantio de árvores nas praças não foi comum na Idade Média [7]. A transformação dos espaços públicos na Idade Moderna, com a introdução das árvores nos jardins e parques públicos, como elementos morfológicos de configuração e composição de partes da cidade inaugurou novas fisionomias e lugares [8].

O desenvolvimento de avenidas como espaços arborizados já no século XVIII testemunhou excepcionais locais da vida urbana, descritos na literatura e representados nas gravuras e pinturas da época. São heranças e desdobramentos de espaços originalmente da elite, como o *Cours de la Reine* (1616) e o *Cours Vincenne* (1660), vias que eram passeios, ambos localizados em Paris, espaços precursores do encontro e lazer público [9].

Introduzidas por razões relacionadas à saúde e ao bem-estar e fruição, as árvores passam a participar de paradigmáticas vias urbanas – as alamedas e os bulevares, bem como de outros recintos que receberam as árvores, como os passeios e os jardins públicos, as praças ajardinadas e os parques. Estes *tipos espaciais* conformaram lugares de grande importância e significado, em especial nas chamadas Cidades Capitais [10].

Em meados do século XIX, a presença desses lugares verdes passa a ser vista como uma necessidade vital à sobrevivência das cidades. O êxodo rural e a Revolução Industrial geraram adensamento populacional e insalubridade nas grandes cidades do período. Nos bairros onde

habitavam os trabalhadores, em especial a situação de vida precária, faria surgir novos ideais que norteariam toda uma gama de práticas sociais e culturais. Movimentos organizados, sensíveis às epidemias crescentes e à qualidade da vida nas cidades, bem como sua relação com os modos de produção da economia, terminam por fomentar revoltas e repercutir manifestações. Profissionais de diferentes formações asseveraram a necessidade de transformação: as chamadas renovações urbanas, bem como a invenção de novos tipos de cidade. Nelas, a presença do verde comparecia como parte da estratégia de construção de um ambiente urbano mais salubre [11].

No que diz respeito à paisagem urbana, enquanto no século XVIII a árvore era usada especialmente como embelezamento e privilégio de alguns lugares representativos na cidade, no século XIX a arborização seria incorporada aos planos de reforma urbana como parte da infraestrutura.

O plantio de árvores, desde o século XVIII, era recomendado pela ciência para o dessecamento do solo e a circulação do ar, segundo a “teoria dos miasmas”. As espécies mais recomendadas eram as que pudessem ter ramos alongados para promover maior movimentação do ar, dissipando emanações maléficas. Essas ideias formaram a base do pensamento sanitaria que inspirou as reformas urbanas de Paris e de várias outras cidades europeias na terceira metade do século XIX [12].

Exemplos paradigmáticos de meados do século XIX são os trabalhos realizados pelo prefeito Haussmann em Paris, derrubando partes da cidade antiga e inaugurando a Paris que seria conhecida como Cidade Luz [13]. Outro exemplo foram as ampliações para além da chamada Cidade Velha, consolidada, propostas pelo Plano de Idelfonso Cerdá para Barcelona, que trazia uma grade de avenidas completa, com infraestrutura de iluminação, água e esgoto e arborização.

Os planos de arborização em Paris estiveram a cargo do engenheiro Adolphe Alphand, encarregado do *Service des Promenades et Plantations* (Serviço de Passeios e Plantios), criado em 1855. Até 1846, Paris não possuía calçadas, tendo sido tornadas obrigatórias a partir desta data. A administração reorganizada por Haussmann estruturou os serviços públicos parisienses de forma integrada: o serviço responsável pelo sistema viário e pavimentação, o de água e esgotos, e o de mobiliário urbano e arborização. As ações incidiam também sobre as edificações, visando reordenar a paisagem urbana por meio de regulamentações sobre os edifícios [14].

O modelo utilizado neste período foi pioneiro e, embora seja possível perceber contatos com o passado histórico, relacionado à arborização de vias e passeios, a inovação aqui está na adoção da ideia de sistema. As redes de infraestrutura trazem essa ideia norteadora: sistemas de água e esgoto associados ao sistema de ruas e avenidas se relacionam ao sistema de áreas verdes que, completos, incluíam drenagem e iluminação, presença de mobiliário e plantio de árvores. Eram sistemas que se sobrepunham e se comunicavam.

Como exemplo, ainda em Paris, entre 1853 e 1890 foram plantadas mais de 80.000 árvores de alinhamento relacionadas às ruas e avenidas, bem como foram arborizados parques pela cidade [14].

Uma informação importante nesse percurso é a capacitação do corpo técnico e os manuais escritos sobre as temáticas, que permitiram a difusão desse modelo emblemático no processo de modernização das cidades no mundo ocidental.

Em finais do século XIX, com os processos de urbanização e industrialização se consolidando, desenvolveu-se, paralelamente, um novo campo do conhecimento: o Urbanismo. Ele nasce do encontro de diferentes abordagens profissionais em meio à necessidade de pensar e apresentar alternativas à cidade histórica, densa e insalubre. A cidade moderna e sua infraestrutura deveriam ser capazes de assegurar a qualidade dos espaços em relação à quantidade de população. Essa prerrogativa veio acompanhada do verde das árvores como parte de seu plano e desenho.

1.3. O movimento pelos parques e o urbanismo sanitaria

A adoção da arborização urbana como uma ação infraestrutural necessária para a saúde das cidades e sua população, tem outros exemplos paradigmáticos na história. Na América, ainda em meados do século XIX, o trabalho de Frederick Law Olmsted é o expoente do movimento pelos parques norte-americanos (*park movement*). Olmsted formula e propõe o sistema de espaços livres verdes como principal estratégia para planejar a paisagem das cidades. O pioneirismo está no fato de as infraestruturas urbanas, drenagem, calçadas e arborização serem planejadas e desenhadas tendo a Natureza e suas lógicas como parâmetro e modelo. O chamado *princípio orgânico* permeia suas decisões, sendo desenvolvido como um princípio em seus escritos e, ao mesmo tempo, esses lugares verdejados teriam importante papel social e cultural na cidade [15].

As experiências de viagem e os contatos com profissionais e lugares como Londres e Paris, instruíram Olmsted em sua contribuição teórica e prática. Seus escritos, planos e projetos articulavam parques e praças verdejadas através de ruas e avenidas arborizadas (*parkways*), conformando um precursor sistema de infraestrutura verde para as cidades. O sistema de parques desenvolvido originalmente para o Brooklyn em 1866 [16] alcançaria sua maturidade no sistema proposto para Boston, em 1880 [17]. Nesse período, a cidade de Boston estava assolada por epidemias e morte. Olmsted propôs um sistema de canais e lagos que iria operar na drenagem e salvaguarda da qualidade das águas. A vegetação, em inédito registro estético selvático, trabalharia com espécies relacionadas à água, que receberia fluxos da maré, tornando certos trechos dos rios salobros.

O intenso plantio de árvores proposto pretendia ser capaz de renovar os ares e alterar a temperatura, garantindo melhores condições de salubridade e vida. Ao mesmo tempo, e isso para Olmsted era fundamental, o sistema que interligava todos os lugares guardava uma dimensão social e cultural, criando espaços públicos de encontro, descanso, lazer e contemplação da natureza.

O movimento pelos parques almejou que os processos de planejamento urbanos fossem norteados pela presença da natureza, por meio de um sistema de parques, peças urbanas interligadas por praças, ruas e avenidas arborizadas. A presença da intensa arborização nos parques garantiria os benefícios mencionados e participaria da construção de significados para a vida da cidade e dos cidadãos [15].

Contudo, o desenrolar dessa história, da qual fazem parte as árvores, seria, no mais das vezes, de conflito. O desenvolvimento urbano ao longo do século XX é um processo de perdas e ganhos em relação aos espaços livres verdejados. Se por um lado as principais correntes do chamado Urbanismo Moderno (a saber, o Movimento Cidade Jardim e o Racional Funcionalismo), privilegiavam o verde em suas propostas, a adoção dessas proposições e, principalmente, os interesses em jogo em relação ao crescimento urbano e sua forma, tensionaram e subverteram os princípios e ideais originais. De fato, os inúmeros exemplos presentes na historiografia demonstram que raras vezes esses processos de planejamento puderam ser construídos em sua totalidade, ou alcançar o conjunto dos cidadãos com suas propostas.

A despeito do embate, a atualidade repercute em muitos lugares do mundo a consolidação de uma postura de defesa, salvaguarda e criação de cidades mais verdes e, especialmente, mais arborizadas. Tanto a chamada infraestrutura verde, como as soluções baseadas na natureza (SbN), se inscrevem neste contexto de pensamento sistêmico atualizado.

Infelizmente, a realidade brasileira ainda está distante dessa perspectiva. A história e seus exemplos podem nos auxiliar a compreender a premência de uma nova cultura em relação às árvores no país.

1.4. Quando a natureza se torna pauta para as cidades no Brasil

Os descobrimentos marítimos foram diretamente responsáveis pelo primeiro grande trânsito intercontinental de plantas que a humanidade conheceu. Ávidos por encontrar novas fontes de riqueza vegetal e assegurar o monopólio sobre espécies conhecidas e valorizadas no comércio europeu, os portugueses trataram de estabelecer e multiplicar as trocas de plantas úteis entre colônias do Oriente e Ocidente [9].

Retroceder ao passado é escolher entre muitos testemunhos documentais e teóricos aqueles que contribuem para o desenvolvimento da reflexão aqui construída. O momento que se recorta é aquele da *abertura do mundo* ocorrida com base no desenvolvimento técnico e científico que se relaciona ao ciclo das grandes navegações e aos contatos estabelecidos a partir deles.

Desde os séculos XVI e XVII, em decorrência do desenvolvimento do capitalismo comercial e a troca de mercadorias, o continente europeu recebeu uma infinidade de amostras vegetais, *novidades exóticas*, originárias de países longínquos. O Brasil estaria incluído nesse movimento, exportando e recebendo mudas e sementes.

Os relatos presentes em cartas testemunham processos de adaptação de flora e descrições da flora autóctone, em especial as que serviriam de alimento. Em missiva datada de 1549, o padre Manoel da Nóbrega informaria aos irmãos jesuítas portugueses acerca dos quintais nas casas e da presença neles de frutas, legumes e verduras que asseguravam a sobrevivência em relação à produção de alimentos.

Segundo Dourado, o quintal nasceu simultaneamente com a casa brasileira no período colonial. “Foi trazido pelos portugueses e sofreu miscigenação, do mesmo modo que o colono, somando influências indígenas e africanas. [...] Entre os séculos XVI e XVIII, o quintal foi o coração da vida doméstica” [9].

Importante observar que esse espaço, que guarda uma dimensão imaterial em nossa cultura, sofreu regulação a partir do Regimento de 1747, no qual o planejamento de vilas se preocupava especialmente com os pomares instalados nos quintais: as casas deveriam ser construídas em boa ordem, deixando-se entre elas um espaço demarcado suficiente para o plantio de pomares e hortas. Nestas vilas ordenadas do século XVIII, o quintal constitui-se como um espaço de matriz funcional característica, criado pelo parcelamento do interior da quadra. A importância do quintal como um espaço privado e fechado fez parte de um conjunto de normas urbanas e participava do desenvolvimento da civilidade de seus habitantes. Observa-se ainda, na obrigatoriedade de seu fechamento, uma regulação que imprimia ordem à propriedade e lugar urbano. Essa regulação foi parte da política de europeização posta em prática pelo Marquês de Pombal [18-19].

É a partir da exuberância que alguns desses quintais arborizados possuíam, com generosas proporções e grande presença de árvores, que certas paisagens como as de Olinda serão

referenciadas. Não se tratava de uma arborização pública e ao longo do sistema viário, mas antes, privada e nos miolos dos quarteirões.

Merece destaque ainda, em relação a essa paisagem e suas árvores, a ocupação holandesa no século XVII desse território. Recife materializou o contato entre culturas e repercutiu perspectivas que procuravam compreender o sítio urbano em sua complexidade de águas e vegetação. Mangues remanescentes de Mata Atlântica, o coqueiral da costa litorânea e as matas ciliares conviviam com os jardins e viveiros do Palácio de Maurício de Nassau formando uma particular paisagem. Nesse período, as árvores ganharam os recintos de acesso público e lançaram o embrião de uma cidade parque, ou jardim, antes mesmo que o termo tivesse sido cunhado¹.

A política portuguesa de ocupação do território brasileiro teve como base a constituição de uma rede de cidades nas diversas regiões brasileiras, sendo que vilas e cidades construídas no século XVIII desempenharam funções específicas, como foco na exploração do território e escoamento da produção aurífera. Essa política, fruto do governo do Marquês de Pombal, baseou-se em modelos urbanos com traçado ordenado, um bem-sucedido modelo de planificação de vilas².

No que tange às ruas das cidades no Brasil deste período, o que predominou, seguindo as antigas tradições urbanísticas de Portugal, foi uma presença do verde e das árvores em poucos e raros lugares. As ruas são configuradas pelo alinhamento das casas, não há recuos e as paredes laterais também se estabelecem sobre os limites do lote. Segundo Nestor Goulart dos Reis Filho as casas urbanas, de modo geral, até o século XVIII, não eram concebidas recuadas ou com jardins, estes serão introduzidos nas residências brasileiras durante o século XIX [21].

Expedições, pesquisas e contatos entre culturas, associados a interesses econômicos e ao desenvolvimento do país, formariam uma imagem urbana almejada pela sociedade e seus gestores. Dela participam as árvores, garantindo nova fisionomia e fruição aos lugares públicos.

1.5. Arborização urbana brasileira: início da consolidação

Parecem ter sido dois os movimentos que trouxeram a natureza, sob a forma de árvores, definitivamente para os lugares públicos da cidade brasileira: o primeiro é proveniente de um movimento ativo liderado por cientistas naturalistas europeus, de coletar e transportar o material botânico do “Novo Mundo” com a finalidade de inventariar e sistematizar um conjunto inédito de informações sobre a natureza, sobretudo a dos trópicos, ainda ignorada pela Europa. Entre esses naturalistas destacam-se o botânico francês Auguste François Cesar Provençal de Saint-Hilaire

1. “Não foram espanhóis, tampouco portugueses, que se empenharam em reconhecer a nova terra de forma sistemática, e sim os holandeses, em sua permanência no Nordeste do Brasil entre 1624 e 1654. A mais importante documentação sobre o Brasil do século XVII foi realizada pela elite dos homens trazidos por Johann Moritz von Nassau-Siegen (1604-1679), nome aportuguesado para João Maurício de Nassau quando governador-geral da nova Holanda” [6].
2. “[...] a associação entre árvore e malha urbana, ou seja, os espaços livres públicos, só adquire estreita relação quando entra em cena a reformulação de caráter político-econômico fundamentada pela ideologia do Marquês de Pombal, possivelmente, um grande divisor de águas, quando se leva em consideração a estruturação da paisagem dos primeiros núcleos coloniais. Os novos planos da metrópole provocaram um ritmo diferenciado em cidades como Belém, Recife, Rio de Janeiro e Salvador, entre outras, quebrando assim a inércia urbana a que estavam expostas” [20].

(1779-1853), que esteve no Brasil de 1816 a 1822; como também o zoólogo austríaco Johann Baptist Ritter von Spix (1781-1826) e o botânico austríaco Carl Friedrich Philipp von Martius (1794-1868), que percorreram vários estados do Brasil entre 1817 e 1820 [22-23]. Estes viajantes nos brindaram com material memorável, obras de envergadura como a *Flora Brasiliensis*, produzida entre 1840 e 1906, ainda considerada a obra mais completa sobre a nossa flora.

Posteriormente, outros naturalistas vieram e, diferentemente dos anteriores, aqui ficaram, assim como as coleções por eles levantadas. Esta geração (denominada segunda geração de naturalistas), em grande parte pesquisadores ligados à coroa por demanda e financiamento, foi instalada no Museu Imperial, posteriormente Museu Nacional do Rio de Janeiro, que inspirou a criação de outros museus de ciências naturais e hortos no Brasil, como foi o caso do Museu Paraense e seu horto zoobotânico, bem como o Museu Paulista. Este último, inaugurado em 1894 para ser um edifício-monumento para a celebração da Independência do Brasil, teve como primeiro diretor o zoólogo alemão Hermann von Ihering, que almejava reproduzir modelos difundidos no exterior, aproximando-o de um museu de ciências naturais [24].

Esse contexto propiciou o intercâmbio intenso entre a flora tropical brasileira e coleções espalhadas pelo mundo ao longo do século XIX e XX, bem como a aclimação e reprodução destas e demais espécies exóticas nos jardins e hortos botânicos, que passaram a compor os parques, os jardins públicos e, finalmente, as ruas.

As expedições e coleções, pesquisa e aclimações são a chave de constituição dos jardins botânicos, hortos e viveiros. Sem eles a empreitada de arborizar sistematicamente não se sustentaria: era preciso planejar, prever *onde e como* esse encontro entre arborização e cidade aconteceria.

Justamente acerca dessa forma de ocorrência se estabelece o segundo movimento: a prática sistemática de arborização tem origem nas ideias urbanísticas discutidas e desenvolvidas anteriormente, em relação às capitais europeias e às transformações que sofreram a partir de meados do século XIX. Estas transformações estavam contidas em planos que sistematizavam ações e buscavam adaptar as cidades a novas configurações sociais. Trata-se de um processo de transferência cultural entre metrópoles e antigas colônias na constituição das Capitais do Novo Mundo [19].

Promover a infraestrutura adequada, rompendo com um tecido urbano no mais das vezes de ruas estreitas e labirínticas, habitações pouco iluminadas e arejadas, oferecendo alternativas de coleta de resíduos e o plantio de árvores foram metas na busca de maior salubridade nas cidades brasileiras e na construção de uma imagem que representasse o desenvolvimento e pujança desses países libertos, como o Brasil.

As árvores urbanas, compartilhando o chão público e dividindo espaço com pedestres e veículos, chegaram de forma incisiva a partir de fins do século XIX e revelaram um contato entre nossos profissionais, corpo técnico, gestores e as metrópoles europeias. A perspectiva de plantio sistemático veio acompanhada do mesmo senso de saúde, limpeza e higiene que dominou o ideal de cidade moderna da Europa do século XIX.

Em um país com as condições climáticas do Brasil, além de portadoras de beleza, ornamento e decoro, as árvores seriam incluídas nos planos para se estabelecerem nas ruas, alamedas e praças, promovendo sombra e diminuição de temperatura, criando ambientes agradáveis à experiência. Aqui, a solução estética se associava à solução técnica apresentando um ideário que seria possível perceber nos escritos dos engenheiros Aarão Reis, autor do projeto da nova capital de

Minas Gerais, Belo Horizonte (1894)³, e Saturnino de Brito, autor de inúmeras obras de melhoramento e saneamento de cidades, destacadamente os planos de Vitória (ES) e os canais de Santos (SP) [20,25]. Embora tenham clara dissensão no modo de atuar, o plantio das árvores comparece nas propostas de ambos os profissionais como parte inalienável.

As cidades capitais do final do século XIX e início do século XX que também passaram por grandes mudanças e melhoramentos impulsionadas pelo desenvolvimento econômico e o perfil de seus governantes foram o Rio de Janeiro, na gestão de Pereira Passos (1902-1906), também conhecido como o “Haussmann Tropical” [26] e São Paulo, sob a direção do engenheiro-arquiteto Francisco Prestes Maia, que chega a apresentar, em parceria com expoentes, como por exemplo, Saturnino de Brito, parques para a cidade [27]. A arborização urbana se fez presente nessas reformas urbanas, nos planos e projetos de saneamento, de melhoramentos de áreas centrais, no plantio de árvores nas calçadas dos bairros e avenidas. Em relação aos aterros realizados fruto do desmonte de morros, em especial no Rio de Janeiro, foram parte de estratégia que procurou dessecar os pântanos e ganhar novos espaços para a expansão da cidade.

As árvores participaram desse processo de construção de uma especial imagem para as cidades. Ao consolidar parques, praças, ruas e avenidas verdejadas, conformou-se uma mudança significativa na fisionomia das cidades e os espaços públicos se tornaram mais acolhedores e generosos [28]. Consolida-se no início do século XX a ideia de que arborizar faz parte de uma dimensão simbólica relacionada à noção de moderna civilidade.

1.6. Arborização, espécies e experiências

Sobre o primeiro movimento relacionado aos naturalistas e às trocas realizadas, é importante ainda mencionar que muitas espécies, presentes inicialmente nos jardins e hortos botânicos formados no período colonial e imperial, passaram a compor o espaço urbano, transformando a cidade em um verdadeiro laboratório de ensaio.

Por exemplo, a **mangueira** (*Mangifera indica* L.), nativa da Índia, foi cultivada e aclimatada em Belém (PA) pelo arquiteto bolonhês Antônio José Landi, contratado em 1753 pela Comissão Demarcadora de Terras do Império [20]. A mangueira também estava na lista das espécies aclimatadas no primeiro Jardim Botânico do Brasil, o do Grão-Pará, inaugurado em 1796, e cuja relação de plantas, descrita pela Carta Régia de 1798 deveria servir de referência para a criação dos demais hortos botânicos a serem implantados nas diferentes capitanias do Brasil [6].

Seus atributos, como o rápido crescimento, a sombra frondosa e as folhas perenes, a fizeram ser a escolhida para a implantação de uma política de saneamento em grande escala na cidade de Belém no final do século XIX. Os documentos da grande obra, realizada pelo intendente Antônio José Lemos no período entre 1897 a 1912, mencionam pela primeira vez o termo “arborista”, e, o cargo de mesmo nome, foram criados para o responsável pela escolha, plantio e manutenção das espécies vegetais nos espaços livres públicos da cidade [20].

3. A planta de Belo Horizonte explica-se ainda por uma série de representações [...], ela permanece fiel a alguns mitos provenientes das Luzes, mitos em que a intervenção e a organização da Natureza são corolários. [...] O homem do século XIX é também aquele que remodela as coisas e o espaço, [...]. E sua cidade é mais uma ruptura, um mundo suplementar do que um complemento natural do sítio [19].

Antes mesmo da presença no Grão-Pará, a mangueira já constava no primeiro jardim público do Brasil, o Passeio Público do Rio de Janeiro, projetado por Valentim da Fonseca e Silva (Mestre Valentim), e inaugurado em 1783, referenciado como local de encontro social e passeio.

A sombra das mangueiras também foi notada nesse lugar pelo botânico Von Martius, que passou pelo recinto quando do início de sua viagem de coleta no Brasil (1817-20). Após algumas décadas, a despeito dos problemas relacionados ao crescimento da espécie em condições urbanas (calçadas), nem sempre favoráveis ao seu porte e abundante frutificação, a mangueira continuou a ser utilizada, como na arborização em Belo Horizonte (MG).

Apesar do aparente sucesso das espécies aclimatadas no Jardim Botânico de Belém (PA), os demais hortos demoraram a se instalar. Somente após a invasão napoleônica em Portugal em 1807 e a fuga da Família Real para o Brasil em 1808 é que a implantação dos jardins botânicos foi retomada (Segawa, 1996). Neste mesmo ano foi fundado o Jardim Botânico do Rio de Janeiro, que terá um dos espécimes mais emblemáticos na história da paisagem carioca no período imperial – a **palmeira imperial** (*Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F.Cook), proveniente das Antilhas. Inicialmente de uso exclusivo do imperador, as emblemáticas aleias do Jardim Botânico vão estar presentes em diversos planos de melhoramentos e de embelezamentos dessa cidade, como o Canal do Mangue (1919). Essa palmácea tem presença marcante em cartões postais do início do século XX de norte a sul do país, tanto nas cidades como nas áreas rurais, com destaque nas fazendas de café. A palmeira, introduzida no Império, tornou-se, assim, o símbolo da República [29, 30].

Entre os botânicos estrangeiros que atuaram em favor da introdução de árvores na cidade brasileira, merece destaque Auguste François-Marie Glazou (1828-1906). Esse francês bretão que ocupou o cargo de diretor do Passeio Público e, em 1869, acumulou o cargo de diretor de Parques e Jardins da Casa Imperial, continuou a trabalhar na arborização do Rio de Janeiro e aí permaneceu até 1897, mesmo após o advento da República, fazendo uso de espécies autóctones como a **sapucaia** (*Lecythis pisonis* Cambess.) e a **palmeira Jerivá**, (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman) [31].

A linguagem plástica e estilística reproduziu os modelos europeus, mas nem sempre o repertório vegetal. Glazou, por exemplo, um ávido coletor e herborizador da flora brasileira, trouxe e adaptou espécies nativas de suas viagens a Minas Gerais, norte do Brasil e Goiás e as utilizou em seus projetos. São testemunhas desse processo pioneiro espécies como a **monguba** (*Pachira aquatica* Aubl.) e o **oiti** (*Moquilea tomentosa* Benth.) que foram utilizadas na arborização na cidade do Rio de Janeiro e dali se espalharam para outras cidades.

Espécies como o **ipê amarelo** (*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos) começaram a aparecer ao lado de espécies exóticas, como os **alfeneiros** (*Ligustrum sinense* Lour.) e as **quaresmeiras** (*Pleroma granulosum* (Desr.) D.Don.). Esta última, abundante em nossas matas, ganha o nome relacionado à sua floração para lembrar o período de festividades religiosas (Quaresma); essas espécies, até a atualidade, são utilizadas na arborização das cidades brasileiras [30].

Porém, o percurso da inserção das espécies nativas ocorreu de modo lento. Pode-se dizer que a discussão e a proteção do que verdadeiramente era autóctone ganhou corpo principalmente a partir dos debates que se aproximavam da comemoração do Centenário da Independência, em 1922. Essa percepção foi acompanhada de outra, relacionada ao processo de desmatamento. Nas primeiras décadas do século XX, as proporções do desmatamento já chamavam atenção, sendo objeto de artigos, denúncias e pronunciamentos de especialistas, mesmo que o problema já ocorresse e tivesse sido documentado desde o período colonial.

Ações de valorização da árvore como elemento importante no espaço urbano e para o país podem ainda ser exemplificadas pela instituição, em 1902, na cidade paulista de Araras, do Dia da Árvore, celebrado em 21 de setembro. Os proponentes foram profissionais fundamentais para o conhecimento da flora autóctone no Brasil: o botânico sueco Alberto Löfgren [32], fundador do Horto Botânico de São Paulo, também conhecido como Horto da Cantareira (atual Parque Estadual Alberto Löfgren) e o agrônomo João Pedro Cardoso, do Instituto Agronômico de Campinas (SP).

Esse repertório de espécies arbóreas nativas e exóticas passou a compor a arborização urbana não só nas capitais, mas também em várias outras cidades criadas ou reformuladas nas primeiras décadas do século XX no Brasil. Particularmente no caso de São Paulo, o estado se encarregou, por meio do “Serviço de Distribuição de Mudanças e Sementes” de distribuir mudas para mais de 100 cidades do estado no período de 1909 a 1912, com um repertório de mais de 30 espécies [33].

Apesar da grande variedade, algumas espécies deste repertório já vinham sendo utilizadas desde o período imperial. Preocupado com a diversidade e a maior inserção de espécies nativas nas cidades, o botânico autodidata brasileiro, Frederico Carlos Hoehne (1882-1959), lançou, em 1944, um pequeno livro de bolso denominado *Arborização Urbana* [34]. Dedicado “aos senhores prefeitos”, trata-se, provavelmente, de um dos primeiros manuais de arborização urbana do Brasil, pois sua estrutura se aproxima, em muito, dos manuais atuais. Com um elenco de 419 espécies descritas, 92 estão presentes no Manual de Arborização de São Paulo (2015) [35]. Se isso demonstra uma atualidade da contribuição de Hoehne, por outro lado demonstra, também, a necessidade de atualizar e renovar nosso repertório vegetal, sobretudo o nativo ou autóctone.

O grande aporte de material vegetal arbóreo experimentado por São Paulo e outras cidades brasileiras só pôde sair do horto, do viveiro e das coleções, mesmo que de início ainda experimentalmente, graças às mudanças urbanísticas que possibilitaram a inserção das árvores nas ruas.

1.7. Arborização urbana: desafios

As árvores comparecem nos espaços urbanos brasileiros de forma constante e intencional desde o último quartel do século XIX. A árvore passou a ser um elemento de infraestrutura, como demonstra o exame atencioso de relatórios de sucessivas gestões municipais, onde os programas de plantio acompanhavam de perto os serviços de alinhamento e regularização de ruas, a instalação das primeiras redes de água e esgoto, a iluminação pública, a inauguração das linhas de bondes e depois ônibus. Foi um elemento de distinção entre locais mais e menos valorizados, sinalizando modos diferentes de morar [36].

Cumprir lembrar que as cidades brasileiras planejadas desse período, de Teresina (PI), na metade do século XIX, sob a égide do Urbanismo Sanitarista, além da já citada Belo Horizonte (MG), planejada e projetada por Aarão Reis e Francisco Bicalho, até as que estabeleceram maior contato com os modelos modernos, especialmente o modelo Cidade Jardim, todas essas cidades já nasceram arborizadas: o plano guardava especial lugar para as árvores.

Destacam-se como exemplos de cidades cuja fisionomia se estrutura no protagonismo das árvores, total ou parcialmente: Goiânia (GO), de 1933, planejada por Atilio Correia Lima e ampliada entre 1935 e 1937 por Armando de Godoy; o trabalho de Jorge Macedo Vieira, em dezenas de bairros jardins, e cidades como Águas de São Pedro (SP) em 1937, e Maringá (PR)

em 1945. Especial recorte deve ser feito às superquadras cuja densa arborização permite incluir o plano de Brasília (DF) de 1960, por Lucio Costa e Oscar Niemeyer [28].

A qualidade espacial destas cidades, ou parte delas, presente até a atualidade, em muito se deve ao planejamento e projeto de seus espaços livres verdes, com ênfase aos parques e à qualidade de suas ruas e calçadas arborizadas.

Da história, o que se constata é a passagem daquilo que foi originalmente episódico e raro, a praça, o parque, a rua ou a avenida arborizados e relacionados ao privilégio, para algo que participa de um sistema infraestrutural verde, e essa rede será capaz de impactar a vida dos cidadãos em muitas dimensões. Assim, o plano de arborização urbana se torna uma contribuição relevante e necessária para estabelecer cidades saudáveis e agradáveis para se viver.

O que se pode apreender desse plano é que o processo de planejamento dos espaços livres de uma cidade é tarefa interdisciplinar e transversal, por isso, há que se perceber a premência de articular conhecimento racional ao subjetivo, o técnico ao estético, tendo a história como um forte aliado para a compreensão de que esses processos já tiveram início há muito tempo.

A técnica aprofunda suas pesquisas e desenvolve estratégias de plantio, reprodução e manejo de maneira a nos revelar contemporaneamente dimensões ecossistêmicas fundamentais à vida; a estética diz respeito à qualidade da experiência que os lugares guardam, ou podem guardar: ela opera culturalmente e nos auxilia na tarefa de sensibilizar e educar. A cultura se constrói entre essas instâncias, objetivas e subjetivas, atribuindo significado e identidade aos lugares. Esse percurso histórico é igualmente político, ele mostra que nós e as cidades somos parte de todo esse processo; as decisões, anseios e direitos devem ser continuamente construídos e alimentados.

Desse modo, o desafio primeiro parece ser distinguir princípios e valores junto a nossos gestores e população que norteiem a tarefa. Em seguida, inventariar essa multiplicidade de realidades fazendo um balanço por regiões, atentos às diversidades dos biomas, procurando desenvolver planos que articulem qualidades técnicas, estéticas e éticas na construção de uma cultura que perceba as árvores de nossas cidades e suas regiões, como um patrimônio material e imaterial, vivo e necessário para nossas vidas.

1.8. Referências

- [1] Ab'Sáber A. Os domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial; 2003.
- [2] Diamond J. Armas, Germes e Aço. São Paulo: Record, 2017.
- [3] Lenoble R. História da Ideia de Natureza. Edições 70: Lisboa; 1969.
- [4] Berque A. La pensée paysagère. Paris: Aux Éditions Éoliennes, 2016.
- [5] Roger A. Breve tratado del paisaje. Madrid: Editorial Biblioteca Nueva; 2014.
- [6] Segawa HM. Ao Amor do Público. Jardins no Brasil. São Paulo: Nobel: FAPESP; 1996.
- [7] Zucker P. Town and square: from the Agora to the village green. New York: Columbia University Press; 1959.
- [8] Lamas JMRG. Morfologia urbana e desenho da cidade. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 1990.
- [9] Dourado GM. Belle Époque dos Jardins: da França ao Brasil do século XIX ao início do XX [thesis]. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2008.

- [10] Salgueiro HA, org. Cidades Capitais do Século XX. São Paulo: EDUSP; 2001.
- [11] Choay FO. Urbanismo. Editora Perspectiva: São Paulo; 2000.
- [12] Corbin A. Saberes e odores: o olfato e o imaginário social nos séculos XVIII e XIX. São Paulo: Companhia das Letras; 1987.
- [13] Benevolo L. Diseño de la Ciudad Contemporánea. Barcelona: Gustavo Gili, 1977.
- [14] Landau, B. La fabrication des rues de Paris au XIXe siècle: un territoire d'innovation technique et politique. Les Annales de la Recherche Urbaine [Internet]. 1992. [cited 2024 Jul 08];57-58: 24-45. Available from: <https://doi.org/10.3406/aru.1992.1696> doi: 10.3406/aru.1992.1696
- [15] Schenk LBM. Arquitetura da paisagem entre o Pinturesco, Olmsted e o Moderno [thesis]. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo; 2008.
- [16] Schuyler D, Censer J, ed. The Papers of Frederick Law Olmsted. Baltimore and London: Johns Hopkins University Press ;1992. Volume 4, The Years of Olmsted, Vaux & Company; 1865-1874.
- [17] Spirn AW. O Jardim de Granito, a natureza no desenho da cidade. São Paulo: Edusp, 1995.
- [18] Marx, MA. Cidade no Brasil, terra de quem? São Paulo: Melhoramentos; 1980.
- [19] Delson RM. Novas vilas para o Brasil-Colônia: planejamento espacial e social no Século XVIII. Brasília: Ed. ALVA-CIORD; 1997.
- [20] Andrade RA Construção da Paisagem Urbana no Brasil. Processos e práticas da Arborização. In: Vasconcellos VM; Terra CG; Andrade R; Trindade JA; Benassi AH. Arborização Urbana. Ensaios Historiográficos. Rio de Janeiro: EBA/UFRJ; 2004.
- [21] Reis Filho NG. Quadro da Arquitetura no Brasil. São Paulo: Perspectiva; 1970.
- [22] Lisboa KM. A Nova Atlântida de Spix e Martius: natureza e civilização na Viagem pelo Brasil (1817-1820). São Paulo: HUCITEC: FAPESP; 1997.
- [23] Kury L. Viajantes-naturalistas no Brasil oitocentista: experiência, relato e imagem. Hist. cienc. saúde-Manguinhos. 2001; 8 (supl.): 863-80.
- [24] Lopes MM. O Brasil descobre a pesquisa científica: os museus e as ciências naturais no século XIX. São Paulo: HUCITEC: Editora UNB; 2009.
- [25] Bernardini SP. A dureza do fazer. A práxis na urbanística de Saturnino de Brito a partir do seu plano de saneamento para a cidade de Santos (1905-1910). Rev. Risco [Internet]. 2016 [cited 2024 Jul 08]; 22: 47-62. Available from: <https://doi.org/10.11606/issn.1984-4506.v0i22p47-62> doi: 10.11606/issn.1984-4506.v0i22p47-62
- [26] Benchimol JL. Pereira Passos: um Haussmann tropical. A renovação urbana da cidade do Rio de Janeiro no início do século XX. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, Divisão de Editoração, 1992.
- [27] Toledo BL. Prestes Maia e as origens do Urbanismo moderno. São Paulo: Empresa das Artes, 1996.
- [28] Leme MCS, org. Urbanismo no Brasil 1895-1965. São Paulo: Studio Nobel; FAU USP FUPAM;1999.
- [29] Enokibara M, Ferrari DC, Rosa AS. Sala de Aula na TV — episódio sobre a Palmeira Imperial. Bauru: TV Unesp;2021 Nov. 16 [cited 2024 Jul 08]. Vídeo: 31 min 44 s. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=kV6EY31deVY>

- [30] Guaraldo E. Repertório e Identidade: espaços públicos em São Paulo 1890-1930 [thesis]. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo; 2002.
- [31] Hetzel B; Negreiros S, org. Glaziou e as raízes do Paisagismo no Brasil. Rio de Janeiro: Manati; 2011.
- [32] Enokibara M, Romero LB. Alberto Löfgren e o estudo sobre os nomes populares das plantas “indígenas” do estado de São Paulo (1894) [Internet]. In: Constantino NRT, Jeane AR, Rosin GR Benini SM, organizadoras. Paisagem: natureza, cultura e o imaginário. Tupã: ANAP, 2017. [cited 2024 Jul 08]. p. 89-112. Available from: <https://www.amigosdanatureza.org.br/biblioteca/livros/item/cod/162>
- [33] Romero LB, Enokibara M. Repertório vegetal da arborização urbana do Estado de São Paulo no início do Século XX. Rev. Nac. Gerenc. Cidades, [Internet]. 2018 [cited 2024 Jul 08]; 6(39): 76-94. Available from: <https://doi.org/10.17271/2318847263920181786> doi: 10.17271/2318847263920181786
- [34] Hoehne FC. Arborização Urbana. São Paulo: Instituto de Botânica; 1944.
- [35] Carvalho GB., Enokibara M. “Arborização Urbana” (1944): a atualidade do livro de Frederico Carlos Hoehne. Rev. Nac. Gerenc. Cidades [Internet]. 2018 [cited 2024 Jul 08]; 6(43): 25-40. Available from: <https://doi.org/10.17271/2318847264320181896> doi:10.17271/2318847264320181896
- [36] Guaraldo E. Paisagem e Paisagismo na Primeira República [dissertation]. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo; 1996.

Capítulo 2

FERRAMENTAS GLOBAIS PARA APOIAR A GESTÃO DA PAISAGEM URBANA, POLÍTICAS E PROJETOS QUE PROMOVAM A SAÚDE E O BEM-ESTAR HUMANOS

*Por David J. Nowak
USDA Forest Service*

As árvores urbanas oferecem inúmeros benefícios à sociedade, incluindo o resfriamento das temperaturas do ar, a redução do uso de energia em edifícios e do dióxido de carbono (CO₂) atmosférico, a melhoria da qualidade do ar e da água, a mitigação do escoamento pluvial e das inundações, o fortalecimento da saúde humana e do bem-estar social, além da redução dos impactos do ruído [1]. Nos Estados Unidos, estima-se que as árvores urbanas gerem mais de 18,3 bilhões de dólares por ano em valor devido a diversos serviços: remoção de poluentes do ar (5,4 bilhões), redução do uso de energia em edifícios (5,4 bilhões), sequestro de carbono (4,8 bilhões) e emissões evitadas de poluentes (2,7 bilhões) [2]. Muitos outros benefícios ainda precisam ser quantificados.

Além dos benefícios das florestas urbanas, existem diversos custos associados ao plantio, manutenção e remoção de árvores, bem como a projetos paisagísticos inadequados, que podem aumentar os custos ambientais (por exemplo, alergias causadas por pólen, aumento do uso de energia no inverno devido à sombra das árvores, alterações na biodiversidade local causadas por espécies invasoras ou exóticas). Compreender os custos e benefícios relacionados às árvores urbanas pode levar a uma gestão, políticas e projetos mais eficazes para melhorar o ambiente urbano por meio das árvores.

A importância das árvores e florestas urbanas tende a aumentar nos próximos anos, à medida que as populações urbanas crescem e as áreas urbanas se expandem. Estima-se que a população urbana global aumente em mais 2,5 bilhões de pessoas até 2050, elevando a proporção da população urbana mundial para 68% [3]. Nos Estados Unidos, a área urbana deverá passar de 3,6% (27,4 milhões de hectares) em 2010 para 8,6% (66,0 milhões de hectares) em 2060 [2].

Enquanto a população e as áreas urbanas estão em expansão, a cobertura arbórea nas cidades vem diminuindo nos últimos anos. Nas áreas urbanas existentes, a média global de cobertura arbórea urbana teve uma leve, porém estatisticamente significativa, queda de 26,7% para 26,5% (c. 2012-2017); uma perda de cerca de 40 mil hectares por ano. Paralelamente à perda de árvores, houve um aumento da cobertura impermeável, que cresceu significativamente de 24,3% para 25,9% (326 mil hectares por ano) em nível global [4]. A redução da cobertura arbórea e o aumento de superfícies impermeáveis nas cidades elevam tanto as temperaturas do ar quanto o escoamento de água. Essas mudanças ambientais, somadas ao aumento previsto das temperaturas globais devido às mudanças climáticas, representarão grandes desafios para os gestores urbanos no esforço de preservar a saúde e o bem-estar humanos em um mundo cada vez mais urbanizado.

2.1. Orientando as paisagens para um futuro melhor

Para conduzir as florestas urbanas rumo a um futuro saudável que proporcione benefícios ideais à sociedade, o primeiro passo é fazer um levantamento da composição e distribuição atual da floresta (Figura 1). Embora os gestores municipais saibam que há árvores em suas cidades, esse recurso não pode ser devidamente gerido e mantido sem informações básicas sobre o mesmo. Frequentemente, os gestores sabem quantas pessoas, carros, edifícios, postes de luz, entre outros elementos urbanos existem, mas possuem pouca ou nenhuma informação sobre os recursos vegetais. Gerir uma cidade sem compreender seus recursos arbóreos é como administrar um supermercado sem saber o que há nas prateleiras.

Com base nessas informações iniciais, é possível estimar o valor atual dos benefícios e serviços prestados pela floresta urbana, e elaborar planos para manter ou ampliar esses benefícios para as gerações futuras. Uma vez que os planos florestais são desenvolvidos e implementados, a estrutura da floresta pode ser reavaliada para verificar se houve mudanças conforme o esperado ou planejado (Figura 2). Esse processo de reavaliação, ou monitoramento, é essencial para entender como as florestas urbanas estão se transformando e para orientá-las em direção ao estado futuro desejado.

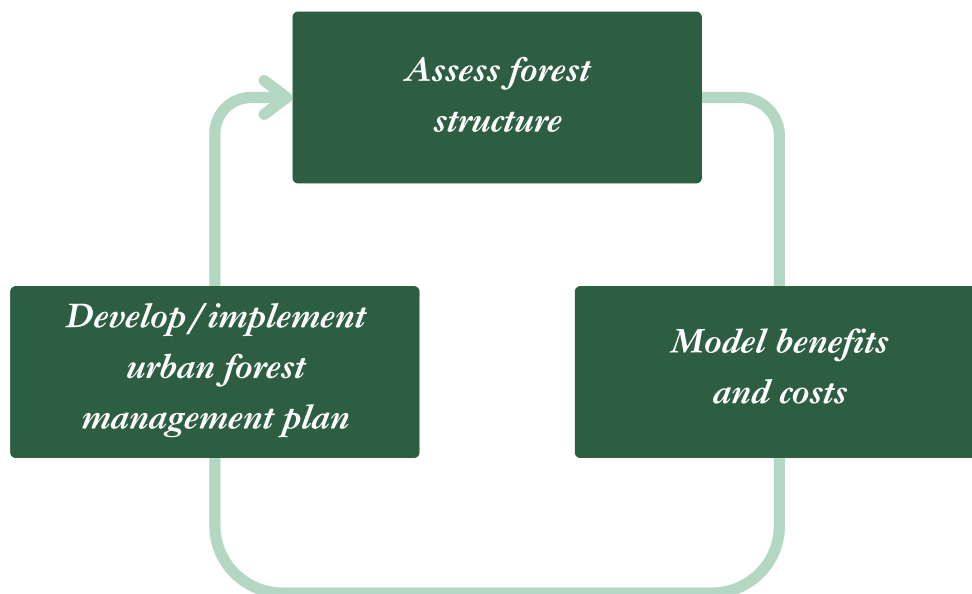
Nos Estados Unidos, o Serviço Florestal do Departamento de Agricultura (USDA Forest Service) estabeleceu um programa de inventário e monitoramento de florestas urbanas para auxiliar na gestão municipal [5]. Esse programa utiliza o modelo *i-Tree Eco* (www.itreetools.org) para ajudar na avaliação dos serviços ecossistêmicos e dos valores das florestas. O *i-Tree* também está sendo integrado a dados de inventários de florestas rurais, com o objetivo de avaliar os serviços ecossistêmicos e os valores derivados dessas áreas.

Figura 2.1 – Imagem aérea em cores realçadas da cidade de Nova Iorque, ilustrando as variações na cobertura vegetal ao longo da paisagem urbana.



Fonte: Elaboração a partir de dados do Satélite Sentinel-2.

Figura 2.2 – Ciclo de avaliações e monitoramento das florestas urbanas para a manutenção dos benefícios florestais ao longo do tempo.



Fonte: Elaborado por Zabotto Ambiental a partir de Nowak [6].

2.2. *i-Tree*: Ferramentas de coleta de dados para melhorar a gestão, o planejamento e os projetos de florestas urbanas

O *i-Tree* (www.itreetools.org) é um conjunto de ferramentas de *software* desenvolvido pelo Serviço Florestal do USDA, pela empresa Davey Tree Expert e diversos parceiros por meio de uma colaboração público-privada (Figura 3). Essas ferramentas foram criadas para envolver populações urbanas e rurais na avaliação e valorização de seus recursos florestais, na compreensão de riscos florestais e no desenvolvimento de planos de gestão sustentável das florestas, com o objetivo de melhorar a qualidade ambiental e a saúde humana. As ferramentas permitem avaliar tanto árvores individuais quanto florestas em áreas urbanas e rurais. A visão do *i-Tree* é promover a melhoria da saúde das florestas e das pessoas por meio de tecnologias gratuitas, acessíveis e fáceis de usar, que incentivem o engajamento global na gestão e na resiliência florestal.

Figura 2.3 – *i-Tree* logotipo



Fonte: *i-Tree*.

Para alcançar essa visão, o *i-Tree* continua a desenvolver ferramentas com os seguintes objetivos principais:

- Avaliar e monitorar os recursos florestais locais;
- Compreender os serviços e valores proporcionados pelas árvores e florestas;
- Avaliar riscos às populações florestais e humanas;
- Desenvolver planos de manejo florestal sustentáveis;
- Melhorar a qualidade ambiental e a saúde humana;
- Selecionar espécies arbóreas e locais de plantio adequados;
- Engajar partes interessadas e o público em geral.

Ao atingir esses objetivos, os usuários do *i-Tree* podem criar paisagens florestais saudáveis, sustentáveis e resilientes ao longo do *continuum* urbano-rural. O propósito deste artigo é apresentar uma visão geral das ferramentas do *i-Tree* que podem ser utilizadas em um contexto global.

2.3. O conceito do *i-Tree*

A premissa básica por trás do *i-Tree* é ilustrada na Figura 4. A estrutura refere-se às informações físicas do recurso florestal (por exemplo, número de árvores, composição de espécies, tamanhos e localização das árvores, área foliar etc.). Esses atributos são diretamente medidos pelos usuários ou estimados pelo *i-Tree* com base nas medidas estruturais.

A partir dos dados de estrutura, juntamente com dados ambientais locais (como dados meteorológicos), diversas funções das árvores (por exemplo, trocas gasosas, crescimento) são estimadas. Essas funções são então convertidas em serviços ecossistêmicos (como remoção de poluentes), utilizando outros dados locais (por exemplo, concentrações de poluentes).

Esses serviços são convertidos em benefícios (como ar mais limpo e impactos positivos na saúde humana), com base em dados adicionais (por exemplo, condições atmosféricas locais, dados populacionais). Por fim, os benefícios são convertidos em valores econômicos por meio de diferentes métodos e procedimentos econômicos.

Os objetivos da gestão florestal normalmente visam melhorar a saúde ambiental, a saúde humana e/ou os valores econômicos das florestas. No entanto, os gestores não atuam diretamente sobre as funções ou valores — eles manejam a estrutura florestal (isto é, plantam e removem árvores, protegem as florestas existentes e escolhem espécies e locais) com o intuito de otimizar os serviços e os valores florestais.

Contudo, os gestores não são os únicos a influenciar a estrutura florestal. A floresta existente e o ambiente local exercem uma influência significativa por meio da regeneração natural, crescimento e mortalidade das árvores, tempestades, pragas, doenças, plantas invasoras e outros fatores. Dentro dessas influências ambientais também estão os efeitos colaterais não intencionais das ações humanas e do desenvolvimento (como introdução de espécies exóticas, pragas, aumento da temperatura do ar e da poluição, mudanças climáticas etc.). Pessoas e natureza atuam constantemente na alteração da estrutura florestal e, conseqüentemente, nos serviços e valores que essa floresta oferece.

Figura 2.4 – Diagrama ilustrando o processo básico do *i-Tree*.



Fonte: Elaborado por Zabotto Ambiental a partir do *i-Tree*.

As ferramentas do *i-Tree* fornecem informações sobre a estrutura das florestas que auxiliam os gestores ao revelar a composição de espécies, tamanhos, localizações e potenciais riscos florestais (como pragas e doenças), além de dados sobre diversos serviços, custos e valores (Tabela 1). As avaliações podem ser realizadas com base em dados de campo ou por meio de dados obtidos por imagens aéreas (por exemplo [7]). Os métodos utilizados pelas ferramentas estão descritos em detalhes em [8-9].

Tabela 2.1 – Benefícios e custos das árvores quantificados e em desenvolvimento no *i-Tree*.

Efeito no ecossistema	Atributo	Quantificado	Valorado
Atmosférico	Temperatura do ar	●	○
	Emissões evitadas	●	●
	Uso de energia em edifícios	●	●
	Sequestro de carbono	●	●
	Armazenamento de carbono	●	●
	Conforto humano	○	
	Pólen	○	
	Remoção de poluentes	●	●
	Transpiração	●	
	Radiação ultravioleta	●	○
	Emissões de comp. orgânicos voláteis	●	
Comunitário / Social	Estética / Valorização imobiliária	○	○
	Alimentos / Fármacos	○	
	Índices de saúde	○	
	Produtos florestais	○	○
Terrestre	Áreas socialmente vulneráveis	●	
	Biodiversidade	○	
	Plantas invasoras	●	
	Ciclagens de nutrientes	○	
Aquático	Habitat de fauna silvestre	●	
	Escoamento superficial evitado	●	●
	Inundações	○	○
	Interceptações de chuvas	●	
	Temperatura de cursos d'água	●	
	Qualidade das águas	●	○

● = atributo atualmente quantificado ou valorado no *i-Tree*

○ = atributo em desenvolvimento no *i-Tree*

Fonte: *i-Tree*.

2.4. Ferramentas *i-Tree*

A suíte de modelagem *i-Tree* é composta por diversas ferramentas, sendo que algumas delas podem ser utilizadas fora dos Estados Unidos. O *i-Tree Eco* é o programa central da *suíte i-Tree*. Essa ferramenta utiliza dados de campo obtidos por amostragem ou inventário para avaliar a estrutura da floresta, os serviços ecossistêmicos e seus respectivos valores para qualquer população arbórea. Os resultados incluem: número de árvores, distribuição dos diâmetros, diversidade de espécies, remoção de poluentes do ar e efeitos sobre a saúde, armazenamento e sequestro de carbono, redução do escoamento superficial, emissões de compostos orgânicos voláteis (VOCs), redução da radiação ultravioleta (UV) e impactos no consumo de energia dos edifícios.

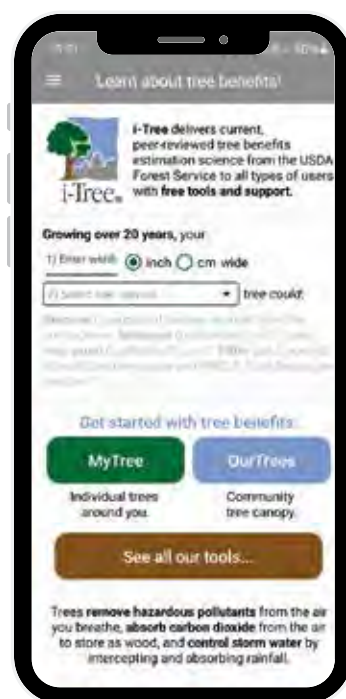
O programa opera com dados de árvores coletados em campo, além de dados meteorológicos e de poluição atmosférica locais em base horária. O *i-Tree Eco* foi projetado para orientar o usuário de forma simples e completa desde a configuração do projeto até a coleta e análise dos dados. Possui diversas funcionalidades para facilitar o uso, incluindo programas para seleção de parcelas, entrada de dados por dispositivos móveis (Figura 5), geração e exportação de tabelas e gráficos, além da criação automática de relatórios. Adicionalmente, o *i-Tree Eco* permite realizar projeções futuras sobre o número total de árvores, a cobertura do dossel e os serviços ecossistêmicos e valores associados. Devido à necessidade de coleta local de dados em campo, o *i-Tree Eco* fornece as estimativas mais precisas dos benefícios proporcionados pelas árvores.

O programa foi desenvolvido para funcionar prontamente nos Estados Unidos, Canadá, México, Austrália, Europa, Colômbia, Coreia do Sul e em algumas cidades internacionais selecionadas. Outros países em desenvolvimento incluem Nova Zelândia e Ucrânia. Para áreas que ainda não possuem versões nacionais do *i-Tree Eco*, o programa *i-Tree Database* (ver abaixo) pode ser utilizado para habilitar o *i-Tree Eco* para essas regiões.

i-Tree Database é uma ferramenta *online* que permite a usuários internacionais enviarem dados locais geográficos (ex.: latitude, longitude), de poluição e precipitação para importação no *i-Tree*. Uma vez processados esses dados, os usuários podem rodar o *i-Tree Eco* para sua cidade ou região. Também é possível visualizar e submeter informações de novas espécies arbóreas, contribuindo para a construção de um banco de dados global de árvores.

i-Tree Canopy é uma ferramenta baseada na *web* que permite aos usuários interpretar visualmente imagens aéreas do Google de sua área, de forma rápida e fácil, para gerar estimativas

Figura 2.5 – Os dados do *i-Tree* podem ser coletados em dispositivos móveis.



Fonte: *i-Tree*.

estatísticas da cobertura arbórea e de outros tipos de cobertura (ex.: gramados, edificações, água), com cálculos de incerteza associados. É uma forma simples, rápida e econômica de gestores públicos e urbanos estimarem com precisão as coberturas do solo. O *i-Tree Canopy* pode ser usado em qualquer parte do mundo onde existam imagens do Google de alta resolução e sem nuvens. Imagens históricas também podem ser usadas para análises de mudanças ao longo do tempo. Os usuários podem desenhar sua área de análise, carregar arquivos *shapefile* ou utilizar limites geográficos pré-carregados. Os resultados incluem resumos e um mapa com pontos codificados por cores. Alguns serviços ecossistêmicos e valores das árvores também são estimados com base em condições ambientais dos EUA, Reino Unido ou da Suécia.

i-Tree Design é uma ferramenta *online* que utiliza mapas do Google e permite ao usuário desenhar a planta de sua casa para visualizar como as árvores ao redor afetam o uso e a economia de energia, além de outros serviços ambientais e valores. Os usuários podem adicionar várias árvores e visualizar os benefícios atuais, futuros e passados. O *i-Tree Design* atualmente funciona nos Estados Unidos e no Canadá, mas pode ser adaptado para qualquer região onde o *i-Tree Eco* esteja disponível.

MyTree é um aplicativo simples e *online*, voltado para dispositivos móveis, que permite aos usuários quantificarem facilmente os benefícios e valores de árvores individuais. O programa usa condições ambientais dos Estados Unidos e do Canadá para estimar os benefícios locais das árvores, mas pode ser desenvolvido para uso global em regiões que já utilizam o *i-Tree Eco* e o *i-Tree Design*. Uma nova funcionalidade foi adicionada, permitindo ao usuário “marcar” árvores em um banco de dados global para auxiliar no monitoramento populacional e na educação sobre árvores. Essa ferramenta tem o potencial de se tornar um inventário arbóreo universal, apoiando iniciativas como o *Trillion Trees*.

i-Tree Hydro Research Suite é voltado para pesquisa e simula os efeitos de mudanças na cobertura arbórea e de superfícies impermeáveis no fluxo de água e na qualidade da água em uma bacia hidrográfica, com base em dados horários. Possui rotinas de calibração automática para adequar os resultados do modelo aos dados medidos de fluxo de água. Gera tabelas e gráficos mostrando as alterações no fluxo e na qualidade da água de acordo com as mudanças na cobertura da bacia. Esta ferramenta pode ser utilizada globalmente, desde que existam dados suficientes de clima, fluxo hídrico e demais entradas requeridas.

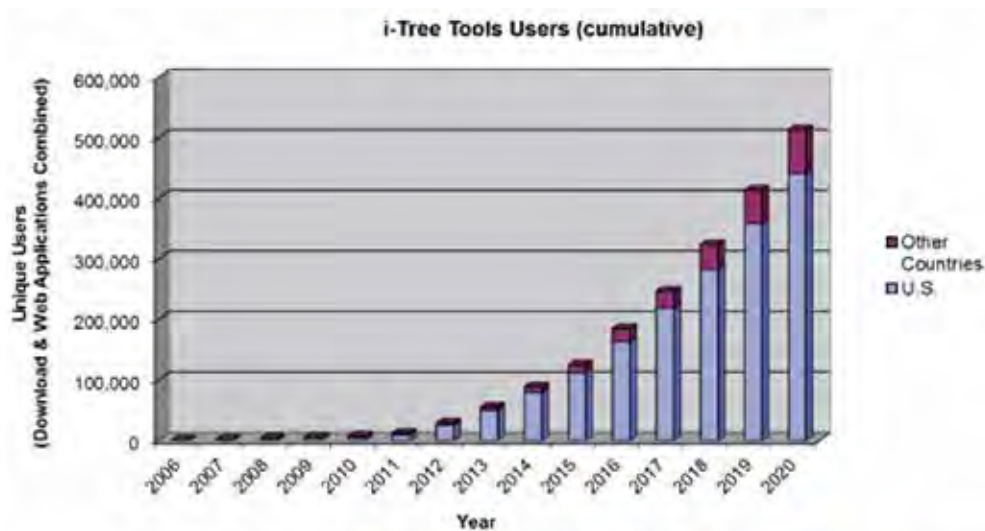
i-Tree Species é uma ferramenta *online* desenvolvida para ajudar os usuários a selecionarem as espécies arbóreas mais apropriadas com base nas funções ambientais desejadas e na localização geográfica. Baseia-se em avaliações do desempenho funcional de várias espécies na maturidade. A maioria das espécies presentes na ferramenta é de clima temperado.

Outras ferramentas do *i-Tree* existem, mas atualmente só funcionam nos Estados Unidos. As ferramentas *i-Tree* têm sido usadas para apoiar planos de manejo florestal, justificar programas de plantio de árvores, proteger os recursos arbóreos urbanos e obter apoio financeiro para programas de arborização urbana [10]. Elas facilitam o processo para que qualquer pessoa possa avaliar os recursos florestais urbanos locais e seu valor, representando o primeiro passo essencial para a criação de cidades mais saudáveis por meio das árvores.

2.5. Uso do *i-Tree*

Desde seu lançamento em 2006, o uso do *i-Tree* cresceu exponencialmente para atender à demanda global (Figura 6). Até o final de 2020, mais de 513.000 usuários únicos haviam utilizado os produtos *i-Tree* em 159 países (82% de todos os países do mundo) (Figura 7).

Figura 2.6 – Número cumulativo de usuários únicos do *i-Tree* (2006-2020). Foram necessários 12 anos para alcançar o primeiro quarto de milhão de usuários, mas apenas 3 anos para atingir o segundo quarto de milhão.



Fonte: *i-Tree*.

Figura 2.7 – Distribuição global dos usuários do *i-Tree* (2006-2020).



Fonte: *i-Tree*.

2.6. Projetos internacionais

O desenvolvimento do *i-Tree Eco* acelerou a coleta e a análise de dados de florestas urbanas e rurais em todo o mundo, com mais de 18.000 projetos *i-Tree Eco* registrados (Figura 8). Essa coleta de dados internacional tem fornecido informações valiosas que ampliam a compreensão sobre os benefícios e valores das florestas, promovem uma gestão florestal mais eficaz e ajudam a entender os padrões e variações nos serviços ecossistêmicos e nos valores das florestas urbanas.

Por meio de um processo padronizado de coleta de dados, o *i-Tree Eco* se estabelece como um padrão global para coleta e análise de dados de florestas urbanas. Ao explorar os relatórios de diversas cidades ao redor do mundo (Tabela 2), os gestores podem descobrir como colegas internacionais estão utilizando dados florestais urbanos para expandir o conhecimento sobre florestas urbanas e aprimorar sua gestão.

Figura 2.8 – Distribuição dos projetos *i-Tree Eco* conhecidos.



Fonte: *i-Tree*.

Tabela 2.2 – Exemplo de análises globais do *i-Tree*.

País	Cidade/localização	Referência
Austrália	Múltiplas cidades	2020 Vision 2014 [11]
	Perth	Saunders et al. 2012 [12]
Canadá	Edmonton	City of Edmonton 2012 [13]
	Halifax	Foster and Duinker 2017 [14]
	Oakville	McNeil and Vava 2006 [15]
	Peel Region	TRCA 2011 [16]
	Toronto	Nowak et al. 2013b [17]
Chile	Santiago	Escobedo et al. 2006 [18]

(continua)

(continuação)

País	Cidade/localização	Referência
China	Dalian	Wang et al. 2018 [19]
	Luohe	Song et al. 2020 [20]
	Shenzhen	Wu et al. 2019 [21]
Colômbia	Medellín	del Pilar Arroyave-Maya et al. 2019 [22]
República Dominicana	Santo Domingo	Bauer et al. 2016 [23]
Inglaterra	London	Rogers et al. 2015 [24]
	Torbay	Rogers et al. 2011 [25]
França	Estrasburgo	Selmi et al. 2016 [26]
Alemanha	Duisburgo	Scholz et al. 2018 [27]
Hungria	Szeged	Kiss et al. 2015 [28]
Iraque	Atrush forest	Qaro and Akrawee 2020 [29]
Irlanda	Belfast	Mills et al. 2016 [30]
	Dublin	Mills et al. 2016 [30]
Itália	Bolzano	Russo et al. 2016 [31]
México	Mérida	de la Concha et al. 2018 [32]
	Praia de Carmen	de la Concha and Reynoso 2017 [33]
Holanda	Múltiplas cidades	Loeffen et al. 2019 [34]
Noruega	Oslo	Cimburova and Barton 2020 [35]
Portugal	Porto	Graça et al. 2017, 2018 [36] [37]
Escócia	Edimburgo	Hutchings et al. 2012 [38]
Espanha	Barcelona	Chaparro and Terradas 2009 [39]
	Madri	Millán et al. 2017 [40]
	Santa Cruz de Tenerife	Millán et al. 2020 [41]
Suíça	Genebra	Guinaudeau 2016 [42]
	Zurique	Wälchli 2012 [43]
Estados Unidos	Chicago, IL	Nowak et al. 2013a [44]
	Houston, TX	Nowak et al. 2017 [45]
	Nova Iorque, NY	Nowak et al. 2018 [46]
	San Juan, Porto Rico	Brandeis et al. 2014 [47]
	Washington, DC	Nowak et al. 2006 [48]

Fonte: *i-Tree*.

2.7. Desenvolvimentos internacionais futuros

Através de parcerias internacionais e financiamento adicional, a equipe do *i-Tree* planeja continuar aprimorando a base científica dos modelos, incorporar novos serviços ecossistêmicos e valores, além de expandir o desenvolvimento e a aplicação das ferramentas globalmente (por exemplo, adicionando novas versões nacionais). Entre os novos serviços e valores ecossistêmicos em desenvolvimento estão os efeitos das árvores na temperatura de cursos d'água [49], na temperatura do ar [20] e os impactos da temperatura do ar na saúde humana [51].

Alguns manuais e diversas documentações do *i-Tree* já foram traduzidos para vários idiomas (como espanhol, chinês, francês, alemão e coreano), mas ainda há necessidade de tradução para outras línguas. Atualmente, o foco internacional está na criação de modelos nacionais do *i-Tree Eco*, a fim de ampliar a adoção da ferramenta em diferentes países. Uma vez que o *i-Tree Eco* é desenvolvido para determinada nação, as ferramentas *i-Tree Design*, *Canopy* e *MyTree* também podem ser implementadas, auxiliando na conscientização da população sobre os valores das árvores e no aprimoramento da gestão florestal.

Mais informações sobre o desenvolvimento internacional do *i-Tree* estão disponíveis em: https://www.itreetools.org/resources/intl_overview.php.

O objetivo final do *i-Tree* é desenvolver recomendações de boas práticas de manejo baseadas em dados florestais e ambientais locais. Essas recomendações ajudam os gestores a manter florestas saudáveis e funcionais, promovendo a saúde e o bem-estar humanos por meio da escolha adequada de espécies, localização e taxa de plantio de árvores para atingir os resultados desejados. O valor dos benefícios associados às árvores também pode ser utilizado para promover práticas sustentáveis de manejo florestal.

2.8. Considerações finais

Pelo fato de as florestas urbanas gerarem milhões de dólares em benefícios em escala local, investir em uma melhor compreensão desse recurso é fundamental. O primeiro passo para entender esse recurso é fazer um levantamento da situação atual e de seus valores. A partir desse conhecimento básico, é possível desenvolver planos de manejo florestal mais bem informados e monitorar as florestas para garantir que os resultados desejados dos planos sejam alcançados. Informações básicas sobre o estado do recurso são essenciais para uma melhor gestão e para o desenvolvimento de estratégias que otimizem os valores florestais, a saúde e o bem-estar humano, tanto para as gerações atuais quanto futuras.

Agradecimentos: Este trabalho foi financiado pela *Northern Research Station* do Serviço Florestal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). O autor agradece a Mike Binkley, Dan Crane e Eric Greenfield pelos comentários úteis em uma versão anterior deste manuscrito.

Aviso legal: O uso de nomes comerciais neste artigo é feito apenas para fins informativos e por conveniência dos leitores. Tal uso não constitui endosso oficial ou aprovação, por parte do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos ou do Serviço Florestal do USDA, de qualquer produto ou serviço em detrimento de outros que possam ser adequados.

2.9. Referências

- [1] Nowak DJ, Dwyer JF. Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In: Kuser J, editor. *Urban and community forestry in the Northeast*. New York: Springer; 2007. p. 25-46.
- [2] Nowak DJ, Greenfield EJ. US urban forest statistics, values and projections. *J For*. 2018;116(2): 164-77. [acesso 17 jul. 2024] Disponível em: <https://academic.oup.com/jof/article/116/2/164/4930764>

- [3] United Nations (UN). 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN [Internet]. 2018 [acesso 17 jul. 2024]. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
- [4] Nowak DJ, Greenfield EJ. Recent changes in global urban tree and impervious cover. *Urban For Urban Green*. 2020;49:126638. [acesso 17 jul. 2024] Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S161886671930295X>
- [5] Edgar CB, Nowak DJ, Majewsky MA, Lister TW, Westfall JA, Sonti NF. Strategic national urban forest inventory for the United States. *J For*. 2021;119(1):86-95. [acesso 17 jul. 2024] Disponível em: <https://academic.oup.com/jof/article/119/1/86/6013758>
- [6] Nowak DJ. Improving city forests through assessment, modelling and monitoring. *Unasylva*. 2018;69:30-6. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/55851>
- [7] Nowak DJ. A guide to assessing urban forests. NRS-INF-24-13. Newtown Square (PA): US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station; 2019. [acesso 17 jul. 2024] Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/50214>
- [8] Nowak DJ, Crane DE, Stevens JC, Hoehn RE, Walton JT, Bond J. A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. *Arboric Urban For*. 2008;34:347-58. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/19526>
- [9] Nowak DJ. Understanding i-Tree: summary of programs and methods. Gen Tech Rep NRS-200. Madison (WI): US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station; 2020. [acesso 17 jul. 2024] Disponível em: <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-200>
- [10] Driscoll CT, Lambert KF, Chapin FS, Hart C, Nowak DJ, Spies TA et al. Science and society: the role of long-term studies in environmental stewardship. *BioScience*. 2012;62(4):354-66.
- [11] 202020 Vision. Where are all the trees? An analysis of tree canopy cover in urban Australia [Internet]. 2014 [citado em 15 jan. 2025]. Disponível em: <http://202020vision.com.au/help-hub/the-research-hub/detail/?id=1868>
- [12] Saunders SM, Dade E, Van Niel K. An urban forest effects (UFORE) model study of the integrated effects of vegetation on local air pollution in the western suburbs of Perth, WA. In: 19th International Congress on Modelling and Simulation; 2011 dez. 12-16; Perth, Australia. Disponível em: https://www.itreetools.org/documents/353/Urban_Forest_Effects_Study_Perth_Western_Australia.pdf
- [13] City of Edmonton. Urban forest management plan: Edmonton's urban forest – taking root today for a sustainable tomorrow [Internet]. Edmonton: City of Edmonton; 2012 [acesso 15 jan. 2025]. Disponível em: https://www.edmonton.ca/residential_neighbourhoods/PDF/Urban_Forest_Management_Plan.pdf
- [14] Foster D, Duinker P. The HRM urban forest in 2016 [Internet]. Halifax: Dalhousie University, School for Resource and Environmental Studies; 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21478.32324>
- [15] McNeil J, Vava C. Oakville's urban forest: our solution to our pollution [Internet]. 2006. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: <https://www.itreetools.org/resources/reports/Oakville's%20Urban%20Forest.pdf>
- [16] Toronto and Region Conservation Authority (TRCA). Peel Region urban forest strategy [Internet]. Toronto: TRCA; 2011. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: https://www.itreetools.org/documents/336/Peel_Urban_Forest_Strategy.pdf

- [17] Nowak DJ, Hoehn RE, Bodine AR, Greenfield EJ, Ellis A, Endreny TE et al. Assessing urban forest effects and values: Toronto's urban forest. USDA For Serv North Res Stn Res Bull NRS-79. Newtown Square (PA); 2013. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/43543>
- [18] Escobedo FJ, Nowak DJ, Wagner JE, Luz de la Maza C, Rodriguez M. The socioeconomics and management of Santiago de Chile's public urban forests. *Urban For Urban Green*. 2006; 4:105-14. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2005.12.002>
- [19] Wang X, Yao J, Yu S, Miao C, Chen W, He X. Street trees in a Chinese forest city: structure, benefits and costs. *Sustainability*. 2018;10(3):674. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10030674>
- [20] Song P, Kim G, Mayer A, He R, Tian G. Assessing the ecosystem services of various types of urban green spaces based on i-Tree Eco. *Sustainability*. 2020;12(4):1630. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/4/1630>
- [21] Wu J, Wang Y, Qiu S, Peng J. Using the modified i-Tree Eco model to quantify air pollution removal by urban vegetation. *Sci Total Environ*. 2019;688:673-83.
- [22] Arroyave-Maya MP, Posada-Posada MI, Nowak DJ, Hoehn RE. Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el Valle de Aburrá. *Colomb For*. 2019;22(1):5-16.
- [23] Bauer J, Pérez ME, Olivero S. Technical report: i-Tree urban forest assessment in Santo Domingo's Colonial City [Internet]. USFS International Institute of Tropical Forestry; 2016. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: https://www.itreetools.org/documents/395/a01__iTree%20ColonialCity_eng_mar16.pdf
- [24] Rogers K, Sacre K, Goodenough J, Doick K. Valuing London's urban forest: results of the London i-Tree Eco Project [Internet]. London: Treeconomics; 2015. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: https://www.itreetools.org/documents/354/Valuing_Londons_Urban_Forest.pdf
- [25] Rogers K, Jarratt T, Hansford D. Torbay's urban forest: assessing urban forest effects and values. Treeconomics; 2011. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: https://www.itreetools.org/documents/348/Torbay_UF_Report.pdf
- [26] Selmi W, Weber C, Rivière E, Blond N, Mehdi L, Nowak D. Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg city, France. *Urban For Urban Green*. 2016;17:192-201.
- [27] Scholz T, Hof A, Schmitt T. Cooling effects and regulating ecosystem services provided by urban trees — novel analysis approaches using urban tree cadastre data. *Sustainability*. 2018; 10(3):712. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10030712>
- [28] Kiss M, Takacs Á, Pogacsas R, Gulyas Á. The role of ecosystem services in climate and air quality in urban areas: evaluating carbon sequestration and air pollution removal by street and park trees in Szeged (Hungary). *Morav Geogr Rep*. 2015;23:36-46.
- [29] Qaro SAM, Akrawee ZM. Assessment of carbon storage and sequestration by using i-Tree program for Atrush forest/north of Iraq. *Iraqi J Agric Sci*. 2020;51(Special). [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: <https://doi.org/10.36103/ijas.v51iSpecial.884>
- [30] Mills G, Anjos M, Brennan M, Williams J, McAleavey C, Ningal T. The green 'signature' of Irish cities: an examination of the ecosystem services provided by trees using i-Tree Canopy software. *Irish Geogr*. 2016;48(2):62-77.
- [31] Russo A, Escobedo FJ, Zerbe S. Quantifying the local-scale ecosystem services provided by urban treed streetscapes in Bolzano, Italy. *AIMS Environ Sci*. 2016;3:58-76.

- [32] de la Concha H, Cano MLR, Burgos AG. Inventario del arbolado urbano de la ciudad de Mérida [Internet]. Media Ciudad Blanca; 2018. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: https://www.itreetools.org/documents/207/Inventario_Urbano_Merida_imprmir_en_dos_caras.pdf
- [33] de la Concha H, Reynoso R. Resultados del inventario urbano de Playa del Carmen, Q. Roo. Agrinet Tecnologia Forestal; 2017.
- [34] Loeffen M, Copijn O, Custers M, van Kuik F et al. De BATEN van BOMEN: resultaten van i-Tree Eco in Nederland. Platform i-Tree Netherlands; 2019.
- [35] Cimburova Z, Barton DN. The potential of geospatial analysis and Bayesian networks to enable i-Tree Eco assessment of existing tree inventories. *Urban For Urban Green*. 2020;55:126801.
- [36] Graça MS, Gonçalves JF, Alves PJ, Nowak DJ, Hoehn R, Ellis A et al. Assessing mismatches in ecosystem services proficiency across the urban fabric of Porto (Portugal): the influence of structural and socioeconomic variables. *Ecosyst Serv*. 2017;23:82-93.
- [37] Graça M, Alves P, Gonçalves J, Nowak DJ, Hoehn R, Farinha-Marques P et al. Assessing how green space types affect ecosystem services delivery in Porto, Portugal. *Landsc Urban Plan*. 2018;170:195-203.
- [38] Hutchings T, Lawrence V, Brunt A. Estimating the ecosystem services value of Edinburgh's trees [Internet]. Edinburgh: Forestry Commission; 2012. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: https://www.forestresearch.gov.uk/documents/5204/FR_Hand_iTreeEval_Edinburgh_2018.pdf
- [39] Chaparro L, Terradas J. Ecological services of urban forest in Barcelona [Internet]. Bellaterra: CREAF, Universitat Autònoma de Barcelona; 2009. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: <https://www.itreetools.org/documents/302/Barcelona/%20Ecosystem/%20Analysis.pdf>
- [40] Millán J, Gonzalo A, Gómez F, Nowak D. Valor del bosque urbano de Madrid [Internet]. Dasotec; 2017. [acesso 20 jan. 2025] Disponível em: https://www.itreetools.org/documents/549/Valor_Bosque_Urbano_Madrid.pdf
- [41] Millán J, Gonzalo A, Nowak D. The value of Santa Cruz de Tenerife's urban forest: effects on air quality, reducing contamination and resident's health [Internet]. Dasotec; 2020. 82 p.
- [42] Guinaudeau B. Ecosystem services of isolated trees in Canton of Geneva [thesis]. Geneva: Université de Genève; 2016.
- [43] Wälchli G. Ökosystemdienstleistungen als ökonomische Strategie? i-Tree: ein Instrument für die Wertermittlung von Stadtbäumen [thesis]. Zurich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften; 2012.
- [44] Nowak DJ, Hoehn RE, Bodine AR, Crane DE, Dwyer JF, Bonnewell V et al. Urban trees and forests of the Chicago region. USDA For Serv North Res Stn Res Bull NRS-84. Newtown Square (PA); 2013.
- [45] Nowak DJ, Bodine AR, Hoehn RE, Edgar CB, Riley G, Hartel DR et al. Houston's urban forest, 2015. USDA For Serv South Res Stn Res Bull SRS-211. Newtown Square (PA); 2017.
- [46] Nowak DJ, Bodine AR, Hoehn RE, Ellis A, Hirabayashi S, Coville R et al. The urban forest of New York City. USDA For Serv North Res Stn Res Bull NRS-117. Newtown Square (PA); 2018.
- [47] Brandeis TJ, Escobedo FJ, Staudhammer CL, Nowak DJ, Zipperer WC. San Juan Bay Estuary watershed urban forest inventory. USDA For Serv South Res Stn Gen Tech Rep SRS-190. 2014.

- [48] Nowak DJ, Hoehn R, Crane DE, Stevens JC, Walton JT. Assessing urban forest effects and values: Washington DC's urban forest. USDA For Serv North Res Stn Res Bull NRS-1. 2006.
- [49] Abdi R, Endreny T, Nowak D. A model to integrate urban river thermal cooling in river restoration. *J Environ Manage.* 2020;258:110023.
- [50] Yang Y, Endreny TA, Nowak DJ. A physically-based local air temperature model. *J Geophys Res Atmos.* 2013;118:1-15.
- [51] Sinha P, Coville RC, Hirabayashi S, Lim B, Endreny TA, Nowak DJ. Urban tree cover saves lives from extreme heat. *Ecol Model.* 2021;449:109553.





PLANT LIFE

Apresentação

ARBORIZAÇÃO URBANA, BEM-ESTAR E ÁREAS NATURAIS

A arborização urbana é fundamental para a qualidade de vida das pessoas e pode ser entendida como uma iniciativa, um programa ou uma política pública. Mas ela é sobretudo uma característica da qualidade das áreas urbanas. Lembrando que, particularmente no Brasil e na América Latina, a maior parte da população vive em cidades. A ciência vem demonstrando, com novos resultados divulgados quase a cada dia, que as árvores e as áreas naturais nos meios urbanos e periurbanos são cruciais para a promoção da saúde e do bem-estar. E isso é progressivamente mais importante com a emergência climática que já chegou entre nós. Tais qualidades são reforçadas quando há uma distribuição da vegetação por toda a cidade, por exemplo com árvores isoladas combinadas com áreas naturais, verdes e azuis, concentradas, por exemplo, em parques.

Seus resultados positivos estão associados ao lazer, ao conforto psicológico, ao incentivo a exercícios físicos e à convivência social, assim como à redução de danos dos eventos climáticos cada vez mais intensos e frequentes. Pode não ser fácil compreender a emergência climática em razão das toneladas de carbono lançadas na atmosfera, mas percebemos os danos que uma enchente e outras catástrofes causam. Por outro lado, ainda que no dia a dia pensemos na necessidade de mais habitações e possamos até defender mais vias de transporte, não há quem não aprecie a paisagem agradável de uma cidade arborizada e parques disponíveis. As árvores contribuem sobremaneira para a estabilidade térmica, especialmente ao amenizar as ondas de calor intenso – as quais, já se sabe, prejudicam não só o conforto e o bem-estar, mas a saúde, e reduzem a longevidade. As áreas naturais promovem a infiltração das águas, evitando ou reduzindo as consequências de chuvas cada vez mais concentradas, não raro desastrosas para a economia e para nossas vidas.

Além das árvores nas calçadas, as áreas verdes e azuis podem estar dispersas, como em canteiros de avenidas, cantos da urbanização em loteamentos, praças e outros espaços menores, assim como devem estar presentes em áreas mais significativas, como parques urbanos, parques lineares, florestas urbanas, unidades de conservação e outros tipos de áreas conservadas ou protegidas. Apenas a sua existência já é um fator positivo. É por meio dos espaços livres, de árvores e áreas verdes que as cidades respiram – e, com elas, sua população, residente e visitante. Assim, seria melhor que esses conjuntos estivessem organizados, planejados e geridos em sistemas

– especialmente municipais, mas com apoios estaduais e nacionais –, que buscassem sua ampliação, sua manutenção e a melhoria do acesso e da qualidade da interação entre as pessoas e esses elementos naturais.

Nesse sentido, é importante que o conceito de arborização urbana inclua também as áreas naturais, organizadas em sistemas de áreas verdes e azuis, conservadas ou protegidas, as quais deveriam ser promovidas por políticas públicas e programas. Tais espaços verdes e azuis são sempre importantes, mas, quando há vida silvestre, quando representam fragmentos dos ecossistemas naturais de suas regiões, trazem mais qualidade às cidades. Dessa forma, precisamos resgatar o planejamento adequado das cidades, reconhecer e promover as iniciativas adequadas de arborização, assim como gerar um movimento que nos leve a políticas públicas e programas nacionais, estaduais e municipais de áreas naturais, verdes e azuis, conservadas ou protegidas, organizadas em sistemas.

Dr. Cláudio Carrera Maretta

Pesquisador e ex-presidente do ICMBio
(Instituto Brasileiro de Gestão de Áreas Protegidas)

Capítulo 3

VIVEIRISTAS, COLETORES DE SEMENTES E DIVERSIDADE GENÉTICA NA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Marcio Carlos Navroski, Mariane de Oliveira Pereira, Enéas Ricardo Konzen, Felipe Manzoni Barbosa e Flávia Gizele König Brun

3.1. Destaques deste capítulo

1. A coleta de sementes deve priorizar árvores matrizes diferentes e espaçamento adequado para garantir diversidade genética e qualidade das mudas;
2. Viveiros bem localizados com drenagem eficiente, iluminação natural e infraestrutura adequada são fundamentais para a produção de mudas;
3. A identificação do ponto de maturação, o tipo de fruto e o comportamento fisiológico das sementes garante a viabilidade;
4. O sucesso na produção depende de substratos adequados, sistemas de irrigação, adubação específica e recipientes apropriados para cada fase de crescimento;
5. Tutoramento, podas, controle de pragas e padrões de qualidade como altura mínima e raiz bem desenvolvida asseguram mudas aptas ao meio urbano.

3.2. Introdução

Frequentemente, no século passado, a arborização urbana foi realizada com espécies nativas e/ou exóticas, sem estudos pormenorizados de sua adequabilidade para os ambientes urbanos ou, então, limitados pelos métodos da época. Neste século, há uma promoção mais intensa de estudos diagnósticos para produzir mudas de espécies que se adequem aos espaços urbanos.

Dentre os critérios que balizam a escolha das espécies adequadas está a ocorrência destas árvores em populações nativas no entorno das cidades, assim como as fitofisionomias em que se inserem. Por exemplo, ao delinear um plano de arborização para uma cidade que se encontre circundada por floresta ombrófila mista, sugere-se que o projeto englobe o uso de espécies nativas desta tipologia florestal. Para cidades que estão distribuídas em áreas do bioma Pampa, pode-se optar por espécies de butiazeiros, como *Butia odorata*. Espécies presentes em diversas regiões fitogeográficas, como é o caso da palmeira jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), que é comumente utilizada em projetos de arborização, podem ser utilizadas em diversas cidades brasileiras.

Ao selecionar uma espécie nativa e representante de formações florestais típicas da região, potencializam-se as interações ecológicas entre animais polinizadores e dispersores de sementes entre árvores presentes nos espaços urbanos e as formações nativas que circundam as cidades. É importante que árvores plantadas sequencialmente ao longo de ruas, avenidas, praças e parques de cidades sejam provenientes de coletas de sementes de árvores distintas no ambiente de origem. Desse modo, há maior probabilidade de que estas árvores sejam geneticamente diferentes.

Ao se escolher uma espécie, se faz necessária a obtenção de informações sobre o sistema de reprodução predominante. Deve-se considerar a distância mínima entre árvores para coleta de sementes. Uma distância de pelo menos 100 m entre árvores matrizes deve ser considerada na ocasião de uma coleta, conforme metodologia da Embrapa Florestas [1]. No entanto, a dispersão de pólen e sementes a partir de uma matriz, no geral, varia entre espécies arbóreas. Outro aspecto é o número de indivíduos dos quais serão coletadas sementes. Para espécies arbóreas, convencionou-se a coleta de diversas árvores matrizes, frequentemente de pelo menos 20 [2].

A seleção das árvores matrizes deve ser baseada naquelas que apresentem características como: tronco ereto; porte desejável para o ambiente em que serão implantadas as mudas; copa ampla, ausência de ataques de pragas e de doenças que possam ser devidas à suscetibilidade genética, ou algum evento local, com possibilidade de ser transmitido às sementes, dentre outros fatores. Das melhores árvores, serão realizadas as coletas de sementes, identificadas por indivíduo (marcação para controle), produzidas as mudas e, em condições de viveiro, selecionadas as progênies mais adequadas para utilização no projeto de arborização.

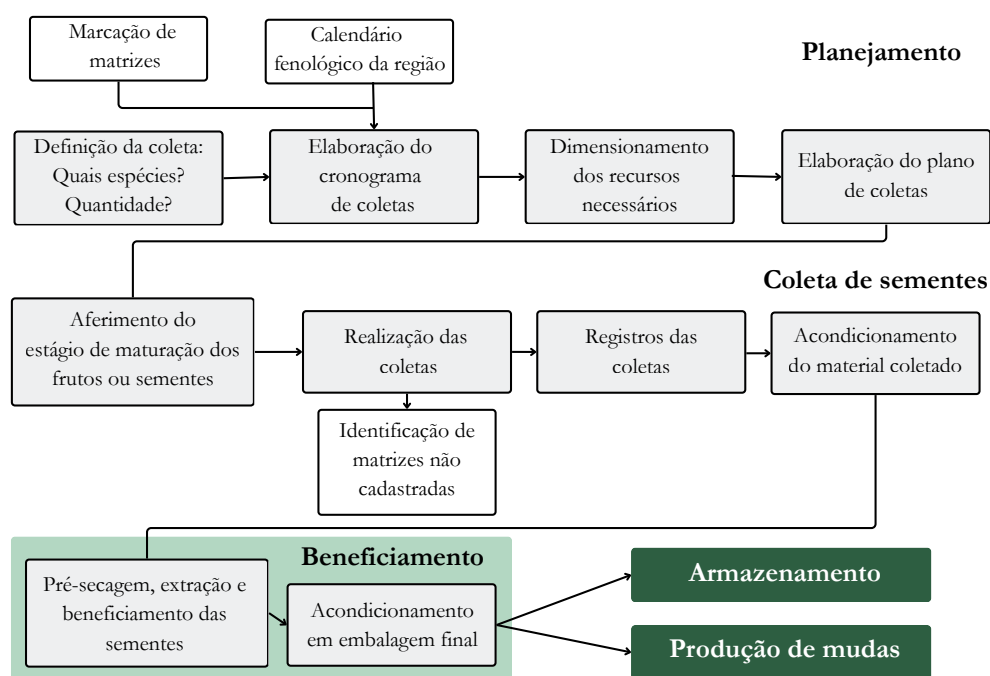
3.3. Coleta de sementes, fenologia e armazenamento

A produção de mudas para suprir a demanda da arborização é influenciada pelo uso de lotes de sementes que atendam aos critérios de qualidade genética, física, sanitária e fisiológica. Para isso, é necessária a elaboração prévia de um plano de coleta. O plano deve ser elaborado com até um ano de antecedência das atividades de coleta e produção de mudas (Figura 1). Nesse sentido, conhecer a fenologia de cada espécie é fundamental para a orientação da coleta de sementes [3].

Com base na fitofisionomia local e na demanda de mudas, a equipe pode planejar as atividades de coleta a partir de algumas perguntas prévias:

- Quais as espécies da região que podem ser utilizadas na arborização?
- Qual é a quantidade de sementes necessária para a produção de mudas visando suprir a demanda do projeto? O excedente pode ser armazenado?
- Qual é o tempo necessário para a extração das sementes e beneficiamento até o momento da semeadura?

O cronograma de coletas deve ser desenvolvido com base nas respostas a essas perguntas. Dentro deste contexto, é de suma relevância o estudo do comportamento fenológico e a influência dos fatores climáticos das espécies arbóreas em áreas urbanas, para que se possa inferir sobre as espécies que melhor se adaptam e se apresentam mais vigorosas com possibilidade para a obtenção, futuramente, de mudas provenientes de árvores matrizes da própria composição paisagística da arborização [4].

Figura 3.1 – Atividades envolvidas na produção de sementes para a arborização urbana.

Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

3.4. Maturação e coleta

O momento ideal para a coleta de sementes é baseado no ponto de máxima maturidade fisiológica, quando a semente tem o maior acúmulo de matéria seca, tolerância à dessecação e apresenta a maior capacidade de germinação. Geralmente, a fase final de maturação dos frutos/sementes baseia-se em algum indicador morfológico, como coloração do fruto, deiscência ou presença de dispersores. Coletores experientes podem aferir a maturidade coletando uma pequena quantidade de frutos ou sementes, para avaliação visual. Outro aspecto relevante é a coleta de sementes, que pode ser feita de três maneiras: coleta de frutos e sementes do chão; coleta nas árvores com ferramentas; e coleta com equipamento de escalada.

A coleta de frutos e sementes diretamente do chão pode ser vantajosa pela facilidade, porém deve ser levado em conta que esses materiais podem conter pragas e doenças. A coleta nas árvores com o uso de ferramentas permite a obtenção de sementes antes que sejam dispersas. Geralmente envolvem o uso de ferramentas como podão e material para escalada, no caso das árvores mais altas.

3.5. Tipos de frutos e comportamento fisiológico e armazenamento das sementes

Os frutos classificam-se em carnosos e em secos deiscentes e indeiscentes. A extração de sementes em frutos carnosos é geralmente feita da seguinte forma: os frutos são deixados de molho até a polpa amolecer e depois lavados com água corrente sobre peneiras para remover a polpa. Após, as sementes podem ser postas sobre peneiras de malha fina na sombra, para a secagem do excesso de água, tal como em pitanga (*Eugenia uniflora*).

Os frutos secos deiscentes devem ser postos em peneiras ou bandejas, à sombra, para a pré-secagem e liberação das sementes pela abertura espontânea do fruto, como por exemplo em angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), em que as vagens se abrem naturalmente quando secam. Esses frutos secos indeiscentes não abrem espontaneamente, nesse caso a extração deve ser feita manualmente com podões ou mecanizada, com o uso de processadores forrageiros para quebrar frutos muito duros, como em timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*).

A equipe responsável pela coleta deve conhecer a possibilidade de armazenamento das espécies de interesse, sendo fundamental na tomada de decisão entre semeadura direta após a coleta e possibilidade de armazenamento. Quanto à tolerância à dessecação (secagem) e capacidade de armazenamento, sementes florestais podem ser classificadas em três categorias: ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias.

- I) Ortodoxas:** toleram dessecação até teores extremamente baixos de água, geralmente inferiores a 10%, e podem ser armazenadas a baixas temperaturas (negativas) por um longo período. Nessa classe, enquadram-se a maioria dos frutos secos deiscentes e indeiscentes, como em jacarandá (*Jacaranda micrantha*), pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*) e pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*).
- II) Recalcitrantes:** são sensíveis à dessecação, com elevado teor de água (entre 20% e 50%), apresentando baixo potencial de armazenamento. Não se recomenda o armazenamento por longos períodos e a baixas temperaturas. Exemplo: 2 a 3 meses para cerejeira (*Eugenia involucrata*) e pitanga (*Eugenia uniflora*).
- III) Intermediárias:** mantêm a viabilidade com teor de água moderado, entre 10% e 15%, além da capacidade intermediária de armazenamento, não suportando temperaturas abaixo de zero. Secagem abaixo desses limites pode comprometer a viabilidade, podendo-se citar como exemplos a caúna (*Ilex brevicauspis*) e a cabreúva (*Myrocarpus frondosus*).

O ambiente de armazenamento deve prover condições adequadas de umidade e temperatura. O armazenamento pode ser realizado em câmaras frias ou secas, bem como em refrigeradores com temperatura controlada.

3.6. Testes de viabilidade e superação de dormência

Sementes coletadas diretamente do solo ou em épocas inadequadas podem apresentar baixa viabilidade. Testes de germinação devem ser realizados de acordo com as recomendações estabelecidas nas Regras para análise de sementes [5] e Instruções para análise de sementes de espécies florestais [6]. De maneira prática, a equipe pode optar pelo teste de emergência em viveiro. Esse teste não é realizado em laboratório e tem como objetivo caracterizar a emergência das sementes coletadas diretamente no substrato. O viveirista pode semear uma pequena amostra de sementes em tubetes ou sementeiras e aferir a emergência do lote semanalmente. Sementes recalcitrantes podem ser semeadas em canteiros para a formação de um banco de plântulas, para depois serem repicadas para embalagens maiores, conforme for necessário.

Sementes dormentes apresentam bloqueio à germinação mesmo em condições ideais de temperatura, água, luz e oxigênio [6]. Tratamentos pré-germinativos para algumas espécies

florestais podem ser encontrados nas Regras para análise de sementes ou Instruções para análise de sementes de espécies florestais [5,6]. As sementes podem apresentar dormência exógena do tipo física ou endógena dos tipos fisiológica ou morfológica, além da dormência combinada [7], sendo:

- I) Dormência física:** é decorrente da impermeabilidade do tegumento ou pericarpo à absorção de água. A superação da dormência física pode ser feita com escarificação mecânica por meio da abrasão das sementes com lixa; imersão em água aquecida de 80 a 100 °C por um período de 24 horas; em alguns casos pode ser aplicada a escarificação ácida, na qual as sementes são imersas em ácido sulfúrico por alguns minutos e em seguida são lavadas em água corrente.
- II) Dormência fisiológica:** esse tipo de dormência está relacionado à presença de mecanismos fisiológicos, como inibidores químicos ou gênicos da espécie que impedem a protrusão da raiz. Ocorrem de maneira geral em espécies de clima temperado que necessitam de temperaturas baixas no inverno para germinar.
- III) Dormência morfológica:** relacionada a sementes que são dispersas ainda com o embrião em fase de desenvolvimento. Para sementes com esse tipo de dormência, recomenda-se a estratificação em areia fina peneirada. Em uma bandeja perfurada é colocada uma camada de areia, uma camada de sementes e outra camada de areia. Esse recipiente deve receber água diariamente até a emergência das sementes de 15 dias a 6 meses.
- IV) Dormência combinada:** algumas espécies podem apresentar os dois tipos de dormência em suas sementes, como a morfofisiológica.

3.7. Produção de mudas

3.7.1. Viveiros florestais

Os viveiros florestais são considerados a base dentro de um processo produtivo, sendo responsáveis pelo abastecimento de mudas para implantação de plantios florestais, recuperação de áreas degradadas e arborização urbana. Nas últimas décadas, o avanço na qualidade de mudas produzidas é decorrente da melhora significativa das estruturas e dos métodos de produção em viveiros.

É possível classificar os viveiros florestais em dois tipos, quanto às suas estruturas: permanentes ou temporárias. Para a produção de mudas destinadas à arborização urbana, geralmente são utilizados viveiros permanentes, locais onde as estruturas são construídas visando à maior durabilidade [8]. Viveiros temporários podem ser necessários em alguns casos, em especial quando há demanda de mudas para a arborização em curto espaço de tempo. Por exemplo: um município compra uma grande quantidade de mudas de menor porte e vai conduzi-las até o porte ideal para o plantio nas ruas ou nos espaços públicos. No caso de viveiros temporários, as estruturas geralmente são mais simples, utilizando-se materiais como madeira, sombrite e outros de menor custo e maior facilidade de instalação e/ou aquisição.

Em relação aos objetivos de produção, os viveiros podem ser comerciais, destinando-se à venda de mudas, ou não comerciais. Os não comerciais geralmente são conduzidos por órgãos públicos, como instituições de pesquisa, universidades e viveiros municipais, ou por ONGs. Uma grande parcela das mudas destinadas à arborização urbana é originária de viveiros não comerciais.

3.8. Condições ideais para instalação de viveiros florestais

O local para instalação de um viveiro florestal determina o êxito do empreendimento, assim como a qualidade das mudas formadas [9]. É necessário observar alguns pontos-chave para que o local seja adequado. É muito importante possuir disponibilidade de água no local, com quantidade e qualidade adequadas. Mudas de espécies florestais são produzidas principalmente em recipientes, o que demanda água de forma contínua para as frequentes irrigações. Nos casos em que a água é oriunda de rios com passagem em áreas urbanas ou industriais, recomenda-se uma análise de qualidade da água.

A facilidade de acesso é importante, pois determina a chegada de produtos, consumidores e compradores até o viveiro, bem como viabiliza o deslocamento dos colaboradores, considerando-se um viveiro com turnos diários. Viveiros instalados próximos a centros consumidores possuem maior facilidade para o gerenciamento da comercialização e disponibilização de mudas. Atualmente, com a possibilidade de venda *online*, existe uma maior facilidade de viveiros serem instalados a uma certa distância do centro consumidor, contudo deve-se levar em consideração a facilidade de logística e fretes.

O local de instalação deve possuir boa radiação solar, ser bem arejado e resguardado de ventos fortes. Viveiros arejados e ensolarados têm reduzida incidência de doenças e possibilitam a produção de mudas de forma mais precoce e rustificadas. É importante evitar a instalação próximo a locais com árvores localizadas na face norte e que possam provocar sombreamento nas estruturas do viveiro. No Sul do Brasil, ocorrem muitos dias nublados durante o outono e inverno, assim toda a luz solar deve ser aproveitada pelas plantas. Quando for necessário sombrear as mudas, em algum momento do ano ou do processo de produção, é possível providenciar telas de sombrite, telados de *nylon* ou outras coberturas [10].

A declividade do terreno e a limpeza do local de instalação do viveiro também devem ser observadas. A área do viveiro deve priorizar declividades entre 2 e 3% para evitar acúmulo de água no solo. Não é recomendado instalar o viveiro em áreas com declividade acentuada, o que pode prejudicar o manejo e a produção das mudas. Caso a declividade seja maior do que 3%, indica-se a construção de patamares nivelados [8]. O local também deve ser livre de plantas infestantes e de difícil controle.

A drenagem no interior das estruturas de produção é um importante aspecto. Alta umidade e presença de água parada podem ocasionar o aparecimento de doenças, além de dificultar o manejo das plantas. No momento da instalação das estruturas (casa de vegetação ou casa de sombra), recomenda-se a realização de intervenções para drenagem do terreno, como a construção de valetas (drenos) que vão conduzir a água da chuva e da irrigação para fora da área produtiva. O preenchimento dos drenos deve ser feito com cascalho fino ou brita mais grossa, possibilitando maior drenagem da água. Existem várias maneiras de se posicionar o sistema de drenagem no terreno, porém as mais utilizadas são o tipo espinha de peixe e a drenagem em paralelo [9].

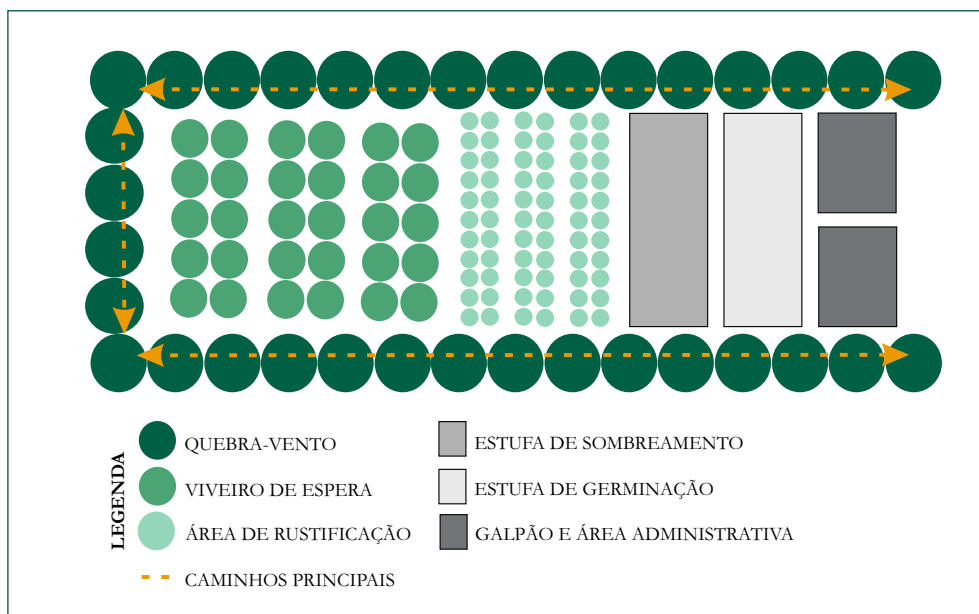
A disponibilidade de energia elétrica também é um fator fundamental para a escolha do local do viveiro. A maioria dos viveiros, especialmente aqueles que são automatizados, necessita de energia elétrica para o funcionamento de bombas e controle da irrigação. É importante contar com geradores de energia para eventuais quedas de energia elétrica.

3.9. Infraestrutura para produção de mudas

A infraestrutura adequada na produção de mudas para arborização urbana varia conforme a possibilidade de investimento do viveiro e os objetivos da produção. Existem muitas diferenças e possibilidades de estruturas produtivas, como casas de vegetação, casas de sombra, áreas para rustificação, entre outras. Algumas estruturas básicas servem de apoio aos trabalhos do viveiro, como escritório, casa do viveirista e galpão de depósito para insumos e materiais. Na Figura 2, apresenta-se a distribuição espacial das infraestruturas necessárias para um viveiro com fins de arborização urbana.

As estruturas mais importantes em um viveiro de produção de mudas, independentemente do seu tamanho, são suas áreas produtivas, como as casas de vegetação, casas de sombra e áreas de aclimação/rustificação. Um viveiro bem planejado deve ter entre 50% e 60% da área total como área produtiva. As casas de vegetação, popularmente chamadas de estufas, são estruturas cobertas com material transparente, que podem ser vidro, acrílico ou polietileno (o que é mais comum). Servem de proteção contra chuvas fortes, vento, granizo e, no Sul do Brasil, contra o frio nas estações outono e inverno. Além de proteger, as estufas mantêm as temperaturas adequadas nos dias mais frios e durante a noite, aumentando o crescimento das plantas. Na produção de mudas para arborização, estas estruturas serão utilizadas na primeira fase de condução das plantas, como na germinação e no crescimento inicial das mudas.

Figura 3.2 – Croqui esquemático de infraestruturas que compõem um viveiro para fins de arborização urbana.



Fonte: Elaborado por Zabotto Ambiental a partir de Brun, F. G. K. et al. [4].

As dimensões das casas de vegetação variam conforme a quantidade de mudas que se deseja produzir. Recomenda-se que estruturas maiores ($> 200 \text{ m}^2$) tenham no mínimo 2,5 m de pé direito, para ampliar a circulação de ar, como pode ser visualizado na Figura 3a.

As casas de sombra são estruturas fundamentais na produção de mudas para arborização, muitas vezes mais importantes do que as casas de vegetação em função da maior permanência das mudas

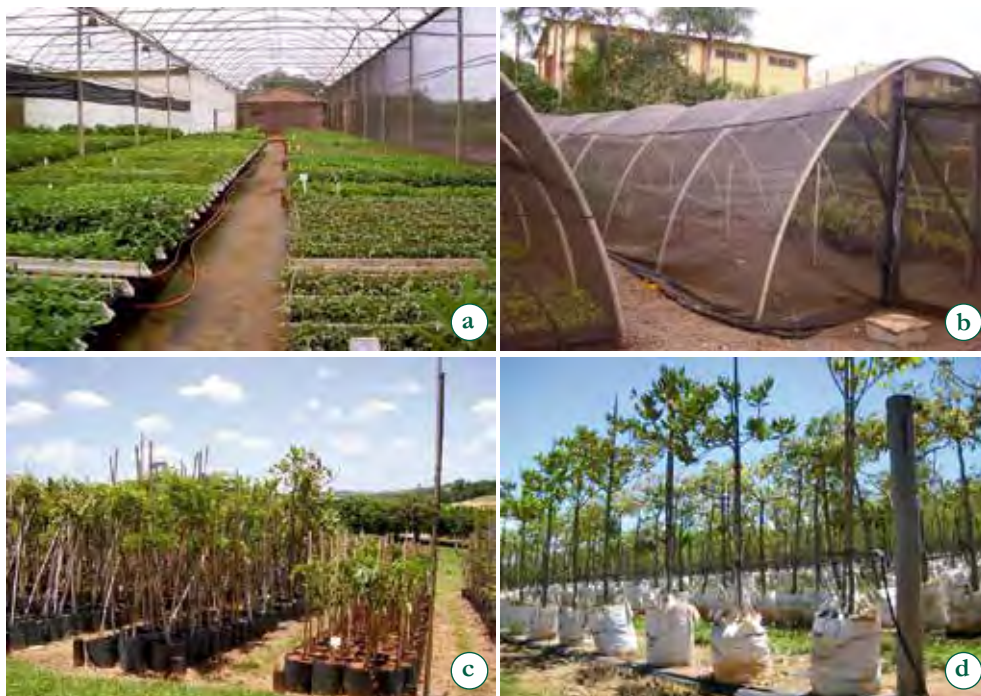
no viveiro. Podem ser construídas em metal, madeira ou concreto, cobertas com sombrite tipo *nylon* ou ráfia. Geralmente a intensidade de sombra destas casas é de 30-40%, podendo ser maior ou menor conforme o local e as espécies produzidas, como pode ser visualizado na Figura 3b.

A área de aclimação é o local que representa a etapa final da produção de mudas. Geralmente, na arborização urbana esta fase divide-se em dois ciclos:

- **Rustificação inicial:** é marcada pelo emprego de embalagens de maiores dimensões, como sacos plásticos e vasos de polipropileno de até 14 L.
- **Modificações no regime de irrigação:** substituição de uma irrigação com menor vazão (microaspersão/nebulização) para irrigação por aspersão e início das práticas de tutoramento e de podas para condução das mudas para o meio urbano, permanecendo até por volta de 1 ano de viveiragem [4].

Na aclimação, geralmente não há cobertura, privilegiando a incidência direta do sol. Também é adotado um regime reduzido de irrigação e adubação, como pode ser visualizado na Figura 3c.

Figura 3.3 – a) Casa de vegetação para germinação; b) Casa de sombra em arco recoberta com sombrite; c) Área de rustificação inicial; d) Fase de rustificação final ou de viveiro de espera.



Fonte: Autores.

Na fase de rustificação final ou de viveiro de espera, o objetivo é completar o desenvolvimento da muda até sua implantação no meio urbano (por volta de 2 a 5 anos, dependendo da espécie produzida), nesta fase, a partir dos 18 meses. Procede-se novamente a troca de embalagens de 25 L para > 90 L (Figura 3d), que podem ser de polietileno chamadas de “bags” ou vasos de grandes dimensões (no caso de palmeiras), e se procedem as primeiras podas para conformação da muda ao ambiente urbano e suas adversidades e a modificação do sistema de irrigação de aspersão para o gotejamento [4].

O objetivo da passagem das mudas para estes locais é no sentido que as mesmas se acostumem com as condições que encontrarão ao serem transplantadas (ruas, parques, praças etc.), geralmente mais extremas do que aquelas observadas inicialmente no viveiro. Em termos de dinamicidade do trabalho, ergonomia e ganho em ocupação de área, redução do tempo de viveiragem, pode ser realizado o transplante do tubete diretamente em embalagens maiores que 25 L, pois garante redução do enovelamento de raízes, melhor desenvolvimento do sistema radicular, e com a agregação do torrão em uma única embalagem por todo o tempo de produção da muda.

3.10. Fatores de produção de mudas

Alguns fatores são considerados primordiais na produção de mudas. Destacam-se o sistema de irrigação, substrato mais adequado às espécies produzidas, adubação e recipiente utilizado em cada etapa de condução das mudas.

A irrigação na produção de mudas arbóreas é um dos pontos mais delicados e importantes, atuando diretamente na sobrevivência das plantas. Cada fase de produção possui necessidades diferentes de água. Na etapa de germinação das sementes, a irrigação deve ser leve, buscando-se fornecer água somente para manter o substrato úmido. Na fase de repicagem (quando realizada), deve-se tomar cuidado para fornecer boa quantidade de água ao longo do período de desenvolvimento da muda, pois mudas maiores necessitam de mais água. A frequência e intensidade de irrigação devem ser ajustadas em cada fase do desenvolvimento das plantas e em cada época do ano.

Quando as mudas forem pequenas, recomenda-se a irrigação por microaspersão, buscando-se menores danos às plantas e maior homogeneidade no processo. Quando as mudas possuírem tamanhos maiores (> 30 cm), o uso de aspersores é mais eficiente, pois proporciona uma gotícula maior e diminui o efeito guarda-chuva provocado pelas folhas das mudas. Na fase final, se as mudas estiverem em *bags* ou vasos grandes, o uso do gotejamento é mais vantajoso (Figura 4).

Figura 3.4 – Irrigação por gotejamento empregada na fase de produção final do viveiro de espera:
a) Sistema de gotejamento; b) Detalhe de gotejamento no solo.



Fonte: Autores.

A escolha de um substrato de boa qualidade e adequado para cada fase de cultivo também é importante na produção de mudas para a arborização urbana. A principal função do substrato é fornecer nutrientes à planta, além de dar-lhe sustentação e proporcionar condições adequadas de aeração, retenção e fornecimento de água. Algumas características que devem ser observadas

são a uniformização na composição, baixa densidade, porosidade, ser isento de pragas, doenças e ervas daninhas [11]. Misturas com a presença de materiais mais porosos e leves, como vermiculita, fibra de coco e casca de arroz carbonizada, misturados com produtos mais orgânicos e casca de pinus decomposta, apresentam bons resultados na produção de mudas, havendo boa disponibilidade destes materiais na região Sul do Brasil. Componentes mais orgânicos, esterco de animais e casca de pinus decomposta são indicados para a produção de mudas destinadas à arborização, principalmente na etapa final de produção, quando estas mudas serão alocadas em vasos, *bags* ou sacos plásticos de maiores tamanhos, permanecendo ainda por mais tempo no viveiro. Este tipo de mistura pode reduzir o custo com a adubação.

Na fase de rustificação/viveiro de espera, que compreende embalagens maiores, como sacos, vasos, *bags* e *big pots*, recomenda-se o emprego de formulações de substrato à base de solo e areia, misturados com materiais leves e orgânicos, como composto orgânico, esterco bovino, serragem decomposta, bagaço de cana, casca e acículas de pinus decompostas ou semidecompostas, casca de arroz carbonizada, resíduos sólidos urbanos e outros resíduos alternativos, entre outros.

Outro importante fator de produção de mudas é a fertilização. Na fase inicial de produção, quando as mudas estão em tubetes ou sacos plásticos, é comum o uso de fertilizantes de liberação controlada ou lenta, os quais são compostos por macro e micronutrientes encapsulados ou revestidos por resina. Esses nutrientes são liberados com mudanças de umidade e temperatura no substrato, em geral são mais eficientes que fertilizantes de pronta liberação, sendo que a formulação mais indicada para esta fase deve conter um maior percentual de fósforo. Apesar de vantajosos, devido à economia de tempo e mão de obra, e maior homogeneidade das mudas, fertilizantes de liberação controlada têm um maior custo.

Quando se faz uso de recipientes maiores, na fase de rustificação inicial e de viveiro de espera, é possível utilizar fertilizantes de pronta liberação, sendo a formulação mais indicada para esta fase o NPK 04-14-08, que apresenta menor custo, e vem a realizar a função de complementação aos nutrientes fornecidos pelas misturas de materiais orgânicos usados juntamente com o solo na embalagem. Contudo, é necessário tomar cuidado para que se utilizem dosagens adequadas, o que varia conforme o produto e o manejo adotado no viveiro. A maioria dos substratos não possui quantidade de nutrientes suficiente para o crescimento adequado das plantas em recipientes, devendo realizar-se a adubação de base e, quando necessário, de cobertura, no caso da fase de tubetes ou sacos plásticos de menores dimensões.

Na fase de rustificação inicial e viveiro de espera, as adubações de cobertura são sempre recomendadas, em vista do longo período de permanência da muda, até que se atinjam os padrões requeridos para o emprego em arborização urbana. Em geral, é realizada a cada seis meses no primeiro ano e complementada caso notada alguma deficiência nutricional. A adubação também é incorporada ao substrato no momento de troca de embalagens, em geral emprega-se o adubo de pronta liberação, pois, nesta fase, a mistura do substrato conta com solo e materiais orgânicos que liberam seus nutrientes de forma lenta. A principal vantagem da realização das adubações de cobertura, durante a fase de rustificação/viveiro de espera, é a redução do tempo de viveiragem. Além disso, uma muda mais bem nutrida enfrentará melhor as condições adversas dos solos urbanos, quando implantada em seu local definitivo de plantio.

Os recipientes utilizados devem estar de acordo com o processo de produção, sobretudo em mudas para arborização, que demandam maiores recipientes no estágio final de produção (rustificação/viveiro de espera). O processo de produção de mudas para arborização pode ser variável conforme a espécie, mão de obra, insumos e outros fatores. Apesar disso, geralmente adota-se a sequência: semeadura, repicagem para um recipiente menor, repicagem para um recipiente maior e definitivo.

A semeadura pode ser realizada em sementeiras para espécies com tamanhos maiores de sementes, com dormência ou com baixos índices de germinação, ou pode ser feita diretamente nos recipientes quando a taxa de germinação é alta. Nesta fase inicial, é possível efetuar a semeadura ou repicagem em tubetes rígidos de polipropileno, nos tamanhos de 180 ou 280 cm³ (ou variações superiores a estes), ou saquinhos plásticos de diferentes tamanhos disponíveis no comércio.

Os tubetes têm a vantagem de não enovelar as raízes, facilitando também o preenchimento e a movimentação das mudas dentro do viveiro, e podem apresentar vida útil de mais de 10 anos, se bem cuidados. Também é possível utilizar tubetes biodegradáveis, contudo, estes ainda são dependentes de um procedimento mecanizado específico para preenchimento, o que acaba elevando o custo e inviabilizando a produção de mudas em pequena ou média escala. Em média, a permanência das mudas para arborização urbana no tubete é de seis meses a um ano (varia de acordo com as espécies), sendo necessária sua transferência para os vasos, *bags*, *big pots*, ou até mesmo no solo, no caso de mudas que serão retiradas por maquinário ou sangria, para o local definitivo de plantio. Na Figura 5, apresentam-se os principais tipos de embalagens empregados na produção de mudas com fins de arborização urbana.

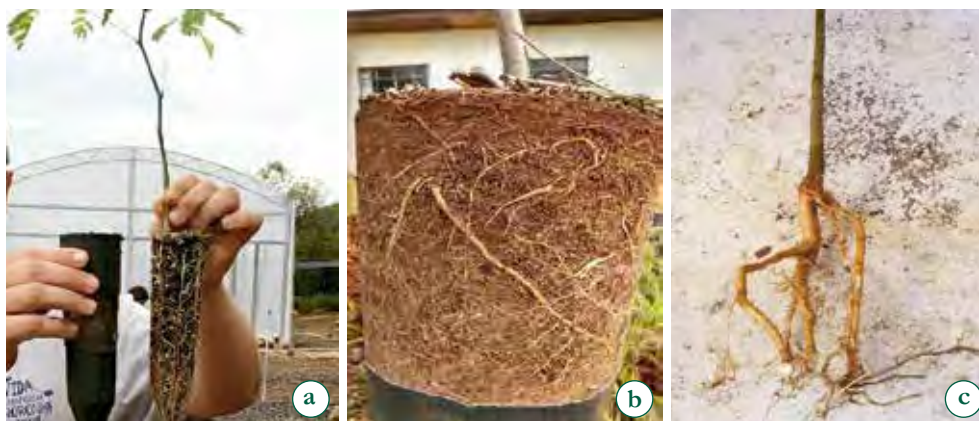
Figura 3.5 – Tipos de recipientes empregados nas diferentes fases de produção de mudas para arborização urbana: a) Sementeira em alvenaria; b) Caixa de germinação; c) Bandeja sementeira; d) Tubetes; e) Sacos plásticos; f) Vasos flexíveis; g) *Bags*; h) *Big pots*.



Fonte: Autores.

As embalagens de vasos do tipo “big pot” (Figura 5h e 5i) são empregadas para fins de paisagismo e ajardinamento de locais públicos internos (praças de alimentação em *shoppings*, aeroportos, mercados públicos), clubes, salões de eventos, e também externos, em vias públicas e calçadas, são vasos de materiais de plástico rígido, concreto e cerâmicos, possuem uma capacidade de até 2.500 litros, sendo possível o emprego com palmeiras e outras arbóreas de pequeno porte. As embalagens de maior tamanho, como vasos flexíveis de grandes dimensões (≥ 25 L) e bags (≥ 90 L), garantem o bom desenvolvimento do sistema radicular da planta, que é um dos principais fatores a serem observados em uma boa muda, e para que o padrão para arborização urbana seja atendido, que é de uma muda com altura acima de 2 m, em particular as raízes de ancoragem e capilares. Na Figura 6, apresenta-se a conformação do sistema radicular em diferentes embalagens nas fases de produção de mudas para arborização urbana.

Figura 3.6 – Conformação do sistema radicular de mudas para arborização urbana em diferentes embalagens: a) Muda de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*) em tubete de 250 cm³; b) Muda de pau-d’alho (*Gallesia integrifolia*) em vaso flexível de 25 litros; c) Sistema radicular enovelado e com raízes deformadas pela incompatibilidade entre porte da muda e embalagem para produção.



Fonte: Autores.

Outro sistema que é empregado para produção de mudas para arborização urbana, em especial de palmeiras, é o plantio da muda após o término da fase de tubete, saco plástico ou de vasos até 14 litros, diretamente no solo, mantendo-a por um tempo mínimo de 8 a 10 anos, ou até que a mesma atinja de 6 a 8 m em uma área dentro do viveiro, sendo retirada do solo somente no momento de plantio definitivo, como pode ser observado na Figura 7a.

A “sangria/desmame” da muda consiste no corte das raízes (poda) no diâmetro da área de copa (Figura 7b) de forma manual, escavação do torrão até o completo desligamento da muda do solo, e envolvimento do torrão da muda com lonas ou material plástico, para que se evite a desintegração do mesmo. A forma mecanizada (Figura 7c e 7d), para realização da retirada de mudas diretamente do solo para o plantio em local definitivo, consiste no emprego de maquinário próprio para esta finalidade montado sobre caminhões. As vantagens desse método são o maior volume do torrão a ser retirado no viveiro, menor quantidade de cortes e menor tempo de execução do plantio (melhor ritmo operacional), porém possui a desvantagem de alto custo na aquisição do maquinário.

Figura 3.7 – a) Sistema de produção de mudas de palmeira para arborização e paisagismo urbano com formação direta no solo, em um viveiro comercial; b) Processo de demarcação do dimensionamento do torrão para escavação; c) Abertura de cova; d) Retirada da muda; e) Plantio em canteiro central.



Fonte: Autores.

3.11. Tratos culturais das mudas no viveiro

Durante a produção das mudas, é importante efetuar tratos culturais específicos, controle de daninhas nas embalagens, tutoramento e podas de condução, limpeza e formação, e controle de pragas e doenças. O tutoramento no viveiro de espera é a sustentação da parte aérea da muda, auxiliando na formação de troncos mais retos, reduzindo a perda de mudas por quebras e acelerando o desenvolvimento. Os materiais empregados para o tutoramento são estacas de bambus ou de madeira e os amarrios podem ser feitos de barbante de algodão, borrachas e jutas. Na Figura 8, apresentam-se exemplos de tutoramento para mudas conduzidas em vasos flexíveis com irrigação por microaspersão e de *bags* de 90 litros, com sistema de irrigação por gotejamento.

Outro importante trato cultural nas mudas é a **poda**. O objetivo desta atividade é adequar as mudas às condições ao local de plantio, priorizando um tronco em haste única, livre de brotos e de copa elevada, com altura superior a 1,80 metro. A poda de condução livra o tronco das ramificações indesejadas ou brotações laterais, proporcionando às mudas um aspecto de árvore mais apical [12].

Os principais critérios que devem ser adotados para a execução das podas na fase de viveiro são: i) Galhos baixos que dificultam a passagem de pedestres e veículos deverão ser eliminados precocemente; ii) Galhos que cruzarão a copa ou com inserção defeituosa deverão ser eliminados antes que

os cortes se tornem muito difíceis; iii) O atrito de dois galhos provocará lesões enfraquecendo o lenho destes, portanto, tais galhos deverão ser eliminados [13].

Figura 3.8 – Procedimento para o tutoramento de mudas para arborização urbana em vasos flexíveis de 25 litros: a) Fixação do tutor; b, c) Amarrio em “8” da muda ao tutor (destacado em vermelho); d, e) Tutoramento de mudas em *bags* de 90 L diretamente no estaleiro.



Fonte: Autores.

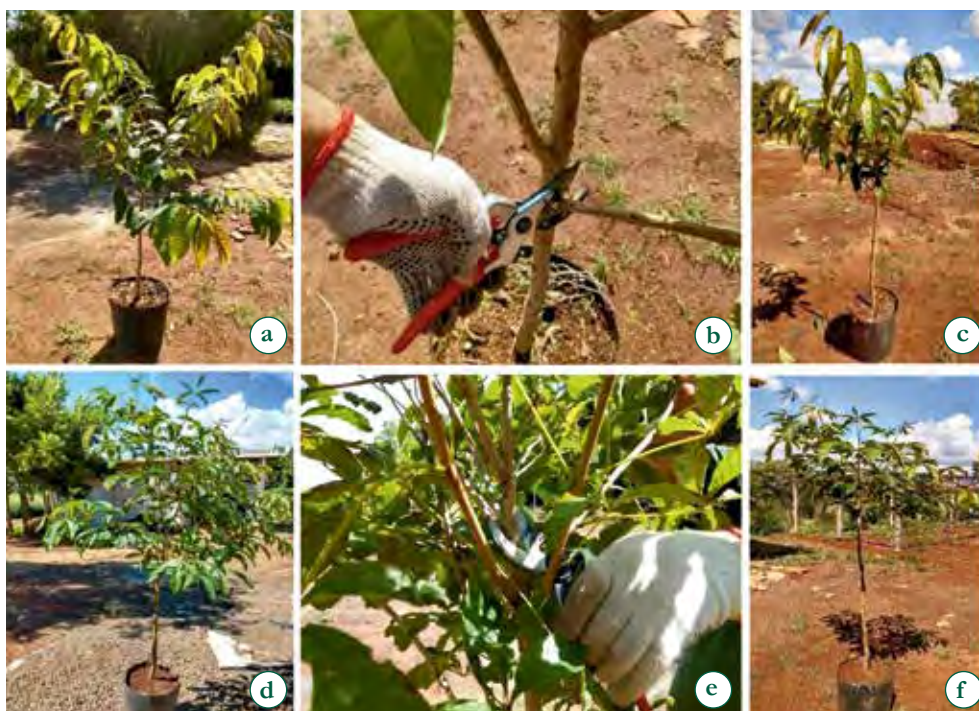
Os principais tipos de poda que são executados em mudas para fins de arborização urbana, na fase de viveiro de espera, são: poda de condução, limpeza e formação.

Poda de condução: Essa poda permite que o crescimento ocorra apenas pela gema terminal, permitindo uma moldagem por meio da retirada das brotações laterais da muda, para que ela atinja a altura mínima desejada (Figura 9a). **Poda de limpeza:** Consiste na retirada de ramos mal conformados e secos na copa da muda, ou atacados por pragas/doenças (Figura 9b). **Poda de formação:** É aplicada para direcionar o desenvolvimento da copa contra a tendência natural do modelo arquitetônico da espécie, compatibilizando assim a árvore aos espaços e equipamentos urbanos [14].

Outra atividade que deve ser realizada de forma rotineira é a **monda ou capina manual**, que visa à eliminação de plantas competidoras indesejáveis que aparecem nos recipientes junto às mudas. Visando à redução da atividade de controle de daninhas e competição com as mudas no substrato nas embalagens (vasos, *bags*), uma alternativa é realizar o recobrimento destas com uma fina camada palhada (capim, grama etc.), cascas ou cavacos, que propiciam também o aumento da umidade e disponibilidade de água para as plantas, reduzindo a necessidade de regas e, por conseguinte, a compactação do substrato e, com sua degradação natural, propicia mais uma fonte alternativa de nutrientes às mesmas.

O tempo de permanência das mudas no viveiro até o plantio depende de vários fatores, como: tamanho desejado das mudas, condições de produção (casa de vegetação, casa de sombra), espécie, adubação utilizada, região de produção, grau de rustificação, entre outros.

Figura 3.9 – a-c) Poda de condução e d-f) Poda de limpeza.



Fonte: Autores.

3.12. Padrão de mudas para arborização urbana

Uma muda com formato adequado para a arborização urbana precisa apresentar algumas características, como: tamanho mínimo de 2 m de altura; altura da primeira bifurcação superior a 1,8 m; tronco retilíneo e perpendicular ao nível do solo; diâmetro à altura do peito superior a 3 cm; copa formada por no mínimo três ramos alternados; ramificação e folhagem reduzidas na época de plantio; rusticidade; bom estado nutricional e fitossanitário; sistema

radicular bem desenvolvido; volume de torrão adequado, isento de plantas daninhas e adequadamente embalado [12].

3.13. Considerações finais

Para produção de mudas de qualidade genética e morfológica, que serão utilizadas em projetos de arborização urbana, devem ser seguidos importantes aspectos relacionados à escolha de matrizes, diversidade genética, armazenamento de sementes e tratamentos pré-germinativos. Na produção de mudas, devem ser adotadas estratégias que proporcionem menor custo e geração de mudas de qualidade, utilizando estrutura e produtos adequados, conforme a realidade dos viveiros em cada região.

Cada viveiro, seja comercial ou não, deve priorizar por mudas aptas às especificidades de cada local de plantio, mas, no geral, boas mudas para plantios urbanos devem possuir características como tamanho mínimo de 2 m, tronco reto, diâmetro à altura do peito superior a 3 cm, copa bem formada e sem pragas ou doenças e bem rustificadas. De forma geral, estas características aqui sintetizadas poderão proporcionar sucesso na implantação do projeto, gerando todos os benefícios que a arborização urbana oferece à sociedade.

3.14. Referências

- [1] Medeiros, ACS, Nogueira AC. Planejamento da coleta de sementes florestais nativas. Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E); 2006.
- [2] Battilani JL, Souza A, Pereira SR, Kalife C, Souza PD, Jeller H. Produção de sementes de espécies florestais nativas. Campo Grande: Editora UFMS; 2006.
- [3] Araújo MM, Wielewicz AP, Zavistanovicz TC, Aimi SC, Felippi M, Adenesky Filho E, Oliveira LM. Fenologia de espécies arbóreas voltada à coleta de sementes no sul do Brasil. In: Araújo MM, Navroski MC, Schorn LA, organizadores. Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura. Santa Maria: Editora UFSM; 2018. p. 41-58.
- [4] Brun FGK, Silva Filho DF, Brun EJ. Produção de mudas para arborização urbana: infraestruturas e aspectos técnicos de produção. In: Faria ABC, Brun EJ, Ferrari F, organizadores. Procedimentos e atualidades florestais; Curitiba: UTFPR Editora; 2016. p. 73-110.
- [5] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS; 2009.
- [6] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para análise de sementes de espécies florestais. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS; 2013.
- [7] Baskin CC, Baskin JM. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press; 1998.
- [8] Turchetto F, Pedroso Filho JI, Schorn LA, Berghetti ALP, Griebeler AM, Araújo MM. Planejamento de viveiros florestais. In: Araújo MM, Navroski MC, Schorn LA, organizadores. Produção de sementes e mudas: um enfoque à silvicultura. Santa Maria: Editora UFSM; 2018. p. 99-120.

- [9] Wendling I, Gatto A, Paiva HN, Gonçalves W. Planejamento e instalação de viveiros. Viçosa: Aprenda Fácil; 2001.
- [10] Gomes JM, Paiva HN. Viveiros florestais: propagação sexuada. (Série Didática). Viçosa: Editora UFV; 2013.
- [11] Rodrigues CAG, Bezerra BC, Ishii IH, Cardoso EL, Soriano BMA, Oliveira H. Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS. Corumbá: Embrapa; 2002.
- [12] Biondi D, Althaus M. Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo. Curitiba: FUPF; 2005.
- [13] Paiva HN, Gonçalves W. Implantação da arborização urbana: especificações técnicas. 2a ed. Viçosa: Editora UFV; 2013.
- [14] Seitz RA. A poda de árvores urbanas. Curitiba: FUPF, 2003. (Série Técnica, n. 19).

Capítulo 4

ASPECTOS TÉCNICOS DE PLANTIO E ADUBAÇÃO DE ÁRVORES URBANAS

*Por Flávia Gizele König Brun, Eleandro José Brun
e Ciro Duarte de Paula Costa*

4.1. Destaques deste capítulo

1. O plantio de árvores no meio urbano é atividade técnica, que precisa de orientação e acompanhamento profissional permanente;
2. A árvore deve estar inserida no contexto de infraestrutura urbana e não como elemento acessório e descartável à medida que quaisquer outras demandas de uso do espaço urbano surjam;
3. O solo urbano é altamente antropizado e exige preparo, adubação e irrigação adequados para corrigir deficiências e favorecer o crescimento radicular;
4. Estruturas de apoio e proteção como tutor, grades de proteção e canteiros são fundamentais para o sucesso do pegamento e crescimento das mudas;
5. O monitoramento técnico deve ser rotina no manejo urbano com podas, controle fitossanitário e correções necessárias.

4.2. Introdução

Plantar árvores no meio urbano deve ser uma atitude cotidiana das administrações públicas municipais e, também, de todo munícipe preocupado com o ambiente de sua cidade. Antes de dar a entender qualquer aspecto polêmico, queremos deixar claro que essa atitude não se trata simplesmente e diretamente que qualquer cidadão deva pegar uma muda (comprada ou encontrada), ferramentas, balde de água e sair na rua, quebrar a calçada e plantar a muda no local.

Apesar do entendimento de que toda atitude de plantar deve ser valorizada, esta deve vir acompanhada de aporte técnico, onde assistência técnica e acompanhamento profissional são fundamentais, pois o ato de plantar árvores no meio urbano envolve uma série de aspectos tecnicamente complexos que o profissional com formação e experiência na área saberá observar:

- a) **Espaço disponível para a árvore** (quando ela estiver em tamanho adulto): onde se considera a largura da calçada, a área livre (ou tamanho do canteiro) existente ou potencial; potenciais conflitos aéreos, como a fiação e estruturas subterrâneas de água e esgoto;

- b) As espécies mais indicadas** (conforme o espaço e ambiente disponível): considerando também o porte da muda a ser plantada (ver capítulo relacionado);
- c) Os tratamentos silviculturais** que deverão ser realizados visando o bom desenvolvimento da muda e futura árvore, tais como a preparação da cova (descompactação do solo, retirada de resíduos de construção civil, reposição de solo, adubação, irrigação, tutoramento e proteção da muda, entre outros aspectos).

Então, reescrevendo a frase do primeiro parágrafo: “Plantar árvores no meio urbano deve ser uma preocupação da Administração Pública Municipal e dos cidadãos conscientes e sensibilizados com a melhoria ambiental de sua cidade, os quais devem apoiar e zelar pelas iniciativas do poder público e da sociedade civil organizada, na execução de projetos de plantio tecnicamente embasados e com acompanhamento profissional”.

Neste contexto, objetiva-se incluir as iniciativas individuais dentro do contexto das cidades, orientando-as na busca da melhor técnica, visando o sucesso do plantio da árvore indicada ao espaço disponível e a geração máxima de benefícios às pessoas. Mesmo assim, não se pode negar que iniciativas coletivas (Associação de Moradores, ONGs, Prefeitura, empresas ou sua associação ou sindicato, etc.), devam ser preponderantes em relação às iniciativas individuais, principalmente pelas maiores possibilidades de contarem com assistência técnica profissional adequada. É importante recomendar, ainda, que o plantio de árvores no meio urbano deve obedecer às diretrizes traçadas por meio do seu Plano Municipal de Arborização Urbana.

O ato de plantar árvores no meio urbano se caracteriza pela abertura de uma cova (também chamada de berço), em tamanho, forma e local previamente definido tecnicamente, a reestruturação físico-química (adição de compostos químicos ou orgânicos) do espaço aberto, a colocação do torrão da muda em contato direto com este espaço, o preenchimento do espaço sobressalente com substrato ou solo, leve compactação e irrigação. Ainda, junto a isto, a colocação de acessórios como tutores e gradis de proteção é de grande importância. Também, como um dos focos do presente capítulo, ressalta-se a importância da adubação dessas árvores, apesar de ainda ser pouco praticada pelos gestores da arborização urbana.

As árvores plantadas no meio urbano devem ser adubadas, em suas diferentes fases de desenvolvimento, mas principalmente no período do plantio e nos primeiros anos, tendo em vista ser o período em que a planta estará em processo de estabelecimento mais intenso e necessitará de maior aporte nutricional para a formação de raízes e parte aérea. Dentro desta abordagem, este capítulo reúne conhecimento aplicado a estas duas etapas de extrema importância para a arborização urbana: o plantio e a adubação, com base na literatura científica e na experiência acumulada pelos autores na condução de plantios de árvores no meio urbano.

4.3. Plantio de árvores no meio urbano

4.3.1. Cuidados e observações iniciais

Antes de se falar em recomendação específica, alguns aspectos iniciais devem ser citados, pois eles podem comprometer o sucesso do plantio. Entre estes, deve-se destacar a largura da rua e da calçada onde será realizado o plantio, além da área livre disponível para a abertura da cova do plantio.

A área livre adequada deve ter, pelo menos, $1,0 \text{ m}^2$ de espaço aberto, sem calçada ou outro impedimento ao plantio. Esse espaço não necessariamente deverá ser quadrado, mas poderá, dependendo da largura da calçada, ter formato retangular. Porém, não é recomendável que tenha largura menor que 0,5 m, pois o tronco, devido ao crescimento futuro em diâmetro, poderá ocupar o espaço em sua quase totalidade, dependendo da espécie que venha a ser usada.

Nestes casos, quando a largura da área livre for menor que 1,0 m, para que se mantenha a área mínima recomendada ($1,0 \text{ m}^2$), deve-se compensar em comprimento dessa mesma área livre, ou seja, em caso de uma área livre com 0,5 m de largura, deverá existir comprimento de 2,0 m para que a área quadrada seja de $1,0 \text{ m}^2$. Para a calçada comportar área livre adequada, ela precisa ter largura total mínima de 3,0 m, considerando que ela deve ter largura mínima de 1,2 m para atender à faixa livre (circulação e acessibilidade) [1].

Além de prever espaço para faixa de serviços (bancos, postes, placas, lixeiras, paraciclos e árvores) com no mínimo 0,7 m de largura (ideal 1,0 m), deve-se considerar também que a área livre da árvore não deve estar diretamente ligada ao meio-fio, pois isso aproxima demasiadamente a árvore da rua, podendo causar transtornos para acesso para a abertura de portas de veículos. Por isso, deve haver cerca de 0,5 m entre o meio-fio e o início da área livre. Assim, a faixa de serviços, somando valores mínimos, deve ter pelo menos 1,3 m de largura. Por fim, deve ser ainda acrescida a faixa de transição, no limite entre a calçada e o terreno/construções, que deve ter no mínimo 0,5 m de largura.

Somando de forma ideal, 0,3 m (faixa de serviços sem área livre, próxima ao meio-fio) + 1,0 m (largura da área livre para plantio de árvores) + 1,2 m (área livre para circulação) + 0,5 m (faixa de acesso aos imóveis), tem-se 3,0 m de largura total para uma calçada, condição ideal para se comportar o plantio de árvores de forma adequada em uma área livre com pelo menos $1,0 \text{ m}^2$.

Atendidas as questões relativas à largura de calçada e tamanho de área livre, passamos a analisar a abertura da cova. É importante que a espécie tenha sido selecionada com base na análise do espaço existente e da ocorrência ou não de estruturas de conflitos (aéreos e subterrâneos, tais como fiação, placas, postes, canos de esgoto e de água). Na existência destas situações, o profissional responsável deverá analisar e dimensionar esses conflitos, visando indicar a espécie e o manejo correto.

Além do dimensionamento adequado das calçadas para o planejamento da arborização urbana, é necessário que se observe o correto distanciamento da árvore em relação ao mobiliário urbano, para que se evitem conflitos futuros e a necessidade mínima de execução de podas para esta finalidade (Tabela 1).

Tabela 4.1 – Distâncias adequadas entre árvores em relação à infraestruturas urbanas.

Infraestrutura	Distância mínima (m)
Esquinas	5,0 (antes do alinhamento predial)
Meio-fio/Guia	0,5 a 1,0
Cruzamento sinalizado por semáforos	6,0
Em relação a prédios	5,0
Mobiliário urbano (lixeiras, bancas de jornal, etc.)	2,0
Ponto de ônibus	1,0 a 1,5
Galerias	1,0
Postes com transformadores	5,0

(continua)

(continuação)

Infraestrutura		Distância mínima (m)
Postes		3,5
Guia rebaixada e faixa de pedestres		1,0
Entrada de garagem		1,5 a 2,0 (do cordão rebaixado)
Instalações subterrâneas (gás, água, energia, esgoto, etc.)		2,2
Ramais de ligação subterrânea		2,3
Entre árvores	Pequeno a médio porte (5,0 a 12,0 m)	10,0
	Grande porte (>12,0 m)	12,0 – 15,0

Fonte: A partir de dados de [2-7].

Portanto, para a implantação de árvores em vias públicas, é necessário um projeto que especifique qual a quantidade ideal de árvores a serem implantadas. As vias públicas são determinadas em base cartográfica, com a identificação de cada espécie escolhida no trecho onde será plantada [8].

4.4. A abertura da cova

Voltando ao tema cova, esse é um dos grandes problemas existentes nos plantios urbanos antigos e ainda nos atuais. Tal situação decorre pelo histórico de (in)definições quanto ao formato e dimensão das covas mais adequadas para o plantio de árvores no meio urbano. Na grande maioria dos casos, o solo urbano, principalmente em calçadas, tem elevados níveis de compactação e misturas de materiais diversos (resíduos da construção civil), fato que, caso não sejam tomadas ações técnicas de correção, farão com que a infiltração de água fique comprometida, afetando o crescimento das raízes.

De forma a ilustrar tal situação, em Dois Vizinhos (PR), solos argilosos podem chegar a níveis críticos de compactação (4,8 e 6,0 MPa), aproximadamente o dobro do limite estabelecido como aceitável [9]. Tipos variados de solos (Cambissolos, Neossolos e Gleissolos) na cidade de São Mateus do Sul (PR) apresentaram valores relativamente menores para a resistência à penetração do solo em áreas livres de árvores urbanas, os quais variaram de baixos (0,37 MPa) a médios (1,8 MPa) [10]. Em uma compilação de diversos estudos (Tabela 2), verificam-se os limites quanto à resistência de penetração que permitem ou impedem o desenvolvimento das raízes de plantas [11].

Tabela 4.2 – Classes de resistência à penetração de raízes no solo e sua limitação ao crescimento.

Classes de resistência à penetração de raízes MPa (Mega Pascal)		Limitações sobre o crescimento de raízes
Muito baixa	< 1,1	Sem limitação
Baixa	1,1 – 2,5	Pouca limitação
Média	2,6 – 5,0	Algumas limitações
Alta	5,1 a 10,0	Severas limitações
Muito alta	10,1 -15,0	Raízes não crescem

Fonte: A partir de dados de Camargo [11].

Dessa forma, a compactação, em maior ou menor nível, dos solos urbanos, é uma realidade quase que incontestável, principalmente em ruas, devido aos processos de construção delas e das calçadas, onde a compactação é parte integrante do processo de construção. A restrição do crescimento radicular de uma árvore é extremamente negativa, porque a árvore buscará alternativas de crescimento, priorizando o crescimento radicular para as camadas mais superficiais de solo (em busca de água, ar e nutrientes), e causando transtornos de afloramento de raízes na área livre, danos às calçadas e tubulações de água e esgoto, além de potenciais acidentes com pedestres.

Esforços foram, e ainda são realizados, no sentido de conter o sistema radicular das árvores a um espaço fixo e definido, a qual é prática amplamente contestável, pois a estrutura do sistema radicular de árvores, principalmente as de médio e grande porte, precisam de espaço livre e sem impedimentos para o crescimento e fixação adequada, fato que denota menores riscos destas árvores serem derrubadas por fenômenos climáticos ou outras adversidades.

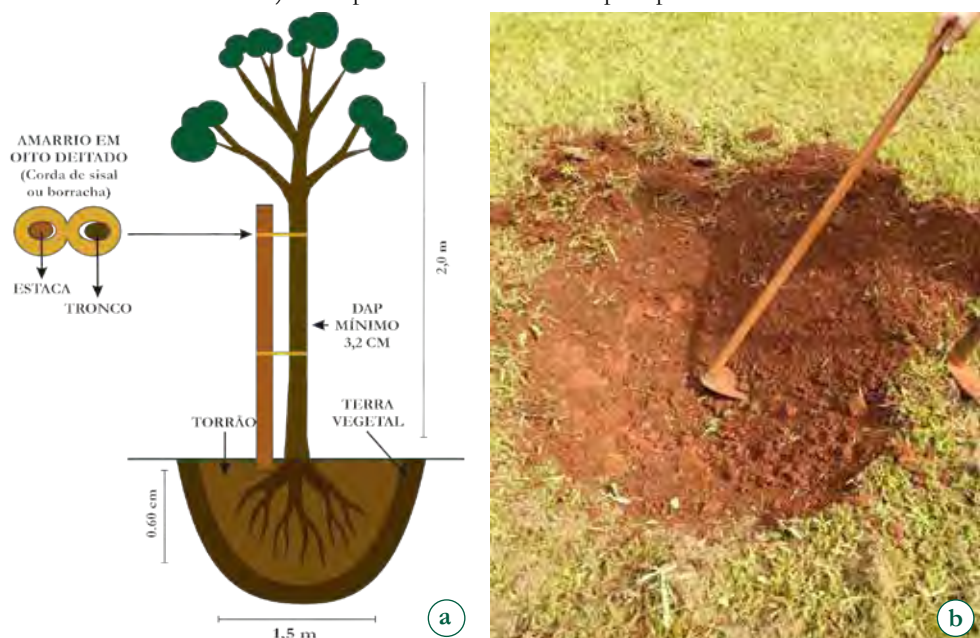
Por tudo isso, tem se buscado, em diversos estudos e trabalhos operacionais, o estabelecimento da cova ideal para o bom crescimento do sistema radicular e, conseqüentemente, da árvore como um todo. Historicamente, covas redondas e quadradas têm sido recomendadas, porém, ao que tudo indica, se o solo do entorno da cova não for descompactado, ao menos dentro da área livre, o formato da cova (redonda ou quadrada) como o recomendado não terá significativa influência sobre o comportamento do sistema radicular. Diante da busca da cova ideal, quanto ao formato e tamanho, estudos e observações operacionais atuais têm apontado o uso da cova em formato de bacia e com tamanho amplo, como a mais promissora para árvores urbanas. Tal fato merece maiores considerações, as quais faremos na sequência.

Ao considerarmos a muda nos padrões para plantio no meio urbano (Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de 3,2 cm, altura de bifurcação entre 1,8 a 2,1 m e altura total de 2,0 m a 3,0 m), o volume mínimo de torrão seria de, pelo menos, 25 litros. Tal volume é necessário para comportar o bom desenvolvimento do sistema radicular, sem lesões ou enovelamentos, e com capacidade de rustificação, enquanto a muda cresce no viveiro. Para o plantio da muda, o ideal é que a cova seja de 2 a 3 vezes mais larga que o torrão na altura da superfície do solo, estreitando gradualmente até atingir a mesma largura afunilada do torrão em sua base [12] (Figura 1).

A adoção de covas no padrão preconizado internacionalmente pela ISA, conforme a Norma ANSI A300-6 [14], garante a abertura de covas mais largas, que resultam no melhor enraizamento e ancoramento da árvore, principalmente em áreas de solo raso, com alta pedregosidade e compactação, realidade da maioria das áreas urbanas brasileiras. A abertura de covas em formato de bacia, em nossas experiências, também apresentou melhor desempenho operacional, que a maior largura da cova é na porção mais superficial do solo, geralmente menos compactado.

A ampliação da área de ancoramento do sistema radicular de uma árvore é fator fundamental para a redução de quedas devido ao baixo desenvolvimento das raízes, principalmente em situações de extremos climáticos. Ainda, a ISA recomenda que, em terrenos com solos argilosos, mais sujeitos à compactação, o alargamento da cova deve ser ampliado em até 5 vezes a largura do torrão. Mesmo havendo um grande esforço e custo para tal, esse investimento é compensado, no futuro, por uma árvore de melhor qualidade e com ancoragem que a torna mais resistente aos fenômenos climáticos adversos e a outros fatores de risco de queda. O principal foco da cova ampla e em formato de bacia é permitir o crescimento do novo sistema radicular sem restrições e levando ao estabelecimento da árvore de forma mais rápida.

Figura 4.1 – Perfil demonstrativo do formato e volume da cova para plantio de muda que atende os requisitos de qualidade para plantio em meio urbano: a) Ilustração do plantio e tutoramento; b) Exemplo de abertura de cova para plantio.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Não é recomendável uma cova muito profunda, pois isso pode prejudicar a aeração do sistema radicular. O ideal é que a cova não tenha profundidade superior à altura do torrão e mais cerca de 5,0 cm. Essa pequena camada além do torrão é importante para que, caso ocorram chuvas fortes após o plantio, uma pequena perda desse solo pode ser removida pela água da chuva no escoamento, mas, em função dessa camada extra de solo, a perda não será suficiente para expor o torrão da muda e o seu sistema radicular.

É muito importante ressaltar que o colo da muda não fique soterrado, com excesso de solo no seu entorno, podendo causar sufocamento das raízes, em razão do excesso de peso sobre elas, dificultando as trocas gasosas entre solo e atmosfera, fato que pode gerar estresse para a muda recém-plantada. Além dessa pequena camada extra de solo, a cobertura do entorno da muda plantada com *mulch* (cobertura com resíduos vegetais secos) é importante para a proteção do solo, o que também diminui perdas de umidade e o crescimento de plantas daninhas junto à superfície do torrão e área livre.

Deve-se observar a condição de drenagem do solo onde será feita a cova, tanto antes como após a abertura dela. Em locais com condições de má drenagem, sempre é importante buscar o plantio de espécie adaptada à condição ou buscar a instalação de sistemas de drenagem. Conforme é possível visualizar na Figura 1, recomenda-se o formato de bacia para as covas, com tamanho amplo de cerca de 0,6 m de profundidade e 1,5 m de largura. Essa cova permitirá o bom desenvolvimento do sistema radicular.

Em termos ecológicos, a cova aberta em formato de bacia e em tamanho amplo permite maior área de captação de água para o sistema radicular e maior aeração dos poros do solo, em razão da descompactação realizada em todo o volume da cova e nas suas paredes. As trocas gasosas do sistema radicular são fundamentais para o crescimento das raízes, pois permite maior absorção de nutrientes, fundamentais para o crescimento e boa fixação da árvore no chão.

4.5. Estruturas de apoio e proteção para a muda

Para o plantio de árvores no meio urbano ter sucesso, mesmo que tenha sido escolhido corretamente o local de plantio, preparado (área livre ampla e aberta), feita uma boa cova (ampla e em formato de bacia), conforme vimos anteriormente, existem estruturas que ajudam a melhorar a condição de pegamento e crescimento da muda plantada, protegendo-a contra situações adversas. Entre estes itens, podemos citar o tutor, escoras, gradil de proteção, o amarrio, terra vegetal, gel hidrorretentor, *mulch*, proteção do tronco contra danos mecânicos, mudas de grama, flores ou outras folhagens ou forrageiras e, no caso de calçadas estreitas, ainda temos as grelhas de árvores.

A estrutura mais comum que deve acompanhar a muda no plantio é o tutor, geralmente constituído de estacas de madeira ou bambu, com pelo menos 3,0 cm de espessura, que será enterrada junto ao torrão, a cerca de 10 cm do tronco da muda, até ficar firme no solo (cerca de 30 cm, pelo menos) (Figura 1). A altura do tutor deve ser suficiente para ficar, após cravada no solo da cova, com mais 1,7 a 2,0 m de altura na parte acima do solo, possibilitando amarrar a muda em diferentes alturas, em pelo menos duas ou três alturas.

O tutor auxiliará no estabelecimento do sistema radicular da muda, à medida que impede que ela balance sob o efeito do vento, fato que pode derrubá-la, tendo em vista que o sistema radicular ainda está em estabelecimento e seu ancoramento ainda ser precário. O tutoramento pode durar de alguns meses até cerca de três anos, dependendo da velocidade de estabelecimento da espécie. Quando se plantam mudas de maior porte (3,0 m de altura ou mais), ou mesmo quando se fazem transplantes, a colocação de um tutor simples pode não ser suficiente para a ancoragem adequada da muda. Quando isso ocorre, estruturas de ancoragem são recomendadas (Figura 2).

Figura 4.2 – Modelos de ancoragem com duas e três estacas. a) Duas estacas com duplo amarrio, aproximadamente a 1,5 m do solo; b) Esquema com quatro estacas interligadas, com cintas de amarração flexíveis; c) Modelo usado na cidade de Breisach, Alemanha, com 3 estacas de cerca de 2,0 m de altura, interligadas e com cintas segurando o tronco até o estabelecimento da árvore.



Fonte: Zabotto Ambiental; Adaptado de [15,16]

Existem diversas formas de fazer a ancoragem da muda recém-plantada, mas deve-se ter atenção quanto ao uso de estruturas que não danifiquem o tronco da planta e que possam ser retiradas facilmente quando for diagnosticado o pegamento e completo estabelecimento da muda plantada ou árvore transplantada.

Outra possibilidade, quando se faz o transplante de árvores jovens ou mudas de grande porte, é o uso de estacas distanciadas do tronco, amarradas com barbante resistente ou outro

material que não danifique o tronco. Na Figura 3a, imediatamente após o transplante da sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*), foi realizada poda leve, visando diminuir a superfície de transpiração, seguindo-se com a colocação de 4 tutores próximos, amarrados na direção dos quatro pontos cardeais e, para reforço, a instalação de mais duas estacas a cerca de dois metros do tronco, complementando a estrutura de resistência da árvore (Figura 3b) até que o sistema radicular esteja estabelecido e a árvore possa se desenvolver (Figura 3c).

Figura 4.3 – Transplante e ancoragem de uma Sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*). a) Poda de redução da área foliar imediatamente após o transplante e instalação de estruturas de ancoragem por meio de estaiamento; b) Instalação de 4 estacas e amarrio com barbante de algodão para tutoramento e ancoragem dentro da área livre, com a complementação da ancoragem com duas estacas externas à área livre visando reforço de sustentação com estaiamento de corda de sisal (destacado em vermelho); c) Árvore completamente estabelecida, 8 anos após o transplante.



Fonte: Autores.

É importante destacar que, em caso de uso de estacas em local externo à área livre, torna-se importante sinalizar a estrutura ou mesmo isolar a área por algum tempo, de forma a não ocorrer acidentes com pedestres. Após o plantio e o tutoramento/ancoragem, uma estrutura importante a ser instalada, principalmente em local de maior fluxo de pessoas, é o gradil de proteção. Eles são fabricados com diversos tipos de materiais, podendo ser de madeira, bambu, ferro, alumínio, aço, entre outros. Devem ser instalados de forma a conferir proteção à muda plantada, podendo ser associados, também, como estrutura multifuncional ao tutoramento e ancoragem (Figura 4).

Figura 4.4 – Modelos de gradis de proteção para mudas plantadas em locais de grande circulação. a) Modelo tutor/gradil; b) Gradil de bambu associado à tela metálica; c) Gradil de madeira; d) Gradil metálico.



Fonte: [17].

Associado ao uso de escoras e gradis, o amarrão é um elemento simples, mas de extrema importância para o bom desenvolvimento da árvore. Sua implementação auxilia no crescimento retilíneo da muda e na sua estabilidade, evitando que ocorram fraturas no tronco; que, dependendo do porte da muda, não sustenta seu peso no período de plantio. O material utilizado para o amarrão deve ser, preferencialmente, biodegradável e com durabilidade média, para que se degrade naturalmente, mas não rapidamente, evitando danos no tronco da árvore em caso de ausência do manejo das mudas recém-plantadas. O amarrão deve ser realizado em formato de “oito deitado”, para não causar enforcamento do tronco ao longo de seu desenvolvimento (Figura 5).

Ainda sobre técnicas para conservação da muda plantada e seu bom desenvolvimento, quando plantadas em áreas com grama, é importante que sejam protegidas dos danos causados por roçadeiras, que podem causar lesões graves e até mesmo o anelamento na base do tronco, levando-as à morte mesmo quando adultas. Sua proteção pode ser feita por meio de barreira física (cano PVC, bambu, limitador de grama e outros) ou outras práticas silviculturais e paisagísticas (*mulch* e espécies forrageiras) (Figura 6).

Figura 4.6 – Proteção do entorno da muda. a) Proteção com cano PVC para evitar os danos por roçadeiras na base do tronco. b) Prática de coroamento e utilização de *mulch* no entorno da muda. c) Manejo de espécie forrageira no entorno da muda.



Fonte: [20-22].

A proteção da base das mudas também pode ser realizada com a prática de coroamento da muda/árvore, associada à utilização de *mulch* ou de espécies forrageiras plantadas no entorno da muda. Essas técnicas, além de criar um “colar” de isolamento na muda, também contribuem para a manutenção da umidade do solo e o controle de ervas daninhas.

O *mulch* é caracterizado pela camada vegetal morta, depositada no entorno da muda, podendo ser constituído de capim ou grama picados, maravalha de madeira, casca de árvores, bambu picado, ou outros materiais vegetais disponíveis e picados, que formem uma camada que abafe o crescimento de plantas daninhas. Uma alternativa é a implantação de espécies forrageiras no entorno da árvore, que podem ser as leguminosas e fixadoras de nitrogênio, como o amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belomonte), flores, ou espécies arbustivas de pequeno porte.

Figura 4.5 – Amarrão em árvores urbanas, exemplo de estrangulamento causado pelo amarrão com material não degradável.



Fonte: [18,19].

Figura 4.7 – Grelhas de proteção da área de desenvolvimento das raízes (área livre) para a implantação da arborização e acessibilidade em calçadas estreitas (< 3,0 m de largura):

- a) Grelha de ferro fundido em via pública do Jardim Inglês de Munique, Alemanha;
- b) Grelha de ferro fundido em via pública de Buenos Aires; c) Jacarandá mimoso (*Jacaranda mimosifolia*) implantado em grelha em alumínio em via pública de Dois Vizinhos – PR; d) Açoita cavalo (*Luehea divaricata*) implantado em grelha de concreto em via pública de Dois Vizinhos – PR.



Fonte: Autores.

Outra estrutura que poderá ser utilizada em calçadas estreitas (com largura $< 3,0$ m) é o emprego das grelhas de proteção ao sistema radicular, comumente chamadas de “grelhas arvoreiras”, que além desta função auxiliam na promoção da acessibilidade de circulação de pedestres na via e coexistência com arborização viária de maior porte, garantindo todos os benefícios ambientais e menor possibilidade de conflitos entre raízes, meio-fio (guia) e pavimento na calçada (Figura 7).

Ressalta-se que, para o dimensionamento desta estrutura, quando de forma fixa, necessita-se conhecer o diâmetro máximo da base do tronco que a espécie a ser implantada atingirá em sua fase adulta, para que se dimensione o espaço para o tronco na grelha que, em geral, é de 1,5 a 2 vezes este diâmetro, evitando o “estrangulamento” da base do tronco ou formação de cancrios que podem ser fator de risco de queda da árvore no futuro.

Outra opção é a utilização de grelhas modulares (Figura 8), que podem ter o espaço destinado à inserção do tronco da árvore ampliado à medida em que a árvore cresce, ou também a utilização de materiais que possibilitem o “recorte” da grelha para expansão durante o crescimento da árvore, como é o caso das grelhas em concreto (Figura 7d). Em ambas as situações, recomenda-se o monitoramento constante do crescimento da base do tronco para a execução da ampliação da estrutura.

Figura 4.8 – Exemplos de grelhas modulares para árvores: a) Formato circular em ferro fundido; b) Formato quadrado expansível em ferro fundido; c) Polietileno rotomoldado reciclável.



Fonte: Fuminas, Veco Urban Design e Resopre Urbanismo [23-25].

4.6. Plantio, adubação de base e irrigação da muda

Quando falamos do plantio propriamente dito, após a cova estar aberta, conforme estudamos anteriormente, tendo em mãos a muda da espécie indicada para o local e os equipamentos para o plantio, podemos proceder ao plantio, etapa que é exposta, em sequência de suas principais ações (Figuras 9 e 10).

A aplicação da adubação toma por base indicativos operacionais praticados com sucesso. Ainda não há, no Brasil, recomendação oficial de adubação para mudas ou árvores no meio urbano, fato que obriga os profissionais da área a buscar receitas de adubação praticadas por outros. Os estudos e plantios realizados com o apoio ou participação dos pesquisadores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná — Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) têm demonstrado que a aplicação de doses entre 300 e 500 g de adubo NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) na cova apresentaram boa resposta em relação ao crescimento inicial das mudas.

Aproximações quanto à quantidade de NPK podem ser feitas, tendo por base trabalhos científicos existentes, como por exemplo trabalhos de cientistas ligados à Sociedade Brasileira de Ciência do Solo [26] ou em nível internacional, como as recomendações preconizadas pela norma ANSI A300-2 para árvores e arbustos urbanos [27].

Figura 4.9 – Etapas de plantio e adubação de base: a) Aplicação de adubação química de base na cova; b) Incorporação e cobertura do adubo com solo; c) Colocação da muda na cova; d e e) Formulação e aplicação de gel hidrorretentor.



Fonte: Autores.

As formulações NPK de melhor resposta têm sido aquelas com maiores concentrações de P (NPK 10-30-10 ou similar), assim como acontece em florestas plantadas, uma vez que, por questões fisiológicas e em função da grande deficiência de P (fósforo) na maioria dos solos brasileiros, espécies lenhosas em geral apresentam bons resultados quando fertilizadas, na base (plantio), com fórmulas contendo altos teores do nutriente. Obviamente que não se pode esquecer de outros elementos, como o nitrogênio e o potássio, também importantes, como exposto nas fórmulas sugeridas.

Em relação às necessidades e recomendações de micronutrientes para árvores urbanas, as pesquisas em condições brasileiras ainda são escassas. Esta é, sem dúvida, uma frente de estudos que os cientistas da área de silvicultura urbana deverão dar atenção nos próximos anos. Caso o solo onde será realizado o plantio seja muito ácido (pH abaixo de 5,0), tenha valores elevados de saturação por alumínio (m% acima de 30%) [28] ou com teores médios a baixos de Ca ($< 4 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) e Mg ($< 1 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) [26-29], recomenda-se também a aplicação de calcário dolomítico, o qual terá por função elevar o pH, neutralizar o Al tóxico e disponibilizar mais Ca e Mg à planta.

Em termos gerais, pelo fato de termos 60 cm de profundidade e largura de 1,5 m (volume aproximado de $0,7 \text{ m}^3$) na cova recomendada, a recomendação média de 5,0 t/ha de calcário dolomítico (Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) de 100%) corresponderia a aproximadamente 580 g por cova de calcário, a qual deve ser bem misturada ao solo da cova, para efeito mais eficiente.

Ressalta-se que, em muitos casos, nos solos urbanos, as plantas têm suprimento suficiente de Ca e Mg, não necessitando de reposição dos elementos, em função da presença de resíduos de construção civil, os quais contêm rochas, cal, cimento, etc.

A adubação orgânica também é fundamental para o sucesso do plantio, principalmente quando aplicada de forma associada à adubação química. Plantios realizados com cerca de 10 litros (esterco bovino) a 5 litros (esterco de suínos, aves ou composto orgânico), misturados ao solo da cova, junto com 300 g de adubo NPK de liberação imediata, tem demonstrado bons resultados de crescimento inicial das mudas. Obviamente, essas “recomendações” têm caráter geral e não levam em conta as diversas especificidades locais que poderão ocorrer. Elas também não excluem a necessidade da realização da análise de solo em laboratório, de forma a conhecer sua real situação.

Ressalta-se que o adubo químico, por se tratar de um sal, não pode ficar em contato direto com as raízes. Após a aplicação no fundo e entorno da cova, deve-se cobrir o adubo com uma fina camada de solo, de 3 a 5 cm. O adubo entrará em contato com a umidade do solo, será diluído e os seus nutrientes serão absorvidos pelas raízes via solução do solo.

Figura 4.10 – Sequência de etapas do plantio: a e b) Colocação de solo no entorno do torrão até o nível da cova (destacado em branco); c) Tutoramento e amarrio em “8 deitado” (destacado em vermelho); d) *Mulch* sobre o solo da cova no entorno da muda; e) Complementação da irrigação.



Fonte: Autores.

A aplicação de solução de hidrogel na base e no entorno do torrão é de grande importância para o pegamento da muda, praticamente garantindo em 100% a sobrevivência da muda plantada. Essa tecnologia, atualmente, está bastante difundida e o produto é de fácil acesso na maioria das casas agropecuárias. Trata-se de um polímero que tem a capacidade de absorver água em até 200 vezes o seu peso, formando uma solução gelatinosa quando ele é misturado à água. Essa solução, quando aplicada no entorno do torrão, reterá água para que seja absorvida pelas raízes nos períodos sem chuva até o completo pegamento da muda. Dosagens variam conforme o fabricante e a granulometria do produto.

Após a aplicação do hidrogel, pode-se completar com solo no entorno do torrão da muda, de forma a nivelar o nível superior do torrão com o nível do solo onde foi aberta a cova. Essa atividade pode ser feita com uso da terra anteriormente escavada na abertura da cova, caso ela não tenha resíduos de construção civil em excesso. Se isso ocorrer, é importante que este solo seja substituído por outro solo puro ou mesmo com o composto orgânico indicado anteriormente.

A finalização das atividades de plantio se dará com a fixação do tutor, que deverá ser enterrado junto à muda, a aproximadamente 10,0 cm dela, em pelo menos 50,0 cm de profundidade, de forma que fique firme, e a amarração da muda a este tutor, em pelo menos dois locais de seu tronco, com amarrio na forma de “8 deitado” (Figura 10c).

A proteção do solo na superfície da área livre, com uso de qualquer material orgânico morto, tais como a grama cortada (Figura 10d), com camada de cerca de 5 cm, é um importante meio de manutenção da umidade do solo, proteção contra possíveis efeitos erosivos de chuvas fortes, diminuição da ocorrência de plantas invasoras, entre outras vantagens. Em épocas de poucas chuvas, a irrigação realizada com uso de solução de hidrogel pode ser complementada com mais água pura, ao final do processo, de forma a garantir o pegamento da muda (Figura 10e). Ainda, caso seja de interesse do plantador, a área livre poderá ser ocupada com o plantio de grama ou flores. No caso de grama, quando da realização de cortes periódicos com roçadeiras, é importante a proteção do colo da muda com acessório de proteção, geralmente formado por colares plásticos, conforme exposto anteriormente.

4.7. Adubação de manutenção ou reposição para árvores urbanas

O monitoramento da nutrição de árvores urbanas, após o plantio, deve ser uma das atividades de manejo da arborização de cada município. Tanto os locais públicos como privados devem ser monitorados em relação ao desenvolvimento das árvores (crescimento, floração, frutificação, mudança foliar, etc.), sanidade e vigor. Estes fatores, se bem conduzidos, levam a árvore, desde que esteja bem nutrida e saudável, a expressar todas as suas funções estruturais, tecnológicas e paisagísticas [30].

Caso a árvore esteja passando por algum problema, ela nem sempre expressará visualmente tal situação, podendo ser necessárias análises mais detalhadas e uso de ferramentas tecnológicas. Em termos nutricionais, tais situações poderão demandar análises foliares ou do solo do entorno da planta. A avaliação e/ou monitoramento do estado nutricional das plantas tem sido objeto de estudo por várias décadas, pois a diagnose nutricional tem se mostrado bom indicador do estresse nutricional [28]. Apesar de ainda serem escassos os estudos que estabeleçam teores nutricionais

adequados para espécies arbóreas usadas no meio urbano, é possível a recomendação de algumas indicações, que, apesar de generalistas, podem ajudar a manejar estes aspectos.

A adubação de cobertura se refere à aplicação de fertilizante, que ocorre meses ou anos após o plantio da muda. Tem por finalidade complementar a nutrição da planta, tendo em vista que, muitas vezes, a adubação de base não é suficiente para disponibilizar a quantidade necessária de nutrientes para o crescimento da árvore, principalmente em solos de baixa fertilidade. A adubação realizada no momento do plantio, mesmo sendo em dosagem elevada, em função das perdas que ocorrem (percolação, lixiviação, lavagem, absorção por outras plantas próximas como gramíneas), não é totalmente aproveitada pelo sistema radicular da muda, por apresentar extensão limitada logo após o plantio. Por isso, a complementação posterior da adubação é necessária.

Algumas técnicas podem ser usadas para a realização desta adubação, tais como a coveta lateral, a adubação em semicírculo, entre outras.

A coveta lateral, muito usada em florestas plantadas e em áreas de restauração, é uma técnica que procura distribuir o fertilizante em diferentes posições no entorno do tronco da muda, no limite da área de projeção de sua copa, de forma a ampliar o aproveitamento dos nutrientes liberados pelo fertilizante, por parte do sistema radicular. Da mesma forma, a aplicação de fertilizante em semicírculo tem a mesma finalidade e princípio (Figura 11).

Figura 4.11 – Adubação de cobertura com uso da técnica de aplicação em semicírculo em Alecrim de Campinas (*Holocalyx balansae* Micheli) em estacionamento no Campus da UTFPR-DV.

- a) Abertura do semicírculo na área livre (destacado em branco tracejado);
b) Colocação do adubo; c) Cobertura do adubo aplicado com solo.



Fonte: Autores.

A aplicação em coveta lateral pode ser feita tanto com enxadão, abrindo-se pequenas covas (geralmente de quatro a oito) de cerca de 10 cm de profundidade no entorno da muda, ou com uso de máquina adubadora manual, as mesmas que são usadas para adubação de culturas agrícolas ou em florestas plantadas.

Entendidas as duas principais técnicas de aplicação, os demais pontos fundamentais são a idade da planta e a dose. Quanto à idade, se a adubação de plantio foi realizada conforme recomendações, somente após cerca de 12 meses deverá ocorrer a primeira adubação de cobertura. Em caso de haver apenas uma adubação de cobertura, essa poderá ocorrer entre 12 e 36 meses após o plantio, fase em que a muda estará em pleno crescimento e demandará mais

nutrientes. Caso estejam planejadas duas ou mais adubações de cobertura, recomenda-se que elas ocorram a cada 12-18 meses (aos 12 e 30 meses ou aos 18 e 36 meses, 12, 24 e 36 meses, por exemplo).

Para a escolha das épocas e idades de adubação de uma árvore jovem, deve-se ter em conta o comportamento nutricional de espécies arbóreas, também chamadas de estágios nutricionais [31]. No estágio inicial, em geral até cerca de 2 a 3 anos após o plantio, a árvore é dependente da adubação externa, ou seja, é a fase em que a planta absorve e aproveita com mais eficiência os nutrientes disponibilizados no solo que estejam ao alcance do sistema radicular.

Após o estágio inicial, quando o sistema radicular já deve estar estabelecido, a planta tende a aproveitar mais os nutrientes existentes no solo ou de fontes externas, como a água da chuva e lavagem de sua copa. Durante a chuva, a água passa pela folhagem e carrega nutrientes presentes na poeira, levando-os para o solo, através de gotas ou escorrendo pelo tronco da árvore, sendo depois absorvidas pelo sistema radicular.

A partir deste momento, a adubação das árvores urbanas, caso precise ocorrer, estará relacionada àqueles casos onde se queira recuperar nutricionalmente árvores adultas de grande valor, pois o investimento em mão de obra e insumos será maior, visando o aproveitamento suficiente para que a árvore recupere o seu vigor (assunto do próximo tópico). A dose de fertilizante a ser aplicada na manutenção depende de ter ocorrido uma boa adubação de plantio e também do estado nutricional da árvore.

Como afirmamos anteriormente, não existindo recomendação oficial de adubação de plantio, não se esperaria a recomendação de adubação de manutenção. O que se deve fazer é a observação visual do vigor da planta (crescimento, coloração das folhas, sanidade) ou mesmo realizar a coleta de amostras de folhas para análise nutricional em laboratório especializado.

Mesmo com a realização da análise laboratorial, os estudos existentes atualmente no Brasil orientarão a adubação de cobertura de maneira geral, ainda sem especificidades para muitas espécies, mas, pode-se considerar como base para evitar ou minimizar potenciais erros. Em caso de observações visuais, a perda de crescimento (monitorada através de inventários sucessivos) e o aparecimento de manchas foliares relacionadas com deficiência nutricional, determinarão o momento da adubação de manutenção e também poderão ser determinados, de forma predominante, quais elementos estão se mostrando deficientes na planta, em função do estudo das manchas foliares que aparecerem. Há literaturas que orientam quanto a quais nutrientes, visualmente, estão faltando para a planta, como por exemplo [28,32-34], entre outros.

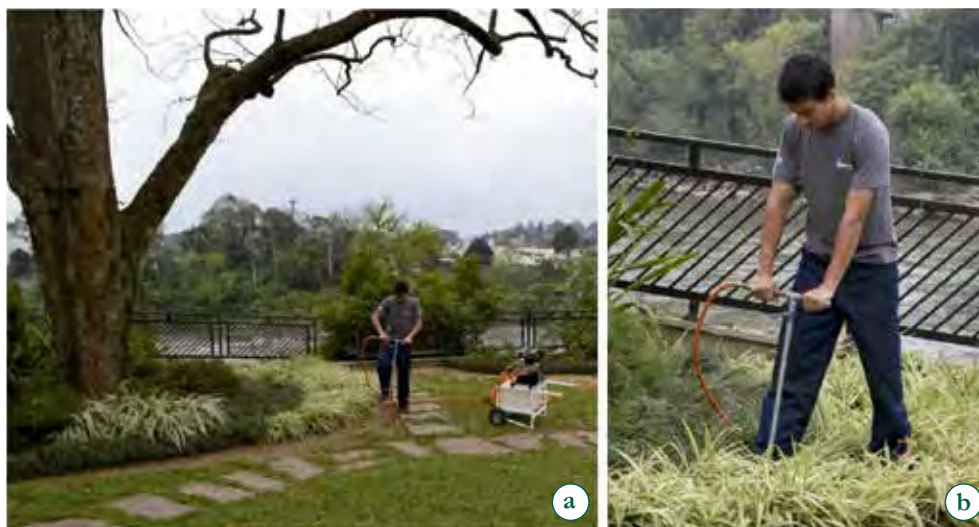
Na adubação de manutenção, para macronutrientes, têm-se duas situações:

- **Quando foi realizada adubação de base:** nestes casos, a adubação de manutenção visa a complementar a nutrição da planta com nitrogênio e potássio, prioritariamente. Mesmo assim, nada impede a complementação de P. Nestes casos, a dose de 300 g de NPK 10-10-10 ou similar, com quantidade equilibrada entre os três nutrientes, ou até menos P, pois já houve adubação com o mesmo no plantio;
- **Quando não foi realizada adubação de plantio:** há casos em que o plantio foi realizado sem qualquer adubação de base, no máximo com alguma reposição de solo ou composto. Nestes casos, a adubação de manutenção deverá assumir, ao menos em parte, a dose que deixou de ser aplicada no plantio.

Nestes casos, é recomendável que a manutenção seja dividida em pelo menos duas ocasiões, pois juntar em uma única adubação a de plantio e a de manutenção, fará com que a dose de adubo a ser aplicada seja muito elevada, ampliando as perdas. Mesmo assim, pode-se recomendar a realização de adubações em sistema de coveta lateral ou semicírculo com a colocação de 300 g de NPK com maior teor de P na primeira ocasião e, na adubação seguinte, a aplicação de dose de manutenção com N e K, também podendo conter P, assim como um pouco de Ca e Mg, conforme discorrido quando tratamos da adubação de plantio.

A adubação de manutenção também pode ser feita com técnicas de aplicação de fertilizantes líquidos, com aplicação via foliar, ou sobre o solo no entorno da planta [27]. A adubação de cobertura também pode ser aplicada com fins de correção ou recuperação, em casos de árvores adultas que, tendo grande importância histórico-cultural e ambiental, toma-se a decisão de mantê-las, desde que não apresentem risco de queda ou problemas fitossanitários graves. Para estes casos, existem tecnologias que viabilizam a aplicação líquida via foliar ou mesmo injeção no xilema tronco. Tais técnicas são recomendadas para casos em que não seja possível a aplicação via solo. Em casos em que a aplicação via solo pode ocorrer, esta é a técnica preferencial [27], tanto de forma líquida (Figura 12) ou sólida (Figura 13).

Figura 4.12 – Procedimento de adubação líquida empregando bomba de fertirrigação em Nogueira (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch) adulta em Blumenau – SC.



Fonte: Coelho, C. C.

No solo, existem casos em que é possível a aplicação em superfície, com uso de fertilizantes líquidos que, imediatamente após a aplicação, poderão se infiltrar no solo e serem absorvidos em solução pelas raízes. Essa aplicação será eficiente se feita em solos com baixo nível de compactação e sem declividade, caso contrário, as perdas serão grandes por escoamento ou retenção superficial.

A técnica mais usada no Brasil, onde houver espaço disponível no entorno da árvore, é a aplicação em subsuperfície (Norma ANSI A300), que se baseia na abertura de uma rede de furos no solo dentro da área de projeção da copa, onde será aplicado o adubo (Figura 13). Na demonstração, foram traçados 8 raios equidistantes entre o tronco e o limite da projeção da copa. Em cada raio, a 50 cm de distância entre eles, foi aberto um furo de 30 cm de profundidade com

uso de trato de coleta de solo, onde foram adicionados 30 g de fertilizante por furo e, posteriormente, fechou-se o furo com o solo anteriormente retirado.

Com uma grande quantidade de pontos com adubo aplicado na área de projeção da copa, onde estão alocadas a maior parte das raízes finas e na camada preponderante de ocorrência (primeiros 30 cm de solo), a absorção, pelas raízes, dos nutrientes contidos no adubo aplicado tende a ser mais eficiente, pois cobrirão maior área onde o sistema radicular se encontra, em subsuperfície.

Figura 4.13 – Adubação de correção ou recuperação com uso da técnica de aplicação em subsuperfície. a) Demarcação da área de projeção da copa no solo (destacado em branco); b) Abertura de furos nos locais demarcados; c) Solo retirado do furo, a ser devolvido ao furo após adubação; d) Raio com furos de adubação abertos (destacados em branco); e) Detalhe do furo com 5,0 a 10,0 cm de diâmetro; f) Aplicação de 30,0 g de adubo NPK no furo; g e h) Reposição de solo sobre o adubo; i) Furos com solo reposto, após adubação.



Fonte: Autores.

Uma dúvida que fica é: o que deve ser feito nos casos onde a árvore estiver alocada em área livre com espaço restrito para a realização de adubação com essa metodologia? Nestes casos, em se tratando de árvore de grande importância, sugere-se a criação deste espaço, com abertura da

calçada, podendo ocupar até parte da rua, se for necessário. Se isso não for possível, a adubação somente na área livre existente pode ocorrer, porém, a eficiência será restrita, pela menor área adubada, atingindo, potencialmente, volume muito menor de raízes.

Com essa técnica, a dose de adubo aplicada será proporcional à área de copa da árvore, consequentemente, também proporcional à área ocupada pelo sistema radicular. A distribuição do adubo em toda a projeção de copa atingirá, potencialmente, toda a distribuição do sistema radicular da árvore, fazendo com que a absorção seja mais eficiente, uma vez que a aplicação do adubo em vários pontos facilitará o contato do fertilizante com o sistema radicular, depois de incorporado na solução do solo. Para as condições brasileiras, são apresentados dados que auxiliam na orientação dos trabalhos de campo (Tabela 3).

Tabela 4.3 – Aplicação de adubo em sistema de subsuperfície na área de projeção da copa de árvores adultas no meio urbano.

Área de copa (m ²)	Raio médio de copa (m)	Nº de furos de 30 cm	Dose de Adubo NPK (g)
3,2	1	16	480
12,6	2	32	960
28,3	3	48	1440
78,5	5	80	2400
201,1	8	128	3840
452,4	12	192	5760
706,9	15	240	7200

Fonte: A partir de dados de Watson [35].

4.8. Status nutricional de árvores urbanas

O monitoramento do status nutricional de árvores urbanas é fator-chave para a tomada de decisão a respeito de fertilizações de cobertura ou de correção, além de poder embasar a necessidade de adubação em novos plantios na mesma cidade. Os estudos devem ser realizados ou orientados por profissionais especializados, de forma que as árvores urbanas sejam amostradas de forma correta, coletando-se folhas maduras e em vários pontos da copa, bem como a quantidade necessária delas.

Através de estudos realizados com árvores urbanas em cidades do Sul do Brasil, demonstrou-se que os teores foliares de macronutrientes podem ser muito diferentes entre espécies e entre indivíduos da mesma espécie, ampliando o intervalo de variação do teor médio dos nutrientes. A interpretação dos teores médios apresentados na Tabela 4 deve ser cuidadosa, uma vez que o fato da espécie apresentar teor menor de um nutriente não necessariamente significa que esteja em situação que demande a imediata reposição nutricional via adubação. Os dados devem ser correlacionados com a avaliação das árvores amostradas, seu crescimento, fitossanidade e vigor geral. Caso a espécie apresente problemas como perda de crescimento e vigor geral baixo, e a análise nutricional foliar demonstrar que ela tem teores baixos de nutrientes, então é o caso de se efetuar a adubação, seguindo as metodologias anteriormente apresentadas.

Em relação ao nitrogênio (N), deve-se considerar que a Tabela 4 apresenta teores foliares e não para a árvore como um todo. As folhas são o local onde o elemento deve estar mais concentrado [34], uma vez que são o sítio principal das trocas minerais relacionadas à nutrição vegetal. Em termos gerais,

estudos [36,37,34] mostram que teores foliares de N abaixo de 15 g kg⁻¹ podem ser considerados baixos. Com base nestes autores, o teor de P foliar considerado insuficiente estaria abaixo de 1,0 g kg⁻¹, K abaixo de 5,0 g kg⁻¹, Ca abaixo de 3,0 g kg⁻¹ e Mg abaixo de 2,0 g kg⁻¹. Desta forma, entre as 21 espécies apresentadas na Tabela 4, seis estariam com deficiência de N, quatro com deficiência de P e cinco com deficiência de K, nenhuma delas com deficiência de Ca e oito com deficiência de Mg.

Tabela 4.4 – Intervalo médio de teores de macronutrientes em folhas de algumas espécies usadas na arborização urbana de cidades do Sul do Brasil.

Espécie (nome científico)	N	P	K	Ca	Mg
	g kg ⁻¹				
Ácer (<i>Acer palmatum</i> Thunb.)	13,5-15,8	1,0-2,0	6,8-7,6	10,2-15,1	2,8-3,0
Pata de vaca (<i>Bauhinia candicans</i> Benth.)	28,8-32,8	1,1-2,1	9,4-13,3	23,6-29,9	2,3-3,3
Guabirova (<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg)	10,4-22,7	0,9-1,7	5,3-13,9	6,5-18,4	1,7-2,9
Nogueira (<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K.Koch)	10,1-30,3	0,8-1,4	7,6-10,1	16,0-25,8	2,7-4,7
Acácia imperial (<i>Cassia fistula</i> L.)	21,3-33,5	1,5-2,3	12,3-17,2	14,9-22,3	1,9-3,1
Cedro (<i>Cedrela fissilis</i> Vell.)	19,4-25,1	1,0-1,5	5,3-10,7	8,7-34,1	2,9-4,2
Sibipiruna (<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis)	18,6-25,7	1,0-1,4	5,5-7,9	8,8-24,0	0,3-2,7
Flamboyant (<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.)	20,3-41,1	1,3-2,2	4,5-11,2	10,1-23,0	2,1-2,8
Timbaúva (<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong)	25,7-28,8	1,1-1,8	10,8-13,1	4,5-6,0	3,6-4,0
Cerejeira do mato (<i>Eugenia involucrata</i> DC.)	12,7-22,1	1,0-1,7	5,5-11,3	11,0-18,9	2,3-3,6
Pitangueira (<i>Eugenia uniflora</i> L.)	15,9-20,4	1,1-1,6	6,1-12,2	13,2-27,4	2,0-4,5
Ipê roxo (<i>Handroanthus avellanedae</i> (Lorentz ex Griseb.) Mattos)	21,5-27,0	1,0-2,4	7,0-14,4	9,5-27,7	2,4-3,7
Ipê amarelo (<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos)	19,2-30,2	1,3-2,3	5,3-13,3	11,8-22,4	2,4-6,0
Ingá feijão (<i>Inga marginata</i> Willd.)	28,4-35,2	1,3-1,8	6,3-12,3	7,0-12,6	1,7-2,6
Jacarandá mimoso (<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don)	18,5-28,9	1,3-1,6	7,2-11,0	5,1-10,4	1,7-3,2
Extremosa (<i>Lagerstroemia indica</i> L.)	15,1-20,6	1,1-2,3	4,7-9,5	13,4-25,3	2,9-6,3
Canafístula (<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.)	21,4-26,0	0,9-1,3	6,6-8,9	4,6-15,2	1,2-3,4
Araçá (<i>Psidium cattleianum</i> Sabine)	11,0-13,6	0,8-1,1	3,5-12,7	11,4-19,5	1,5-4,1
Manduirana (<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby)	22,5-25,1	1,4-3,9	4,2-9,9	8,1-33,1	2,2-3,8
Chuva de ouro (<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby)	14,7-29,0	1,1-1,6	4,2-8,2	11,5-23,4	0,9-1,6
Tipuana (<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze)	25,5-31,8	1,2-1,8	7,3-11,9	14,8-31,1	2,9-5,3

Fonte: Autores.

Tal situação denota a necessidade de atenção à nutrição das árvores urbanas por parte dos profissionais responsáveis pelo seu manejo. A correlação entre status nutricional foliar e o vigor geral da planta (crescimento e fitossanidade) determinará a tomada de decisão pela adubação. Relacionar a nutrição das árvores urbanas com o manejo, principalmente de podas, também é

importante para a tomada de decisões de adubação, ao menos como forma de reposição dos nutrientes extraídos via poda, os quais também se recomenda que sejam quantificados.

Outros elementos químicos nutrientes também merecem atenção, tais como o enxofre (S), que tende a apresentar baixos teores em árvores urbanas, fato que pode comprometer o potencial de crescimento, em função da perda da capacidade de absorção de CO₂ do ar e fixação de N₂ atmosférico. Este aspecto é extremamente importante para a qualidade ambiental urbana proporcionada pela existência de árvores em bom estado nutricional.

Ainda é necessário grande avanço das pesquisas sobre nutrição de árvores urbanas, em um ambiente complexo para o balanço nutricional adequado. A pesquisa com micronutrientes e metais pesados precisa avançar mais, podendo dar respostas para possíveis deficiências ou toxidez até então não diagnosticadas.

4.9. Considerações finais

Plantar árvores no meio urbano exige, atualmente, a mudança de postura por parte dos profissionais de órgãos públicos e consultores da área. Ideias antigas que imaginavam que seria possível “prender” a árvore em um espaço limitado de área livre e cova, assim como de que a árvore urbana não precisa de adubação, entre outras, devem ser abandonadas. Com o avanço do conhecimento e da tecnologia para manejo de árvores urbanas, limitar a indicação de espécies em função de largura de ruas ou de calçadas ou da presença de fiação aérea ou de obras subterrâneas não encontra mais embasamento. Cada caso é um caso e deve ser estudado por profissionais especializados na área.

Plantar árvores urbanas não é simplesmente abrir a cova e colocar a muda, mas sim uma ação complexa e que exige conhecimentos de solos, botânica, fisiologia vegetal, ecologia, fitossanidade, geoinformação, silvicultura e manejo florestal, assim como de outras áreas relacionadas às construções, sociologia e outros elementos urbanos. O sucesso da arborização depende da capacidade dos profissionais e suas equipes em conjugarem esses elementos em prol de boas práticas de plantio, condução e manejo das árvores.

Em termos operacionais, covas amplas e em formato de bacia, solos descompactados, uso de estruturas de apoio e proteção das mudas, adubação de plantio, manutenção e, caso necessário, de recuperação de uma árvore, assim como irrigação e controle de pragas e doenças devem fazer parte da agenda dos profissionais e encarregados da área. Além disso, o monitoramento e treinamento de equipes são fatores chave de sucesso. Equipes treinadas e com equipamentos adequados são capazes de monitorar, de forma contínua, a arborização de seu município, contando com o apoio da população.

Trabalhar com arborização urbana levando em conta a nutrição das árvores é ainda aspecto complexo. Por isso sugere-se que, sempre que houver insegurança na tomada de decisões, os órgãos públicos tenham o apoio de consultorias especializadas, universidades ou centros de pesquisa que os auxiliem nas análises e tomadas de decisão, diminuindo as chances de perdas de exemplares arbóreos singulares da arborização da cidade e também não permitindo a tomada de decisão por investimentos que possam ser desnecessários.

4.10. Referências

- [1] Santos PM, Caccia LS, Samios AAB, Ferreira LZ. 8 princípios das calçadas: construindo cidades mais ativas. São Paulo: WRI Brasil; 2017.
- [2] Fraga SSV. Floricultura, jardinagem e plantas ornamentais. Porto Alegre: Imprensa Livre; 2002.
- [3] Silva Filho DF. Manual de normas técnicas de arborização urbana. Piracicaba: CATI/FAPESP/ESALQ; 2007.
- [4] Prefeitura Municipal de São Paulo. Manual técnico de arborização urbana. 2a ed. São Paulo: SVMA; 2005.
- [5] Pivetta KFL, Silva Filho DF. Arborização urbana. Jaboticabal: UNESP/FCAV/FUNEP; 2002. 69 p. (Boletim acadêmico).
- [6] Brun FGK, Silva Filho DF. Técnicas de implantação e manejo em arborização urbana viária. In: Martin TN, Ziech MF, Pavinato PS, Waclawoski AJ, Skalski MSS, organizadores. Sistemas de produção agropecuária – ano 2009. 2009. p. 210-234.
- [7] Prefeitura Municipal de Mogi das Cruzes. Mogi mais verde: cartilha de arborização urbana. 2017.
- [8] Crestana MSM, Silva Filho DF, Bertoni JEA, Guardia JFC, Araújo RT. Árvores e cia. Campinas: CATI; 2007.
- [9] Novaes DS, Brun EJ, Brun FGK. Compactação do solo em áreas livres com árvores urbanas em solos argilosos. Cad Cienc Tecnol. 2021;38(2):1-7.
- [10] Pereira B. Análise dos efeitos do entorno urbano sobre o sistema radicular de árvores viárias de São Mateus do Sul-Paraná [trabalho de conclusão de curso]. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2017.
- [11] Camargo OA, Alleoni LRF. Reconhecimento e medida da compactação do solo [Internet]. 2006 [acesso 13 jan. 2020]. Disponível em: http://www.infobibos.com/artigos/2006_2/c6/index.html
- [12] Lilly SJ. Guia de estudo para a certificação de arborista. Atlanta: International Society of Arboriculture; 2015.
- [13] Neofloresta. Metodologias de inventário da arborização urbana. Pato Branco: Neofloresta; 2019. 10 imagens, 3506 x 2480 pixels.
- [14] Watson G, Himelick EB. Best management practices: tree planting. Atlanta: International Society of Arboriculture; 2005.
- [15] Lilly SJ. Manual de arboricultura: guía de estudio para la certificación del arborista. Atlanta: International Society of Arboriculture; 1999.
- [16] Viveiro Portugal. Tutores [Internet]. [acesso 6 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.viveiroportugal.pt/produtos/tutores.html>
- [17] Prefeitura Municipal de Maringá. Mudanças de árvores recebem proteção contra vandalismo [Internet]. 2011 [acesso 3 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.sintracoop.com.br/2011/04/20/mudas-de-arvores-recebem-protecao-contravandalismo/>
- [18] Prefeitura da Estância de Atibaia. Guia de arborização urbana (GAU) [Internet]. [acesso 14 jan. 2021]. Disponível em: <http://www.atibaia.sp.gov.br/freeaspupload/suma/Guia%20de%20Arborizacao%20Urbana%20-%20GAU.pdf>

- [19] Arboreo.net. Amarrio e tutoramento da muda [Internet]. [acesso 14 jan. 2021]. Disponível em: <http://www.arboreo.net/2013/11/amarrio-e-tutoramento-da-muda.html>
- [20] Árvores de São Paulo. Cortes de grama em praças e parques pode matar as árvores urbanas. Como proteger? [Internet]. 2013 [acesso 2 jan. 2021]. Disponível em: <https://arvoresdesaopaulo.wordpress.com/2013/12/02/corte-de-grama-em-pracas-e-parques-pode-matar-as-arvores-urbanas-como-proteger/>
- [21] S&P Tree Service. Do I need to place mulch around trees? [Internet]. [acesso 15 jan. 2021]. Disponível em: <http://sandptreeservice.com/do-i-need-to-place-mulch-around-trees-tips-from-your-fort-worth-tx-tree-service/>
- [22] Flores e Folhagens. Plantas para o pé das árvores [Internet]. [acesso 15 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.floresefolhagens.com.br/plantas-para-o-pe-das-arvores/>
- [23] Fuminas. Arvoreiras [Internet]. [acesso 15 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.fuminas.com.br/produtos/arvoreiras/>
- [24] Veco Urban Design. Grelha de árvores [Internet]. [acesso 15 jan. 2021]. Disponível em: <https://vecourbandesign.com/artigo/g-11-grelha-de-arvores-521>
- [25] Resopre Urbanismo. Grelhas tres [Internet]. [acesso 15 jan. 2021]. Disponível em: http://resopre.pt/conteudo.php?fam=mobiliario_urbano,grelhas&pag=URBANISMO_RESOPRE.PT&detail=616
- [26] Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Estadual Paraná. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. Curitiba: SBCS/NEPAR; 2017.
- [27] Smiley ET, Lilly SJ, Kelsey P. Best management practices: tree and shrub fertilization. Atlanta: International Society of Arboriculture; 2002.
- [28] Malavolta E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres; 2006.
- [29] Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre: SBCS-NRS; 2004.
- [30] Brun EJ, Rosa SF, Roppa C, Schumacher MV, Brun FGK. Avaliação nutricional de espécies nativas utilizadas na arborização do campus da Universidade Federal de Santa Maria-RS. Rev Soc Bras Arboriz Urbana. 2012;7(1):89-111.
- [31] Gonçalves JLM, Stape JL, Benedetti V, Fessel VAG, Gava JL. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição de árvores. In: Gonçalves JLM, Benedetti V, editores. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF; 2005. p. 1-58.
- [32] Epstein E, Bloom AJ. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2a ed. Londrina: Planta; 2004. Traduzido por Nunes MET.
- [33] Prado RM. Nutrição de plantas. São Paulo: UNESP; 2008.
- [34] Larcher W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: Rima; 2000.
- [35] Watson G. Best management practices: tree planting. Atlanta: International Society of Arboriculture; 2005.
- [36] Silveira RLVA, Higashi EN, Gonçalves AN, Moreira A. Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: Gonçalves JLM, Benedetti V, editores. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF; 2005. p. 79-104.
- [37] Kopinga J, Van den Burg J. Using soil and foliar analysis to diagnose the nutritional status of urban trees. J Arboric. 1995; 21(1):17-24.

Capítulo 5

PRAGAS E DOENÇAS EM ÁRVORES URBANAS

*Por Marcelo Diniz Vitorino, Dalva Luiz de Queiroz,
Celso Garcia Auer e Álvaro Figueredo dos Santos*

5.1. Destaques deste capítulo

1. Diversos insetos, fungos, bactérias e plantas podem causar danos à saúde das árvores urbanas, especialmente em condições que favoreçam o desenvolvimento dessas pragas e doenças;
2. Entre as pragas mais comuns, estão os psilídeos, pequenos insetos que sugam a seiva dos ramos das árvores, frequentes em espécies comuns como sibipiruna, tipuana e sombreiro;
3. Há grande diversidade de lagartas desfolhadoras que podem afetar árvores e em palmeiras algumas espécies causam danos severos ao consumir toda a folhagem;
4. Fungos como ferrugem, oídio e manchas foliares podem matar mudas e adultos além de haver doenças que atacam raízes e caule;
5. O uso de defensivos químicos é restrito no meio urbano e o controle deve manter as pragas em níveis baixos sem causar danos significativos às árvores.

5.2. Introdução

Os problemas fitossanitários associados à arborização urbana no Brasil não recebem a mesma importância dada aos mesmos na agricultura ou nos reflorestamentos. Infelizmente, a presença de pragas e doenças em árvores urbanas é normalmente ignorada durante as atividades de manejo, seja por falta de conhecimento técnico, seja pela falta de produtos adequados e registrados para o controle dentro do ambiente urbano. Este capítulo busca informar os interessados no assunto acerca das principais pragas e doenças de algumas das espécies vegetais mais utilizadas, na visão dos autores, na arborização urbana da região Sul do Brasil.

A seguir, são elencadas algumas das principais espécies arbóreas cultivadas nas zonas urbanas e as pragas mais comuns que as atacam, juntamente com comentários relevantes sobre métodos de controle, quando aplicável.

5.3. Araçazeiro – *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae)

Quanto às pragas associadas ao araçazeiro, destacam-se as galhas das folhas causadas por *Tectococcus ovatus* e por *Nothotrioza cattleiani*, a vespa-serra-do-araçazeiro *Haplostegus epimelas*, a galha-dos-botões *Dasineura gigantea* e o besouro-descascador-de-ramos *Lamprosoma azureum*.

5.3.1. Artrópodes

5.3.1.1. Galhadores de folhas: *Tectococcus ovatus* Hempel, 1900 (Hemiptera: Eriococcidae); *Nothotrioza cattleiani* Burckhardt, 2013 (Hemiptera: Triozidae)

Duas espécies de insetos causam galhas nas folhas dos morfotipos de araçazeiro. As galhas causadas por *Tectococcus ovatus* são as mais importantes quanto à área de distribuição e danos causados às plantas. Sua dispersão se estende desde a faixa litorânea do Rio Grande do Sul ao Paraná na floresta ombrófila densa, e mais para o interior a espécie é bastante comum no primeiro planalto paranaense – floresta ombrófila mista [1]. As galhas formadas possuem partes ovais e convexas em uma face da folha, e ovais e acuminadas na outra face, sendo que ambas as partes podem ocorrer em qualquer face da folha (Figura 1a). O tamanho das galhas é muito variável, dependendo do estado de desenvolvimento e do sexo do inseto. As galhas contendo machos adultos são mais estreitas e acuminadas que as formadas pelas fêmeas. As galhas jovens que contêm ninfas nos primeiros estágios de desenvolvimento são menores que galhas contendo fêmeas adultas [1]. As galhas de *T. ovatus* são encontradas tanto no morfotipo de frutos amarelo quanto no vermelho, com maior incidência para o morfotipo amarelo. É comum, em altas infestações, o desenvolvimento de galhas em tecidos meristemáticos, sendo possível a presença de galhas em ramos jovens, frutos em formação e botões florais (Figura 1a). Nestes casos, os efeitos adversos à planta são a diminuição da produção de flores e frutos até sua completa interrupção, o secamento de ramos jovens e o amarelecimento e queda de folhas que levam a planta ao estressamento.

Figura 5.1 – a) Alta infestação de *Tectococcus ovatus* em araçazeiro amarelo;
b) Galhas de *Nothotrioza cattleiani* em araçazeiro.



Fonte: Autores.

A segunda espécie a causar galhas nas folhas do araçazeiro é *Nothotrioza cattleiani* [2], anteriormente citada erroneamente como *Neotrioza tavaresi* (Hemiptera: Psyllidae) [3]. Esta espécie forma galhas arredondadas, uniloculares na face abaxial (inferior) das folhas onde a ninfa do inseto se desenvolve e se alimenta [4] (Figura 1b). As galhas são mais comuns no morfotipo amarelo e sua dispersão está mais associada às regiões de maior altitude, sendo rara sua presença nas áreas litorâneas [3,4]. *N. cattleiani* apresenta ciclo univoltino e estreita relação com a fenologia das plantas, sua presença é mais comum em araçazeiros adultos com boa produção de brotações [4]. Diferentemente das galhas causadas por *T. ovatus* que causam grande estresse às plantas, as galhas de *N. cattleiani* quando em alta infestação podem causar abscisão foliar, mas é comum encontrar as galhas já abertas em folhas coriáceas, sendo o dano mais estético do que fisiológico.

5.3.1.2. Vespa-serra-do-aracazeiro, *Haplostegus epimelas* Konow, 1901 (Hymenoptera: Pergidae)

A vespa-serra-do-aracazeiro *Haplostegus epimelas* se caracteriza por ser uma vespa escura e brilhante em visão dorsal, com pernas amareladas e de extremidades escuras, quase negras (tarsos), com o tórax alaranjado e dimorfismo sexual – as fêmeas são maiores que os machos. A fêmea adulta deposita seus ovos enfileirados dentro do tecido de ramos jovens. As larvas são de coloração amarelada, gregárias, e nas primeiras fases larvais raspam o limbo de folhas jovens e brotações, passando a desfolhar a planta durante o desenvolvimento larval e finalmente empupando no solo [5].

Os danos causados às plantas estão associados principalmente ao secamento de ramos, causado pela presença da postura, morte de brotações causada pela raspagem do limbo foliar e pela desfolha durante o desenvolvimento das larvas. Esta espécie só foi relatada atacando o morfotipo amarelo [5], porém, também é conhecida por atacar a goiabeira (*Psidium guajava*).

5.3.1.3. Galha-dos-botões, *Dasineura gigantea* Angelo & Maia, 1999 (Diptera: Cecidomyiidae)

A presença de estruturas que lembram “rosetas” nas gemas apicais e botões florais do araçazeiro é bastante comum na região Sul, sendo esta estrutura uma galha causada pelo pequeno díptero *Dasineura gigantea*. Embora o nome popular deste inseto esteja associado às galhas-dos-botões, a maioria das galhas são induzidas nas gemas axilares na base dos pecíolos foliares. São galhas pluriloculares, podendo possuir de uma a até 16 câmaras em seu interior, cada câmara com uma larva, que utilizam o potencial de crescimento vegetativo da planta hospedeira interrompendo o prolongamento dos entrenós e a multiplicação das folhas, dando origem a galhas do tipo roseta [6]. As galhas inicialmente apresentam uma coloração verde e, conforme as larvas em seu interior vão se desenvolvendo, as mesmas adquirem coloração amarelada à avermelhada e tornam-se lenhosas com aspecto de secas com as larvas chegando próximo ao empupamento (Figura 2). A galha causada por *D. gigantea*, assim como as anteriormente citadas, depende de um sincronismo entre a fenologia da planta e a presença dos insetos. Neste sentido, é interessante relatar que o inseto adulto, com cerca de 6 mm, vive em média apenas um dia, o suficiente para que haja a cópula entre machos e fêmeas e a oviposição nos tecidos meristemáticos [6]. Os danos associados à alta infestação destas galhas podem ser comparados aos causados por *T. ovatus* levando a planta hospedeira a ter alta taxa de secamento de ramos e ponteiros, perda de folhas e diminuição da floração e frutificação.

Figura 5.2 – Galhas dos botões (*Dasineura gigantea*) maduras em araçazeiro.



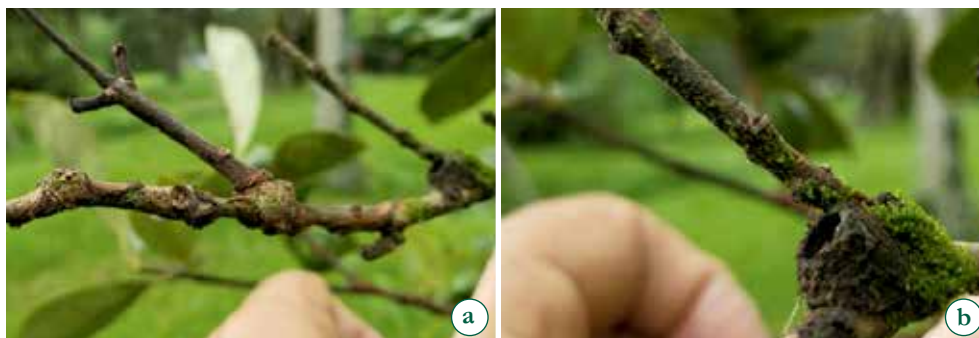
Fonte: Autores.

5.3.1.4. Besouro-descascador-de-ramos, *Lamprosoma azureum* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae)

Um dos danos mais difíceis de se associar ao agente causal em plantas de araçazeiro na arborização urbana é o causado pelo besouro *Lamprosoma azureum*. O dano em si é facilmente reconhecido, pois trata-se da raspagem da casca dos ramos feita pelas larvas do besouro (Figura 3a). Porém, a detecção das larvas é que se torna complicada, pois as mesmas encontram-se escondidas dentro de uma estrutura feita com seus excrementos e restos de casca, chamada de escatoteca, sendo difícil a sua percepção.

O inseto adulto é um besouro azul-metálico-escuro com as pernas negras. As fêmeas realizam a postura entre o final da primavera e em todo o verão, depositando seus ovos em ramos lignificados ou em processo de lignificação. Em seguida, os ovos são cobertos por seus excrementos formando uma pequena escatoteca que protegerá o ovo e a larva de dessecação e inimigos naturais. Conforme a larva se desenvolve, acrescenta mais excrementos à escatoteca, aumentando-a em tamanho e definindo à mesma um formato de “sino” (Figura 3b). As larvas possuem hábito alimentar noturno, e durante o dia as escatotecas são facilmente notadas imóveis nas axilas dos ramos. O ciclo do ovo ao adulto dura cerca de 12 meses. O besouro-descascador é também encontrado em outros hospedeiros da família Myrtaceae, como a goiabeira (*Psidium guajava*), a pitangueira (*Eugenia uniflora*), a maria-preta (*Psidium ovale*), a guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa*), e também em plantas da família Melastomataceae, como *Pleroma urvilleanum* e *Pleroma sellowianum*, conhecidas como orelha-de-onça ou quaresma, quaresmeira, manacá e manacá-da-serra respectivamente [7,8].

Figura 5.3 – a) Dano causado por besouro descascador de ramos (*Lamprosoma azureum*);
b) Detalhe da escatoteca.



Fonte: Autores.

5.4. Aroeira – *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae)

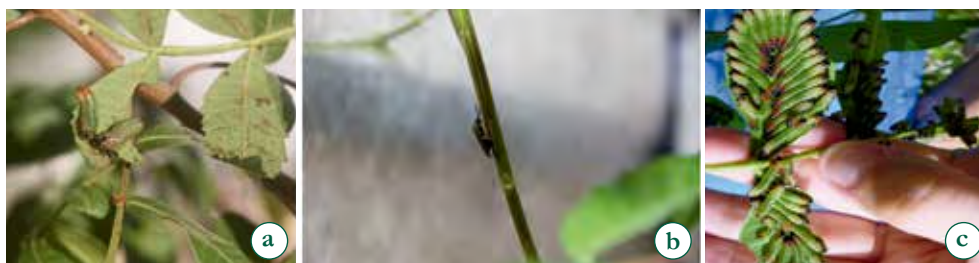
As principais pragas associadas à aroeira *Schinus terebinthifolia* [9] nos estados do Sul do Brasil são a vespa-serra-da-aroeira, as galhas de folhas, as minas de folhas, o tripes-vermelho-das-brotações, a lagarta-enroladeira e a cochonilha-rosa.

5.4.1. Artrópodes

5.4.1.1. Vespa-serra-da-aroeira: *Heteroperreyia hubrichi* Malaise, 1955 (Hymenoptera: Pergidae)

A vespa-serra-da-aroeira (*Heteroperreyia hubrichi*) é um inseto que possui larvas gregárias que desfolham plantas jovens e adultas. O inseto adulto é uma vespa escura, brilhante, com pernas amareladas de cerca de dois centímetros de comprimento, que deposita seus ovos em ramos jovens. As larvas são de coloração esverdeada clara brilhante e cabeça escura com hábito gregário quando jovens, adquirindo coloração avermelhada próximo à cabeça e no final do corpo nas últimas fases larvais, quando assumem comportamento solitário (Figura 4a). As larvas se alimentam das brotações e folhas jovens nas fases iniciais de desenvolvimento e passam a se alimentar de folhas velhas conforme vão se desenvolvendo até realizarem o empupamento no solo (Figura 4c). É comum encontrar mais de uma postura por planta associada à desfolha total de plantas e arbustos jovens, ou de porções da copa em árvores adultas [10,11].

Figura 5.4 – a) Larvas isoladas; b) Fêmea em postura; c) Larvas gregárias de vespa-serra-da-aroeira.



Fonte: Autores.

5.4.1.2. Tripes: *Pseudophilothrips gandolfi* Mound, Wheeler & Williams, 2010;
Pseudophilothrips ichini (Hood, 1949) (Thysanoptera: Phlaeothripidae)

Duas espécies de tripes atacam as plantas de aroeira na região Sul do Brasil. A espécie *Pseudophilothrips gandolfi* possui ninfas de coloração vermelha que se encontram em ramos jovens e nas brotações da aroeira onde se alimentam sugando a seiva da planta, causando o secamento das porções atacadas. Os adultos se diferenciam pela presença das asas e pela coloração negra e brilhante (Figura 5a-b). É comum encontrar ninfas e adultos se alimentando juntamente. Esta espécie é mais comum atacando as variedades de aroeira com folíolos pilosos e presentes em áreas com altitude acima de 500 metros ao nível do mar.

A espécie *Pseudophilothrips ichini* possui ninfas de coloração amarela a alaranjada e se encontram em ramos, folhas jovens e brotações onde se alimentam sugando a seiva e causando necroses e secamento das porções atacadas. Os adultos desta espécie também se diferenciam pela presença das asas e pela coloração negra e brilhante (Figura 5d). Esta espécie é mais comumente encontrada nos morfotipos de aroeira de folíolos glabros (sem pilosidade) e em áreas de baixa altitude, principalmente nas regiões litorâneas dos três estados do Sul, embora possa ser encontrado a até 1.300 metros de altitude [12].

Figura 5.5 – Tripes vermelho (*Pseudophilothrips gandolfi*) em a) Ramos jovens e b) Brotações; Tripes alaranjado (*P. ichini*), c) Ninfas e d) Adultos.



Fonte: Autores.

5.4.1.3. Galhas em folhas: *Calophya terebinthifolii* Burckhardt & Basset, 2000; *Calophya praestigiator* Burckhardt, 2018 (Hemiptera: Calophyidae)

Há um complexo de insetos que causam galhas nos folíolos das aroeiras na região Sul do Brasil, sendo estes membros do gênero *Calophya*. São insetos de hábito sugador que se alimentam da seiva de seus hospedeiros. No caso da aroeira, trata-se de insetos diminutos facilmente reconhecidos pelo dano que causam através da formação de pequenas galhas côncavas na face inferior e aberta na face superior dos folíolos (Figura 6b). Duas espécies se destacam na região Sul, *Calophya terebinthifolii* e *C. praestigiator*, embora existam outras duas espécies associadas à aroeira, *C. lutea* Burckhardt, 2018 na região Sudeste e *C. latiforceps* Burckhardt et al., 2011 na região Nordeste, que também causam danos semelhantes. A espécie *C. terebinthifolii* é comumente encontrada associada aos morfotipos de aroeira presentes nas regiões litorâneas dos estados sulinos, enquanto *C. praestigiator* está mais associada aos morfotipos de altitude. Não se descarta a possibilidade de ambas coexistirem [13]. A separação das espécies através dos adultos é difícil, sendo facilmente feita quando se comparam as ninfas presentes dentro das galhas. No caso de *C. terebinthifolii*, as ninfas possuem duas listras dorsais escuras enquanto *C. praestigiator* é totalmente amarela (Figura 6a).

A formação das galhas induz a diminuição da área fotossintetizante das folhas, causando, gradualmente, a queda de folíolos e consequentemente estressando a planta, dependendo do tamanho da infestação. Folhas jovens e/ou folíolos jovens são os preferidos para a oviposição dos ovos próximos às nervuras dos folíolos de onde eclodem as ninfas ou imaturos que induzirão as galhas através de sua alimentação.

Figura 5.6 – Galhas (*Calophya terebinthifolii*) de folhas de aroeira pimenteira:
a) Imaturos; b) Folíolos afetados; c) Detalhe da face abaxial do folíolo.



Fonte: Autores.

5.4.1.4. Enrolador de folhas: *Episimus unguiculus* Clarke, 1951 (Lepidoptera: Tortricidae)

Episimus unguiculus é comumente encontrada em folhas jovens de aroeira no Sul do Brasil. O principal dano está associado às lagartas de últimos instares que enrolam os folíolos das folhas de aroeira, formando uma estrutura tubular. A fêmea adulta deposita seus ovos, de formato achatado e ovoide e coloração esverdeada, tanto na parte superior como na inferior dos folíolos, ficando os mesmos grudados no limbo. As lagartas recém-eclodidas são de coloração verde-clara,

chegando a uma coloração avermelhada no final do desenvolvimento. As lagartas iniciais raspam o limbo foliar na porção superior passando a juntar diferentes folíolos próximos entre si e, finalmente, na fase final de lagarta, pouco antes do empupamento, enrolam-se em um único folíolo onde empupam [14].

5.5. Carobas – *Jacaranda* spp. (Bignoniaceae)

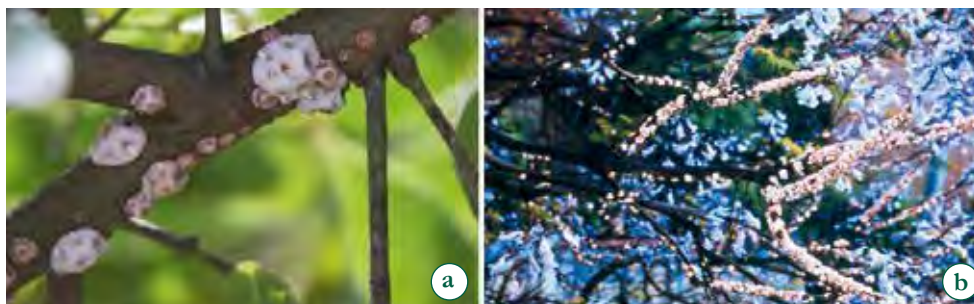
5.5.1. Artrópodes

As cochonilhas do gênero *Ceroplastes* Gray são os insetos mais comuns associados às espécies do gênero *Jacaranda* Juss. nos três estados da região Sul do Brasil.

5.5.1.1. Cochonilha-de-cera, cochonilha-cor-de-rosa: *Ceroplastes grandis* Hempel, 1900 (Hemiptera: Coccidae)

A cochonilha *Ceroplastes grandis* (Figura 7a), popularmente conhecida como cochonilha-de-cera ou cochonilha-cor-de-rosa, é um inseto de hábito sugador com formato hemisférico e corpo revestido por uma camada de cera rosa-claro, com alto teor de água [15]. Normalmente, vivem agregados nos ramos, podendo, algumas vezes, cobri-los totalmente e no caso das carobas, raramente são encontrados nas folhas. Preferencialmente ocorrem do final do outono até o final da primavera. Em locais da região Sul de clima mais ameno podem também ser encontrados no verão. Estes são insetos sugadores que se alimentam da seiva de ramos e folhas e apresentam uma interação mutualística com formigas que se alimentam de suas excreções (conhecidas como *honeydew* ou melato), ricos em açúcares e grande variedade de compostos químicos como lipídios, aminoácidos, vitaminas, minerais e água [16-18]. Além da alimentação, as formigas podem conferir limpeza, transporte e proteção contra inimigos naturais [19]. Além dessa interação entre as cochonilhas e formigas, fungos se desenvolvem sobre esta secreção recobrimdo a superfície do vegetal, com um micélio escuro que diminui a área fotossintetizante e pode levar as porções atacadas à clorose ou, em casos de alta infestação, ao secamento (Figura 7b). O desenvolvimento destes fungos causa a doença conhecida por fumagina. Essa doença pode ser causada por fungos do gênero *Capnodium* (Capnodiaceae), e pode ser encontrada em várias espécies arbóreas no Brasil [20,21].

Figura 5.7 – a) Cochonilhas adultas e ninfas de *Ceroplastes* sp.;
b) Exemplar de jacarandá-mimoso com alta infestação da cochonilha.



Fonte: Autores.

São também comuns a presença de outros insetos associados às cochonilhas, como a abelha sem ferrão *Plebeia droryana* (Fries, 1900) (Hymenoptera: Apidae, Meliponini), que neste caso acabam retirando a camada cerosa que recobre as cochonilhas, deixando-as mais expostas e, portanto, suscetíveis ao ataque de seus inimigos naturais [21].

As cochonilhas do gênero *Ceroplastes* são insetos polípagos e também pragas de várias outras espécies vegetais usualmente encontradas na arborização urbana da região sul do Brasil, entre elas: o dedaleiro ou mangaba-brava (*Lafoensia pacari*, Lythraceae), o pau-formiga ou chuva-de-ouro (*Senna multijuga*, Fabaceae) e a aroeira-salsa ou aroeira-periquita (*Schinus molle*, Anacardiaceae).

5.6. Chapéu-de-praia – *Terminalia catappa* L. (Combretaceae)

5.6.1. Erva-de-passarinho

As ervas-de-passarinho são comumente classificadas como plantas parasitas, mas na verdade são hemiparasitas, uma vez que não dependem exclusivamente dos nutrientes extraídos de seus hospedeiros, pois podem realizar fotossíntese e produzir substâncias orgânicas para o seu desenvolvimento [22,23]. As ervas-de-passarinho são plantas perenes, com folhas sempre verdes, que se fixam nos galhos e troncos da planta hospedeira através de raízes modificadas, denominadas de haustórios, que conseguem atravessar a casca da planta hospedeira e retirar água e sais minerais [22,23].

Os principais danos causados aos hospedeiros são o estresse fisiológico e a consequente diminuição de vigor, uma vez que estas plantas retiram nutrientes de seus hospedeiros. O recobrimento da copa do hospedeiro pelo desenvolvimento dos ramos destes hemiparasitas causa a diminuição da área fotossintetizante, o que pode acarretar uma série de problemas como a incidência de pragas e doenças, secamento parcial ou total da copa e posterior morte do hospedeiro [22,23]. As mudanças na arquitetura da copa do hospedeiro e, portanto, alteração da estética da arborização também pode ser considerado como um importante dano [24].

No Brasil, as principais espécies de erva-de-passarinho na arborização urbana pertencem à família Loranthaceae, e das sete espécies relatadas para a região Sul do Brasil duas espécies são as mais comuns: *Tripodanthus acutifolius* (Ruiz & Pav.) Tiegh. e *Struthanthus vulgaris* (Vell.) Mart. [22,24] (atualmente *Struthanthus marginatus* (Desr.) G.Don). Na cidade de Curitiba, são ainda comuns as espécies: *Struthanthus uraguensis* G.Don e *Struthanthus martianus* Dettke & Waechter.

Figura 5.8 – Infestação de erva-de-passarinho em arborização urbana.



Fonte: Autores.

As principais espécies utilizadas em arborização urbana atacadas por erva-de-passarinho na região Sul do Brasil são: o alfeneiro (*Ligustrum lucidum*, Oleaceae), a extremosa (*Lagerstroemia indica*, Lythraceae), o acer (*Acer negundo*, Sapindaceae), a tipuana (*Tipuana tipu*, Fabaceae), o cinamomo (*Melia azedarach*, Meliaceae) [23], o ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*, (antes *Tabebuia chrysotricha*, Bignoniaceae) [25] e a pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*, Fabaceae).

5.6.1.1. Lagarta-branca-de-neve: *Thagona tibialis* Walker, 1855 (Lepidoptera: Erebidae)

A pequena mariposa *Thagona tibialis*, popularmente conhecida como branca-de-neve, possui lagartas de coloração branco-azuladas com listras cor de laranja na parte subdorsal e detalhes negros por todo o corpo. Estas lagartas já foram reportadas causando desfolha em chapéu-de-praia (Figura 9) nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. A intensidade de dano pode chegar a mais de 98% de desfolha nas folhas mais velhas, coriáceas, as quais as lagartas têm preferência. Os adultos são mariposas de coloração variada, mas as fêmeas são sempre brancas e os machos variam de marrom-claro a marrom-escuro [26]. Além do dano causado às plantas pela desfolha, estas lagartas são também conhecidas por invadir residências e causar desconforto e alergias às pessoas, seja através dos pelos de suas lagartas, seja pelas escamas das asas dos adultos que se destacam facilmente [27].

Figura 5.9 – Danos causados por *Thagona tibialis* em chapéu-de-praia.



Fonte: Autores.

5.6.1.2. Lagarta-tanque: *Acharia nesea* (Stoll, 1780) (Lepidoptera: Limacodidae)

As lagartas da espécie *Acharia nesea* são comumente chamadas de lagarta-tanque e são muito comuns desfolhando uma grande quantidade de hospedeiros, tanto na arborização urbana da região Sul do Brasil como em áreas nativas e de reflorestamento [28,29]. De hábito polífago (ocorrem em muitos hospedeiros), estas lagartas são também conhecidas por surgirem em grande quantidade em áreas urbanas causando grande desfolha em seus hospedeiros. Além disso, essa espécie é urticante e pode causar queimaduras em pessoas caso haja o contato da pele com seus espinhos.

As lagartas (Figura 10) se caracterizam por possuir uma redução das pernas do tórax (pernas verdadeiras) e ausência dos urópodes (falsas pernas). A parte inferior do corpo é semelhante a uma sola aderente que proporciona um deslocamento semelhante ao de uma lesma. Os espinhos estão presentes em lobos não destacáveis [28]. As lagartas são de coloração esverdeada. Esta espécie apresenta casulos característicos de coloração castanho-escuro, subesféricos, robustos, muito resistentes, elaborados com seda entremeada com saliva [28], que ficam aderidos normalmente à base do tronco de seus hospedeiros (Figura 10b).

As principais espécies vegetais atacadas por lagartas-tanque na região Sul do Brasil, além de *T. catappa*, são: a extremosa (*Lagerstroemia indica*, Lythraceae); a pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*, Fabaceae) e a manduirana (*Senna macranthera*, Fabaceae).

Figura 5.10 – Lagartas de *Acharya nesea*: a) Detalhe da larva; b) Grupo de lagartas na base da árvore.



Fonte: Autores.

5.7. Extremosa – *Lagerstroemia indica* L. (Lythraceae)

5.7.1. Artrópodes

5.7.1.1. Lagarta-desfolhadora: *Automeris naranja* Schaus, 1898 (Lepidoptera: Saturniidae)

As lagartas-desfolhadoras de primeiro ínstar (primeira idade) são de coloração castanho-escuro e cabeça negra brilhante e conforme vão se desenvolvendo, mudando de ínstares, a coloração do corpo sofre alterações entre castanho mais escuro e esverdeado e com a cabeça se tornando castanha mais clara. A presença de duas fileiras dorsais de escolos (espinhos) é notadamente mais evidente a partir do terceiro ínstar e se desenvolve bastante até o último ínstar, variando inicialmente entre o amarelo-pálido até o amarelo-esverdeado. Variações na coloração das lagartas entre os ínstares é comum. Normalmente passam por seis ínstares, mas a presença de um ínstar adicional pode ser observada [30]. Espécie polífaga, ou seja, possui uma grande quantidade de hospedeiros alternativos desde espécies de frutíferas até plantas ornamentais e de importância agrícola e florestal. Dentre seus hospedeiros, há espécies

comumente utilizadas em arborização urbana como o alfeneiro e o ligustro japonês *Ligustrum lucidum* e *L. japonicum* (Oleaceae) que são espécies exóticas invasoras, o jacarandá mimoso *Jacaranda mimosifolia* (Bignoniaceae), a pata-de-vaca *Bauhinia forficata* (Fabaceae), a tipuana *Tipuana tipu* (Fabaceae), o chorão *Salix babylonica* (Salicaceae), o plátano *Platanus occidentalis* (Platanaceae), o amarelinho *Tecoma stans* (Bignoniaceae) – espécie exótica invasora, o ipê-roxo *Handroanthus impetiginosus* (Bignoniaceae), a giesta *Spartium junceum* (Fabaceae) – espécie exótica invasora e o carvalho *Quercus* spp. (Fagaceae) [28,30].

5.7.1.2. Pulgão-da-extremosa: *Sarucallis kahawaluokalani* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae)

O pulgão *Sarucallis kahawaluokalani* é de cor amarela-pálida com manchas marrom-escuras na cabeça e no protórax. Suas antenas têm seis segmentos e as asas anteriores têm veias escuras bem-marcadas e facilmente visíveis. As fêmeas vivíparas aladas podem atingir comprimentos de 1,02 a 1,8 mm. O pulgão infesta a parte inferior das folhas das plantas em viveiros e árvores em áreas urbanas e é particularmente atraído por folhagens em brotação.

Em todo o mundo, este pulgão é monófago, se alimentando apenas em *Lagerstroemia indica* (exceto na Índia, onde é relatado também em *Lagerstroemia speciosa*). É considerado como principal praga desta planta nos EUA e infestações pesadas podem causar danos estéticos, principalmente pelo excesso de excrementos e acúmulo de fumagina nas folhas [31,32].

O ciclo biológico de *Sarucallis kahawaluokalani* é monoico (completa todo o ciclo em uma única planta hospedeira) e holocíclico (inclui reprodução sexuada e partenogênese). Os ovos eclodem no início da primavera, e todos os insetos são fêmeas, chamadas de ninfas fundatrizes (serão fundadoras de novas colônias). Quando chegam à fase adulta, elas se reproduzem por partenogênese (sem a necessidade de machos), gerando várias gerações de ninfas fêmeas, no verão [33,34]. No outono, devido ao fotoperíodo menor, dão origem também a machos alados. A cópula desses machos com as fêmeas resulta em ovos depositados nas fendas da casca da árvore. Os ovos eclodirão na primavera, iniciando um novo ciclo [31].

5.7.2. Doenças

5.7.2.1. Oídio: *Erysiphe australiana* (McAlpine) U.Braun & S.Takam, 2000

Causada por um fungo, a doença pode ocorrer a partir de outubro nos ramos, folhagem e inflorescência. Os sintomas iniciais são manchas irregulares das colônias do fungo nas folhas (Figura 11), com aspecto branco-polvilhado [20]. Essas colônias depois se interligam formando faixas esbranquiçadas nas bordas das folhas. Com o passar do tempo, os limbos foliares ficam deformados e acanoados. O agente causal é o fungo *Erysiphe australiana* [35], e a doença foi relatada em Minas Gerais [20] e no Paraná [36] como sendo causada por *Oidium* sp.

A aplicação de fungicidas específicos para oídios podem controlar o fungo, porém existem produtos menos perigosos para utilização em área urbana, como suspensão de enxofre molhável ou bicarbonatos, além da poda de limpeza que são exemplos de medidas de controle empregadas. Entretanto, não existem produtos registrados para esta doença em extremosa, no Brasil.

Figura 5.11 – Manchas de oídio em folhas e ramos de extremosa.



Fonte: Autores.

5.8. Ingazeiro – *Inga marginata* Willd. (Fabaceae)

5.8.1. Artrópodes

5.8.1.1. Cochonilha: *Stigmatococcus paranaensis* Foldi, 2006 (Hemiptera: Stigmatococcidae)

A principal praga associada aos ingás (*Inga marginata* e outras espécies do gênero *Inga*, como *I. vera* e *I. sessilis*) é uma cochonilha que ataca seus ramos e tronco, identificada como *Stigmatococcus paranaensis*, muito conhecida por estar associada à produção de mel de melato em outras espécies vegetais, principalmente na bracatinga (*Mimosa scabrella*, Fabaceae). Esta cochonilha suga a seiva das árvores hospedeiras para se alimentar e excreta na forma de uma substância açucarada (“honeydew” ou gota de mel), que é coletada pelas abelhas e outros insetos, além de ser fonte energética também para aves [37]. Estas cochonilhas possuem formato arredondado, tegumento membranoso e de coloração avermelhada com grandes filamentos brancos, ápodes e sempre recobertas por uma estrutura rígida associada à casca do hospedeiro (Figura 12a-b). Estão também relacionadas à presença de fumagina.

Em grandes concentrações formam emaranhados de filamentos sobre a casca da planta hospedeira facilmente reconhecidas a olho nu (Figura 12c), principalmente nos períodos da primavera e verão. É comum também a presença de grande exsudação de melato que por vezes chega a causar manchas em passeios e calçadas. Pode se tornar um sério problema em cidades devido à grande atração de abelhas.

Figura 5.12 – a-b) Cochonilha *Stigmatococcus paranaensis*; c) Infestação em tronco de ingá-feijão.



Fonte: Autores.

5.9. Ipês – *Handroanthus* spp. e *Tabebuia* spp. (Bignoniaceae)

Atualmente, dentre as pragas mais citadas para os ipês, destaca-se o psílideo *Trioza tabebuiae* (Hemiptera: Triozidae), que causa enrolamento foliar [38]. Os besouros *Cydianerus bobemani* e *C. latruncularius* (Coleoptera: Curculionidae) também são citados como desfolhadores de diversas espécies de ipês, sendo o primeiro mais citado para a região Sul que o segundo. Para o Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste [39,40] citam *Dorynota pugionata* (Coleoptera, Chrysomelidae) em *Handroanthus albus* e *H. chrysotrichus* (Bignoniaceae).

5.9.1. Artrópodes

5.9.1.1. Psílideo-do-enrolamento-de-folhas-dos-ipês: *Trioza tabebuiae* Burckhardt & Santana, 2001 (Hemiptera: Triozidae)

Conhecido como psílideo-do-enrolamento-de-folhas-dos-ipês, os adultos de *Trioza tabebuiae* têm coloração geral amarelo-palha (Figura 13a-b), com abdômen às vezes esverdeado e com manchas escuras nas laterais, últimos segmentos das antenas marrom-escuros, olhos brancos com apenas um pequeno ponto escuro central. As asas são transparentes, com venação trifurcada, típica da família Triozidae. Foi descrito a partir de material coletado em Curitiba (PR) [38,41] e já foi registrado em vários estados do Brasil, como Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Pará [38].

Figura 5.13 – Psílideo *Trioza tabebuiae*: a) Fêmea adulta em vista lateral; b) Fêmea adulta em vista dorsal; c) Galhas em folhas de ipê; d) Insetos imaturos dentro da galha.



Fonte: Autores.

As fêmeas colocam os ovos na margem das folhas. Com a alimentação dos imaturos, as folhas se enrolam das bordas para o centro, formando galhas do tipo enrolamento foliar (Figura 13c). Os imaturos (Figura 13d) possuem o corpo achatado, de cor branco-palha, com pequenas manchas marrons ou avermelhadas e muitos filamentos em todo o corpo. Passam por 5 ínstar, todos dentro das galhas, saindo no último ínstar, próximo à emergência dos adultos.

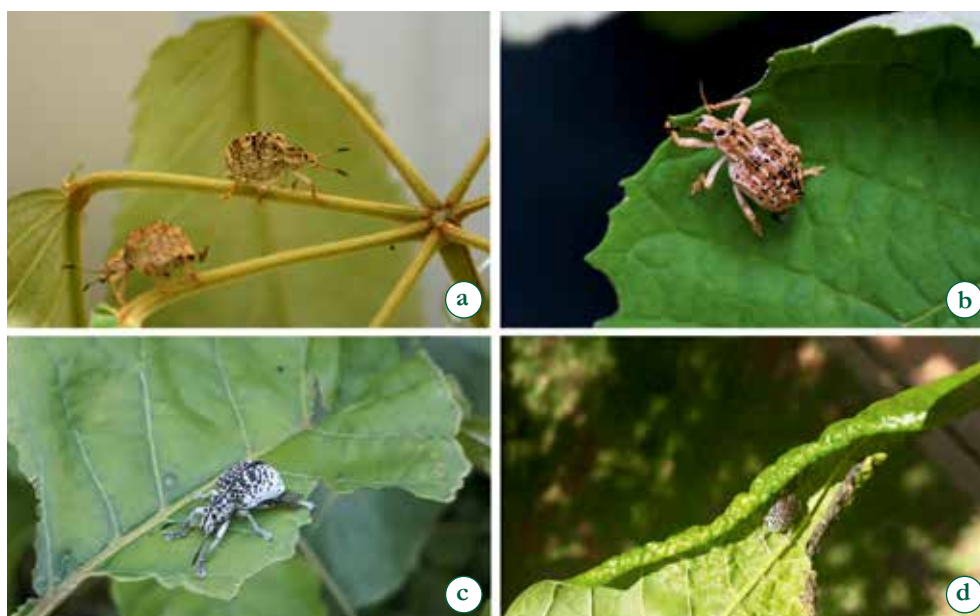
5.9.2. Besouros desfolhadores:

5.9.2.1. *Cydianerus bohemani* Boheman, 1840 e *Cydianerus latruncularius* (Perty, 1832) (Coleoptera: Curculionidae)

São besouros de rostro curto e possuem tamanhos parecidos (aproximadamente 1,5 cm de comprimento) e ambos se alimentam de espécies de ipês. As diferenças mais acentuadas são nas cores, onde *C. bohemani* apresenta coloração geral marrom-amarelada, com manchas mais escuras em todo o corpo. As antenas são claras, com os últimos segmentos mais escuros (Figura 14a-b). *Cydianerus latruncularius* apresenta a coloração geral branca na superfície ventral, manchas pretas na parte dorsal do tórax e élitros (Figura 14c). Ambos estão associados às galhas nas folhas do ipê, causadas por *T. tabebuiae* (Figura 14d).

Cydianerus bohemani é citado como uma espécie de inseto frequentemente encontrada em grandes populações nas plantas de *H. albus*, porém com danos leves [42]. Foram observados indivíduos de *C. bohemani* associados ao enrolamento de folhas de ipês na região de Curitiba e recentemente a espécie foi coletada também em Colombo (PR) [42]. Os danos causados por *C. latruncularius* nas folhas de ipê são típicos de besouros fitófagos, com injúrias nas bordas das folhas de maneira irregular [43].

Figura 5.14 – Exemplares adultos de besouros desfolhadores de ipês: a) *C. bohemani*, vista lateral; b) *C. bohemani*, vista dorsal; c) *C. latruncularius*, vista dorsal; d) *C. latruncularius* se escondendo em galha do psilídeo *T. tabebuiae*.



Fonte: a-b) Queiroz, D. L. de; c-d) Tavares, M.

5.9.2.2. *Dorynota pugionata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)

Os adultos possuem coloração marrom-acinzentada, com nuances avermelhadas, com espinho dorsal fino e longo (Figura 15). Alimentam-se dos intervalos entre as nervuras das folhas do ipê, causando desfolha de forma irregular, o que deixa a folha com aspecto rendado. *Dorynota pugionata* ocorre em vários estados brasileiros: Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina [43]. Os ovos de *D. pugionata* são castanhos, colocados horizontalmente, intercalados com escamas e formando uma massa cônica. A larva mantém o anexo fecal da exúvia até o quarto ínstar. Este anexo apresenta as fezes em formato filiforme e dispostas em leque atrás das exúvias, que se fixam no garfo anal. Em ipê-amarelo (*H. chrysotrichus*), o período de incubação dos ovos pode durar em torno de 11 dias, período larval (com 5 ínstaes) de 24 dias e período pupal entre 7 e 8 dias [44].

Figura 5.15 – Adulto de *Dorynota pugionata* em folíolo de ipê-amarelo (*Handroanthus albus*). São visíveis os danos característicos (aspecto rendilhado) na folha.



Fonte: Autores.

5.9.3. Doenças

5.9.3.1. Ferrugem: *Prospodium bicolor* F. A. Ferreira & J. F. Hennen (Pucciniales, Raveleniaceae)

Doença encontrada em plantas de ipê-amarelo na região Sul, causada pelo fungo *Prospodium bicolor*. A doença ataca tecidos meristemáticos como brotações, folhas jovens, frutos e flores em desenvolvimento (Figura 16) além de flores e siliquas formadas [20]. O fungo também foi registrado em folíolos de ipê-roxo no estado do Rio Grande do Sul [45]. Ocorre no final do outono e por todo o inverno, diminuindo a emissão de brotações, a produção de flores e sementes e a área fotossintetizante das plantas. Os sintomas na planta evoluem de acordo com o estágio de desenvolvimento da ferrugem. No estágio de espermogônio ou picnio, predomina a presença de

galhas ou tumores verde-claros em terminais de hastes, pecíolos, folíolos e frutos novos. Ocorre, também nesta fase, a presença de pontuações escuras minúsculas nas galhas. No estágio de écio, ocorrem galhas ou tumores em terminais de hastes, pecíolos, folíolos e frutos, cobertos por uma esporulação marrom-pulverulenta. Neste estágio da doença, pode ocorrer elevado número de hastes e folíolos com grandes galhas, podendo gerar danos comerciais como a deformação de mudas e seu descarte. Nos estádios de urédia e télia, salpíques marrons ou negros estão presentes nas faces inferiores dos folíolos adultos ou velhos, especialmente no período de janeiro a julho.

Não existem produtos registrados para controle químico da doença em ambiente urbano. Por isso, recomenda-se a remoção das partes doentes da planta (adultas ou mudas) para evitar a reinfeção das folhas e brotos, quando houver rebrota [20].

5.9.3.2. Crosta-marrom: *Apiosphaeria guaranitica* (Speg.) Höhn (Phyllachorales, Phyllachoraceae)

A doença crosta-marrom é comum na região Sul em *H. chrysotrichus* [46], descrita também em vários estados da região Sudeste e Nordeste [20]. O agente causal é o fungo *Apiosphaeria guaranitica*. A doença se caracteriza por crostas estromáticas irregulares e rugosas de aspecto ceroso, em ambas as faces das folhas, sendo mais frequente na face superior (Figura 16). A coloração da crosta é inicialmente amarela, tornando-se marrom, depois negra, na fase de senescência da folha. Em dias mais úmidos, massas amareladas de conídios podem ser vistas sobre as crostas. Ocorre queda prematura da folhagem, impedindo a floração normal da planta.

Figura 5.16 – Detalhe de crosta marrom (*Apiosphaeria guaranitica*) em folhas de ipê (*Handroanthus chrysotrichus*).



Fonte: Autores.

5.9.3.3. Oídio: *Oidium*, *Ovulariopsis*, *Uncinula*, *Phyllactinia*

A doença é caracterizada por um crescimento branco bem visível, em manchas esparsas nas folhas. Em condições de temperatura amena e alta umidade, as folhas podem ficar totalmente

cobertas. Com o desenvolvimento, essas manchas escurecem, tornando-se pardas. O oídio pode ser causado por diferentes espécies de fungos, pertencentes aos gêneros *Oidium* e *Ovulariopsis* (fase assexual) e *Uncinula* e *Phyllactinia* (fase sexual).

5.9.3.4. Fumagina: *Polychaeton* spp. (Capnodiales, Capnodiaceae)

Dois tipos de fumagina foram relatados no Brasil e qualquer uma delas pode ser a fumagina verificada em árvores de ipê na região Sul do Brasil [46]. Uma delas foi encontrada em árvores e mudas “passadas” de *Handroanthus serratifolius* [20], formando colônias circulares, azul-escuras a negras, espaçadas no limbo e nas superfícies abaxiais dos folíolos, a maioria com diâmetro inferior a 8 mm. Aparentemente, as manchas se distribuem em duas fileiras, em cada lado da nervura principal, pois as colônias formam-se sobre as glândulas pateliformes da folha. As glândulas ocorrem apenas na face inferior dos folíolos e são visíveis a olho nu, na forma de saliências puntiformes ou minúsculas verrugas verde-claras, no entroncamento das nervuras secundárias ou terciárias. O problema é causado por *Polychaeton* sp. (*Microxyphium* sp.). Existe um relato de *Polychaeton tabebuiae* (Capnodiales, Capnodiaceae) Inacio & Dianese em ipê no cerrado [47]. O fungo não penetra nos folíolos, nutrindo-se das substâncias exsudadas pelas glândulas pateliformes da própria planta.

A outra fumagina relatada no Brasil ocorre em mudas de ipê-mulato (*H. chrysotrichus*), em Minas Gerais [20], e em árvores de ipê-ovo-de-macuco (*H. serratifolius*), no Espírito Santo. O fungo apresenta micélio negro, relativamente ralo, distendido sobre a superfície dos folíolos e pecíolos, cujo crescimento ocorre à custa- do *honeydew* excretado por pragas em folhas e ramos. *Capnodium alfenasii* (Capnodiales, Capnodiaceae) Abdollahz. & Crous [48] seria o mesmo fungo relatado que ocorre nos folíolos de mudas de *H. chrysotrichus* [20].

Existem produtos químicos para o controle de doenças foliares. No entanto, seu uso na arborização urbana é inadequado. A medida de controle mais indicada em viveiro é a manutenção da limpeza e o manejo das condições ambientais para impedir o favorecimento da ocorrência das doenças mencionadas. Em condições de ruas, podem-se empregar as podas de limpeza para a eliminação de ramos altamente infectados.

5.10. Manduirana – *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby (Fabaceae)

5.10.1. Artrópodes

5.10.1.1. Percevejo-de-renda: *Gargaphia* sp. (Hemiptera: Tingidae)

A principal praga associada à *S. macranthera* nos estados da região Sul do Brasil é o percevejo-de-renda (*Gargaphia* sp.). Trata-se de um percevejo de cerca de 5 milímetros de comprimento quando adulto com as asas posteriores transparentes e rendilhadas, característica dos insetos da família Tingidae. Normalmente são encontrados em pequenas colônias formadas por adultos e ninfas que atacam a superfície abaxial (inferior) dos folíolos com a introdução do aparelho bucal no limbo foliar para se alimentarem. A alimentação ocorre através da sucção da seiva da planta hospedeira, o que causa inicialmente o surgimento de pontuações escuras nos locais de alimentação (Figura 17a-b), sendo as mesmas dejeções endurecidas excretadas pelos insetos [49]. Em seguida, aparecem manchas prateadas que se dispersam pela área do limbo foliar e finalmente

evoluem para a formação de necroses (morte do tecido foliar) (Figura 17c), que causam a diminuição da área fotossintetizante da planta e seu posterior estressamento, surgindo maior número de folhas cloróticas e o secamento parcial ou total de plantas de menor porte. Este gênero possui espécies que são consideradas polífagas, ou seja, que possuem vários hospedeiros, como *Gargaphia lunulata* (Mayr, 1865) que é citada como associada a plantas das famílias Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Passifloraceae, Rosaceae e Rutaceae [49-51], entre elas *Cassia fistula* (Fabaceae) – chuva-de-ouro e *Passiflora edulis* (Passifloraceae) – maracujazeiro. Mas há também espécies monófagas, ou seja, que se alimentam de apenas um ou poucos hospedeiros. Desta forma, se faz necessária a confirmação da identificação desta espécie de *Gargaphia* associada à *S. macranthera*.

Figura 5.17 – a-b) Adulto e ninfas do percevejo-de-renda; c) Sintomas dos danos causados pelo percevejo.



Fonte: Autores.

5.11. Palmeiras – (Arecaceae)

As principais pragas associadas às palmeiras, na região Sul do Brasil são: lagartas desfolhadoras (*Opsiphanes invirae*, *Brassolis astyra*, *Brassolis sophorae*), besouros broqueadores (*Rhynchophorus palmarum*, *Rhinostomus barbirostris*, *Metamasius hemipterus*), falsas baratas do coqueiro (*Coralimela* spp. e *Mecistomela marginata*). No entanto, outras pragas podem ocorrer nas palmeiras, tais como ácaros, cochonilhas, pulgões e um broqueador de sementes (*Pachymerus nucleorum*). Além disso, algumas espécies de palmeiras podem ser infectadas pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* através do besouro *R. palmarum* (vetor).

5.11.1. Lagartas-das-folhas:

O ataque de lagartas em palmeiras pode causar desfolhamento parcial ou total da planta, restando apenas as nervuras centrais dos folíolos e a ráquis da folha. Ocorre esporadicamente, porém de forma bastante intensa e destrutiva à planta, devido ao seu aparecimento repentino, alta densidade populacional e voracidade das lagartas [52].

O controle das lagartas pode ser mecânico, através da coleta e destruição dos ovos, casulos e lagartas. Vários inimigos naturais são conhecidos, como os parasitoides dos gêneros *Telenomus*, *Anastatus* e *Xanthozona* [53].

5.11.1.1. *Opsiphanes invirae* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Nymphalidae)

A fêmea adulta de *Opsiphanes invirae* (Figura 18a) mede entre 70 e 85 mm de envergadura e os machos entre 60 e 70 mm. Tem as asas marrons, com as anteriores cortadas transversalmente por uma larga faixa sinuosa irregular, amarelo-alaranjada [52]. Geralmente, deposita os ovos individualizados na parte inferior dos folíolos [54]. A lagarta (Figura 18b) tem o corpo verde-claro brilhante marcado por duas finas listras longitudinais de coloração amarelo-ocre, a cabeça rósea com dois prolongamentos pontiagudos voltados para trás e o último segmento abdominal terminado em uma cauda longa, bífida e coniforme, que passa por quatro ecdises, permanecendo durante o dia imóvel na folha e se alimentando durante a noite [52]. Esta espécie está presente de norte a sul no Brasil e ataca diversas palmeiras nativas e cultivadas, além de bananeira [51].

5.11.1.2. *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae)

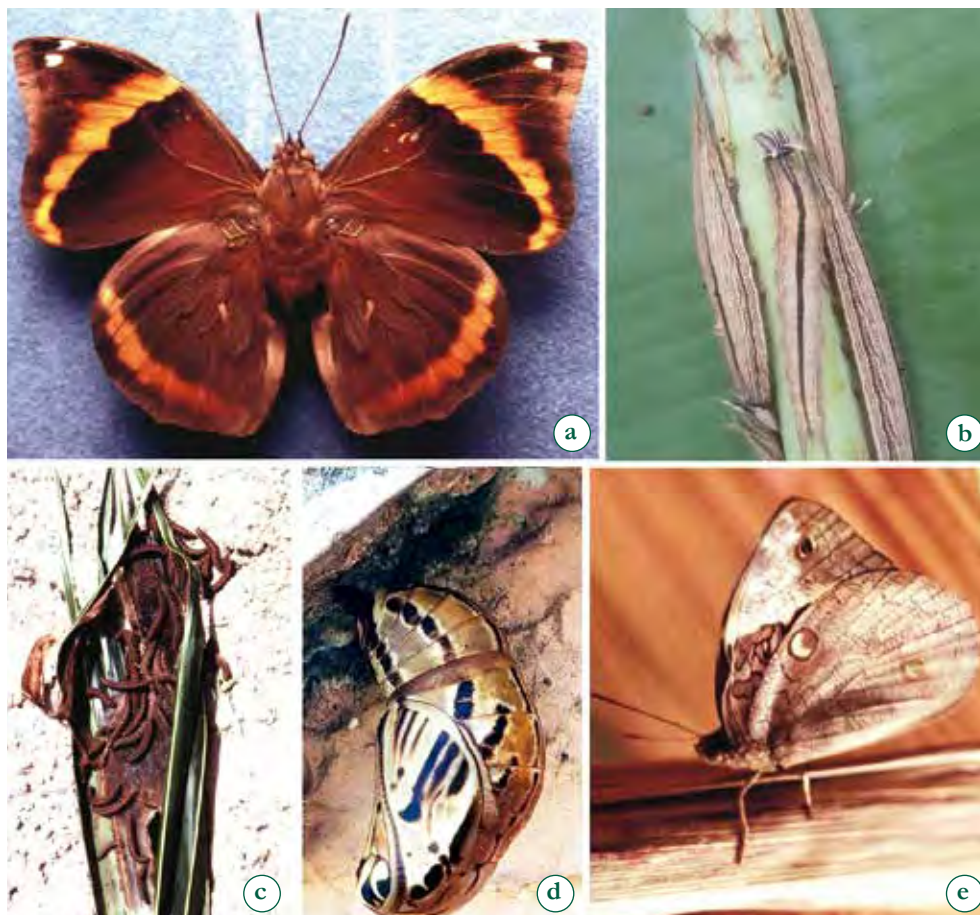
Duas espécies de *Brassolis* estão frequentemente associadas às palmeiras no Brasil e em vários outros países da América. As lagartas são gregárias (Figura 18c), constroem o ninho juntando as folhas com fios de seda, fazendo um cartucho, onde se escondem durante o dia, e saem à noite para se alimentar [52,53].

As lagartas passam por seis ecdises, com uma voracidade muito grande, podendo destruir todas as folhas de uma palmeira, deixando apenas a nervura principal. Atacam diversas palmeiras de importância econômica e ornamentais, sendo o jerivá uma das preferidas [53].

A crisálida de *B. sophorae* tem coloração marrom ou verde-clara com faixas longitudinais, amarelo-pálido (Figura 18d) e mede 20 a 30 mm de comprimento por 10 mm de largura. O adulto de *B. sophorae* mede de 60 a 100 mm de envergadura. As asas anteriores e posteriores são de cor marrom.

Apresentam uma faixa alaranjada nas asas anteriores e posteriores. Na face inferior das asas posteriores (Figura 18e), observa-se a presença de três ocelos circundados de preto ou marrom [55].

Figura 5.18 – Lagarta das folhas em palmeiras: a) Adulto e b) Larvas de *Opsiphanes invirae* (lagarta-das-folhas); *Brassolis sophorae*: c) Ninho em folhas de palmeira; d) Crisálida fixada em muro; e) Indivíduo adulto.



Fonte: a, c-e) Queiroz, D. L. de; b) Mel, E.

5.11.2. Besouros broqueadores:

5.11.2.1. *Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae)

Rhynchophorus palmarum é conhecido popularmente por: broca-do-olho-do-coqueiro, broca-das-palmeiras, bicudo-do-coqueiro e besouro-preto. Ataca diversas palmeiras nativas e introduzidas. O adulto é um besouro preto, grande, de rostró (aparelho bucal) comprido e recurvado, medindo entre 4,5 e 6,0 cm de comprimento e 1,5 e 1,8 cm de largura (Figura 19a). Essa espécie possui dimorfismo sexual com características marcantes no rostró; o macho possui pelos rígidos em forma de escova na parte superior (Figura 19b) enquanto na fêmea é liso, fino e um pouco recurvado (Figura 19b) [52]. O adulto possui hábito gregário, atividade de voo diurna sendo registrada durante todo o ano, com picos populacionais que variam de acordo com a temperatura, a umidade atmosférica e o ambiente [56].

A larva (Figura 19c) não tem pernas. O corpo é recurvado, de cor branco-creme e subdividido em 13 anéis enrugados; medindo no final do desenvolvimento 75 mm de comprimento e 25 mm de largura [57,58]. A duração da fase larval varia de 33 a 62 dias, passando por nove a 12 ínstaes [59]. Quando cessa o crescimento, a pré-pupa constrói um casulo de 8 a 10 cm de comprimento por 3 a 4 cm de diâmetro com as fibras da planta [57]. A duração do período pupal é de 11,8 dias, sendo que o ciclo total de *R. palmarum* varia de dois a três meses em média [59].

O gênero *Rhynchophorus* é relatado causando danos em palmeiras (Figura 19d) em quase toda a região tropical do planeta, sendo *R. palmarum* a única espécie registrada no Brasil [58]. As palmeiras tornam-se suscetíveis ao ataque de *R. palmarum*, a partir da formação do estipe [58]. O adulto é responsável pela disseminação de doenças letais em palmeiras de importância econômica, como coqueiro, palma-de-óleo, açai e pupunha [58]. A fêmea faz postura nos tecidos tenros, da parte apical da planta e as larvas, no decorrer do seu ciclo, se desenvolvem e se alimentam nessa região, fazendo galerias que danificam o meristema apical da palmeira. Os tecidos, uma vez destruídos, fermentam e se decompõem. Externamente, as folhas mais novas murcham, se curvam e secam, indicando a morte da planta [57].

Figura 5.19 – Besouro *Rhynchophorus palmarum*: a) Indivíduo adulto; b) Detalhes de indivíduos macho (pelos no rostro) e fêmea (ausência de pelos no rostro); c) Larva e pupa do besouro; d) Danos no estipe da palmeira.



Fonte: Autores.

O monitoramento desta praga pode ser feito com o uso de armadilhas atrativas contendo cairomônio (iscas vegetais) e o feromônio de agregação sintético (rincoforol). No caso da arborização urbana, as armadilhas podem ser usadas presas aos troncos das palmeiras ou instaladas em locais estratégicos próximo às plantas atacadas.

O fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* é também inimigo natural de *R. palmarum*. Este fungo pode ser inoculado nos machos adultos e liberados ou inoculado diretamente no substrato alimentar atrativo. As armadilhas para disseminação do fungo possuem janelas retangulares na lateral, para permitir a entrada, o contágio e a saída dos adultos, já contaminados, e deve conter no seu interior o feromônio sintético, rincoforol, para garantir maior atração da praga [59,60].

5.11.2.2. *Metamasius hemipterus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae)

O gênero *Metamasius* Horn, 1873 está associado a várias plantas de diferentes famílias, atacando algumas culturas de importância econômica, tais como cana-de-açúcar, pupunha, banana, etc. Atacam diversas palmeiras, tais como: coqueiro, dendezeiro, pupunha, juçara, palmeira-imperial, palmeira-real, jerivá, açaí, dentre outras. Possui ampla distribuição nas Américas, ocorrendo desde os Estados Unidos até o Brasil [61]. São besouros com 10 a 15 mm de comprimento [61], de coloração predominantemente castanho-alaranjada com manchas e faixas negras distribuídas simetricamente. A cabeça, o rostro e o escutelo são castanho-alaranjados. O pronoto é de coloração castanho-alaranjada e possui três faixas negras longitudinais [61]. As larvas são ápodas e apresentam coloração branco-leitosa, cabeça destacada de coloração castanho-avermelhada. A pupa fica alojada no interior de um casulo construído pelo inseto com fibras da planta. Os danos às plantas são causados pelas larvas que se alimentam dos tecidos vivos escavando galerias no estipe. Muitas vezes podem estar associados ao ataque de *R. palmarum*, ou a algum tipo de ferimento mecânico efetuado no estipe [61].

O controle comportamental pode ser feito com uso do feromônio sexual associado a atrativo alimentar em armadilhas de captura tipo balde [61]. Estas armadilhas devem ser vistoriadas quinzenalmente, destruindo os insetos coletados e substituindo os toletes de cana [62]. As coleóbrocas *R. palmarum* e *M. hemipterus* podem ser parasitadas por algumas espécies de moscas (Diptera: Tachinidae) que ocorrem naturalmente associadas às áreas com palmeiras [63].

5.11.3. Falsas-baratas-das-palmeiras, falsas-baratas-do-coqueiro:

5.11.3.1. *Coralimela brunnea* (Thunberg, 1821), *Coralimela aeneoplagiata* (Lucas, 1859), *Mecistomela marginata* (Thunberg, 1821), (Coleoptera: Chrysomelidae)

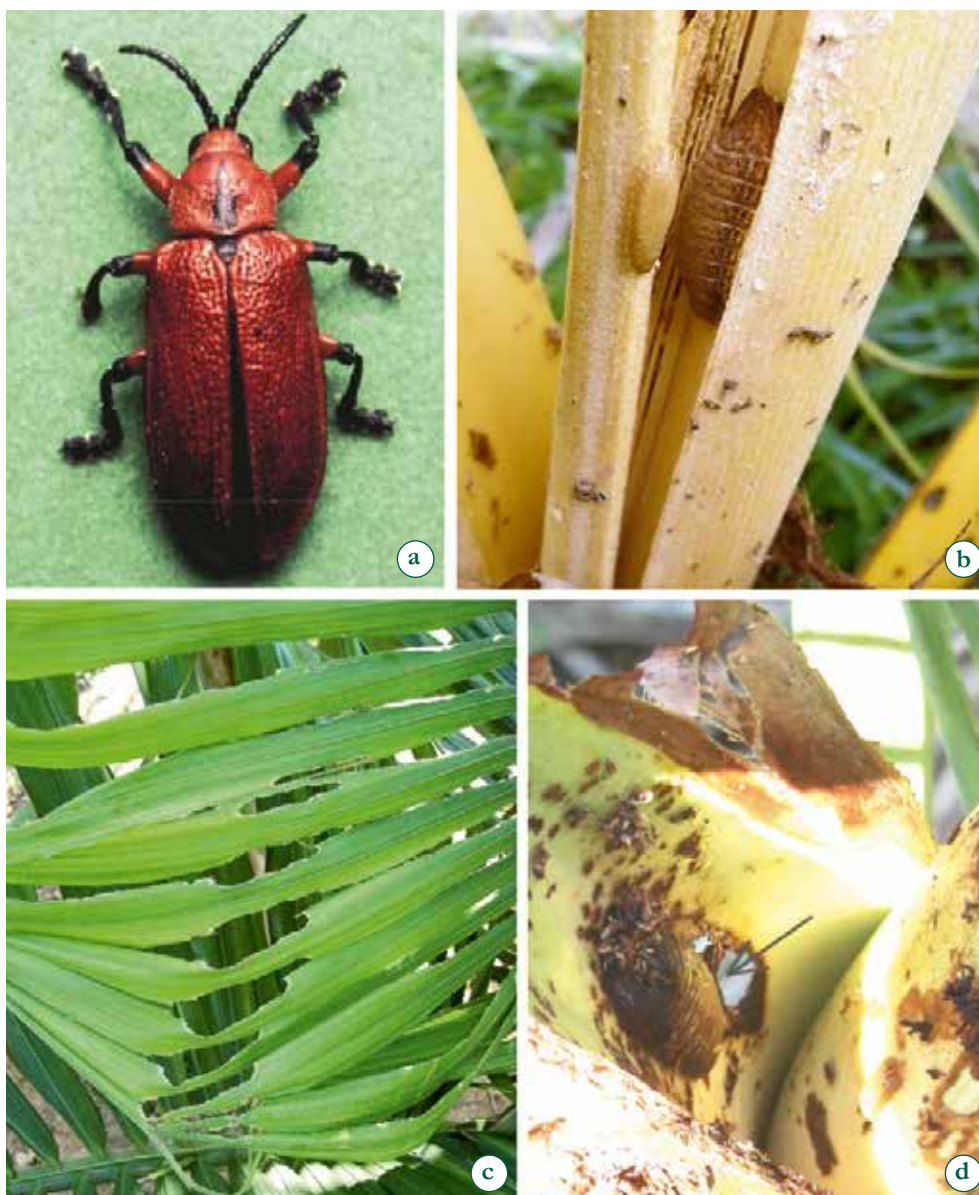
O gênero *Coralimela* é representado por diversas espécies e variedades, sendo *C. brunnea* e *C. aeneoplagiata* as mais encontradas. Os adultos são besouros de coloração geral vermelha, podendo ter manchas negras conjugadas dependendo da espécie e variedade; possuem aspecto achatado dorso-ventralmente, são ligeiramente curvados na região dorsal, de hábito diurno e capacidade de voo reduzida [64].

Além de *C. brunnea*, há outra importante espécie de falsa-barata-do-coqueiro, a *Mecistomela marginata*, que causa danos semelhantes a diversas espécies de palmeiras. O adulto de *C. brunnea* (Figura 20a) é um besouro de 2,5 cm de comprimento, avermelhado, com listra preta no meio do pronoto, élitros rugosos, com antenas pretas e pernas pretas e vermelhas [65]. Já *M. marginata*

apresenta o comprimento de 3,4 cm, de coloração preta-esverdeada, com as bordas dos élitros e o pronoto amarelo-castanho e as demais partes pretas [65].

Em ambas as espécies, a fêmea coloca ovos individuais nas faces superior e inferior dos folíolos das folhas mais novas. O ovo é grande, ovalado, convexo [65]. As larvas (Figura 20b) são do tipo limaciforme (formato de lesma) e, assim como os adultos, alimentam-se do limbo foliar [64]. As larvas são encontradas entre os folíolos fechados da folha (flecha), enquanto os adultos, de hábito diurno, ficam nas folhas abertas, onde se acasalam. O ciclo da praga é de aproximadamente 264 dias [65,66].

Figura 5.20 – Besouro *Coralimela brunnea*: a) Indivíduo adulto; b) Larva e pupa; c) Danos simétricos em folha; d) Larva e galeria na ráquis da folha.



Fonte: a, c-d): Queiroz, D. L. de; b): Ferreira, J.

Ao se alimentar da folha ainda fechada (flecha), a larva deixa perfurações simétricas (Figura 20c-d) nos folíolos, sintoma característico do ataque da praga. A intensidade do dano depende da densidade larval na planta. Ataques severos podem atrasar o desenvolvimento da planta, retardar sua entrada em produção e até provocar sua morte [65,66]. O jerivá e a palmeira-real são os principais hospedeiros destas pragas na região Sul.

Como medida de controle, a catação manual das larvas e dos adultos pode ser realizada quando se detectar o início da infestação da praga [65]. Existem registros de himenópteros dos gêneros *Tetrastichus* e *Closterocerus* que parasitam ovos de *C. brunnea* [65]. Em laboratório, larvas e adultos são parasitados também por *Beauveria bassiana*, além do fungo patogênico *Metarhizium anisopliae*, que tem potencial para causar mortalidade significativa ao inseto [67].

5.11.4. Doenças

O uso em escala comercial de palmeiras para fins ornamentais e, na maioria das vezes, a falta de informações técnicas e o seu manejo inadequado têm favorecido a ocorrência de vários problemas fitossanitários de origem biótica e abiótica no viveiro e no local definitivo. No entanto, há poucos registros de ocorrências fitossanitárias em palmeiras na literatura brasileira, embora, rotineiramente, se observe plantas sintomáticas em logradouros de espaço público ou privado, tais como parques, ruas, avenidas e condomínios. Em geral, os fungos, especialmente os gêneros *Fusarium* e *Colletotrichum*, são os patógenos de maior ocorrência e os sintomas mais comuns observados nas plantas são manchas foliares e podridões de raízes [68-70].

5.11.5. Manchas foliares

5.11.5.1. *Colletotrichum gloeosporioides* (Glomerellales, Glomerellaceae) (Penz.) Penz. & Sacc.

A antracnose ocorre na fase de muda e em planta adulta. A doença afeta as folhas, o caule e os frutos das plantas, caracterizando-se por manchas arredondadas e deprimidas, de coloração marrom, com anéis concêntricos (Figura 21) onde aparecem as estruturas do fungo de cor escura [68]. O agente causal é o fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. A doença ocorre com maior severidade em palmeiras sob alguma forma de estresse, tais como: mudas em substratos inadequados, plantas sujeitas a ventos constantes e de déficit hídrico ou excesso de água, solos compactados ou adubação inadequada [68].

Figura 5.21 – Antracnose em mudas de pupunheira.



Fonte: Autores.

5.11.5.2. *Curvularia senegalensis* (Speg.) Subram. (Pleosporales, Pleosporaceae)

As mesmas condições que favorecem a antracnose também favorecem a mancha-foliar-de-curvularia, tais como: excesso de umidade, seja da água fornecida pela irrigação ou das condições de umidade do ambiente interno do viveiro; plantas estressadas [67]. O agente causal é *Curvularia senegalensis*. Os sintomas iniciais aparecem sob forma de lesões circulares de coloração amarelada, translúcidas, visíveis em ambas as faces do limbo foliar. Quando a infecção é severa, as lesões coalescem, provocando o secamento das extremidades das folhas [68].

5.11.6. Outras manchas foliares

Em anos chuvosos, e em outras situações em que há excesso de umidade no ambiente interno do viveiro, é comum se verificar ocorrência generalizada de manchas foliares associadas a vários outros fungos, como *Cladosporium* spp., *Alternaria* spp. e *Phomopsis* spp. Os sintomas são manchas foliares de diferentes tamanhos e formatos, às vezes, atingindo quase toda a folha.

Para a prevenção e controle das manchas foliares, a estratégia deve ser adotada especialmente na fase de produção de mudas em viveiros [68,70]. Entre as principais recomendações, estão:

- Manejo adequado da irrigação, de forma a evitar o excesso de umidade no ambiente de produção, piso com boa drenagem;
- Adubação equilibrada (excesso de nitrogênio torna as plantas estioladas e favorece o ataque dos fungos);
- Uso de quebra-ventos, de forma a proteger as mudas. O vento pode causar lesões nas folhas, facilitando a infecção por fungos.

Em caso de haver incidência de doenças nas plantas, recomenda-se tomar medidas mitigatórias, de forma a evitar a propagação da doença de mudas infectadas para mudas saudáveis. Deve-se isolar as plantas saudáveis das plantas doentes, remover folhas com sintomas, e eliminar mudas mortas e queimá-las, para eliminar fontes de contaminação. Além disso, o processo de rustificação das mudas é de vital importância para garantir maior sobrevivência após o plantio no local definitivo [68].

5.11.6.1. Podridão-da-base-do-estipe:

Phytophthora palmivora

(Peronosporales, Peronosporaceae)

(E.J. Butler) E.J. Butler

O excesso de umidade, seja da água fornecida pela irrigação ou das condições de umidade do ambiente favorecem a podridão da base do estipe [69,71]. O agente causal é o oomiceto *Phytophthora palmivora*. A podridão do estipe ataca plantas jovens e adultas de palmeiras, frequentemente em viveiros. As plantas doentes caracterizam-se pelo amarellecimento da primeira folha aberta, e/ou da segunda folha aberta e da folha bandeira ou vela (Figura 22) [69].

Figura 5.22 – Sintoma indicador da podridão-da-base-do-estipe da pupunheira.



Fonte: Autores.

5.11.6.2. Podridão de raízes por *Fusarium*

As condições predisponentes para a ocorrência da fusariose assemelham-se com as da podridão-da-base-do-estipe. Os agentes causais pertencem ao gênero *Fusarium*. A fusariose ocorre em mudas e plantas adultas. Os sintomas também se assemelham com a podridão-da-base-do-estipe. As plantas doentes caracterizam-se pelo amarelecimento da primeira folha aberta e/ou da segunda folha aberta e da folha bandeira ou vela [70].

5.12. Pinheiro do Paraná – *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae)

5.12.1. Doenças

Há poucos relatos fitossanitários sobre o pinheiro-do-paraná ou araucária *Araucaria angustifolia* [71]. A seguir, estão listadas algumas doenças que podem afetar a espécie.

5.12.1.1. Tombamento de mudas: *Cylindrocadium*, *Fusarium* e *Rhizoctonia*

O tombamento foi uma das primeiras doenças registradas em araucária, em função da demanda por mudas para a formação das florestas plantadas. Nesta situação, o uso de sementeiras com solo não esterilizado favorecia a incidência de patógenos de solo. Atualmente, é uma doença de importância secundária devido às melhorias das técnicas de produção de mudas [71]. Os agentes causais são fungos dos gêneros *Cylindrocadium*, *Fusarium* e *Rhizoctonia*. A doença se inicia na fase de germinação das sementes, quando os patógenos atacam as plântulas, causando destruição dos tecidos tenros da radícula e hipocótilo. As fontes de inóculo primárias são semente, substrato, água de irrigação e os próprios viveiros (instalações, tubetes e piso) contaminados [72].

Para prevenção e controle da doença, recomenda-se: a) uso de sementes isentas de patógenos; b) uso de substrato esterilizado ou de fonte idônea; c) uso de água de irrigação deve ser de fonte que garanta a sua qualidade sanitária. Em caso da constatação da doença, as mudas doentes devem ser descartadas e destruídas, bem como efetuar a limpeza e assepsia das instalações e dos recipientes de mudas para a eliminação de inóculo.

5.12.1.2. Morte de árvores por *Phytophthora*

Os principais sintomas encontrados nas árvores são podridão na base do caule e das raízes, bronzeamento da copa e morte (Figura 23). O agente causal é o oomiceto *Phytophthora cinnamomi* (Peronosporales, Peronosporaceae) Rands [72]. Para o controle, quando a doença tiver início em pequeno foco, recomenda-se a eliminação das árvores mortas (tronco e raízes) e sua queima. Evitar ou reduzir as atividades de campo e a movimentação de solo nas áreas com morte de árvores, pois é a forma mais eficiente de disseminação de propágulos deste patógeno.

Figura 5.23 – Morte de muda de araucária causada por *Phytophthora cinnamomi* (esquerda), junto com muda sadia (à direita).



Fonte: Autores.

5.13. *Populus* – *Populus* spp. (L.) (Salicaceae)

5.13.1. Doenças

O populus ou álamo (*Populus* spp.) apresenta um bom crescimento e adaptação às condições brasileiras, no entanto, é suscetível a diversos patógenos, especialmente fungos, tanto no viveiro quanto nos indivíduos adultos [73]. É facilmente encontrado em praças e parques dos três estados da região Sul do Brasil.

5.13.1.1. Ferrugem-da-folha-do-álamo: *Melampsora medusae* Thüm. (Pucciniales, Melampso-
raceae), *Melampsora larici-populina* Kleb. (Pucciniales, Melampsoraceae).

A ferrugem-da-folha-do-álamo é a doença foliar mais importante para a espécie no Brasil. A ferrugem ocorre nos meses de novembro a março e o patógeno pode atacar as plantas em qualquer estágio de desenvolvimento. Nas nossas condições, não se conhece hospedeiro alternativo, também não está bem esclarecido como o patógeno sobrevive durante o inverno [73]. Os agentes causais são os fungos *Melampsora medusae* e *M. larici-populina*. A espécie *M. medusae* ataca clones puros ou híbridos de *Populus deltoides* [72], enquanto a espécie *M. larici-populina* ataca *Populus nigra* [74]. Os sintomas são pústulas de coloração amarela à alaranjada que se distribuem pela superfície inferior e superior da folha [74]. Os sintomas aparecem geralmente no final da primavera (novembro), progredindo até o final do verão (março) quando se inicia o processo de desfolha.

A ferrugem do álamo causa sérios prejuízos no viveiro e em plantas adultas. O controle baseia-se principalmente no uso de clones resistentes. Entretanto, a ferrugem é suscetível a fungicidas do grupo dos triazois [75].

5.13.1.2. Septoriose: *Sphaerulina musiva* (Peck) Quaedvlieg, Verkley & Crous (Mycosphaerellales, Mycosphaerellaceae)

A septoriose é considerada a segunda doença foliar mais importante para o álamo. Ocorre nos viveiros e nas plantas adultas, causando manchas foliares e cancos em ramos e troncos de árvores. O agente causal é o fungo *Sphaerulina musiva*. A doença se caracteriza por manchas foliares que se iniciam como pontuações escuras (marrom-acinzentadas) (Figura 24), as quais podem coalescer conforme as lesões se expandem. O patógeno pode também causar cancos no tronco e em ramos jovens [73,75].

Figura 5.24 – Sintomas de septoriose em folha de álamo.



Fonte: Autores.

5.14. Sibipiruna – *Cenostigma pluviosum* (DC.) Gagnon & G.P. Lewis (Fabaceae)

5.14.1. Artrópodes

5.14.1.1. Psílideo-da-sibipiruna: *Isogonoceraia divergipennis* White & Hodkinson, 1980 (Hemiptera: Psyllidae)

O gênero *Isogonoceraia* contém duas espécies descritas e várias espécies neotropicais não descritas. *Isogonoceraia divergipennis* [76] caracteriza-se por ter a cabeça fortemente inclinada para baixo, com vértice relativamente longo, antena inserida no topo do vértex e com 10 segmentos. Tórax com pronoto curto, quase vertical, propleurito dividido por uma sutura vertical. Asas membranosas (Figura 25), expandidas na região subapical, porém, mais amplas no terço apical, pterostigma rudimentar, margem costal quase em linha reta na região mediana [77].

Os adultos apresentam uma grande variação de cores, que vai do amarelo-alaranjado, marrom e vários tons de verde [77]. Até o momento, a única espécie de hospedeiro relatado para *I. divergipennis* é a sibipiruna, sendo então este inseto considerado monófago [78].

O inseto produz excrementos pegajosos em forma de gotículas transparentes (melada) e sua numerosa população causa deformações nas folhas da planta hospedeira.

Figura 5.25 – Adulto de psílideo-da-sibipiruna (*Isogonoceraia divergipennis*) em folha de sibipiruna.



Fonte: Autores.

5.14.2. Doenças

5.14.2.1. Cancros

Cancros são infecções da casca ou da casca e do câmbio que podem ocorrer em todas as partes de uma árvore. Em alguns casos, os cancros causam morte de ramos, da copa e deformação do tronco. Os cancros podem ser frequentes e sua extensão normalmente é limitada, pois a invasão fúngica estimula uma série de respostas celulares e dos tecidos no floema, no câmbio e na madeira que restringem a invasão do patógeno [79]. O modo como as árvores respondem à invasão dos fungos de cancros pode ser alterada pelas condições ambientais e, sob estresse como a desfolha da árvore, pode resultar em aumento no tamanho do cancro.

Os cancros podem ser classificados em anual ou perene [79]. É anual quando o patógeno (fungo) está ativo por um ano somente e o dano é descartado (descascamento natural) ou recoberto pela casca da árvore. Torna-se perene quando o patógeno está ativo por muitos anos, embora a planta responda repetidamente contra a invasão fúngica. No caso de cancros perenes, a casca externa ao câmbio e o lenho adjacente morrem; a casca morta é descartada e o lenho fica exposto ao tempo (Figura 32). Assim, novo lenho pode ser formado pelo tecido sadio somente ao redor do cancro, de modo que se tem a impressão de que o cancro está se aprofundando no tronco.

Existem também os cancos saprofíticos em que os fungos invadem somente tecidos da casca que foram enfraquecidos ou injuriados por outros agentes [80]. Esse pode ser o caso de vários cancos encontrados na arborização urbana, pois as árvores sempre estão sujeitas a lesões e injúrias causadas por pessoas, veículos e até animais [20].

Diferentes espécies de fungos podem estar associadas aos cancos de árvores. São relatados os gêneros fúngicos *Botryosphaeria* e *Valsa* [20,81] e *Chrysosporthe* [82].

Em alguns casos é possível fazer uma cirurgia no local da lesão (dendrocirurgia) para a retirada dos tecidos necrosados. Posteriormente, pode-se fazer ou não o preenchimento do local da cirurgia com produtos específicos para recompor a estética da árvore. Em casos de danos severos na estrutura do tronco, recomenda-se uma análise aprofundada da situação, como a tomografia por exemplo, visando à determinação do risco de quebra ou queda e a indicação ou não da substituição da árvore doente.

Figura 5.26 – Cancro perene em sibipiruna.



Fonte: Autores.

5.15. Sombreiro – *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (Fabaceae)

5.15.2.1. Psilídeo-do-sombreiro: *Euphalerus clitoriae* Burckhardt & Guajará, 2000 (Hemiptera: Psyllidae)

O gênero *Euphalerus* contém 28 espécies descritas, e a maioria delas ocorre em plantas do gênero *Lonchocarpus* (Fabaceae). *Euphalerus clitoriae* foi descrita de espécimes coletados no Rio de Janeiro [84], hoje já presente em vários outros estados brasileiros [83,85]. Até o momento, a única espécie de hospedeiro relatado para *E. clitoriae* é o sombreiro, sendo então este inseto considerado monófago.

Os adultos de *E. clitoriae* (Figura 28a) possuem o corpo de coloração esverdeada, com asas transparentes e vários pontos pretos sobre as veias das asas posteriores, no pronoto, na cabeça e

nas pernas. Segmentos de 1 a 8 das antenas, de coloração clara e ápices de cada segmento escuros, enquanto os segmentos 9 e 10 são totalmente escuros [83].

As fêmeas colocam os ovos ao longo das nervuras secundárias das folhas, na parte ventral (Figura 28b). Os ovos possuem inicialmente a coloração branca e rapidamente escurecem, passando para totalmente pretos (Figura 28c). Os imaturos possuem coloração geral amarelada (Figura 28d), mas geralmente no quinto ínstar a coloração muda para verde-amarelada (Figura 28e). Possuem antenas com 8 segmentos e uma rinária nos segmentos 3, 5, 7 e 8 [83]. Os imaturos se espalham pelas folhas, principalmente na face inferior, onde excretam grandes quantidades de filamentos brancos cerosos, que se acumulam sobre as folhas e sob as quais os imaturos se escondem, ficando totalmente cobertos por estas secreções (Figura 28f). Manchas amarelas e posteriormente necrosadas aparecem no lado superior da folha, oposta às infestações dos psilídeos (Figura 28g). Em altas infestações, as folhas ficam todas cheias das excreções brancas e, posteriormente, as folhas ficam amarelas e caem precocemente.

Figura 5.27 – Psilídeo-do-sombreiro (*Euphalerus clitoriae*) em folhas de sombreiro (*Clitoria fairchildiana*):

a) Adulto; b-c) Ovos novos (brancos) e próximos à eclosão (pretos); d-e) Indivíduos imaturos; f) Danos na face inferior e g) Danos na face superior das folhas.



Fonte: Autores.

5.16. Tipuana – *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze Fabaceae

5.16.2.1. Psilídeo-da-tipuana: *Platycorypha nigrivirga* Burckhardt, 1987 (Hemiptera: Psyllidae)

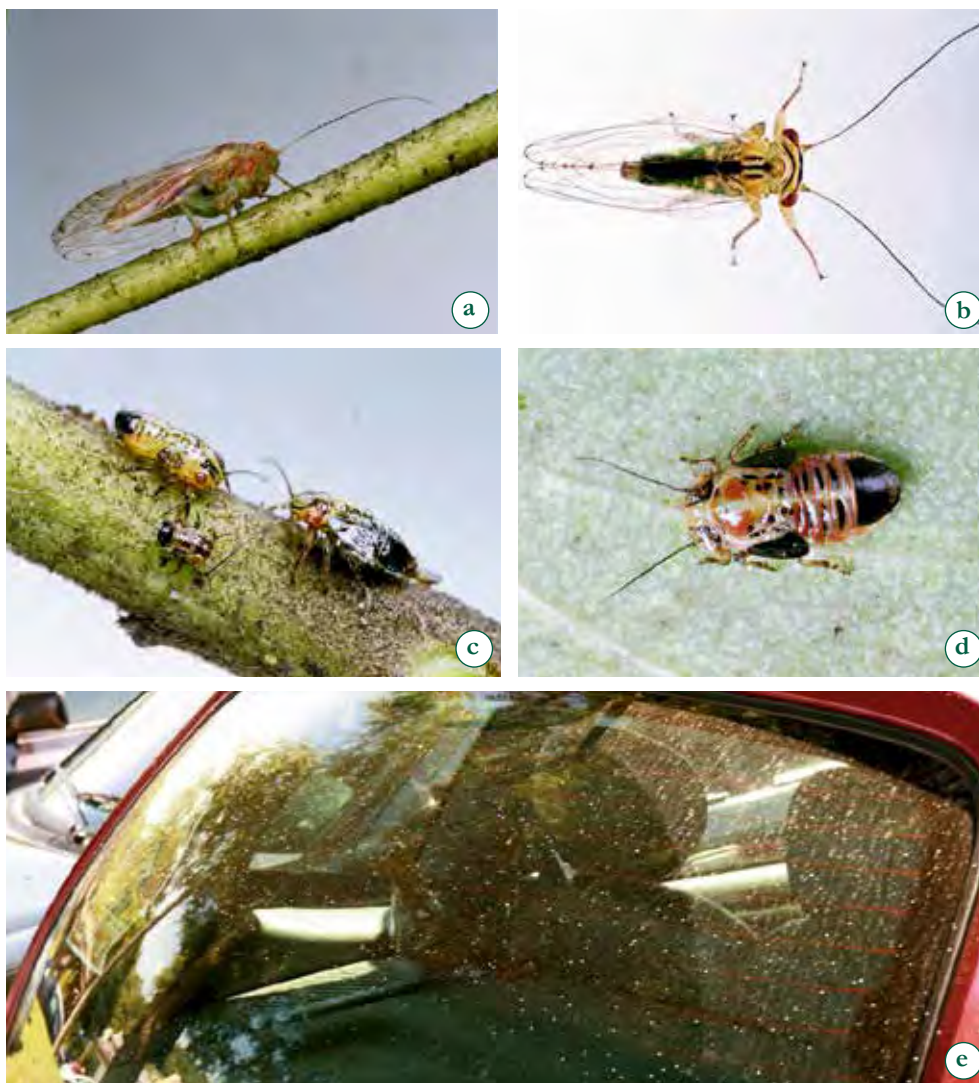
A espécie *Platycorypha nigrivirga*, popularmente conhecida como psilídeo-da-tipuana, é uma praga monófaga, exclusivamente associada à tipuana no Brasil e em outros países da América e Europa [86,87]. Os adultos deste psilídeo são de coloração verde-amarelada, com faixas mais escuras no tórax e na cabeça. O epíteto específico *nigrivirga* se refere à faixa transversal escura na cabeça. As antenas são marrom-claras, escurecendo gradativamente até o ápice. As asas são transparentes com veias marrons, e as pernas verde-amareladas, com tarsômeros apicais marrons [86,87] (Figura 29a-b).

Os imaturos possuem pernas e antenas longas e são bastante ativos, se movendo rapidamente quando tocados. Apresentam coloração que varia do amarelo, verde ou avermelhado, com margem dos escleritos cefálicos, tecas alares e placa caudal margeada de preto. Além disso, apresentam várias manchas e faixas pretas em toda extensão do corpo (Figura 29c-d).

No Brasil, são relatadas altas populações desse psíldeo causando danos nas folhas como o amarelecimento, encarquilhamento, manchas e queda precoce das folhas [86-89]. No entanto, a principal queixa vem dos proprietários de veículos estacionados debaixo das árvores de tipuana. Adultos e imaturos sugam a seiva da planta e excretam grandes quantidades de excrementos (gotículas brancas, açucaradas e viscosas) que caem sobre os carros, como gotículas de respingos de tinta branca [86] (Figura 29e).

Figura 5.28 – Psíldeo-da-tipuana (*Platycorypha nigrivirga*) em tipuana (*Tipuana tipu*):

- a) Vista lateral do adulto; b) Vista dorsal do adulto; c) Vista lateral de indivíduo imaturo; d) Vista dorsal de indivíduo imaturo; e) Excrementos característicos em vidro de automóvel.



Fonte: Autores.

5.17. Considerações finais

A arborização urbana brasileira, de forma geral, ainda carece de informações acerca dos métodos de controle de pragas e doenças no ambiente urbano. A utilização do controle químico de forma segura e sustentável ao meio ambiente apresenta desafios tecnológicos, em parte, já superados nas áreas rural e florestal, mas que precisam de adequações ao ambiente urbano para que se possa buscar o registro de uso de alguns ingredientes ativos. Mesmo a aplicação do controle biológico, a depender do problema fitossanitário, encontra dificuldades de aplicação devido às características intrínsecas de ruas, avenidas, entre outras áreas comuns à implantação da arborização. A utilização do manejo integrado de pragas (MIP) tem sido a forma mais adequada de tratar a questão fitossanitária no ambiente urbano, não sendo rara a necessidade de um pouco de criatividade e inovação na condução de formas de enfrentamento aos problemas associados às pragas e doenças em cidades. No entanto, mais importante que o controle em si é a prevenção, que na arborização urbana passa fundamentalmente por um planejamento prévio adequado antes de sua implantação e manutenções periódicas, sempre baseadas em critérios técnicos. Desta forma, a mensagem dos autores é de que a decisão pela supressão não deva ser tomada exclusivamente baseada em problemas fitossanitários, mas sim em um conjunto de fatores associados, como a possibilidade de controle, de manejo para a diminuição dos danos, de uma análise de vizinhança, do papel ecológico da espécie, do risco de queda entre outros. Deve-se sempre buscar alternativas que permitam a manutenção do indivíduo e manter a indicação de supressão como o resultado de uma avaliação multifatorial.

5.18. Referências

- [1] Vitorino MD, Buss AL, Zadrozny LER, Vitorino JC. Biologia e potencial de *Tectococcus ovatus* Hempel, 1900 (Hemiptera: Eriococcidae) indutor de galha da folha do araçazeiro. In: Pedrosa-Macedo JH, Dalmolin A, Smith CW, organizadores. O araçazeiro: ecologia e controle biológico. Curitiba: FUPEF; 2007. p. 117-30.
- [2] Carneiro RS, Burckhardt D, Isaias RMS. Biology and systematics of gall-inducing triozids (Hemiptera: Psylloidea) associated with *Psidium* spp. (Myrtaceae). Zootaxa. 2013;3620(1):129-46.
- [3] Butignol CA, Pedrosa-Macedo JH. Biologia de *Neotrioza tavaresi* Crawford, 1925 (Hemiptera: Psyllidae), galhador da folha do araçazeiro (*Psidium cattleianum*). Rev Bras Entomol. 2003; 47(1):1-7.
- [4] Butignol CA, Pedrosa-Macedo JH. O cecidógeno da folha do araçazeiro *Neotrioza tavaresi* Crawford, 1925 (Hemiptera: Psyllidae). In: Pedrosa-Macedo JH, Dalmolin A, Smith CW, organizadores. O araçazeiro: ecologia e controle biológico. Curitiba: FUPEF; 2007. p. 145-62.
- [5] Pedrosa-Macedo JH. A vespa-serra do araçazeiro – ecologia e biologia. In: Pedrosa-Macedo JH, Dalmolin A, Smith CW, organizadores. O araçazeiro: ecologia e controle biológico. Curitiba: FUPEF; 2007. p. 107-15.
- [6] Ângelo AC. Biologia de *Dasineura gigantea* Angelo & Maia, 1999 (Diptera: Cecidomyiidae), indutor de galhas sobre *Psidium cattleianum* e seus efeitos sobre a planta. In: Pedrosa-Macedo JH, Dalmolin A, Smith CW, organizadores. O araçazeiro: ecologia e controle biológico. Curitiba: FUPEF; 2007. p. 131-43.

- [7] Caxambu MG, Almeida LM. Aspectos bioecológicos de *Lamprosoma azureum* Germar (Coleoptera: Chrysomelidae) associado a *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae). In: Pedrosa-Macedo JH, Dalmolin A, Smith CW, organizadores. O araçazeiro: ecologia e controle biológico. Curitiba: FUPEF; 2007. p. 99-106.
- [8] Giehl ELH, coordenador. Flora digital do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina [Internet]. 2022 [acesso 11 fev. 2022]. Disponível em: <http://floradigital.ufsc.br>
- [9] Zona S. The correct gender of *Schinus* (Anacardiaceae). Phytotaxa. 2015;222(1):75-7.
- [10] Vitorino MD, Pedrosa-Macedo JH, Cuda JP. Biology and specificity tests of the sawfly *Heteroperreyia hubrichi* Malaise, 1955 (Hymenoptera: Pergidae), a potential biological control agent for Brazilian peppertree – *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). In: Spencer NR, editor. Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds. Bozeman (MT): Montana State University; 1999. p. 645-50.
- [11] Hight SD, Horiuchi I, Vitorino MD, Wikler C, Pedrosa-Macedo JH. Biology, host specificity tests, and risk assessment of the sawfly *Heteroperreyia hubrichi*, a potential biological control agent of *Schinus terebinthifolius* in Hawaii. Biocontrol. 2003;48:461-76.
- [12] Wheeler GS, Silversen N, Dyer K, McKay F. Brazilian collections and laboratory biology of a thrips, *Pseudophilothrips ichini*: a potential biological control agent of the invasive weed, Brazilian peppertree. Fla Entomol. 2016;99(1):6-13.
- [13] Burckhardt D, Cuda J, Diaz R, Overholt W, Prade P, Queiroz DL, et al. Taxonomy of *Calophya* (Hemiptera: Calophyidae) species associated with *Schinus terebinthifolia* (Anacardiaceae). Fla Entomol. 2018;101(2):178-88.
- [14] Cuda JP, Habeck DH, Overholt WA, Medal JC, Pedrosa-Macedo JH, Vitorino MD. Classical biological control of Brazilian peppertree *Schinus terebinthifolius* in Florida [Internet]. ENY-820. 2019 [acesso 11 fev. 2022]. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu>
- [15] Iede ET, Machado DC. Pragas da erva-mate *Ilex paraguariensis* St. Hill. e seu controle. Bol Pesq Florestal. 1989;18/19:51-60.
- [16] Way MJ. Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. Annu Rev Entomol. 1963;8:307-44.
- [17] Hölldobler B, Wilson EO. The ants. Cambridge (MA): Belknap Press of Harvard University Press; 1990.
- [18] Guindani NA, Wolff VRS, Azevedo Filho WS. Interação mutualística entre cochonilhas e formigas em videira. Rev Interdiscip Ciênc Apl (RICA). 2017;2(4):6-11.
- [19] Peronti ALBG, Fernandes LBR, Fernandes MA. A facultative association between *Plebeia droryana* (Friese, 1900) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) and a wax scale insect, *Ceroplastes janeirensis* (Hemiptera: Coccoidea: Coccidae). Braz J Biol. 2013;73(2):453-4.
- [20] Ferreira FA. Doenças dos ipês. In: Ferreira FA. Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa: SIF; 1989. p. 369-419.
- [21] Mendes MAS, Silva VL, Dianese JC, Ferreira MASV, Santos CEN, Gomes Neto E, et al. Fungos em plantas do Brasil. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-Cenargen; 1998.
- [22] Rotta E, Oliveira YMM, Araújo AJ, Inoue MT. Reconhecimento prático de cinco espécies de erva-de-passarinho na arborização de Curitiba. Colombo: Embrapa Florestas; 2005.
- [23] Leal L, Bujokas WW, Biondi D. Análise da infestação de erva-de-passarinho na arborização de ruas de Curitiba-PR. Floresta. 2006;36(3):323-30.

- [24] Ziliotto MA, Seitz RA, Mielke E, Salgueiro RL. Experiências práticas na condução do controle de ervas-de-passarinho de diferentes espécies na arborização de Curitiba (PR). In: Encontro Nacional de Arborização Urbana; 1999; Fortaleza. Anais... Piracicaba: SBAU; 1999. p. 76-8.
- [25] Ruschel D, Leite SLC. Arborização urbana em uma área da cidade de Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil. Cad Pesq Sér Biol. 2002;14(1):7-24.
- [26] Zenker MM, Botton M, Teston JA, Specht A. Noctuidae moths occurring in grape orchards in Serra Gaúcha, Brazil and their relation to fruit-piercing. Rev Bras Entomol. 2010;54(2): 288-97.
- [27] Tavares WS, Wilcken CF, Ramalho FS, Leite GLD, Serrão JE, Zanuncio JC. Defoliation of *Terminalia catappa* by larvae of *Thagona tibialis* (Lepidoptera: Erebidae) in Viçosa, Brazil. J Agric Urban Entomol. 2013;30(1):1-11.
- [28] Specht A, Corseuil E, Formentini AC. Lepidópteros de importância médica ocorrentes no Rio Grande do Sul. II. Aididae e Limacodidae. Biociências. 2005;13(1):89-94.
- [29] Kowalczyk M, Carneiro E, Casagrande MM, Mielke O. The Lepidoptera associated with forestry crop species in Brazil: a historical approach. Neotrop Entomol. 2012;41(5):345-54.
- [30] Specht A, Formentini AC, Corseuil E. The Lepidoptera associated with forestry crop species in Brazil: a historical approach. Rev Bras Zool. 2007;24(3):523-34.
- [31] Herbert J, Mizell RF III. Crapemyrtle aphid: *Tinocallis kahawaluokalani* (Kirkaldy) (Insecta: Hemiptera: Aphididae) [Internet]. EENY-365. 2021 [acesso em 2024]. Disponível em: https://entnemdept.ufl.edu/creatures/orn/trees/crapemyrtle_aphid.htm
- [32] Kondo T, Cortés RS. *Sarucallis kahawaluokalani* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae), a new invasive aphid on San Andres Island and mainland Colombia, with notes on other adventive species. Insecta Mundi. 2014;0362:1-10.
- [33] Patti I, Spampinato RG, Tornatore MG. Note morfologiche e bio-ecologiche sull'afide della *Lagerstroemia*, *Tinocallis kahawaluokalani* (Kirk.) (Rhynchota: Aphidoidea). Phytophaga. 1984; 2:87-116.
- [34] Alverson DR, Allen RK. Bionomics of the crapemyrtle aphid (Homoptera: Aphididae). J Entomol Sci. 1992;27:445-57.
- [35] Liberato JR, Barreto RW. Anamorphic *Erysiphe australiana* causing powdery mildew on *Lagerstroemia indica* in Brazil. New Dis Rep. 2004;9:37.
- [36] Stammer EE, Tomaz R. Ocorrência de fungos e bactérias fitopatogênicas no Estado do Paraná. Curitiba: Centro de Diagnóstico Marcos Enrietti; 1991. p. 109-24.
- [37] Wolff VRS, Witter S, Lisboa BB. Reporte de *Stigmatococcus paranaensis* Foldi (Hemiptera: Stigmococcidae), insecto escama asociado con la producción de miel de mielato en Rio Grande do Sul, Brasil. Insecta Mundi. 2015;0434:1-7.
- [38] Santana DLQ, Auer CG, Rocha ALJL, Marques E. Insetos associados ao enrolamento foliar de *Tabebuia* spp. em viveiros e na arborização urbana de Curitiba. Bol Pesq Florest Bras. 2005; 50:117-26.
- [39] Marques OM, Gil-Santana HR, Schmidt CDS, Coutinho ML. *Paranota parallela*: um inseto nocivo ao ipê-amarelo no Estado da Bahia, Brasil. Bahia Agríc. 2006;7(3):22-3.
- [40] Buzzi ZJ, Cruz MS. Ciclo evolutivo de *Dorynota pugionata* (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Tabebuia alba* e *T. chrysotricha* (Bignoniaceae). An Soc Entomol Bras. 1991;20:149-54.

- [41] Santana DLQ, Burckhardt D. A new trioqid pest (Hemiptera: Psylloidea: Triozidae) on ornamental trumpet trees (*Tabebuia* spp., Bignoniaceae) in Brazil. Rev Suisse Zool. 2001; 108:541-50. doi:10.5962/bhl.part.80161.
- [42] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras: ipê-amarelo – *Tabebuia alba*. Colombo: Embrapa Florestas; 2003. p. 540-8.
- [43] Castro MT, Montalvão SCL, Monnerat RG, Queiroz DL. *Cydianerus latruncularius* (Coleoptera: Curculionidae) damaging trumpet tree leaves (*Handroanthus* spp., Bignoniaceae) in Brasília, Brazil. Pesq Florest Bras. 2021;41:e20210104. p. 1-4.
- [44] Simões M, Sekerka L. Review of the Neotropical leaf beetle subgenus *Dorynota* s. str. Chevrolat (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae: Dorynotini). Coleopterists Bull. 2015;69(2): 231-54.
- [45] Lippert DB, Lazarotto M, Muniz MFB, Santos AF. Primeiro relato de *Prospodium bicolor* em ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*) no estado do Rio Grande do Sul. Summa Phytopathol. 2013;39(3):214.
- [46] Wielewski P, Auer CG, Grigoletti Júnior A. Levantamento de doenças em ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) em Curitiba, PR. Floresta. 2002;32(2):277-81.
- [47] Inacio CA, Dianese JC. Some follicolous fungi on *Tabebuia* species. Mycol Res. 1998; 102(6): 695-708.
- [48] Abdollahzadeh J, Groenewald JZ, Coetzee MPA, Wingfield MJ, Crous PW. Evolution of lifestyles in Capnodiales. Stud Mycol. 2020;95:381-414.
- [49] Coelho LBN, Silva ER. Registro de dano de *Gargaphia lunulata* (Hemiptera: Tingidae) em *Passiflora edulis* e *Arachis repens* em área urbana do Rio de Janeiro. Agrarian Academy. 2015; 2(3):90-100.
- [50] Ajmat MV, Bado SG, Coviella MA, Pannunzio MJ. Aspectos morfológicos, biológicos y daño de *Gargaphia lunulata* (Mayr, 1865) (Heteroptera: Tingidae) sobre *Passiflora caerulea* L. Boletín Sanidad Vegetal Plagas. 2003;29:339-46.
- [51] Santos RS, Hata FT, Coelho LBN, Ursi M. Registros de ocorrência e novos hospedeiros de *Gargaphia lunulata* (Hemiptera: Tingidae) nos estados do Acre e Paraná. EntomoBrasilis. 2017; 10(3):254-8.
- [52] Ferreira JMS, Teodoro AV, Negrisoni Jr AS, Guzzo EC. Descrição, bioecologia e manejo das lagartas-do-coqueiro *Brassolis sophorae* L. e *Opsiphanes invirae* H. (Lepidoptera: Nymphalidae). Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2015. Comunicado Técnico 178.
- [53] Mariconi FAM, Zamith APL. Contribuição para o conhecimento de *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758), *B. astyra* Godart, 1821 (Lepid.: Brassolidae) e de seus inimigos naturais. An Esc Super Agric Luiz de Queiroz. 1954;11:159-214. doi:10.1590/S0071-12761954000100009.
- [54] Bondar G. Insetos e moléstias do coqueiro (*Cocos nucifera*) no Brasil. Salvador: Tipografia Naval; 1940.
- [55] Ferreira JMS, Lima MF, Santana DLQ, Moura JIL, Souza LA. Pragas do coqueiro. In: Ferreira JMS, Warwick DRN, Siqueira LA, editores. A cultura do coqueiro no Brasil. 2ª ed. Brasília: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPATC; 1997. p. 189-267.
- [56] Sánchez PA, Cerda H. El complejo *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) – *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) (Tylenchida: Aphelenchoididae), en palmeras. Bol Entomol Venez. 1993;8:1-18.

- [57] Ferreira JMS. Controle biológico do agente transmissor do nematoide causador do anel-vermelho-do-coqueiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2002. Circular Técnica 31. [acesso 11 fev. 2022] Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/download/CT31.pdf>
- [58] Santana DLQ, Lima MF. Patogenicidade do fungo *Beauveria bassiana* (Balz.) Vuill. a adultos de *Rhynchophorus palmarum* (L.). In: Simpósio de Controle Biológico; 1992; Águas de Lindóia. Anais. Jaguariúna: Embrapa-CNPDA; 1992.
- [59] Ferreira JMS, Teodoro AV, Negrisoli Júnior AS, Guzzo EC. Manejo integrado da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2014. Comunicado Técnico 141.
- [60] Wilson M. Investigations into the development of the palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* L. Trop Agric (Trinidad). 1963;40(3):185-96.
- [61] Zorzenon FJ, Bergmann EC, Bicudo JEA. Primeira ocorrência de *Metamasius hemipterus* (Linnaeus, 1758) e *Metamasius ensirostris* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae) em palmiteiros dos gêneros *Euterpe* e *Bactris* (Arecaceae) no Brasil. Arq Inst Biol. 2000; 67(2): 265-8.
- [62] Gallo D, Nakano O, Neto SS. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ; 2002.
- [63] Soliman EP, Pavarini R, Garcia VA, Lima RC, Nomura ES, Pavarini GMP, Damatto Júnior ER. Diferentes iscas atrativas para monitoramento populacional de *Metamasius* sp. (Coleoptera: Curculionidae) no cultivo da pupunheira. Rev Eletr Agron (Garça). 2009;16(2):1-6.
- [64] Zorzenon FJ. Pragas das palmeiras ornamentais e industriais II: falsa-barata-das-palmeiras. Centro de P&D de Sanidade Vegetal 179. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento; 2012.
- [65] Ferreira JMS, Morin JP. A barata do coqueiro *Coraliomela brunnea* Thunb., 1981 (Coleoptera: Chrysomelidae). Circular Técnica. 1986.
- [66] Ferreira JMS, Lins PMP, Moura JIL, Moreira MAB, Teodoro AV. Barata-do-coqueiro. In: Diniz LEC, editor. Árvore do conhecimento: coco. Brasília: Embrapa; 2012.
- [67] Cunha F, Depieri RA, Neves PMOJ, Vida JB, Menezes Júnior AO. Patogenicidade dos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (CG 432) e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (UEL50) em larvas de *Coraliomela brunnea* Thumb. (Coleoptera: Chrysomelidae). Arq Inst Biol. 2008; 75(3):293-300.
- [68] Santos AF, Tessmann DJ, Vida JB. Doenças em palmeiras para palmito. In: Santos AF, Correa JR, Neves EJM, organizadores. Palmeiras para produção de palmito – juçara, pupunheira e palmeira real. Colombo: Embrapa Florestas; 2008. p. 105-20.
- [69] Santos AF, Luz EDMN, Finato P, Tessmann DJ, Vida JB. Caracterização de *Phytophthora palmivora* e sua patogenicidade à pupunheira no estado do Paraná. Fitopatol Bras. 2003;28:225.
- [70] Santos AF, Tessmann DJ, Vida JB. Manejo fitossanitário em viveiros. In: Santos AF, Correa JR, Neves EJM, organizadores. Palmeiras para produção de palmito – juçara, pupunheira e palmeira real. Colombo: Embrapa Florestas; 2008. p. 121-7.
- [71] Auer CG, Santos AF. Doenças dos pinheiros. In: Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A, Camargo LEA, organizadores. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres; 2016. v. 2, p. 595-602.
- [72] Santos AF, Tessmann DJ, Alves TCA, Vida JB, Harakava R. Root and crown rot of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) caused by *Phytophthora cinnamomi*. J Phytopathol. 2011;159:194-6.

- [73] May-de Mio LLM, Santos AF, Amorim L. Doenças do álamo. In: Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A, Camargo LEA, organizadores. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres; 2016. v. 2, p. 23-7.
- [74] Inacio CA, Machado EB, Santos AF, Dianese JC. *Melampsora larici-populina* on leaves of *Populus nigra* from the State of Paraná, Brazil. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia; 2010; Cuiabá. Trop Plant Pathol. 2010;35(Supl):234.
- [75] Santos AF, Machado EB, Stanosz GR, Smith DR. Primeiro relato de *Septoria musiva* em álamo no Brasil. Trop Plant Pathol. 2010;35:52-3.
- [76] White IM, Hodkinson ID. New psyllids (Homoptera: Psylloidea) from the cocoa region of Bahia, Brazil. Rev Bras Entomol. 1980;24:75-84.
- [77] Santana DLQ, Burckhardt D. *Isogonoceraia divergipennis* (Hemiptera: Psylloidea) em sibipiruna no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Entomologia; 2002; Manaus. Anais... Manaus: INPA; 2002.
- [78] Mazzardo T, Barreto MR, Pezzini LA, Sedano ADB, Burckhardt D, Queiroz DL. Registro de *Isogonoceraia divergipennis* White & Hodkinson associado a *Poincianella pluviosa* (Fabaceae) em Mato Grosso, Brasil. Arq Inst Biol. 2016;83:e0832016.
- [79] Old KM, Davison EM. Canker diseases of eucalypts. In: Keane PJ, Kile GA, Podger FD, Brown BN, editors. Diseases and pathogens of eucalypts. Collingwood: CSIRO; 2000. p. 241-58.
- [80] Manion PD. Tree disease concepts. 2nd ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall; 1991.
- [81] Auer CG. Doenças em ipês: identificação e controle. Colombo: Embrapa Florestas; 2001. (Documentos, 67).
- [82] Oliveira MES, Van der Merwe NA, Wingfield MJ, Wingfield BD, Soares TPF, Kanzi AM, et al. *Chrysosporthe puriensis* sp. nov. from *Tibouchina* spp. in Brazil: an emerging threat to *Eucalyptus*. Australas Plant Pathol. 2021;50(1):29-40.
- [83] Burckhardt D, Guajará M. *Euphalerus clitoriae* sp. n., a new psyllid species from *Clitoria fairchildiana* (Fabaceae: Papilionoideae), and notes on other *Euphalerus* spp. (Hemiptera: Psylloidea). Rev Suisse Zool. 2000;107(2):325-34.
- [84] Burckhardt D, Queiroz DL. Checklist and comments on the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) from Brazil. Zootaxa. 2012;3571:26-48.
- [85] Burckhardt D. Jumping plant lice (Homoptera: Psylloidea) of the temperate Neotropical region. Part 1: Psyllidae (subfamilies Aphalarinae, Rhinocolinae and Aphalaroidinae). Zool J Linn Soc. 1987;89:299-392.
- [86] Santana DLQ, Burckhardt D, Aguiar AMF. Primeiro registro de *Platycorypha nigrivirga* Burckhardt (Hemiptera: Psylloidea) em *Tipuana tipu* (Benth.) no Brasil. Neotrop Entomol. 2006; 35:861-3.
- [87] Rung A, Arakelian G, Gill R, Nisson N. *Platycorypha nigrivirga* Burckhardt (Hemiptera: Sternorrhyncha: Psylloidea), tipu psyllid, new to North America. Insecta Mundi. 2009;97:1-5.
- [88] Marsaro Júnior AL, Queiroz DL, Burckhardt D, Pereira PRV, Almeida LM. Primeiro registro de *Platycorypha nigrivirga* Burckhardt, 1987 (Hemiptera: Psylloidea) em *Tipuana tipu* (Benth., 1898) (Fabaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Rev Agric. 2012;87:113-5.
- [89] Aguiar AF, Cravo D, Queiroz DL. The jumping plant-lice of Madeira Archipelago and Selvagens Islands (Hemiptera: Psylloidea): new records, updated checklist and notes on some natural enemies. Entomol Mon Mag. 2019;155:113-26.

Capítulo 6

AVALIAÇÃO DE RISCO DE QUEDA E MANEJO EM ÁRVORES ADULTAS

Por Sérgio Brazolin e Tania Cristina Castroviejo

6.1. Destaques deste capítulo

1. A queda de galhos ou árvores inteiras pode resultar de fatores internos como resistência da madeira e formato da copa ou de fatores externos como ventos, enchentes e tempestades agravados pelas mudanças climáticas;
2. Árvores sofrem esforços mecânicos como tração, compressão, flexão, torção e cisalhamento que estimulam o reforço estrutural por tigmomorfogênese;
3. A biodeterioração ocorre quando fungos e cupins consomem os tecidos da árvore comprometendo sua resistência estrutural;
4. A análise de risco deve considerar raízes, tronco e copa observando indicadores como cavidades, rachaduras, barreiras radiculares e podas inadequadas;
5. A análise de risco orienta decisões de manejo para prevenir acidentes e utiliza práticas como podas de limpeza, readequação de canteiros e monitoramento contínuo.

6.2. Introdução

Apesar da importância que as árvores desempenham na maximização dos serviços ecossistêmicos, como conforto térmico, retenção de poluentes (particulados e microrganismos), promoção da biodiversidade de fauna, controle de erosões e inundações e proteção de mananciais, na condição urbana, principalmente tratando-se do “verde viário”, a sua queda ou apenas de parte de sua estrutura exige da municipalidade a atenção necessária para se evitar acidentes, danos ao patrimônio, interrupção dos serviços de utilidades, como a distribuição de energia elétrica e mobilidade dos cidadãos.

Os relatórios dos painéis internacionais sobre mudanças climáticas [1] apontam para a América do Sul um aumento de intensidade e frequência de tempestades, como ciclones extratropicais, particularmente na costa do Nordeste e Sul do continente. Os eventos climáticos extremos ou severos são a principal causa da queda de grande número de árvores, sendo comum o gestor público ter que instalar um gabinete de crise para lidar com o estado de emergência ou crise,

caracterizados pela interrupção a longo prazo dos serviços de energia elétrica, telecomunicações, danos às propriedades e, principalmente, à mobilidade da população.

Posta esta nova condição de crise climática, há a necessidade de compreender que os ventos atuantes e a precipitação intensa afetarão cada vez mais a floresta urbana e que no processo de envelhecimento da árvore surgirão “defeitos” que podem também estar associados à sua queda. Neste caso, cabe ao arborista ou especialista entender estes sinais para a realização de manejo preventivo, ou seja, tratamentos silviculturais de cuidados, como a poda, tratamento fitossanitário, adubação, supressão ou até mesmo o transplante. Segundo a engenharia, as árvores podem ser classificadas, pela complexidade da sua forma e arquitetura, como estruturas complexas, ou seja, com muitas incertezas que dificultam a tomada de decisão sobre o seu risco de queda de alguma parte ou da árvore toda.

Neste contexto, esta análise avança na busca de evidências objetivas de risco, ou seja, fatores extrínsecos ou intrínsecos à árvore que se associam a fraturas do tronco, galhos e raízes ou tombamento de todo o exemplar. O propósito deste capítulo é mostrar que: i). existe conhecimento técnico e científico disponíveis para a avaliação de risco de árvores, que deve se contrapor a uma análise simplista e subjetiva, muitas vezes usada sem qualquer embasamento mesmo que empírico; ii). a análise de risco de queda tem um caráter multidisciplinar, envolvendo as áreas da biologia, engenharia e urbanismo; iii). há normas técnicas para auxiliar na análise de risco e os municípios na construção de termos de referência de serviços de qualidade; iv). existem tecnologias e equipamentos disponíveis para diminuir as incertezas no diagnóstico das árvores; e v). as boas práticas de manejo devem ser adotadas de maneira a tornar uma cidade mais sustentável e resiliente.

6.3. Por que as árvores caem?

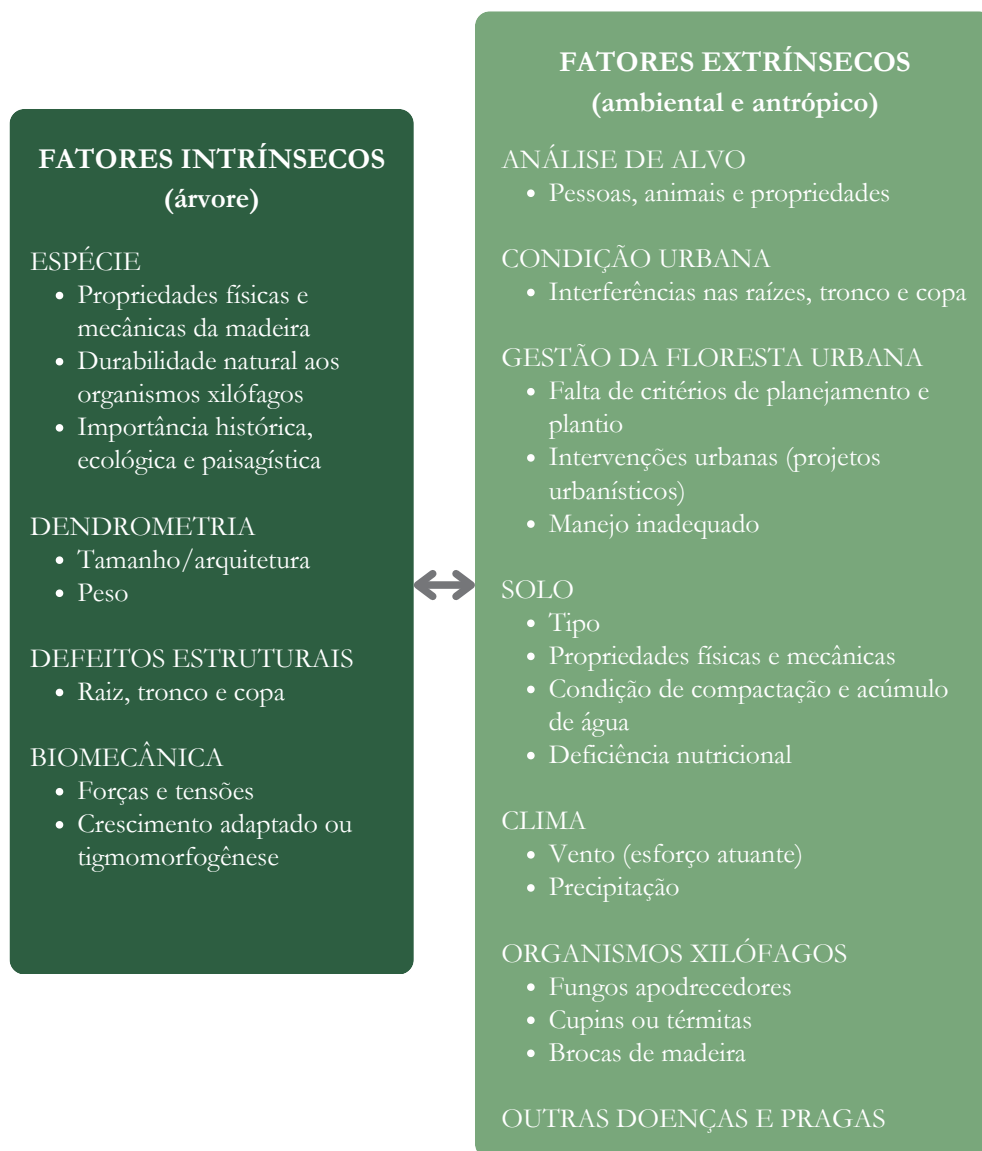
A Figura 1 sintetiza a interação de fatores intrínsecos e extrínsecos que interagem na análise de queda de uma árvore.

Dos fatores apresentados, delinea-se a gestão da floresta urbana o mais crítico quando o planejamento urbano e paisagístico não considera as árvores na maximização dos serviços ecossistêmicos necessários para cada rua, área verde, bairro ou cidade. A falta de critérios técnicos na correta implantação e manejo da arborização urbana, como tamanho de calçadas e canteiros e interferência da rede de distribuição de energia elétrica, instalações subterrâneas e caixas de inspeção, pode resultar na incompatibilidade das árvores com a infraestrutura urbana instalada e comprometimento de sua estabilidade estrutural. As árvores são também diretamente afetadas nas intervenções urbanas, como no alargamento das vias, reparo das tubulações, manutenção da fiação aérea e construção ou reforma das casas.

O desenvolvimento e a sobrevivência das árvores nas cidades são ainda afetados por outros fatores como a compactação do solo e a falta ou excesso de água, que impedem o crescimento adequado do sistema radicular. As pragas, como insetos, ácaros e roedores e as doenças por patógenos como bactérias, vírus, fungos, nematoides e protozoários [3], alteram também sua fenologia e crescimento. Entretanto, na análise de risco de queda de árvores, estes organismos e seus processos de infestação e de afetação da fisiologia e crescimento podem levar a árvore ao declínio e, em estágio final, à morte. Portanto, não é um fator de alta significância associada à sua queda, exceto quando há total e evidente biodeterioração do tecido lenhoso por fungos

apodrecedores e insetos xilófagos *post mortem*. No Brasil, se ressalta que as doenças e pragas nas árvores urbanas são pouco estudadas, faltando conhecimento e experimentação para relacionar os agentes biológicos aos sintomas e a definição do manejo mais adequado.

Figura 6.1 – Interação de fatores na análise de risco de queda de árvores.



Fonte: Elaborado por Zabotto Ambiental a partir de Brazolin et al. [2].

Os organismos xilófagos (Figura 2) podem ser considerados como oportunistas e não necessariamente desencadeiam o declínio nas árvores, pois não afetam o xilema e floema fisiologicamente funcional. São eles as espécies de fungos (Figura 2a) que promovem o apodrecimento do lenho (Divisões Basidiomycota e Ascomycota), cupins (Figura 2b) ou térmitas (Ordem Blathodea) e brocas de madeira (Figura 2c) ou besouros (Ordem Coleoptera), que desgastam o tecido lenhoso,

alterando as propriedades físicas e mecânicas da madeira, diminuindo a resistência do tronco, galhos ou raízes e promovendo o surgimento de fraturas que levam à ruptura e queda.

Esses organismos xilófagos se desenvolvem normalmente na região do cerne ou transição de albúrneo para o cerne, sem afetar o tecido fisiologicamente ativo ou vivo da árvore (albúrneo), portanto, não afetam a saúde ou vitalidade da árvore (Figura 2a). A vivência mais comum aos arboristas é a observação de grandes cavidades no tronco das árvores causadas por fungos apodrecedores e cupins num processo sucessional de organismos, mas cuja copa se encontra saudável, com sua ocorrente fenologia (floração, frutificação, crescimento e repouso vegetativo) [4].

Figura 6.2 – Organismos xilófagos em árvores. a) Apodrecimento do cerne por fungos em *Tipuana tipu*. b) Ninho de cupins subterrâneos em *Jacaranda mimosifolia*. c) Galerias de broca de madeira em ferida do tronco de *Paubrasil ebinata*.



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

Os processos de biodeterioração nas árvores estão relacionados à resistência ou durabilidade natural do lenho [5]. Esta propriedade da madeira é intrínseca à espécie de árvore e relacionada à sua anatomia, química da madeira (tipo e quantidade de celulose e lignina), presença de materiais inorgânicos como cristais de sílica, mas principalmente à presença de extrativos (fungicidas e inseticidas naturais) no processo de formação do cerne (cernificação) do tronco ou galhos. O albúrneo, independente da espécie, é sempre suscetível aos organismos xilófagos, se exposto numa poda ou ferida qualquer. Para exemplificar, o surgimento de uma significativa cavidade no interior de uma árvore de jatobá (*Hymenaea courbaril*) pode levar mais de 100 anos. Entretanto, grandes cavidades podem ser observadas em árvores de tipuana (*Tipuana tipu*) com sessenta ou setenta anos de idade. O fato é que toda árvore vai apresentar cavidades em seu tronco que podem fragilizar sua estrutura e diante de esforços solicitantes, como os ventos fortes, virem a romper.

6.4. Biomecânica – a árvore como uma estrutura

A biomecânica de árvores é a parte da ciência que aplica os princípios da mecânica clássica para estudar a forma, estrutura e comportamento físico e mecânico das árvores [6-9]. Aos arboristas, engenheiros florestais, biólogos e cientistas ambientais é essencial este conhecimento para entender como as árvores crescem, se mantêm estáveis e respondem às forças ambientais, como o vento, a chuva e à gravidade (peso próprio).

Como um dos fundamentos da biomecânica, as plantas demonstram uma capacidade de adaptação frente aos estímulos mecânicos que resultam em mudanças no crescimento da planta, seja através da alteração de sua forma ou da composição química das células dos tecidos para fortalecer partes com defeitos ou fragilidades mecânicas – esse processo é conhecido como tigmomorfogênese, crescimento adaptado ou auto otimização. Esse processo (Figura 3a-c) pode ser observado no espessamento de raízes para melhor ancoragem, como as raízes tabulares e escoras; reforços nas bifurcações; no espessamento de colo e tronco; protuberâncias/saliências próximos a cascas inclusas. A modificação da estrutura celular e composição química dos elementos estruturais da parede celular das células da madeira, celulose, hemicelulose e lignina, produz o chamado lenho de reação, sendo um tipo especializado de madeira que se forma em árvores como resposta a tensões mecânicas, geralmente causadas por inclinação ou curvatura excessiva do tronco ou galhos. Essas adaptações conferem à árvore e lenho propriedades mecânicas distintas que ajudam a manter sua estabilidade estrutural e a crescer de maneira reta, mesmo em terrenos inclinados ou sob a ação de ventos fortes.

Portanto, as forças externas ou esforços solicitantes, como vento, chuva, peso próprio e cargas adicionais (galhos com crescimento da hemiparasita erva de passarinho, por exemplo) influenciam na morfologia e na estrutura do lenho das árvores e, na avaliação de risco, é primordial se atentar a estes processos de recuperação ou de reforço para se garantir a resistência adequada.

Figura 6.3 – Tigmomorfogênese em árvores. a) Espessamento de raiz em *Araucaria angustifolia*. b) Raízes escora e espessamento de tronco em *Cecropia* sp. c) Reforço da bifurcação (“orelhas no tronco”) de *Libidibia ferrea*.

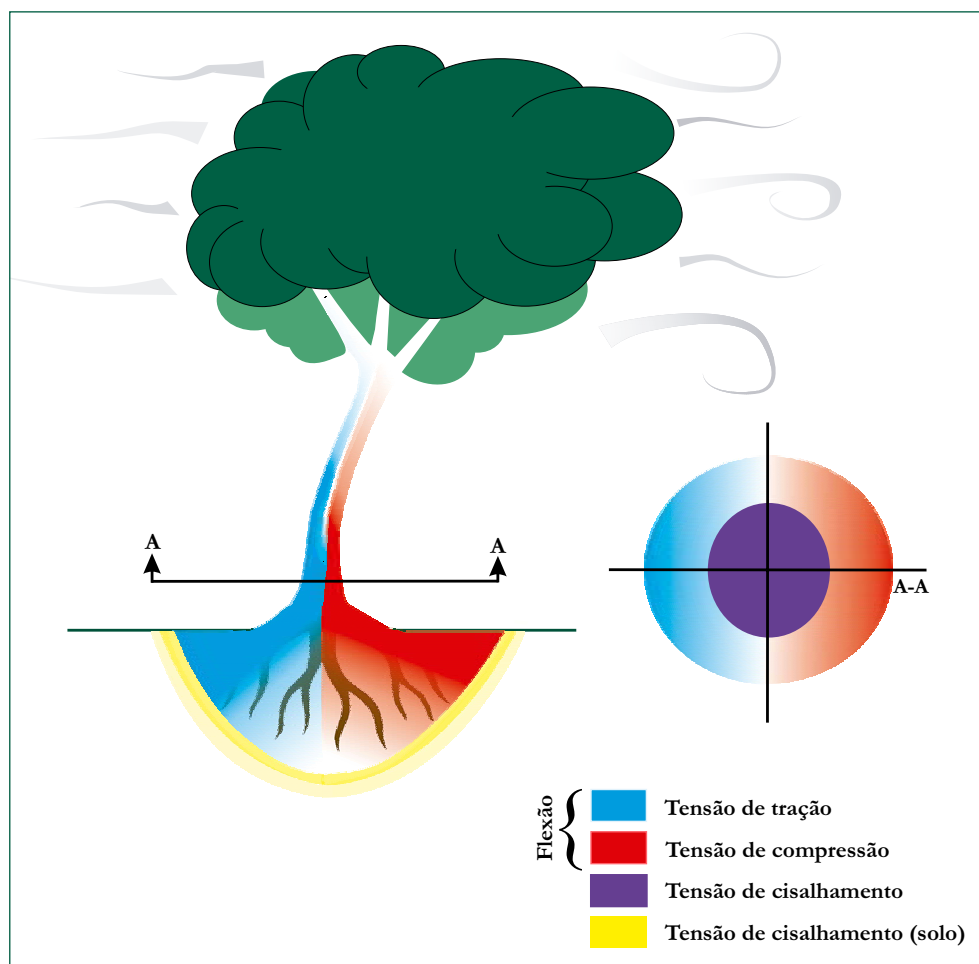


Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

O vento é o principal esforço solicitante, cuja interação com a árvore suscita o surgimento de tensões aplicadas à sua estrutura (Figura 4), sendo as principais: tensões de tração (estiramento das fibras); tensões de compressão (“esmagamento” das fibras); tensão de flexão, uma combinação de tensão de tração e compressão em diferentes partes da árvore; tensões de cisalhamento ou forças cortantes, principalmente na base da árvore e na parte mais central (medula) do tronco e na interface do torrão, formado pelo sistema radicular envolto por solo, e o solo adjacente, podendo ocorrer o soerguimento de todo o sistema radicular ou seu pivotamento; e tensões de torção, quando os ventos fortes e irregulares aplicam uma rotação da copa, tronco e raízes.

Em síntese, a árvore, por meio do processo de tigmomorfogênese, se adapta à ação do vento, condição de plantio desfavorável (solo compactado ou instável, por exemplo) ou quando apresenta algum defeito estrutural, como rachaduras do lenho, cavidades internas do tronco, sistema radicular com crescimento restrito ou com apodrecimento e inclinação do tronco não característica. Entretanto, quando as tensões geradas pela ação do vento são maiores que a resistência mecânica característica do lenho da espécie, inicia-se o processo de ruptura, levando à queda da árvore ou do galho.

Figura 6.4 – Tensões nas árvores sob a ação de ventos fortes.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Na análise de risco de queda, algumas dessas tensões são especialmente críticas para árvores sob ação de ventos fortes ou com tronco inclinado (Figura 4):

- **Flexão e cisalhamento na base:** árvores com grandes cavidades no interior do tronco, troncos e galhos com processos de biodeterioração significativos, sistema radicular comprometido por apodrecimento ou podas inadequadas são mais vulneráveis a estas forças e tensões;
- **Tração e compressão:** árvores com copas desbalanceadas, galhos pesados e de grande comprimento e árvores com inclinação do tronco excessiva promovem o aumento das tensões de tração e compressão, principalmente na base;
- **Cisalhamento no torrão (conjunto raiz e solo):** sistema radicular com apodrecimento significativo e poda de raízes de sustentação, comprometem a ancoragem e a resistência ao cisalhamento, podendo ocorrer o tombamento do exemplar; solos encharcados ou erodidos podem também diminuir a resistência ao cisalhamento e aumentar a probabilidade de tombamento.

É importante considerar na análise de risco de queda de uma árvore o acréscimo de carga devido à chuva, e a presença de plantas epífitas ou hemiparasitas, como erva de passarinho. Os fatores intrínsecos das árvores, como o seu tamanho (altura total, DAP), a densidade de folhas e os diferentes formatos das copas, os tipos de crescimento dos galhos e as propriedades físicas, mecânicas e de durabilidade natural do lenho do tronco ou galhos também devem ser levados em consideração na análise de risco da árvore - uma estrutura sujeita a forças e tensões [4,7,9].

6.5. Avaliação de risco de queda

“Toda árvore é um ser vivo, que possui defeitos e está sujeita a forças da natureza, por isto, nunca está livre de apresentar riscos de queda, podendo causar eventuais acidentes.” [10]. No Brasil, a norma NBR ABNT 16.246-3 – Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Parte 3: Avaliação de risco de árvores [10] estabelece as diretrizes para a avaliação de risco e categoriza o processo de inspeção em três níveis distintos, sendo:

Nível 1 de Inspeção: envolve a inspeção visual de uma árvore ou grupamentos próximos a alvos específicos, como estradas, ferrovias e redes de transmissão de energia elétrica para identificar condições ou defeitos evidentes, podendo ser realizada sem quaisquer ferramentas ou equipamentos especiais. Esta avaliação pode ser feita a pé ou com veículo terrestre ou aéreo, utilizando critérios técnicos ou procedimentos pré-definidos para auxiliar na tomada de decisão.

Exemplos da realização de inspeção no nível 1 podem ser (Figura 5):

- uma rodovia com a presença de talude em estado crítico devido à erosão do solo (Figura 5a), expondo as raízes das árvores, cujas quedas oferecem risco aos automóveis e pessoas; ou
- as redes de transmissão de energia elétrica, cujo crescimento de árvores em área de serviço predefinida é proibido (Figura 5b).

Nestas condições, não há a necessidade de um diagnóstico detalhado de cada árvore quanto ao seu estado fitossanitário ou presença de outros defeitos estruturais, apenas a análise visual à distância já permite caracterizar o risco e a definição de manejo, como supressão ou poda.

Figura 6.5 – Nível 1 de inspeção de árvores de risco a) Talude em processo erosivo e raízes de árvores de eucalipto expostas; b) Rede de distribuição: supressão de todas as árvores.



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

Nível 2 de Inspeção: esta avaliação consiste na observação detalhada das partes da árvore: sistema radicular, tronco e copa, restrita a uma análise visual externa 360° ao seu redor, sem que se caracterize um trabalho em altura, acima de dois metros do solo, ou seja, sem a necessidade de atendimento à norma regulamentadora NR 35 – Trabalho em Altura [11], quanto aos equipamentos de proteção individual (EPIs) e processos de treinamento e qualificação legalmente especificados. Neste Nível, ferramentas simples são utilizadas, como trenas florestais, clinômetros, hipsômetros, binóculos, sovelas, materiais de coleta de insetos e de corpos de frutificação de fungos para posterior identificação das espécies, martelo de borracha para auscultar de possíveis cavidades no interior do tronco e máquina fotográfica.

Nível 3 de Inspeção: neste Nível se expande a avaliação do Nível 2 com a inclusão de métodos ou equipamentos não destrutivos e outras tecnologias, como os penetrógrafos e tomógrafos, para se realizar a análise interna do tronco ou galhos com o objetivo de se verificar a existência de processos de biodeterioração do lenho ou cavidades. O trabalho em altura, ou escalada, é considerada uma técnica de inspeção ou manejo de galhos neste Nível de Inspeção; drones também podem ser úteis para esta verificação. A norma não restringe novos métodos ou tecnologias, desde que haja comprovação científica dos resultados.

Os atributos que se relacionam direta e indiretamente ao risco de queda de uma árvore ou galhos podem ser agrupados em quatro abordagens [4,10,12,13]:

6.5.1. Análise de alvo

Na avaliação de risco é fundamental entender o conceito de “alvo”, que se refere a qualquer pessoa, animal, propriedade ou infraestrutura da cidade que possa ser prejudicada caso uma árvore ou galhos venham a cair. Os alvos podem ser estáticos (como edifícios e linhas de energia), transitórios (como veículos) ou móveis (como pedestres). Identificar e avaliar esses alvos ajuda a determinar o potencial impacto de um acidente.

A importância da análise de alvos está em identificar quais elementos estão na zona de risco e como eles podem ser afetados. Isso inclui analisar a altura da árvore, os defeitos estruturais (falha), com a criticidade da queda (impacto) e as consequências (danos). Sugere-se considerar uma vez e meia a altura total da árvore como raio da área de atingimento.

6.5.2. Análise das condições de entorno

A avaliação do entorno de uma árvore é um aspecto crítico na análise de risco de queda, uma vez que diversas condições ambientais e estruturais podem influenciar a sua estabilidade, alterando seu crescimento (raiz, tronco e copa) e a sua arquitetura original. Podemos citar como exemplos de atributos que afetam diretamente a distribuição de forças e tensões na árvore e a sua estabilidade: pequena área permeável útil do canteiro; a compactação do solo; a presença de equipamentos urbanos (postes, bueiros, tubulações, rede elétrica) e de outras árvores; e a inclinação do terreno (taludes ou planos inclinados) e o posicionamento e crescimento da árvore nessa condição.

Potencialmente os corredores de vento podem exercer pressão adicional, exigindo que as raízes, tronco e galhos estejam sem defeitos para resistir a essas forças. O histórico do local, incluindo quedas anteriores de árvores, reformas e movimentações de terra, como processos erosivos e exposições do sistema radicular não característico da espécie, oferecem informações valiosas sobre os riscos potenciais e devem ser considerados na análise.

6.5.3. Análise visual externa

A análise visual externa é feita com o objetivo de caracterizar defeitos que representem evidências objetivas de risco de queda e, também, os processos de tigmomorfogênese ou crescimento adaptado da árvore a supostos defeitos, devendo ser considerados reforços estruturais naturais. A Tabela 1 sintetiza os principais atributos que devem ser observados quanto ao risco de queda da árvore ou de galhos, sendo alguns desses atributos ilustrados na Figura 6.

A avaliação visual do sistema radicular de uma árvore é uma tarefa desafiadora, já que apenas uma pequena parte das raízes é visível, quando não característica da espécie botânica. No tronco, a sua base (colo ou coleto) é a região mais crítica mecanicamente, pois sob a ação do vento, há acúmulo de tensões de flexão e cisalhamento. Uma avaliação completa dos galhos necessita de trabalho em altura, mas binóculos e drones podem ajudar nessa análise.

Tabela 6.1 – Atributos para análise de risco de queda de árvores no Nível de Inspeção 2.

SISTEMA RADICULAR (quando visível)	
Defeitos	Tamanho do canteiro: espaço para o desenvolvimento das raízes em relação ao porte da árvore e tipo de crescimento das raízes (pivotante e superficial).
	Condição do solo: a presença de rachadura ou levantamento no solo podem indicar o pivotamento do sistema radicular.
	Raízes dobradas ou enoveladas: consequência de interferências de barreiras físicas ao seu crescimento.
	Danos: a poda ou o apodrecimento de raízes de sustentação significativas.

(continua)

(continuação)

SISTEMA RADICULAR (quando visível)	
Reforço estrutural natural	Raízes tabulares ou sapopemas .
	Raízes aéreas ou escora .
	Espessamentos das raízes de sustentação, principalmente no lado tracionado de uma árvore inclinada ou sujeita a ventos fortes.
TRONCO	
Defeitos	Cavidades são evidências da biodeterioração interna do tronco que podem comprometer a sustentação da árvore, dependendo de sua localização e tamanho.
	Presença de corpos de frutificação de fungos apodrecedores é um indicador importante de biodeterioração interna no tronco.
	Presença de túneis de cupins sobre a casca ou desgaste do lenho em feridas é um indicador importante de biodeterioração interna no tronco. Obs.: os cupins podem estar nas árvores se alimentando do lenho apodrecido (pré-digerido) por fungos no interior do tronco ou galhos.
	Injúrias (feridas) sem compartimentalização e cicatrização e com processos significativos de biodeterioração por fungos apodrecedores, cupins e brocas de madeira.
	Cancro também é uma ferida (exposição do alburno), mas associadas a doenças causadas principalmente por fungos e bactérias que interferem no transporte de nutrientes e água levando o exemplar ao declínio e morte.
	Rachaduras longitudinais e transversais são sinais de ruptura do lenho por estresse estrutural (tensões de cisalhamento). A criticidade depende do tamanho e local, mas as rachaduras transversais normalmente representam risco iminente de queda.
	Alterações na casca da árvore , como esmagamento do tecido no lado sujeito às tensões de compressão excessivas e estiramento/afrouxamento do lado de acúmulo de tensões de tração. Esse processo ocorre em tronco ou galhos com excessiva inclinação ou peso.
	Inclinação não característica do tronco pode indicar problemas estruturais ou de solo, como a perda de ancoragem (torrão) ou erosão do solo. Obs.: árvores inclinadas são comuns nos ambientes urbanos, geralmente associadas à busca por luminosidade e com espessamentos de raízes e tronco e lenho de reação para garantir sustentação mecânica.
Reforço estrutural natural	Colo soterrado : canteiros com preenchimento de solo, soterrando a base da árvore, podem resultar em biodeterioração do lenho, situação agravada se houverem injúrias (feridas) que expõem o alburno.
	Espessamento do colo não característico da espécie (modificação da forma neloide do tronco das árvores), podem estar associados a processos internos de biodeterioração ou grandes cavidades.
	“Costelas” no tronco não características da espécie podem estar associadas a rachaduras longitudinais internas, não visíveis na superfície.

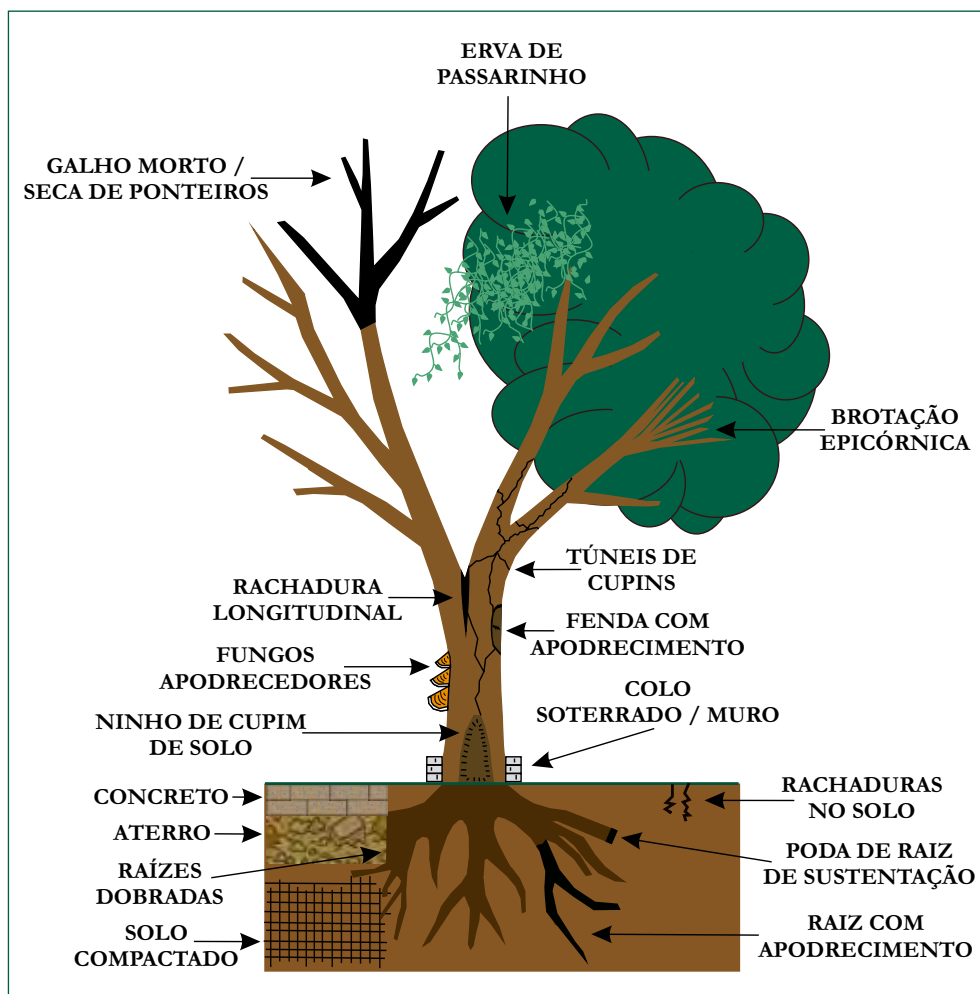
(continua)

continuação

COPA/GALHOS/FORQUILHAS	
Defeitos	Copa em desequilíbrio, ou seja, com o centro de gravidade deslocado, favorecendo o surgimento de tensões no tronco e no torrão/solo adjacente.
	Cascas inclusas se abrindo, com rachadura do lenho ou processo de biodeterioração na crista da forquilha de galhos. Obs.: apesar de ser um ponto de fragilidade, a casca inclusa não é um defeito e sim uma forma de adaptação ao crescimento dos galhos. Galhos codominantes com cascas inclusas devem ser sempre inspecionados e monitorados.
	Primeira ramificação baixa em relação à altura total e peso da copa, acumulam tensões na bifurcação (crista), promovendo sua ruptura. Obs.: a presença de casca inclusa nesta região indica a necessidade de monitoramento.
	Galhos com injúrias sem cicatrização e com processos de biodeterioração intensos (depende de tamanho e profundidade). Rachaduras transversais nas feridas indicam início de fratura.
	Forquilhas com processos de biodeterioração são críticas dependendo do ângulo e peso do galho. Obs.: ângulos acima de 25° nas forquilhas, não característico da espécie devem ser analisados quanto a outros defeitos e necessidade de poda (redução de peso e distribuição de tensões no tronco).
	Galhos epicórmicos ou brotações que surgem no tronco ou em galhos principais após poda drástica. Esses galhos têm uma conexão anatômica fraca em relação a um galho comum e podem se soltar facilmente, com a ação de rajadas de vento fortes.
	Plantas epífitas, hemiparasitas ou parasitas como erva de passarinho, cuscuta (fios de ovos) e <i>Tillandsia</i> sp. (bromélia) afetam a fisiologia da árvore pois consomem sua seiva elaborada, bruta ou impedem a formação de novos galhos. A ruptura de galhos com grande quantidade de erva de passarinho (aumento de peso) pode ocorrer se fragilizado por algum processo de biodeterioração; essa situação é rara na arborização.
Reforço estrutural natural	Seca de ponteira, coloração e turgência das folhas não características da espécie são indicadores importantes da saúde da árvore, podendo estar associados à deficiência nutricional, hídrica ou doenças (declínio). Obs.: essas ocorrências normalmente não são evidências objetivas de risco de queda.
	Cicatrização de feridas com espessamento na borda para distribuição das tensões acumuladas (formato em agulha). Espessamento nas forquilhas de galhos, principalmente codominantes, e com casca inclusa.

Fonte: Autores.

Figura 6.6 – Alguns atributos para análise de risco de queda.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

6.5.4. Análise interna e não destrutiva

A avaliação visual é essencial para detectar sinais de risco de queda em árvores, mas muitas vezes não consegue determinar com precisão a extensão ou gravidade do problema, como por exemplo uma cavidade no interior do tronco. Existem situações em que árvores em estágio avançado de senilidade podem não apresentar defeitos externos, mas ainda assim estarem comprometidas internamente. Nesses casos, o uso de tecnologias complementares, minimamente invasivas, se torna essencial para diminuição das incertezas na análise de risco, como a penetrografia, tomografia sônica, tomografia de resistividade elétrica e o radar.

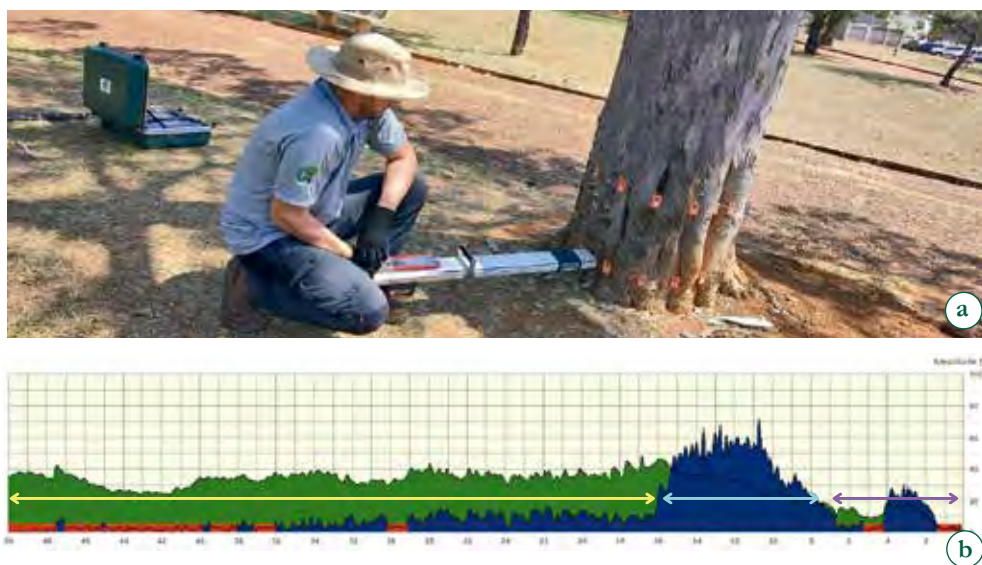
6.5.4.1. Penetrografia

O princípio de medição de ferramentas de perfuração, como o penetrógrafo (Figura 7a), envolve a inserção de uma broca fina (pequeno diâmetro) em alta rotação no tronco da árvore,

registrando a resistência da madeira à penetração. Madeiras saudáveis oferecem maior resistência, enquanto áreas com cavidades ou deterioração apresentam menor resistência, facilitando a identificação de defeitos estruturais internos. Ferramentas de perfuração complementam a avaliação visual, fornecendo dados precisos sobre a condição estrutural interna da árvore e permitindo uma análise mais detalhada de potenciais riscos [7].

O penetrógrafo faz o registro (Figura 7b) de duas variáveis ao longo da perfuração: a resistência à rotação e a resistência ao avanço da broca (penetração). O segundo registro permite a identificação precisa de rachaduras, decaimento do lenho biodeteriorado e cavidades (vazios), enquanto o registro da resistência a rotação marca o atrito da agulha na madeira sadia. A recomendação é realizar quantas prospecções forem necessárias, mas sempre o mínimo possível. A localização das perfurações deve ser orientada pela avaliação visual prévia, com o objetivo de esclarecer dúvidas. Vale destacar que a região do colo do tronco sempre deve ser analisada, pois é a mais crítica mecanicamente. Desta forma, é indicado que as perfurações sejam feitas até o centro da árvore (raio do tronco). A velocidade de rotação e o avanço da agulha devem ser ajustados conforme a densidade da madeira analisada, garantindo uma boa resolução gráfica. Isso permite distinguir claramente as áreas com madeira homogênea e as regiões que possam apresentar sinais de decaimento, como processos de biodeterioração.

Figura 6.7 – Penetrografia: a) Equipamento em uso; b) Exemplo e interpretação de gráfico de penetrografia realizada com IML RESI PD500: resistência à rotação da broca (gráfico verde); penetração da broca (gráfico em azul); decaimento por cavidade (vermelho); biodeterioração interna - cavidade e apodrecimento (seta amarela); lenho sadio (seta azul claro); casca (seta roxa).



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e PD Instrumentos.

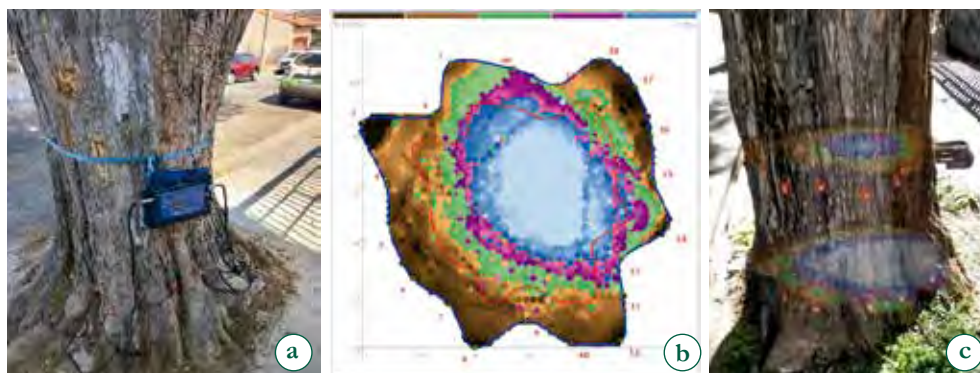
6.5.4.2. Tomografia sônica

A tomografia sônica (Figura 8a) utiliza sensores para medir a velocidade de propagação de ondas sonoras (mecânicas) através do tronco, gerando uma representação gráfica das diferentes velocidades obtidas que são correlacionadas com áreas saudáveis e deterioradas (Figura 8b).

Trata-se de uma medida indireta de qualidade da madeira e por isso requer alguns cuidados em sua interpretação. A tomografia sônica pode apresentar limitações na distinção entre diferentes tipos de defeitos internos, como fissuras ou rachaduras, o que pode levar a falsos positivos [14]. Além disso, a geometria irregular do tronco e a disposição dos sensores podem impactar a precisão do diagnóstico, influenciando a interpretação dos resultados [15]. Os sensores devem ser distribuídos de maneira proporcional, respeitando a geometria da árvore, suas reentrâncias e saliências, prevenindo assim erros de interpretação.

Assim como as análises por penetrografia, o local da tomografia deve ser determinado após a avaliação visual, lembrando que a tomografia mede exatamente a seção transversal onde os sensores estiverem posicionados. Entretanto, pode ser necessário realizar a tomografia em diferentes níveis de altura do tronco (Figura 8c), podendo ser criada uma imagem em três dimensões para melhor identificação do problema. O tomógrafo sônico também pode ser utilizado para análises semiquantitativas do sistema radicular. Por se tratar de uma medida indireta de qualidade da madeira, é recomendada sua validação por outro método de análise, como a tomografia de resistividade elétrica ou a penetrografia.

Figura 6.8 – Tomografia sônica: a) Uso do equipamento; b) Exemplo e interpretação de tomografia sônica realizada: alta velocidade, tecido sadio (marrom); média velocidade, transição de madeira sadia e deteriorada (verde); baixa velocidade, cavidade ou tecido deteriorado (magenta e azul); c) Tomografias em diferentes alturas.



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e PD Instrumentos.

6.5.4.3. Tomografia de Resistividade Elétrica

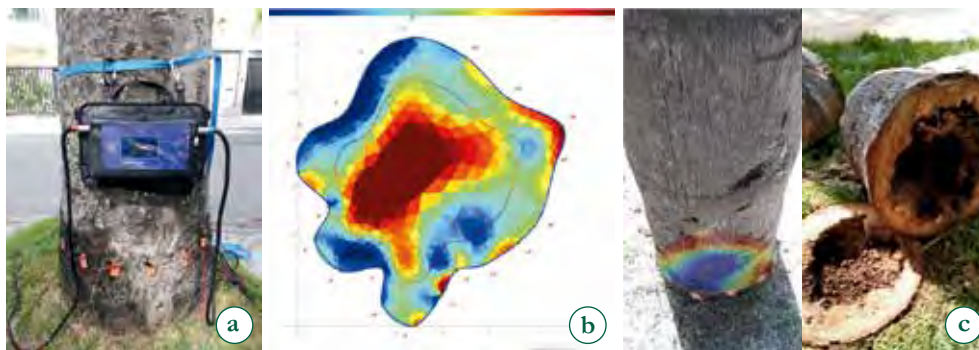
A Tomografia de Resistividade Elétrica (Figura 9a) em árvores é uma técnica que utiliza eletrodos para medir a resistividade elétrica do lenho. Os valores obtidos variam conforme o teor de umidade, as características anatômicas e químicas da madeira e a presença de defeitos, como cavidades ou apodrecimento. Esse mapeamento permite visualizar a distribuição interna das propriedades do lenho e identificar áreas com possíveis comprometimentos estruturais. No entanto, para avaliar corretamente a saúde e a estabilidade das árvores com base nesses dados, é necessário ter experiência na interpretação dos resultados. Além disso, se faz necessário conhecer o perfil de resistividade esperado em uma árvore saudável da espécie analisada.

Esta tecnologia é a mais recomendada para análise de palmeiras. Embora ainda não existam muitos dados na literatura, o perfil esperado para a maioria das palmeiras é de maior resistividade no centro e menor na periferia, porém um resultado diverso a esse ainda não nos traz informações

suficientes que permitam estimar o risco de queda, apenas indica que há um problema interno (Figura 9b).

Figura 6.9 – Tomografia de Resistividade Elétrica realizada com o *PiCUS TreeTronic*:

- a) Equipamento em uso na avaliação de palmeira; b) Análise em árvore: alta resistividade elétrica (vermelho escuro); baixa resistividade (tons de azul); c) *Syagrus romanzoffiana* (palmeira jerivá) com processo de deterioração interna: cavidade (azul); porção sadia do lenho (vermelho).



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e PD Instrumentos.

6.5.4.4. Radar

O uso do radar ou *Ground Penetrating Radar* (GPR) para inspecionar e monitorar raízes de árvores urbanas oferece várias vantagens, sendo não-invasivo, rápido e capaz de gerar mapas em três dimensões do sistema radicular. Esta tecnologia permite obter a distribuição das raízes, profundidade que atingem, além de mensurar seus diâmetros. Também pode ser utilizada para verificação de cavidades no tronco de árvores.

Essa tecnologia diminui incertezas na análise de árvores ao identificar raízes que podem danificar estruturas ou sistema radiculares comprometidos, indicando o risco de queda da árvore. Contudo, necessita de técnicos qualificados para a operação e existem dificuldades em certos tipos de solo, especialmente aqueles com alta concentração de argila ou rochas. As tecnologias de GPR estão em evolução, prometendo superar limitações. Se incorporado amplamente, pode ser essencial para planejamento urbano sustentável.

Figura 6.10 – Radar: a) Uso do radar na avaliação do sistema radicular; b) um exemplo de radargrama, indicando a presença das raízes.



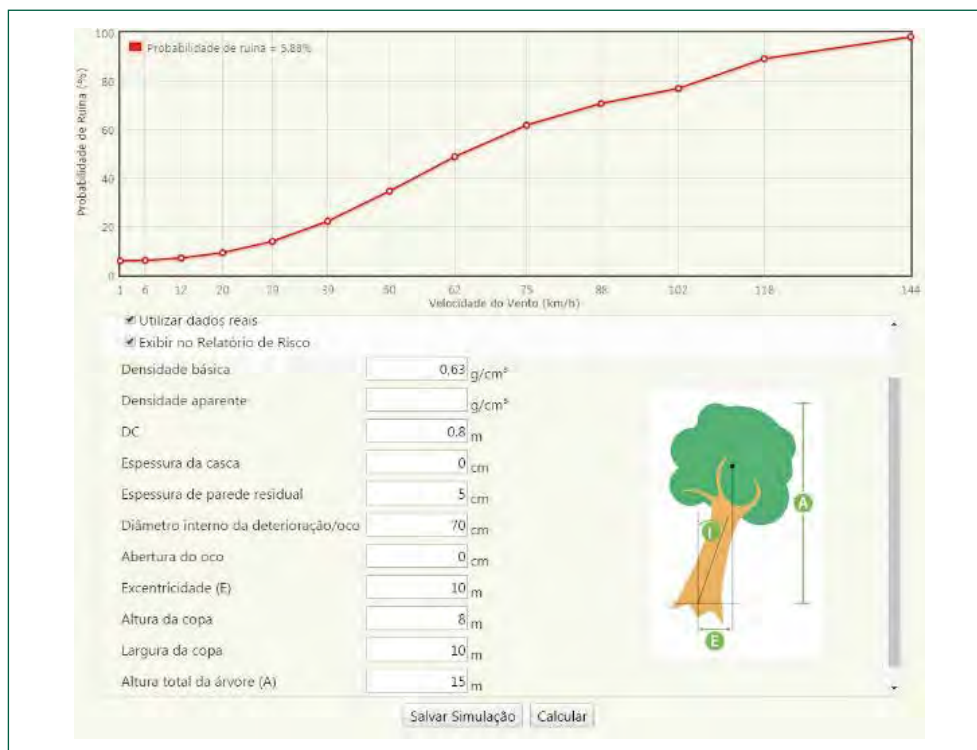
Fonte: Kerno Geo Soluções.

6.5.4.5. Outras tecnologias e métodos

A instrumentação de árvores com sensores tipo acelerômetros, elastômeros e clinômetros também podem ser utilizados para a verificação da estabilidade estrutural do exemplar. Nesta abordagem, os instrumentos instalados na árvore registram o estiramento (tração) ou esmagamento (compressão) das fibras, o deslocamento do tronco ou inclinação do torrão (sistema radicular + solo) à ação dos ventos, cujas medidas permitem a um engenheiro fazer cálculos de resistência da árvore e inferir sobre sua estabilidade estrutural à ruptura no tronco ou pivotamento.

Modelos estatísticos e de cálculos estruturais (Figura 11) foram desenvolvidos no Brasil como ferramentas auxiliares para simulação da resistência de ruptura do tronco, tendo como esforço solicitante o vento. Devido às simplificações da arquitetura e geometria da árvore ou palmeira adotadas por esses modelos, os resultados de probabilidade de ruptura de árvores e galhos devem ser utilizados de maneira conservadora e apenas como informações complementares à análise visual e interna da árvore, e não como única resposta na análise de risco de queda.

Figura 6.11 – Modelo de cálculo estrutural. Exemplo de resultado obtido do ARBIO® do IPT considerando 12 velocidades de vento (Escala Beaufort).



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

6.6. Uso de Inteligência Artificial na Arborização Urbana

Atualmente, institutos, universidades e a iniciativa privada estão desenvolvendo Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação com Inteligência Artificial para a gestão da arborização urbana, com

o intuito de promover cidades mais verdes e resilientes, potencializando os benefícios socioambientais oferecidos pelas árvores. A inteligência artificial (IA) poderá revolucionar a avaliação de risco de queda de árvores em ambientes urbanos, tornando o processo mais ágil, preciso e eficiente. Por meio de algoritmos avançados, a IA conseguirá analisar grandes volumes de dados, como imagens aéreas, medições de sensores, dados meteorológicos, históricos de quedas e características específicas de cada espécie arbórea.

Ao integrar informações sobre o estado fitossanitário das árvores, condições do solo, frequência de podas, incidência de pragas e eventos climáticos extremos, a IA oferecerá diagnósticos e previsões mais confiáveis sobre a probabilidade de queda ou falhas estruturais. Isso permitirá maior precisão na priorização das árvores que requerem intervenções imediatas ou monitoramento intensivo, otimizando o uso de recursos e aumentando a segurança pública. Além disso, a IA poderá contribuir para a tomada de decisão estratégica, sugerindo as ações mais adequadas, como podas corretivas, instalação de suportes estruturais ou remoção, com base em cenários simulados e análises de risco personalizadas.

Essas ferramentas serão capazes de identificar padrões complexos e correlações que muitas vezes passariam despercebidos por métodos tradicionais.

6.6.1. Manejo de árvores adultas

A principal razão para a avaliação de risco é a prevenção de acidentes que possam causar danos a propriedades, utilidades como energia elétrica, gás, água e esgoto, à mobilidade urbana ou, pior ainda, atingir pessoas. Após a avaliação de risco é necessária a tomada de decisão quanto à supressão ou outras práticas de manejo do indivíduo arbóreo para diminuir a probabilidade de falha. É importante ressaltar que um ciclo contínuo de avaliação de risco ou monitoramento, com periodicidade definida para cada árvore, é essencial para garantir a segurança e a sustentabilidade dos ambientes urbanos arborizados, prevenindo riscos e promovendo a saúde das árvores.

A Sociedade Internacional de Arboricultura propõe várias opções de mitigação para reduzir os riscos de queda de árvores e palmeiras, sendo as principais: a poda de galhos e raízes, a instalação de suportes mecânicos, ou até mesmo a remoção de árvores em risco extremo [13].

6.6.1.1. Poda de galho

A poda tem como objetivo garantir a segurança, removendo galhos mortos, doentes, danificados ou com defeitos naturais que possam representar risco de queda; melhorar a saúde da árvore, eliminando partes afetadas por doenças, pragas ou danos físicos, prevenindo a propagação de problemas; e aprimorar a estética e estrutura, moldando a árvore para assegurar uma estrutura mais forte e equilibrada.

A norma ABNT NBR 16246-1 [16] estabelece que, em geral, não mais do que 25% da copa de uma árvore deve ser removida durante uma única poda. Entretanto, essa regra deve ser utilizada com parcimônia, pois existem espécies de árvores que não suportam intervenções dessa magnitude. A ABNT recomenda ainda que grandes intervenções sejam feitas de maneira gradual,

especialmente em árvores maduras, para se evitar o estresse excessivo, garantir a estabilidade da árvore e preservar a sua integridade e beleza intrínseca.

Para a remoção correta de um galho, os cortes devem ser feitos próximos ao colar (a região ligeiramente espessa onde o galho se conecta ao tronco), sem lesionar a crista e o colar, de maneira a promover uma cicatrização adequada e evitar danos ao tronco principal, sem deixar tocos. Para poda de galhos com diâmetros acima de cinco centímetros é recomendada a poda em três etapas (Figura 12), que evita lesões por rompimento da casca, dificultando ou impedindo a completa compartimentalização e cicatrização da área.

Importante ressaltar que a utilização de ferramentas adequadas e técnicas apropriadas é fundamental para se evitar danos à árvore e garantir que a poda seja benéfica e segura. Devem ser utilizadas ferramentas afiadas, limpas e desinfetadas, como serras, tesouras de poda e podões, para garantir cortes limpos e evitar a disseminação de patógenos.

Com relação aos tipos de poda, há divergências nas nomenclaturas para atender às especificidades de cada município, apesar da norma brasileira também propor uma tipologia. Abaixo, apresentamos uma síntese dos tipos de poda, considerando as condições das árvores e as necessidades desse manejo em áreas urbanas:

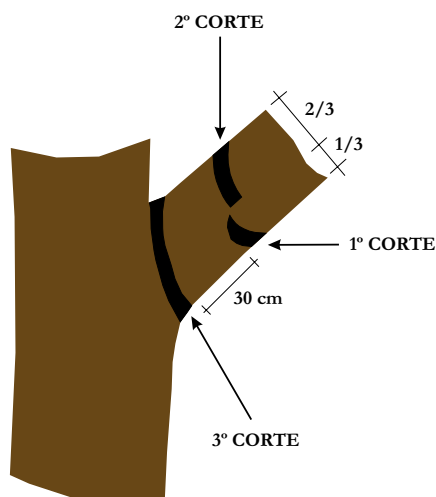
A poda de limpeza ou manutenção refere-se à remoção de galhos secos, senis ou com apodrecimento, de desrama natural, de ramos ladrões, epicórmicos ou com pragas e doenças e de brotos na raiz que podem representar risco de queda ou comprometer a saúde da árvore;

A poda emergencial deve ser recomendada quando há a necessidade de remoção de galhos ou parte das árvores que colocam em risco iminente à segurança das pessoas ou do patrimônio público ou privado, principalmente, durante eventos climáticos severos. Com objetivo semelhante à poda de limpeza, aplica-se quando o manejo necessita ser imediato, independentemente da fase de seu ciclo reprodutivo ou fenologia (repouso vegetativo, brotação, floração ou frutificação).

A poda de adequação é realizada para resolver conflitos da árvore com o patrimônio edificado e com os equipamentos urbanos, como rede elétrica, pontos de ônibus, iluminação pública e sinalização de trânsito. A remoção de partes da árvore pode descaracterizar o indivíduo arbóreo, portanto, a realocação do elemento urbano, como a troca da rede elétrica convencional para compacta, isolada ou subterrânea e o deslocamento de sinalização, postes de iluminação deve ser uma premissa.

No âmbito da necessidade de adequação, a poda de levantamento ou elevação de copa tem como o objetivo fornecer espaço vertical com a remoção de partes da árvore, como galhos baixos e arqueados, que impeçam a circulação de pessoas e veículos, além de compatibilidade com outros elementos urbanos. Cabe ressaltar que muitos conflitos do ambiente construído com as árvores devem ser evitados nas fases de planejamento e de implementação da arborização urbana, sendo:

Figura 6.12 – Exemplo da técnica de três cortes.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental

- a seleção da espécie botânica adequada ao local de plantio;
- a formação de canteiro adequado ao seu porte arbóreo, evitando-se incompatibilidades com o sistema radicular e tronco;
- as podas de formação das mudas na fase de viveiro para obtenção de um fuste reto e com distribuição alternada dos primeiros galhos;
- as podas de condução periódicas da muda já local definitivo do plantio, que visam direcionar a copa para os espaços livres disponíveis, respeitando-se o modelo arquitetônico da espécie.

Em alguns municípios, o termo poda de correção é usado para descrever a remoção de partes em desarmonia ou que deslocam o centro de gravidade da árvore ou representem problemas estruturais, que comprometam a estabilidade do indivíduo. Galhos longos e arqueados, cruzados, codominantes e bifurcações com pontos de fragilidade ou presença de casca inclusa não necessariamente são evidências objetivas de risco de queda e devem apenas ser monitorados. Em outros países, a poda de raleamento com a remoção de galhos em excesso, para diminuir a densidade da copa e atuação do vento, como esforço solicitante, é uma prática do arboricultor, considerando outras fragilidades que a árvore apresente ou apenas devido à necessidade de sua preservação pela sua raridade.

6.6.1.2. Poda em palmeiras

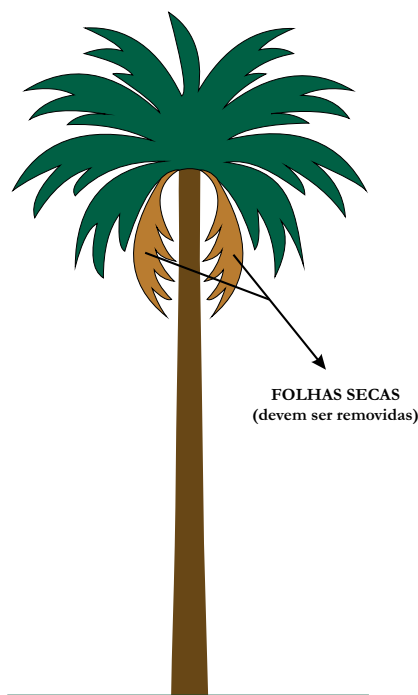
Como a morfologia externa das palmeiras difere das árvores, pois não existem galhos, deve-se remover apenas as folhas secas, amareladas ou danificadas (Figura 13), evitando a retirada de folhas verdes saudáveis. A remoção deve ser feita junto à base do pecíolo, sem danificar o estipe (semelhante ao tronco).

6.6.1.3. Poda de raiz

Considerando o solo urbano como desestruturado pela ação antrópica (presença de entulho, lixo e compactação), as raízes de ancoragem de uma árvore adulta estão localizadas principalmente nos primeiros 30 a 80 centímetros de profundidade, mas raramente até 1m. Sua distribuição é influenciada pela presença de barreiras físicas, disponibilidade de água e oxigênio e pelo tipo de solo, com raízes crescendo mais superficialmente em solos compactados (alta coesão) e mais profundamente em solos soltos, de baixa coesão como os arenosos.

As raízes pivotantes são importantes no início do desenvolvimento da árvore, mas em árvores adultas, a estabilidade vem das raízes laterais de sustentação, salvo algumas espécies de leguminosas ou pinheiros que mantêm essas raízes em solos propícios. Segundo a norma brasileira

Figura 6.13 – Folhas a serem removidas em palmeiras.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

[16], a poda de raízes não é recomendada, pois compromete a estabilidade estrutural e a saúde da árvore. Esta prática representa uma ação extrema, mas se imprescindível, deve ser feita uma avaliação de futuros impactos (análise de alvo) e estabelecido um monitoramento de sinais de instabilidade após a intervenção, como inclinação do tronco ou rachaduras no solo ou no tronco. A remoção de raízes aumenta o risco de queda, especialmente em condições de vento forte, portanto, a poda de raízes deve ser considerada apenas como última alternativa, após uma avaliação cuidadosa dos possíveis impactos futuros (análise de alvo).

6.6.1.4. Readequação de Canteiro

No planejamento e plantio, os canteiros deveriam ser sempre dimensionados de maneira a garantir o adequado desenvolvimento das raízes e do tronco, ou seja, a sua área necessita ser compatível com o porte da árvore quando adulta e garantir a ciclagem de nutrientes entre solo e planta, a troca gasosa e a permeabilidade à água.

Nas cidades é comum se observar árvores plantadas em canteiros restritos ou próximas a barreiras físicas, como muretas, que impedem o crescimento da árvore, quando não estão totalmente pavimentados e impermeabilizados, como agravante. Nessas condições, a readequação de canteiros pode ser uma prática de manejo da arboricultura que visa a ampliação desses espaços para proporcionar melhores condições para o desenvolvimento das árvores. Entretanto, após a avaliação de risco de queda, a remoção do pavimento ou de barreiras físicas só pode ser recomendada se houver a garantia de que não afetará a estabilidade estrutural da árvore. Além disso, a remoção do pavimento deve ser cuidadosa, sem prejudicar ainda mais o sistema radicular. Postas a remoção do pavimento e adequação do canteiro, práticas de adubação e descompactação do solo podem ser adotadas para garantir maior vigor ou saúde da árvore.

Para fins de planejamento e de manejo, a readequação e ampliação de canteiros, visando principalmente o aumento de permeabilidade de solo, deve ser uma premissa das prefeituras, pois representa um importante tipo de solução baseada na natureza (SbN), aumentando infiltração da água no solo e reduzindo o escoamento superficial.

6.6.1.5. Monitoramento de defeitos estruturais

Quando a árvore apresentar defeitos como processos de biodeterioração internos no tronco em estágios iniciais, inclinação acentuada do tronco ou rachaduras longitudinais, o monitoramento ou realização de inspeções periódicas deve ser estabelecido para garantir a segurança às pessoas e também preservar o exemplar por maior tempo. A periodicidade desse monitoramento depende da criticidade das evidências objetivas, aliada à análise de alvo.

6.6.1.6. Cabeamento e suportes

O cabeamento e os suportes estruturais são técnicas de manejo usadas para reduzir o risco de falha em árvores, especialmente naquelas consideradas valiosas, históricas ou localizadas em áreas urbanas. Tais práticas visam prolongar a vida útil das árvores e aumentar a segurança ao redor da árvore, protegendo pessoas, construções e a própria árvore de danos causados por galhos ou troncos que possam se partir. Podem ser adotadas nas seguintes situações:

- Árvores com galhos ou troncos com defeitos estruturais (feridas com processos de biodeterioração intensos, fendas, rachaduras e cavidades);

- Árvores com ramificações múltiplas em «V» onde há risco de separação dos troncos ou galhos codominantes;
- Árvores com histórico de danos por tempestade ou ventos fortes;
- Galhos ou partes de árvores consideradas de risco, mas cuja remoção pode comprometer seu valor estético ou ecológico.

Os sistemas de cabeamento são utilizados para apoiar galhos ou troncos com risco de falha. O cabeamento, por exemplo, pode auxiliar a redistribuir cargas que poderiam causar a quebra ou divisão do tronco. Para este manejo é importante compreender as tensões naturais dentro da árvore e cargas solicitantes (vento e peso próprio) antes de instalar o suporte, sugerindo que o cabeamento seja combinado com uma análise cuidadosa da biomecânica da árvore, respeitando as linhas naturais de força [7].

É fundamental que a avaliação quanto à necessidade de cabeamento seja feita por um profissional habilitado, que entenda de cálculo estrutural para dimensionamento das estruturas ou cabos necessários para sustentação da árvore.

O uso de suportes, escoras e estais para complementar a estabilidade da árvore devem ser calculados conforme o tamanho e peso do galho ou parte da árvore a ser sustentado. Além disso, deve ser previsto o menor impacto nos pontos de contato com a árvore. Estes sistemas de cabeamento e suporte devem ser instalados e monitorados por profissionais qualificados. Monitorar e ajustar os sistemas conforme a árvore cresce é essencial para evitar que os suportes causem mais danos do que benefícios.

Como boas práticas para a adoção de estruturas de reforço, temos:

- **Avaliação de risco prévia:** estas estruturas só podem ser instaladas após inspeção da árvore feita por especialista, para definir os defeitos estruturais e categorizar o risco;
- **Cálculos estruturais:** devem ser realizados por especialistas para dimensionamento dos suportes ou cabos e definição dos materiais resistentes;
- **Material:** existem cabos e materiais próprios para arboricultura, nunca se deve improvisar com soluções industriais ou domésticas;
- **Técnica:** a instalação deve ser feita sem danificar excessivamente a casca ou tecidos vivos, com equipamentos adequados para perfuração e fixação;
- **Monitoramento regular:** as instalações devem ser inspecionadas periodicamente (todo ano, de preferência) para ajuste, substituição ou remoção.

6.7. Considerações finais

A avaliação de riscos de queda de árvores envolve a análise de uma série de evidências, desde sinais visuais de biodeterioração, como a presença de cavidades, rachaduras e deformações no tronco, assim como o uso de ferramentas tecnológicas, como a tomografia sônica e o penetrógrafo, que podem revelar falhas internas invisíveis externamente. No entanto, essa avaliação ainda está cercada de incertezas, ou seja, a dificuldade de medir ou calcular quanto um defeito natural afeta a estabilidade estrutural da árvore.

Portanto, a recomendação para os arboristas é a utilização combinada de diferentes abordagens, como inspeções visuais externas, análises internas, com uso de equipamentos não destrutivos, modelos de cálculo estruturais e outras tecnologias, para reduzir essas incertezas e obter um diagnóstico mais preciso sobre a capacidade de a árvore resistir a cargas externas, como vento e peso da copa. Assim, a combinação de métodos e técnicas proporciona uma visão mais robusta no processo de tomada de decisão para o manejo adequado.

Os dados históricos de queda de árvores e condições climáticas associadas são importantíssimos para a definição de critérios de inspeção de árvores e palmeiras, além de permitir a modelagem com uso de métodos de inteligência artificial, com aprendizado contínuo, para predição de risco de queda das diferentes espécies da floresta urbana.

O manejo de árvores adultas visa principalmente prevenir acidentes que possam causar danos a pessoas, propriedades e serviços urbanos. Após uma avaliação de risco, é fundamental decidir entre a supressão da árvore ou a adoção de práticas de manejo que reduzam a possibilidade de falhas estruturais. Recomenda-se um ciclo contínuo de monitoramento com periodicidade definida.

6.8. Referências

- [1] Intergovernmental Panel of Climate Change. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC; 2023.
- [2] Brazolin S, Tomazello-Filho M, Chacalo-Hilu A. Temas de arboricultura: árboles, arbustos, palmas y frutales para ciudades. In: Chacalo-Hilu A, organizadora. Evaluación de riesgo de caída de árboles urbanos. Ciudad de México: [editor desconhecido]; 2016. v. 1, p. 81-95.
- [3] Synclair WA, Lyon HH. Diseases of trees and shrubs. 2ª ed. Ithaca: Cornell University Press; 2005.
- [4] Brazolin S. Biodeterioração, anatomia do lenho e análise de risco de queda de árvores de tipuana, *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze, nos passeios públicos da cidade de São Paulo, SP [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; 2009.
- [5] Oliveira AMF, Lelis AT, Lepage ES, Lopez GAC, Oliveira LCS, Cañedo MD, et al. Agentes destruidores da madeira. In: Lepage ES, coordenador. Manual de preservação de madeiras. São Paulo: IPT; SICCT; 1986. v. 1, cap. 5, p. 99-278. (Publicação IPT, 1637).
- [6] Mattheck C. Trees: the mechanical design. New York: Springer-Verlag; 1991. (Springer Series in Wood).
- [7] Mattheck C, Breloer RC. The body language of trees: a handbook for failure analysis. London: The Stationery Office; 1997.
- [8] Mattheck C, Kubler H. Wood: the internal optimization of trees. New York: Springer-Verlag; 1995. (Springer Series in Wood).
- [9] Niklas KJ. Plant biomechanics: an engineering approach to plant form and function. Chicago: University of Chicago Press; 1992.

- [10] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16246-3:2025: Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Parte 3: Avaliação de risco de árvores estruturas de madeira. São Paulo: ABNT; 2019.
- [11] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT). NR 35: Trabalho em Altura. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília (DF); 2012.
- [12] Albers JS, Pokorny JD, Johnson GR. How to detect and assess hazardous defects in trees. In: Pokorny JD, coordenador. Urban tree risk management: a community guide to program design and implementation. St. Paul: USDA Forest Service, Northeastern Area, State and Private Forestry; 2003. cap. 3, p. 41-116. (Technical Paper, NA-TP-03-03).
- [13] Smiley T, Matheny N, Lilly S, Kane B, Klein R, Brantley B. Best management practices - tree risk assessment. Champaign (IL): International Society of Arboriculture (ISA); 2025.
- [14] Gilbert EA, Smiley ET. Picus sonic tomography for the quantification of decay in white oak (*Quercus alba*) and hickory (*Carya* spp.). J Arboric. 2004;30:277-81.
- [15] Liang S, Wang X, Wiedenbeck J, et al. Evaluation of acoustic tomography for tree decay detection. In: 15th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood; 2007; Duluth, Minnesota.
- [16] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16246-1:2022: Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Parte 1: Poda. São Paulo: ABNT; 2022.

Capítulo 7

ÁRVORES EXÓTICAS E INVASORAS NA ARBORIZAÇÃO URBANA

*Por Jaçanan Eloísa de Freitas Milani, Maria Raquel Kanieski,
Juliano Pereira Gomes e Sílvia Renate Ziller*

7.1. Destaques deste capítulo

1. Espécies exóticas invasoras comprometem a biodiversidade urbana ao substituir nativas e alterar processos ecológicos;
2. Muitas invasoras foram introduzidas como ornamentais e sem controle rigoroso se espalham de forma desordenada;
3. A substituição gradual por espécies nativas bem adaptadas é essencial para recuperar a resiliência dos ecossistemas urbanos;
4. A prevenção deve ser prioridade com critérios técnicos na escolha de espécies, uso de bancos de sementes confiáveis e campanhas educativas;
5. A gestão integrada deve unir pesquisa científica, políticas públicas e participação social para conter a expansão das invasoras e fortalecer a arborização urbana.

7.2. Introdução

A introdução e o uso de espécies exóticas para fins ornamentais e na arborização urbana são práticas recorrentes nas cidades brasileiras e comuns na região Sul do Brasil. De acordo com as definições adotadas pela Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica [1], uma espécie é considerada exótica quando está fora da sua área de distribuição natural historicamente conhecida, sendo essa introdução mediada por ações antrópicas, de forma intencional ou não. Se a espécie introduzida consegue se reproduzir e gerar descendentes férteis, ela passa da etapa de introduzida para estabelecida. Após o estabelecimento, caso a espécie expanda sua distribuição no novo habitat, geralmente impactando espécies nativas ou levando a alterações ambientais, ela passa a ser considerada uma espécie exótica invasora [2].

Foi na época do Brasil-Colônia que as espécies exóticas começaram a ser introduzidas no país com maior intensidade, trazidas da Europa para aproximar a estética da paisagem brasileira às terras europeias [3]. Atualmente, espécies exóticas invasoras encontram-se amplamente disseminadas, inclusive em Unidades de Conservação em todo o Brasil [4,5]. Espécies exóticas invasoras

tendem a mudar de comportamento em relação ao ambiente de origem, podendo causar danos ambientais, como a redução da biodiversidade local, a modificação de características naturais de ecossistemas, o consumo exacerbado de recursos e a alteração da fisionomia da paisagem natural [6]. Essas espécies, em síntese, podem gerar impactos ambientais, sociais, econômicos ou à saúde, seja pela expansão populacional desenfreada ou por processos de competição ou predação [7].

No último século, o processo de globalização acelerou a introdução e a dispersão de espécies exóticas. Algumas espécies de árvores introduzidas que se tornaram invasoras reconhecidas no Bioma Mata Atlântica são a casuarina (*Casuarina equisetifolia*) nas restingas, a uva-do-Japão (*Hovenia dulcis*) na Floresta Estacional Semidecidual e na Floresta Ombrófila Mista, os pinus (*Pinus* spp.) em ecossistemas abertos e áreas degradadas, o ligustro (*Ligustrum* spp.) e o pau-incenso (*Pittosporum taitense*) em florestas com araucária [8].

Os três estados que compõem a região Sul do Brasil têm em comum a presença de inúmeras espécies exóticas invasoras utilizadas para fins de paisagismo e arborização urbana (Tabela 1). A lista abrange especialmente espécies exóticas de outros continentes, destacando a forte presença de espécies exóticas invasoras de origem asiática. Também é possível observar a presença de espécies nativas de outras regiões do Brasil, fortemente utilizadas na arborização urbana, mas que tem comportamento invasor em áreas naturais na região Sul do Brasil, como as espécies *Clitoria fairchildiana*, *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Senna macranthera*.

Tabela 7.1 – Espécies exóticas utilizadas na arborização urbana na região Sul do Brasil, ordenadas por família botânica.

Família botânica	Espécie	Nome popular	Área de distribuição natural	Estado com ocorrência de invasão
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	mangueira	Índia (região de Assam-Arunachal-Myanmar e na base do Himalaia oriental e da cordilheira do Ghats oriental)	PR-SC
Arecaceae	<i>Archontophoenix cunninghamiana</i> (H. Wendl.) H.Wendl. & Drude	palmeira-real-da-austrália	Austrália oriental	PR-SC-RS
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	árvore-da-bisnaga, tulipa-africana	África (Burundi, República dos Camarões, Guiné Equatorial, Gabão, Ruanda, Zaire, Benin, Costa do Marfim, Gana, Guiné, Libéria, Nigéria, Serra Leoa, Togo e Angola)	PR-RS
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	amarelinho, ipê-de-jardim	México e EUA (porção sul)	PR-SC-RS
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	casuarina	Austrália (costas norte e nordeste), Indonésia, Índia, Bangladesh, Ceilão, Malásia e Sri Lanka	PR-SC-RS

(continua)

(continuação)

Família botânica	Espécie	Nome popular	Área de distribuição natural	Estado com ocorrência de invasão
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	amendoeira, sete-copas	Malásia	PR-SC-RS
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> (Mill.) Bartel	cedro-de-portugal	América do Norte (México, Estados Unidos), América Central (Guatemala, Belize, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicarágua, Panamá)	PR-SC
Fabaceae	<i>Acacia longifolia</i> (Andrews) Willd.	acácia-marítima, salgueiro-amarelo	Austrália, incluindo Tasmânia	PR-SC-RS
Fabaceae	<i>Acacia mearnsii</i> De Willd.	acácia-negra	Região sudeste da Austrália, inclusive da Tasmânia	PR-SC-RS
Fabaceae	<i>Acacia podalyriifolia</i> A. Cunningham ex G. Don	acácia-mimosa	Queensland, Austrália	PR-SC
Fabaceae	<i>Adenanthera pavonina</i> L.	carolina, olho-de-pavão	Ásia (sudeste, Malásia)	PR
Fabaceae	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	paleteira, sombreiro	Brasil (estados do Maranhão, Pará, Amapá e Amazonas)	SC
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	leucena	América Central e México	PR-SC-RS
Fabaceae	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	sabiá, sansão-do-campo	América do Sul (Brasil: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais)	SC
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	espinho-de-jerusalém	América do Norte (sul dos Estados Unidos, México), América Central (ilhas do Caribe) e norte da América do Sul	RS
Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	falsa-acácia	América do Norte (sudeste)	PR
Fabaceae	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	aleluia	América do Sul (Brasil: estados do Ceará até São Paulo e Minas Gerais)	PR
Lauraceae	<i>Cinnamomum burmanni</i> (Nees & T. Nees) Blume	canela-da-indonésia	Ásia (Indonésia)	SC-RS
Lauraceae	<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl.	canela	Ásia (Sri Lanka, Índia, Mianmar)	SC-RS

(continua)

(continuação)

Família botânica	Espécie	Nome popular	Área de distribuição natural	Estado com ocorrência de invasão
Magnoliaceae	<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre	magnólia	China, Bangladesh, Índia, Mianmar, Tailândia, Vietnã, Indonésia e Malásia	PR-SC
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	cinamomo	Ásia (leste: Japão, Índia - região sub-himalaica -, Burma, China, Pérsia)	PR-SC-RS
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	jaqueira	Ásia (Índia: montanhas dos Ghats ocidentais, Península da Malásia)	PR-SC
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	amora-preta	China	PR-SC-RS
Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	amora-branca	China	PR-SC-RS
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> spp.	eucalipto	Austrália e Pacífico Sul	PR-SC-RS
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	jambolão	Índia, Paquistão, Bangladesh, Nepal e Butão, Sri Lanka e ilhas Maldivas (ou seja, todo o subcontinente indiano, com exceção das regiões semiáridas de Sind, Rajasthan e Punjab)	PR-SC-RS
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	jambeiro	Ásia (região sudeste: Indonésia, Filipinas, Malásia)	PR
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira	Sul do México e o norte da América do Sul	PR-SC-RS
Oleaceae	<i>Ligustrum sinense</i> Lour.	alfeneiro, ligustro	China e Coreia	PR-SC-RS
Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	alfeneiro, ligustro	Japão, Taiwan e Coreia	PR-SC-RS
Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	alfeneiro, ligustro	Europa (Irlanda, Reino Unido, sul da Noruega, Suécia, Áustria, Bélgica, Hungria, Países Baixos, Polónia, Suíça, França, Portugal, Espanha, Moldova, Ucrânia, Albânia, Bulgária, Grécia, Itália, România e Iugoslávia) e norte da África	PR-SC-RS
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	alfeneiro, ligustro	Japão	PR-SC-RS
Pinaceae	<i>Pinus</i> spp.	pínus	Hemisfério norte: América do Norte, Europa e Ásia	PR-SC-RS
Pittosporaceae	<i>Pittosporum undulatum</i> Guill.	pau-incenso	Austrália (região sudeste)	PR-SC-RS
Proteaceae	<i>Grevillea banksii</i> R.Br.	grevílea-anã, grevílea-vermelha	Oceania (Austrália)	PR

(continua)

(continuação)

Família botânica	Espécie	Nome popular	Área de distribuição natural	Estado com ocorrência de invasão
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R.Br.	grevílea-gigante, grevílea-robusta	Oceania (leste da Austrália)	PR-SC
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	uva-do-japão	China, Japão e Coreia, entre as latitudes 25° e 41° Norte e as longitudes 100° e 142° Leste	PR-SC-RS
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	nêspira, ameixa-amarela	Ásia (sudeste da China e Japão)	PR-SC-RS
Rutaceae	<i>Citrus × limon</i> (L.) Osbeck	limão-cravo	Ásia (sudeste)	PR-SC-RS
Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	murta	Índia, Filipinas, Austrália, China, Taiwan, Indonésia, Camboja, Malásia e Vietnã	PR-SC-RS
Salicaceae	<i>Salix × rubens</i> Schrank	chorão, vimeiro	Europa e Ásia	SC-RS
Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev. subsp. <i>bidentata</i>	abricó-da-praia	África (Madagascar)	SC

Fonte: A partir de dados de Instituto Hórus [8].

LEGENDA: PR - Paraná; SC - Santa Catarina e RS - Rio Grande do Sul.

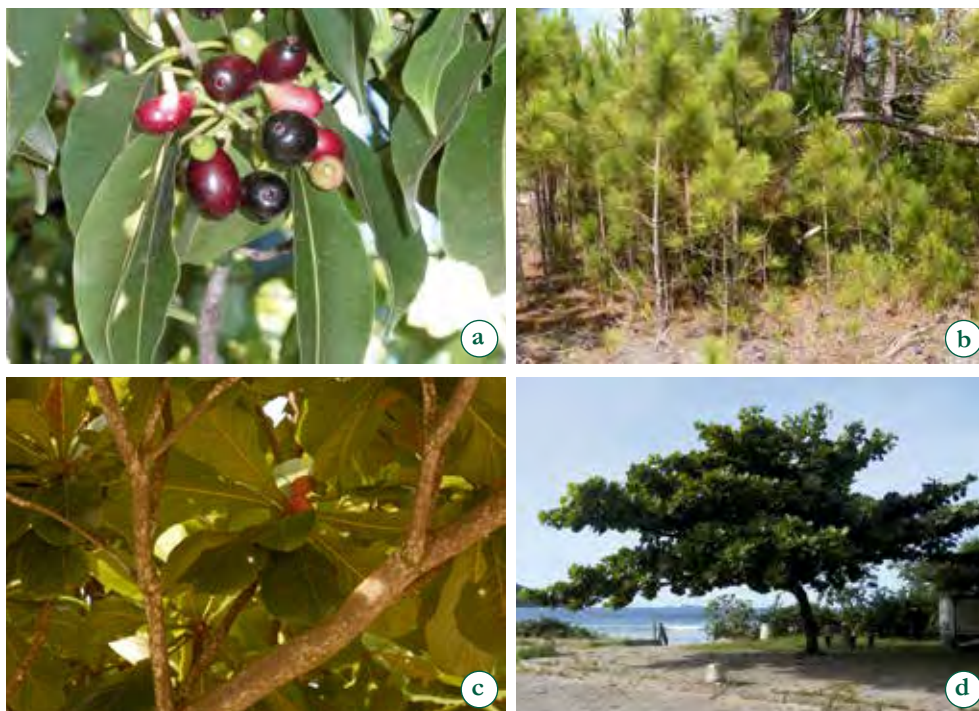
A beleza e o potencial para ornamentação são algumas das principais características das espécies exóticas utilizadas na arborização urbana da região Sul do Brasil, como por exemplo, as espécies *Archontophoenix cunninghamiana* (palmeira-real-da-Austrália), amplamente utilizada na arborização de cidades litorâneas, e *Tecoma stans* (ipê-de-jardim). Diversas espécies também são utilizadas devido ao fornecimento de frutos, como *Mangifera indica* (mangueira), *Artocarpus heterophyllus* (jaqueira) e *Rhaphiolepis loquata* (nêspira). Grande parte das espécies exóticas invasoras são utilizadas em razão da conhecida adaptação e resistência ao ambiente urbano, como *Terminalia catappa* (amendoeira) e as diferentes espécies do gênero *Ligustrum*. Dentro da rica diversidade de espécies nativas encontradas nas diferentes formações florestais da região Sul do Brasil, não se justifica ainda o uso de espécies exóticas invasoras, pois facilmente as espécies nativas podem cumprir essas diferentes funções. A Figura 1 ilustra a frutificação, dispersão e presença na arborização urbana de algumas espécies invasoras na região Sul.

As sementes produzidas por essas espécies exóticas invasoras plantadas em vias públicas, praças e parques urbanos podem ser dispersadas para áreas naturais, seja por animais, vento ou água, conforme a síndrome de dispersão e a posição na paisagem. Quanto menor a cidade, ou quanto mais áreas naturais, maiores são as oportunidades de dispersão, invasão e impacto à biodiversidade.

Espécies exóticas invasoras podem causar impactos equiparados aos gerados por mudanças do clima, alterando funções ecossistêmicas, como a produção de água, regimes de incêndios e ciclagem de nutrientes. Sendo um processo derivado de ações humanas, a responsabilidade pela reversão de invasões biológicas e impactos ambientais também é humana. Além de ser uma questão para a gestão pública, todo cidadão tem seu papel em ajudar a manter o ambiente equilibrado

e assegurar a sustentabilidade das gerações futuras. Escolher espécies que não são exóticas invasoras é uma parte importante dessa tarefa [7].

Figura 7.1 – Espécies exóticas invasoras na região Sul do Brasil: a) Frutificação, *Syzygium cumini*; b) Invasão de *Pinus sp.*; *Terminalia catappa*: c) Detalhe do fruto; d) Exemplar na arborização urbana.



Fonte: Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental [8].

7.3. Espécies exóticas invasoras na arborização urbana e os riscos de perda de serviços ambientais e funções ecossistêmicas

A Organização das Nações Unidas, por meio da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, tem solicitado aos países a implementação de medidas para evitar a introdução de espécies exóticas invasoras e reduzir significativamente os seus impactos em ecossistemas terrestres e aquáticos, além de controlar ou erradicar espécies prioritárias. Foi divulgado um alerta sobre a extinção de mais de um milhão de espécies, ocasionadas por diferentes formas de ameaças à biodiversidade [9]. As principais causas diretas da perda de biodiversidade são a conversão de habitats naturais por atividades humanas, mudanças do clima, espécies exóticas invasoras, a superexploração dos recursos naturais e a poluição [10].

O Relatório de Avaliação Global sobre Serviços de Biodiversidade e Ecossistemas da ONU corrobora essa informação, com destaque para espécies exóticas invasoras [9]. Espécies exóticas invasoras ameaçam a biodiversidade ao provocar alterações ambientais na composição de comunidades biológicas, interações bióticas e outros processos do ecossistema [11-15].

Historicamente, os grandes centros urbanos substituíram ecossistemas naturais, causando distúrbios e desequilíbrios ambientais. Consequentemente, discussões recorrentes sobre processos de urbanização incluem a necessidade da adoção de mecanismos e estratégias para restabelecer o equilíbrio ambiental, pensando no bem-estar coletivo. Neste contexto, a manutenção de áreas verdes integradas no meio urbano tem como objetivo resgatar funções e serviços ecossistêmicos essenciais para a manutenção da qualidade de vida dos habitantes. Ambientes naturais são responsáveis pelas funções de transferência de energia, ciclagem de nutrientes, regulação climática e do ciclo da água [16]. Essas são contribuições da natureza às pessoas resultantes e dependentes da diversidade biológica e do equilíbrio entre suas interações [17-19]. De modo geral, espécies exóticas e exóticas invasoras não exercem as mesmas funções e benefícios providos por espécies nativas e podem gerar danos às funções ecossistêmicas [20-22].

Os serviços ambientais diretamente vinculados à diversidade biológica incluem a produção de alimentos [21,23] e o fornecimento de medicamentos fitoterápicos [23,24]. Outros serviços são frequentemente negligenciados, sendo necessária a intervenção do poder público e de movimentos ativistas para assegurar sua conservação.

Projetos de arborização urbana planejados e executados apenas com o uso de plantas exóticas tendem a gerar impactos ecológicos e socioeconômicos. Após o estabelecimento dessas espécies, são necessários grandes esforços para sua erradicação [25], especialmente, quando se espalham para áreas rurais e naturais. Quando a erradicação imediata não é viável, torna-se essencial conhecer a autoecologia da espécie invasora para aumentar a eficácia de medidas de contenção, controle ou erradicação [25].

Se as premissas básicas de prevenção à invasão não forem respeitadas, independentemente da escala ou local, surge a possibilidade de estabelecimento da espécie invasora devido à disponibilidade de condições e recursos favoráveis. Isso implica que o estabelecimento de espécies invasoras é favorecido pela oferta de condições e recursos. O meio urbano, sujeito a distúrbios intensos, favorece espécies com maior plasticidade e capacidade de adaptação a essas condições em detrimento das espécies nativas, tornando o seu cultivo ainda mais relevante.

Dentre os distúrbios antrópicos que facilitam invasões biológicas estão o revolvimento e a fertilização do solo, alterações microclimáticas e a eliminação de espécies nativas consideradas de pouco interesse. Assim, abrem-se oportunidades de nicho para espécies exóticas. Além disso, plantas exóticas invasoras costumam apresentar características que as tornam melhores competidoras, como alta eficiência fotossintética, baixa exigência nutricional, altas taxas de crescimento, tolerância ao desfolhamento e herbivoria, alta capacidade de rebrota e regeneração, alta capacidade de reprodução (sexuada e vegetativa), ciclo reprodutivo curto, intensa produção de sementes de fácil dispersão e elevadas taxas de germinação [26-28].

A problemática aumenta em razão da familiarização da população local com espécies exóticas utilizadas no ambiente urbano, levando-as a considerar equivocadamente que se tratam de espécies nativas [29], especialmente quando presentes em parques, onde se espera encontrar o ecossistema natural. Nesse contexto, a arborização urbana é uma importante estratégia de resgate da biodiversidade natural e pode contribuir para o equilíbrio dos ecossistemas naturais e para melhorar a percepção pública sobre o valor de espécies nativas e da biodiversidade local.

7.4. Substituição de espécies exóticas invasoras na arborização

O Brasil é um dos 196 países que ratificaram a Convenção sobre Diversidade Biológica, publicada no Brasil por meio do Decreto nº 2, de 3 de fevereiro de 1994 [1]. Conforme o Artigo 8, os países devem prevenir a introdução, controlar ou erradicar as espécies exóticas que ameacem ecossistemas, habitats ou espécies [1]. Reconhecendo a gravidade da questão, esse texto foi incluído no Artigo 61 da Lei 9.605/1998, conhecida como Lei de Crimes Ambientais.

Devido à grande escala e ao aumento dos problemas associados às espécies exóticas invasoras, a atenção da sociedade global para esse tema tem se intensificado. A estratégia mais eficiente para enfrentar o problema é prevenir a introdução de novas espécies [30], pois os custos são menores e a probabilidade de sucesso é maior em comparação a estratégias de controle pós-invasão. Os custos de controle de espécies exóticas invasoras aumentam com o passar do tempo à medida que a invasão se expande, o que dificulta o controle e a possibilidade de esforços continuados para atingir a erradicação. Por isso, é importante que governos estaduais e municipais reconheçam a ameaça de invasões biológicas em seus territórios e adotem medidas de prevenção e controle de espécies exóticas invasoras.

Cabe ao poder público municipal estabelecer medidas para reduzir o desequilíbrio existente entre a quantidade de espécimes exóticos e nativos no meio urbano e periurbano. Recomenda-se que os espécimes exóticos invasores sejam gradativamente substituídos por nativos, tendo em vista os benefícios proporcionados pela flora nativa [31-36].

7.5. Espécies exóticas não invasoras usadas na arborização urbana

A tendência de utilização de espécies exóticas na arborização de áreas verdes urbanas pode ser atribuída, em parte, a um reflexo de tendências culturais e paisagísticas históricas. Esse fator também direciona produtores de plantas a investir em maior produção e diversidade de espécies exóticas do que em plantas nativas.

Além desses fatores, há um evidente desconhecimento por parte da população e órgãos governamentais acerca da riqueza e do potencial de utilização de espécies da flora local [37].

As espécies exóticas, invasoras ou não, compõem a maior parte da arborização nas cidades da região Sul do Brasil. Espécies exóticas não invasoras podem ser utilizadas nas áreas urbanas de forma planejada, desde que observadas as limitações e condições previstas em lei, ou seja, que não comprometam a saúde pública, o patrimônio público ou o meio ambiente [29].

Muitas vezes, a dificuldade reside em determinar se uma espécie exótica pode ou não ser invasora localmente. Embora os estados do Sul do Brasil tenham publicado listas oficiais de espécies exóticas invasoras, são necessárias sempre atualizações periódicas, já que novas iniciativas de introdução continuam a ser realizadas e espécies já presentes podem se tornar invasoras. A realização de análises de risco para invasão biológica é uma possibilidade, embora trabalhosa. Uma alternativa mais simples é realizar consultas online [38] em sistemas de busca para verificar se a espécie tem histórico de invasão em algum lugar. Além disso, o Instituto Hórus mantém a

Base de Dados de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil (<http://bd.institutohorus.org.br>) como fonte pública de consulta. Algumas iniciativas de indicação de espécies alternativas às invasoras comumente utilizadas têm sido realizadas para suprir essa lacuna de conhecimento [7,39].

Assim, o processo de definição de espécies exóticas para uso no ambiente urbano deve seguir o princípio da precaução: se houver dúvida sobre o potencial de invasão, a utilização deve ser evitada. Buscar informações sobre a espécie para verificar se há histórico de invasão biológica em outras regiões do mundo é um bom começo. No entanto, é ainda mais importante buscar alternativas que envolvam o uso de espécies nativas locais, promovendo um mercado mais sustentável que valorize a diversidade biológica regional e contribua para a preservação e restauração de áreas naturais. O público em geral, na atualidade, tende a ter mais conhecimento a respeito de espécies exóticas do que a respeito de espécies nativas, uma tendência que só será revertida à medida que mais plantas nativas voltem a fazer parte da paisagem urbana.

7.6. Considerações finais

Os gestores públicos devem consultar fontes confiáveis para identificar espécies exóticas e invasoras. Essa etapa é crucial para fundamentar decisões direcionadas ao controle eficaz dessas espécies e subsidiar políticas de manejo. É indispensável a criação e implementação de normativas que ordenem o uso de espécies exóticas e promovam a remoção sistemática de espécies invasoras. Regulamentações claras garantem ações mais efetivas na gestão ambiental.

Programas voltados à substituição de espécies exóticas invasoras devem priorizar o plantio de espécies nativas, incluindo aquelas ameaçadas de extinção. Essas ações favorecem o equilíbrio estrutural e funcional dos ecossistemas naturais, enriquecendo a biodiversidade local. A valorização de espécies nativas contribui para a criação de corredores ecológicos que conectam fragmentos de áreas naturais, favorecendo o fluxo gênico, a dispersão de sementes e a manutenção da diversidade biológica. Isso fortalece a paisagem e promove a resiliência ecológica.

Essas iniciativas, aplicadas no âmbito municipal, estadual e federal, contribuem para a conservação da biodiversidade, a restauração de áreas naturais degradadas e a melhoria dos serviços ecossistêmicos essenciais, beneficiando diretamente a sociedade.

7.7. Referências

- [1] Convenção da Diversidade Biológica (CDB). A convenção da diversidade biológica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas; 2000.
- [2] Richardson DM, Pysek P, Rejmanek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Divers Distrib*. 2000;6(2):93-107.
- [3] Matos E. Árvores para cidades. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia; 2009.
- [4] Ziller SR, Dechoum MS. Plantas e vertebrados exóticos invasores em unidades de conservação no Brasil. *Biodivers Bras*. 2018;3(2):4-31.
- [5] Sampaio AB, Schmidt IB. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. *Biodivers Bras*. 2013;3(2):32-49.
- [6] Ziller SR. A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2000.

- [7] Santa Catarina. Fundação do Meio Ambiente (FATMA). Lista comentada de espécies exóticas invasoras no estado de Santa Catarina: espécies que ameaçam a diversidade biológica. Florianópolis: FATMA; 2016.
- [8] Instituto Hórus. Base de Dados de Espécies Exóticas Invasoras do Brasil. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental [Internet]. [acesso 7 jul. 2024]. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br>
- [9] Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. In: Díaz S, Settele J, Brondizio ES, Ngo HT, Guèze M, Agard J, et al., eds. Bonn: IPBES secretariat; 2020.
- [10] Millennium Ecosystem Assessment (MAE). Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. Washington: Island Press; 2005.
- [11] Vilà M, Espinar JL, Hejda M, Hulme PE, Jarosik V, Maron JL, et al. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecol Lett.* 2011;14:702-8.
- [12] Pyšek P, Jarošík V, Hulme PE, Pergl J, Hejda M, Schaffner U, et al. Global assessment of alien invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Glob Change Biol.* 2012;18:1725-37.
- [13] Ricciardi A, Hoopes MF, Marchetti MP, Lockwood JL. Progress toward understanding the ecological impacts of non-native species. *Ecol Monogr.* 2013;83:263-82.
- [14] Schirmel J, Bundschuh M, Entling MH, Kowarik I, Buchholz S. Impacts of invasive plants on resident animals across ecosystems, taxa, and feeding types: a global assessment. *Glob Change Biol.* 2016;22:594-603.
- [15] David P, Thebault E, Anneville O, Duyck PF, Chapuis E, Loeuille N. Impacts of invasive species on food webs: a review of empirical data. In: Networks of invasion: a synthesis of concepts. *Adv Ecol Res.* 2017;56:1-60.
- [16] Ministério do Meio Ambiente (MMA). Serviços Ecossistêmicos [Internet]. [acesso 30 jul. 2020]. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade/servi%C3%A7os-ecossist%C3%AAmicos.html>
- [17] Kannan R, Shackleton CM, Krishnan S, Shaanker RU. Can local use assist in controlling invasive alien species in tropical forests? The case of *Lantana camara* in southern India. *For Ecol Manag.* 2016;376:166-73.
- [18] Jones BA. Tree shade, temperature, and human health: evidence from invasive species-induced deforestation. *Ecol Econ.* 2019;156:12-23.
- [19] Rai PK, Lalramnghinglova H. Ethnomedicinal plants of India with special reference to an Indo-Burma hotspot region: an overview. *Ethnobotany Res Appl.* 2011;9:379-420.
- [20] Pejchar L, Mooney HA. Invasive species, ecosystem services and human wellbeing. *Trends Ecol Evol.* 2009;24(9):497-504.
- [21] Jones BA, McDermott SM. Health impacts of invasive species through an altered natural environment: assessing air pollution sinks as a causal pathway. *Environ Resour Econ.* 2018;71(1):23-43.
- [22] Bartz R, Kowarik I. Assessing the environmental impacts of invasive alien plants: a review of assessment approaches. *NeoBiota.* 2019;43:69-99.

- [23] Aerts R, Honnay O, Nieuwenhuys AV. Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces. *Br Med Bull*. 2018;127:5-22.
- [24] Rai PK, Singh JS. Invasive alien plant species: their impact on environment, ecosystem services and human health. *Ecol Indic*. 2020;111:106020.
- [25] Simberloff D. How much information on population biology is needed to manage introduced species? *Conserv Biol*. 2003;17:83-92.
- [26] Everett RA. Patterns and pathways of biological invasions. *Trends Ecol Evol*. 2000;15:177-8.
- [27] Rejmánek M, Richardson DM. What attributes make some plant species more invasive? *Ecology*. 1996;77:1655-61.
- [28] Williamson MH, Fitté A. The characters of successful invaders. *Biol Conserv*. 1996;78:163-70.
- [29] Blum CT, Borgo M, Sampaio ACF. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2008;3(2):78-97.
- [30] Ziller SR, Zalba SM, Zenni RD. Modelo para o desenvolvimento de uma estratégia nacional para espécies exóticas invasoras. Programa de Espécies Exóticas Invasoras para a América do Sul. The Nature Conservancy; 2007.
- [31] Almeida DN, Rondon-Neto RM. Análise da arborização urbana de duas cidades da região norte do estado de Mato Grosso. *Rev Árvore*. 2010;34(5):899-906.
- [32] Barros EFS, Guilherme FAG, Carvalho RS. Arborização urbana em quadras de diferentes padrões construtivos na cidade de Jataí. *Rev Árvore*. 2010;34(2):287-95.
- [33] Santos RC, Antunes L, Bessegato D. Espécies exóticas invasoras na arborização urbana de vias públicas de Sananduva/RS. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2017;12(2):39-47.
- [34] Kramer JA, Krupek RA. Caracterização florística e ecológica da arborização de praças públicas do município de Guarapuava, PR. *Rev Árvore*. 2012;36(4):647-58.
- [35] Salvi LT, Hardt LPA, Rovedder CE, Fontana CS. Arborização ao longo de ruas túneis verdes em Porto Alegre, RS, Brasil: avaliação quantitativa e qualitativa. *Rev Árvore*. 2011;35(2):233-43.
- [36] Souza AL, Ferreira RA, Mello AA, Plácido DR, Santos CZA, Graça DASG, et al. Diagnóstico quantitativo e qualitativo da arborização das praças de Aracaju, SE. *Rev Árvore*. 2011;35(6):1253-63.
- [37] Lindenmaier DS, Santos NO. Arborização urbana das praças de Cachoeira do Sul-RS-Brasil: fitogeografia, diversidade e índice de áreas verdes. *Pesquisas Bot*. 2008;59:307-20.
- [38] Bechara FC, Topanotti LR, Silva LM. Aspectos da arborização urbana ecológica. *Rev Ibero-Am Cienc Ambient*. 2016;7(1):49-55.
- [39] Goebel G, Silveira D, Dechoum MS, Castellani TC. Guia sobre plantas nativas ornamentais da restinga. Florianópolis: UFSC; 2019.

Capítulo 8

MORFOFISIOLOGIA DE ÁRVORES URBANAS

Por Murilo Lacerda Barddal e Luciana Leal

8.1. Destaques deste capítulo

1. A escolha das espécies para arborização deve levar em conta o porte da árvore, a forma de sua copa, o sistema radicular e as condições ambientais do local do plantio;
2. Os grupos sucessionais (pioneiras, secundárias e clímax) possuem diferentes adaptações que determinam seu desempenho no ambiente urbano;
3. A morfofisiologia das árvores, incluindo a copa, tronco, raízes e processos fisiológicos é determinante para o sucesso do plantio e da manutenção;
4. Espécies nativas ainda são pouco exploradas na arborização urbana, enquanto muitas espécies exóticas se consolidaram pela maior resistência e pelo conhecimento prévio;
5. A presença de árvores nas cidades garante múltiplos benefícios, como conforto térmico, sequestro de carbono, atração da fauna e melhoria estética do espaço urbano.

8.2. Introdução

As árvores, os arbustos e demais formas de vegetação integram as florestas urbanas, distribuídas em calçadas, canteiros centrais, praças, jardins, quintais, estacionamentos, parques e bosques urbanos. Esses elementos configuram-se como componentes fundamentais do ambiente urbano, contribuindo para a qualidade ecológica e o bem-estar social.

As árvores são geralmente descritas como vegetais lenhosos, perenes e de vida longa, apresentando, na maioria dos casos, um caule principal e altura superior a 5 m. Quanto ao porte, embora os limites de altura variem na literatura, adota-se com frequência a seguinte divisão: pequeno porte (até 5 m de altura), médio porte (entre 5 a 10 m) e grande porte (superior a 10 m). Os arbustos, por sua vez, caracterizam-se por apresentarem ramificação desde a base, próximo ao solo, e por possuírem altura inferior às das árvores.

Diferentemente dos ambientes florestais, caracterizados por condições relativamente estáveis, elevada umidade, solos ricos em matéria orgânica, sombreamento natural e menor incidência de poluentes, os ambientes urbanos apresentam características contrastantes, como

aumento da temperatura local, maior radiação solar direta, solos compactados e pobres em nutrientes, baixa disponibilidade de água e elevada concentração de poluentes atmosféricos. Essas diferenças ambientais resultam em alterações significativas nas características morfofisiológicas das árvores.

A definição das melhores práticas de implantação e manejo das árvores urbanas exige que o técnico arborista, assim como os gestores públicos, possua conhecimento profundo da morfofisiologia das espécies arbóreas presentes na região de atuação. Na área da Botânica, a morfologia estuda as formas e estruturas das partes componentes das plantas, enquanto a fisiologia estuda os processos químicos, físicos e biológicos nesses componentes, os quais fundamentam o desempenho de suas funções vitais.

A ecofisiologia vegetal, por sua vez, vai além da análise isolada das funções (fotossíntese, respiração, transpiração, absorção de água e nutrientes, crescimento) e busca compreender como tais processos se ajustam às condições ambientais, como luz, temperatura, disponibilidade hídrica, composição do solo e interações com outros organismos. O foco central está em investigar de que forma o ambiente modula a fisiologia vegetal e, em contrapartida, como as respostas fisiológicas possibilitam a adaptação e a sobrevivência das plantas em diferentes ecossistemas. Assim, a fisiologia vegetal explica como as plantas funcionam, enquanto a ecofisiologia busca compreender por que e como esses processos se ajustam às condições ambientais, proporcionando uma visão mais abrangente da relação entre a planta e o ambiente.

Com base na morfologia, a identificação das espécies é realizada considerando o tamanho, a forma e a aparência das partes da planta ou das características reprodutivas (flores e frutos). A identificação de espécies é um primeiro passo antes de determinar e recomendar cuidados específicos para o plantio, o manejo e tratamento das árvores [1].

O potencial ornamental das espécies depende de suas características morfológicas externas da parte aérea, incluindo a copa, o tronco, a casca, as folhas e os frutos, bem como atributos como cor, forma, porte, estrutura, textura e simetria.

O conhecimento das características ecofisiológicas das árvores também é essencial para a escolha adequada dos locais de plantio. Selecionar a espécie correta para um determinado local é uma das mais importantes decisões para se obter benefícios e atingir os objetivos desejados em termos de serviços ou benefícios das árvores em ambientes urbanos. Ao selecionar a árvore correta para o lugar certo, com base em critérios técnico-científicos, aumenta-se a chance de sobrevivência da árvore, reduz-se os custos de manutenção e potencializam-se os benefícios socioambientais da arborização urbana [1].

Isso se deve ao fato de que cada espécie apresenta necessidades específicas quanto à incidência de luz, disponibilidade de água, tolerância ao frio ou calor, condições de solo e espaço para crescimento, dentre outras. Dessa forma, os profissionais que atuam na região Sul do Brasil devem conhecer as características ambientais das unidades fitogeográficas locais, bem como compreender como as condições ambientais podem influenciar a morfofisiologia das espécies. Esse conhecimento subsidia a escolha das espécies, procedimentos de manejo e manutenção da vegetação, e permite antecipar problemas relacionados à sobrevivência e ao vigor das árvores, priorizando aquelas melhor adaptadas a cada condição ambiental.

8.3. Aspectos pedoclimáticos da região Sul do Brasil

A região Sul brasileira localiza-se, em grande parte de seu território, ao sul do Trópico de Capricórnio, em latitudes médias, sendo limitada a leste pelo Oceano Atlântico. Caracteriza-se pela simplicidade de seu relevo, com grandes extensões de planaltos, situados entre 300 e 900 m de altitude, onde predomina um clima uniforme e temperado, embora apresentando diferentes tipos de vegetação. Com regime de precipitação relativamente uniforme ao longo do ano, a região Sul do Brasil apresenta elevados volumes anuais de chuva e praticamente não existe um período caracterizado como seco, com exceção do noroeste do Paraná. Apesar do inverno rigoroso, com geadas frequentes nos planaltos, as áreas de menor altitude registram verões quentes, com temperaturas superiores a 40° C no vale do Uruguai e na Depressão Gaúcha [2].

Fitogeograficamente, o Sul do Brasil destaca-se por florestas adaptadas às baixas temperaturas, dominadas por uma árvore de aspecto incomum, cujo fuste retilíneo e a copa em forma de taça, além da posição de destaque que ocupa em seu dossel, imprimem-lhes fisionomia bela e marcante. A *kuri'y* dos Guaranis, ou *Araucaria angustifolia*, para os botânicos, é a síntese maior da Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária. Devido à sua excelente adaptação aos invernos rigorosos, a espécie ainda pode ser encontrada nas regiões Sul e Sudeste brasileiro, onde as geadas são mais frequentes. Essas características proporcionam maior vantagem competitiva em relação às Florestas Atlântica e Estacional que a cercam, assegurando assim, sua manutenção.

A Floresta Ombrófila Densa apresenta fisionomia tipicamente tropical, caracterizada pela elevada quantidade de formas vegetais, sempre que possível, em todos os espaços disponíveis. Como consequência, a luz praticamente não alcança o nível do solo, gerando um ambiente sombrio e altamente úmido. Essas condições são favorecidas pelas massas de ar quentes e úmidas provenientes do oceano, que encontram o obstáculo imposto pela serra marginal atlântica (Serra do Mar). Assim, as massas de ar são barradas e forçadas a ascender, resultando na condensação e precipitação em chuvas abundantes, mantendo alta umidade nas encostas orientais das montanhas e na planície litorânea adjacente. Esta formação se constitui no tipo de vegetação mais exuberante, heterogênea do Brasil austral [3].

Nas áreas de menor altitude e mais interiorizadas da região, sob maior influência continental do que atlântica, observa-se um período do ano com déficit hídrico mais pronunciado, caracterizando estacionalidade pluviométrica. A escassez de chuva no inverno e a “seca” fisiológica causada pelo frio (de geadas eventuais) geram alterações morfofisiológicas importantes, resultando na perda total das folhas de algumas árvores do dossel da floresta, processo conhecido como decidualidade. Essas são as características das Florestas Estacionais Semidecidual e Decidual.

Com a queda das folhas, a exposição dessas espécies às condições adversas durante períodos desfavoráveis diminui, amenizando prováveis efeitos nocivos de condições ambientais adversas aos processos fisiológicos [3]. As regiões sulinas também são conhecidas pelos extensos Campos ou Estepes que ocorrem em porções do Paraná e Santa Catarina e se destacam na porção meridional do território gaúcho. Esses densos agrupamentos herbáceos compostos por gramíneas, ciperáceas, asteráceas, leguminosas e verbenáceas frequentemente cobrem toda a superfície do solo, conferindo-lhes o aspecto de ‘campos limpos’ [4].

Mais desconhecidas e até mesmo depreciadas, ainda ocorrem as denominadas áreas de Formação Pioneira, desenvolvidas em locais de drenagem deficiente (banhados, brejos ou várzeas), nos cordões arenosos (restingas) e em áreas rupestres ou de solos muito rasos. De qualquer forma, as áreas florestadas representam a cobertura vegetal mais comum dessas regiões [5] (Figura 1).

Figura 8.1 – Unidades fitogeográficas de ocorrência na região Sul do Brasil.



Fonte: Anderson S. da Rocha e Ricardo F. T. Mattos; IBGE.

Todas essas florestas são constituídas por complexas interações entre espécies e estratos vegetacionais, nas quais as árvores de grande porte estão edificadas sobre estratos contínuos de árvores e arvoretas, formando múltiplos “andares” até alcançar o sub-bosque. A coevolução secular desta comunidade resultou em um convívio equilibrado entre plantas de diversos hábitos, cada qual adaptada aos mais diferentes tipos de solos, níveis de luminosidade, umidade e temperaturas estáveis e amenas.

8.4. Os benefícios da arborização das áreas urbanas

Nos centros urbanos, onde a vegetação é escassa, estabelece-se um microclima diferenciado, com maior poluição atmosférica, presença de iluminação artificial e competição por espaços,

além do aquecimento das superfícies em comparação com as áreas rurais, originando as chamadas Ilhas de Calor Urbano. Esse fenômeno climático caracteriza-se pelo fato de a temperatura média em cidades com elevado grau de urbanização ser superior à registrada nas áreas rurais do entorno.

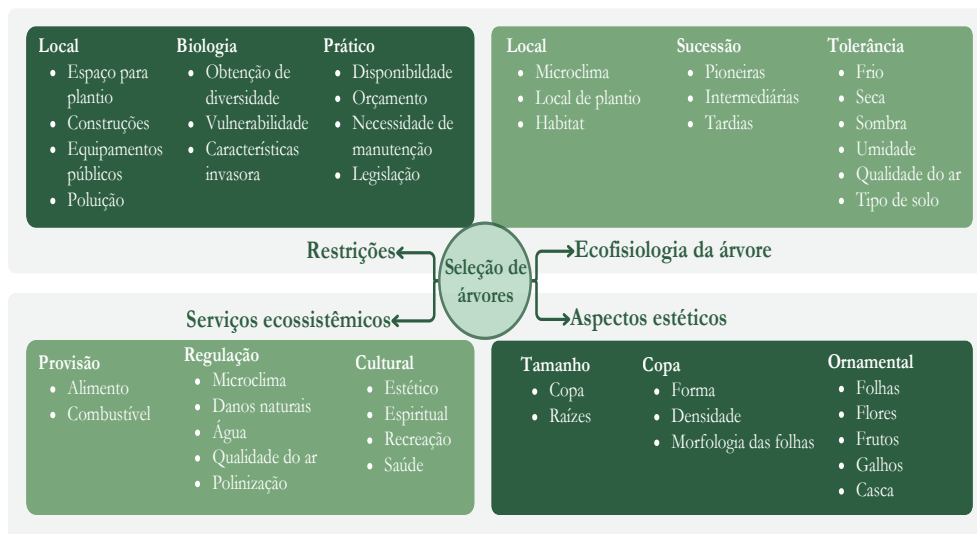
As áreas urbanas foram se sobrepondo às áreas de vegetação e aos corpos hidrográficos em seu processo de expansão, chegando a um ponto de artificialização, que evidenciou a necessidade de buscar formas de amenizar os efeitos nocivos do ambiente urbano por meio da naturalização. Para atender a esse propósito, de forma um tanto cruel, são escolhidas árvores que se desenvolveram ao longo de milhares de anos em agrupamentos heterogêneos e complexos, para viverem em um ambiente muito distinto do natural, marcado pelo isolamento, confinamento em solos decapados, elevada intensidade lumínica, excesso de partículas em suspensão e microclima diferenciado.

Diversos guias e manuais de arborização urbana abordam os critérios para a escolha de espécies para plantio nas calçadas. Além de resistirem às condições amplamente desfavoráveis, as plantas devem atender outras exigências: não podem possuir acúleos, sua frutificação deve ser modesta, as raízes não devem deformar calçadas e asfaltos, os ramos precisam ser mantidos em alturas pré-determinadas e a queda das folhas não deve prejudicar a drenagem das ruas, aumentar os custos públicos com limpeza ou obstruir os filtros de ar de veículos. Além disso, as espécies devem apresentar padrões ornamentais e paisagísticos agradáveis, com arquitetura e crescimento adequados, folhagem e floração atraente.

Percebe-se, assim, o desafio das espécies arbóreo-arbustivas nativas para se adaptarem às condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento. Isso explica porque muitas espécies exóticas, normalmente provenientes do hemisfério Norte, de clima temperado e comunidades homogêneas, conseguem prosperar em condições ambientais mais severas. Além disso, por serem mais estudadas e conhecidas, acabam se tornando escolhas mais assertivas e fáceis e, muitas vezes, são muito comuns nas ruas das cidades em todo o país. Todas estas informações são importantes, pois as árvores têm maior chance de sobrevivência quando plantadas em ambientes que reproduzam seu habitat natural de ocorrência.

As árvores só terão bom desenvolvimento e expressarão plenamente seu potencial ornamental se as condições locais forem adequadas.

Os critérios para a seleção de espécies para arborização urbana podem ser agrupados em quatro eixos principais (Figura 2), sendo necessário considerar primeiramente as restrições que afetam a ecofisiologia da árvore [6]. Uma vez atendidos esses critérios, a obtenção de serviços ecossistêmicos e estéticos desejados auxilia na escolha da espécie. O aspecto “estético” é listado como o sétimo critério a ser considerado no processo de seleção de espécies, precedido por aspectos técnicos e biológicos, como rusticidade, sucessão, tolerância às condições locais, capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos, demandas de manutenção e padrão de crescimento [7].

Figura 8.2 – Principais critérios de seleção de árvores para ambientes urbanos.

Fonte: Elaborado por Zabotto Ambiental a partir de Hiron e Sjöman [6].

8.5. Características morfofisiológicas de importância para a arborização urbana

8.5.1. Grupos ecológicos

As árvores podem ser classificadas de acordo com algumas de suas características morfofisiológicas em grupos funcionais, que vão desde aquelas que crescem em um solo pobre, à plena luz solar, até aquelas que suportam grande sombreamento, normalmente dentro da floresta, com grande quantidade de matéria orgânica e nutrientes. O grupo ao qual a espécie pertence indica seus ambientes preferenciais e seu padrão de desenvolvimento, e deve ser estudado para que seja possível fazer a melhor escolha das espécies para plantio no ambiente urbano.

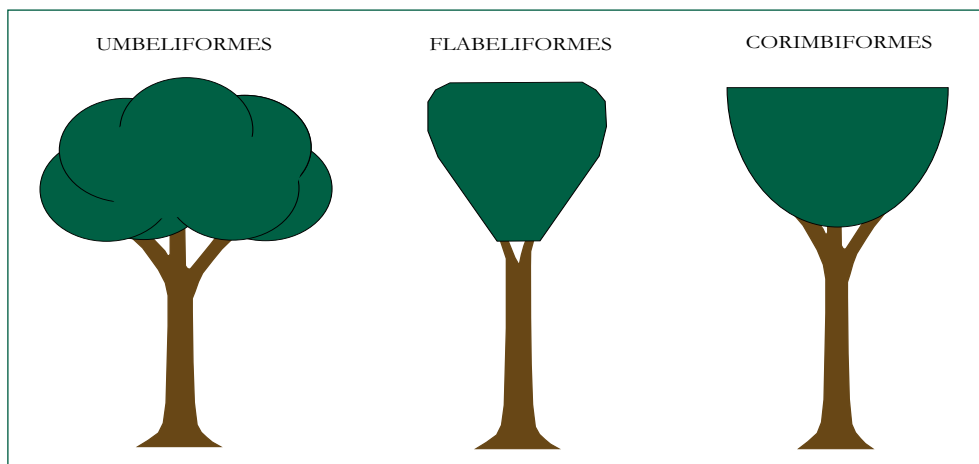
As espécies denominadas Pioneiras são aquelas que normalmente suportam grande luminosidade, originalmente ocorrendo nas bordas das florestas ou colonizando amplas clareiras abertas. De maneira geral, apresentam porte variável, podendo atingir grandes alturas, crescimento rápido e vida relativamente curta. Suas folhas apresentam mecanismos para reduzir a taxa de transpiração (como folhas compostas e pilosas), seus frutos são secos e suas sementes são aladas, produzidas aos milhares, pequenas (sem armazenamento nutricional) e dispersas por mecanismos abióticos (vento, gravidade, autoimpulsão).

No ambiente natural, essas espécies formam o *front* arbóreo de colonização de áreas abertas e ensolaradas, em solos drenados ou bem drenados, dominando o “andar” mais alto (dossel) das capoeiras, que seriam agrupamentos arbóreos simplificados que recobrem áreas alteradas, com árvores cujas copas já se tocam. Suas copas são típicas das espécies dominantes e emergentes, como as Umbeliformes, Flabeliformes e Corimbiformes (Figura 3) [8].

Em projetos de arborização urbana, as espécies pioneiras são frequentemente escolhidas em razão de sua tolerância às condições adversas do solo e pela capacidade de atingir rapidamente o

objetivo do plantio. No entanto, essas árvores geralmente apresentam lenho frágil e quebradiço, desenvolvem múltiplos galhos com casca inclusa que apodrecem facilmente e podem quebrar com ventos fortes [1]. Além disso, sua expectativa de vida costuma ser menor do que a de espécies com taxa de crescimento moderada.

Figura 8.3 – Exemplo de formato de copas Umbeliformes, Flabeliformes e Corimbiformes.



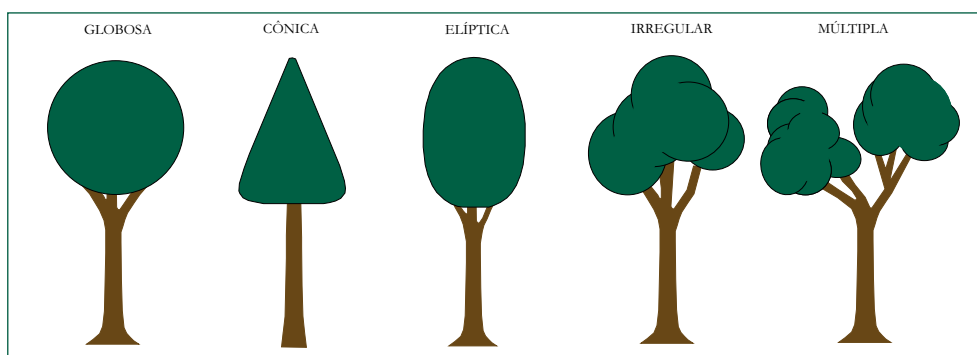
Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Em outro extremo, existem espécies vegetais que evoluíram em áreas densamente sombreadas, com elevada umidade do ar e do solo, sob a densa folhagem de outras árvores que contribuíram para a formação de um ambiente mais equilibrado, com solo coberto por serapilheira (restos de folhas e ramos), cuja matéria orgânica fornece nutrientes e minerais à medida que se decompõe. São denominadas de espécies clímax e normalmente possuem crescimento mais lento e vida mais longa. Suas folhas desenvolveram mecanismos adaptativos para favorecer a captação de luz para a fotossíntese (como folhas grandes e simples), enquanto seus frutos são carnosos (bagas e drupas) e maiores, dispersos por mecanismos bióticos (auxiliados por pássaros, morcegos e outros mamíferos).

Ao favorecer o tamanho das sementes com maior reserva nutricional em detrimento da quantidade, sua produção de sementes e frutos normalmente é irregular, podendo não atingir a ordem de centenas por matriz. Essas espécies formam os andares inferiores das florestas, no chamado sub-bosque, e eventualmente alcançam o dossel, mas suas copas, de maneira geral, possuem formatos adaptados a esta condição. Normalmente podem ter forma Globosa, Cônica, Elíptica, Irregular ou Múltipla (Figura 4) [8]. A presença dessas espécies na comunidade florestal indica boa conservação, demonstrando que estas áreas estão em estágios avançados da sucessão ecológica, com tendência de retorno às suas condições pretéritas, antes das alterações do ambiente.

Como tudo na natureza se processa de maneira equilibrada e sucessiva, existem várias espécies intermediárias, que fazem a transição entre as pioneiras e as climácicas. Simplificadamente, podem ser classificadas como secundárias iniciais e secundárias tardias, cujas características dependem das estratégias de sobrevivência em áreas mais ou menos sombreadas, sob a cobertura densa ou mais rala das espécies preexistentes.

Figura 8.4 – Exemplo de formatos de copas Globosa, Cônica, Elíptica, Irregular ou Múltipla.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

A maior parte das árvores nativas utilizadas na arborização urbana é composta por espécies pioneiras ou secundárias iniciais, que combinam, portanto, a exigência de grande quantidade de luz, com rápido crescimento e maior porte.

Muitas espécies pioneiras e secundárias iniciais apresentam floração vistosa e frutos secos deiscentes, de dispersão anemocórica (pelo vento). Reagem rapidamente a danos sofridos, formando vigorosos ramos secundários após a poda. Exemplos incluem os ipês (gênero *Handroanthus*), chuva-de-ouro (gêneros *Cassia* e *Senna*), corticeiras (gênero *Erythrina*), jacarandá (gênero *Jacaranda*), sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*), canafistula (*Peltophorum dubium*), quaresmeira (*Pleroma granulatum*) e angicos (gêneros *Parapiptadenia* e *Anadenanthera*).

Por sua vez, espécies secundárias tardias e climácicas apresentam metabolismo mais lento, desenvolvem-se bem sob menores taxas de luz, tendem a ter porte menor e floração mais discreta. Com menor capacidade de reação a danos, acabam aceitando melhor as podas de formação. São mais escassas na arborização urbana, havendo como exemplos algumas mirtáceas (gêneros *Eugenia*, *Campomanesia*, *Plinia*), guaçatungas (gênero *Casearia*) e o vacum (gênero *Allophylus*). O ambiente urbano apresenta pouca similaridade com o ambiente de uma floresta natural e, portanto, espécies climácicas encontram maior dificuldade em se estabelecer nesses locais em que as condições se assemelham aos estágios iniciais de sucessão [8]. Por outro lado, no plantio de espécies pioneiras em ruas estreitas e sombreadas, as árvores ficam expostas a níveis de iluminação que favorecem mais as espécies tolerantes à sombra, típicas de estágios sucessionais mais avançados.

Aprender com a natureza e identificar a fase de sucessão do local de plantio auxilia na seleção de espécies capazes de desenvolver estratégias para tolerar essas condições. Como alternativa, pode-se recorrer a espécies com maior capacidade de resiliência, que naturalmente se desenvolvem em ambientes adversos. Essas espécies geralmente são encontradas em áreas dominadas por formações pioneiras, moldadas por agentes morfodinâmicos (como enchentes e deposição de sedimentos) e pedogenéticos (solos muito úmidos ou rasos), que as diferenciam do ecossistema matriz.

Um exemplo importante deste tipo de condição é dado por algumas espécies de *Calliandra* (esponjinha) que, no seu ambiente natural, cresce em meio às rochas que margeiam os rios ou em ilhas formadas nas corredeiras, ou seja, em condições de solo muito raso e com poucos nutrientes, ocasionalmente alagado. Outras espécies potenciais são que se desenvolvem

nas restingas, onde o substrato é altamente permeável e as plantas estão expostas à forte insolação e vento constante. Entre os exemplos desse ambiente estão a guaxuma (*Hibiscus pernambucensis*), o mangue-do-mato (*Clusia criuva*), a maria-faceira (*Guapira opposita*); algumas caúnas (gênero *Ilex*) e mirtáceas (gêneros *Gomidesia*, *Eugenia* e *Psidium*) são comuns nesse ambiente. Algumas dessas espécies, no entanto, ainda não são comumente encontradas na arborização de ruas.

Similar ao descrito anteriormente em alguns aspectos ambientais, como alta incidência solar e ventos fortes, o ecótono (transição) entre a estepe (campo) e a floresta também pode fornecer espécies resilientes que poderiam ser bem utilizadas em áreas urbanas. Um exemplo é o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*).

Considerando a segurança no ambiente urbano, com grande fluxo de carros e pessoas, com sistemas de distribuição de energia e espaço restrito das ruas e calçadas para arborização, deve-se avaliar se espécies de porte menor seriam mais indicadas para plantio. As espécies de maior porte têm seu lugar ideal em parques, praças e canteiros centrais onde não há interferência de equipamentos e podem se desenvolver plenamente, sem a necessidade de podas para adequação ao espaço tridimensional disponível.

O número de espécies de pequeno porte, nativas dos ecossistemas locais, ainda é limitado na arborização de ruas na região Sul do Brasil. Torna-se importante desenvolver pesquisas com espécies nativas potenciais para plantio no meio urbano. Em condições específicas, onde o local de plantio não gere conflito com o espaço de passeio público para passagem de pedestres, algumas espécies arbustivas também podem ser conduzidas para a arborização. Um exemplo seria a *Calliandra foliolosa* (esponjinha), mas outras precisam ser testadas.

Os frutos das árvores nativas são importantes para a atração e manutenção da fauna, sobretudo das aves, que buscam ativamente por alimento mesmo em áreas urbanizadas.

8.6. Morfofisiologia da parte aérea

As árvores possuem diversas partes: copa, ramos, tronco e raízes. Vários livros abordam a morfofisiologia externa e interna de árvores, constituindo um rico material de estudo [9-12]. A parte aérea é composta pelo conjunto dos órgãos vegetativos que compõem a copa (folhas, galhos e ramos) e o tronco, também chamado de fuste. Existem também os órgãos reprodutivos: flores, frutos e sementes.

Entre as partes de uma árvore, a copa é um elemento essencial na arborização urbana. A copa pode ser entendida como toda a ramificação acima do tronco, formando a porção terminal da parte aérea da árvore. É composta principalmente por galhos e ramos, que podem apresentar folhas, flores e frutos. Para algumas espécies, especialmente às de curto período de floração ou flores pouco vistosas, a beleza natural da copa é o seu principal atrativo, seja em razão da tonalidade de verde ou da textura de sua folhagem. A forma e a ramificação da copa são influenciadas pelo tipo de crescimento do eixo principal, tronco e ramos. O porte da árvore e da copa são definidos por um modelo arquitetônico próprio de cada espécie e podem variar significativamente, havendo mais de 20 tipos de classificações de arquiteturas de copa [13].

O crescimento vertical da árvore é promovido pelo chamado meristema apical, que pode ter vida indefinida ou definida. Quando a gema apical tende a crescer indefinidamente em altura, originam-se troncos retos, chamados de monopodiais. Por outro lado, no caso do meristema apical possuir vida limitada, este crescimento linear em altura não se processa. Após a sua morte, desenvolvem-se meristemas laterais (gemas das axilas das folhas) anteriormente dormentes, originando os troncos simpodiais, que em determinadas espécies podem se tornar quase lineares no sentido horizontal [14].

O crescimento das palmeiras é tipicamente monopodial, ou seja, se desenvolve por meio de uma única gema terminal, que, caso seja eliminada, acarreta a sua morte. Já as espécies de folhosas, em geral, toleram a poda, pois não possuem uma gema principal definida, o que define seu crescimento tipicamente simpodial [15]. Em relação as coníferas, o crescimento é misto, com predominância da gema terminal indefinida, mas com crescimento simultâneo das gemas laterais, que dão o formato cônico do grupo. Nesse caso, se a gema principal é cortada, não causa a morte do indivíduo, porém altera o crescimento lateral e afeta a forma original.

Além dos modelos de crescimento, o modelo arquitetônico da espécie também depende da direção de crescimento do tronco ou da direção de crescimento dos galhos (Figura 5). Quando os meristemas crescem verticalmente, têm crescimento denominado ortotrópico. Por outro lado, nas espécies em que os meristemas crescem horizontalmente ou obliquamente, o crescimento é denominado plagiotrópico. Essa plagiotropia pode ser permanente ou reversível [15]. Muitas vezes, se o espaço disponível para o plantio é insuficiente para o tamanho natural da árvore, a copa acaba sendo a parte da planta que sofre maiores intervenções (podas). Contudo, não é recomendado adequar uma árvore a uma área menor do que seu desenvolvimento natural exige [14]. Por meio da poda de galhos, a copa pode ser conduzida, mas nunca de forma permanente.

Figura 8.5 – Modelos arquitetônicos de espécies arbóreas.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Alguns formatos de copa são mais difíceis de compatibilizar com a infraestrutura urbana, como os tipos piramidal, pendente e colunar. Copas de formato globoso ou oval são mais recomendadas, pois se recompõem mais facilmente após danos ou mesmo podas [16].

O volume e a perenidade da folhagem também são fatores importantes no planejamento da futura arborização. Na maioria das vezes, em regiões com temperaturas elevadas, as árvores de folhagem perene e densa são escolhidas. Por outro lado, em locais de clima frio, as espécies de copa rala, que perdem as folhas nas estações outonais e inverniais, permitem a passagem da luz solar.

Diferentes pontos de vista podem alterar as prioridades de escolha. Para facilitar a limpeza pública, por exemplo, são preferíveis as árvores de folhas grandes, mesmo que gerem mais detritos [15]. No ambiente natural, em meio à floresta, a competição por espaço e luz faz com que a forma da copa de uma mesma espécie varie consideravelmente.

A desrama natural normalmente ocorre nessas condições, quando a intensidade luminosa se reduz a ponto de tornar-se energeticamente inviável à manutenção de ramos excessivamente sombreados. Portanto, a forma de copa observada na floresta serve de referencial, porém, quando cresce em áreas urbanas, sem competição, pode apresentar uma condição diferente.

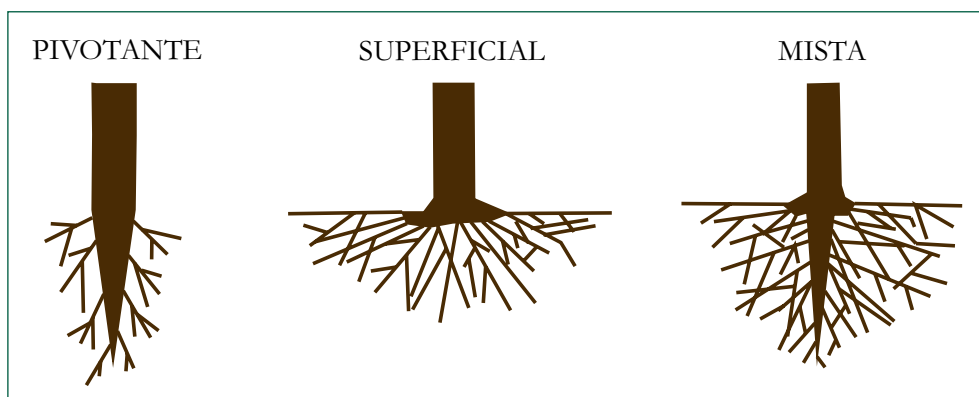
É importante destacar que, para a aplicação de protocolos de avaliação de risco de árvores, é necessário avaliar externamente o estado geral da planta, incluindo o vigor da copa, o sistema radicular visível, o colo, o tronco e sinais de crescimento adaptado, como protuberâncias no tronco ou nos galhos de grande porte e espessamento significativo de raízes, tronco e ramificações. Portanto, é imprescindível conhecer as características morfológicas de cada espécie.

8.7. Morfofisiologia do sistema radicular

Outra parte da planta que requer atenção especial são as raízes, porção subterrânea da árvore, com funções de ancoragem e absorção de água e nutrientes. Assim como a copa, cada espécie apresenta uma arquitetura própria das raízes.

As raízes podem ser classificadas quanto à sua morfologia (Figura 6) em: a) Pivotantes, que apresentam o crescimento da raiz principal na direção perpendicular ao perfil do solo; b) Superficiais, que se desenvolvem mais paralelamente ao perfil do solo; e c) Mistas, apresentando raízes principais e secundárias bem desenvolvidas [17].

Figura 8.6 – Tipos de raízes de árvores.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Independentemente de sua forma, o crescimento inicial das raízes ocorre em profundidade (visando estabilidade) [14]. O crescimento é quase constante e, na medida em que a biomassa aérea cresce, as raízes se tornam mais robustas e tendem a se afastar do eixo principal, concentrando maior volume nas porções mais superficiais do solo, onde encontram menor resistência e têm maior facilidade de absorção de nutrientes e água. Diversos autores indicam que a maior parte das raízes está concentrada na camada superficial do solo, inferior a um metro de profundidade.

A estabilidade do indivíduo arbóreo também depende do tipo do substrato. Solos rasos, arenosos e com excesso de umidade proporcionam menor sustentação. No caso da *Araucaria angustifolia* observa-se a redução na produção e crescimento sobre solos litólicos¹ e hidromórficos² [18] e profundidades do lençol freático inferiores a 90 cm são restritivas para o desenvolvimento da espécie [19].

São comuns na literatura relatos a respeito de árvores causando danos às calçadas. No entanto, o problema nem sempre ocorre pelas características de suas raízes, já que as recomendações de arborização sugerem espécies com raízes pivotantes, com crescimento predominantemente para baixo, para evitar esses problemas. Porém, as condições do local de plantio, como espaço físico reduzido, conflito com redes subterrâneas (água, energia e esgoto) e solos totalmente desestruturados, decapados e compactados, dificultam o desenvolvimento radicular e reduzem a absorção de água e nutrientes.

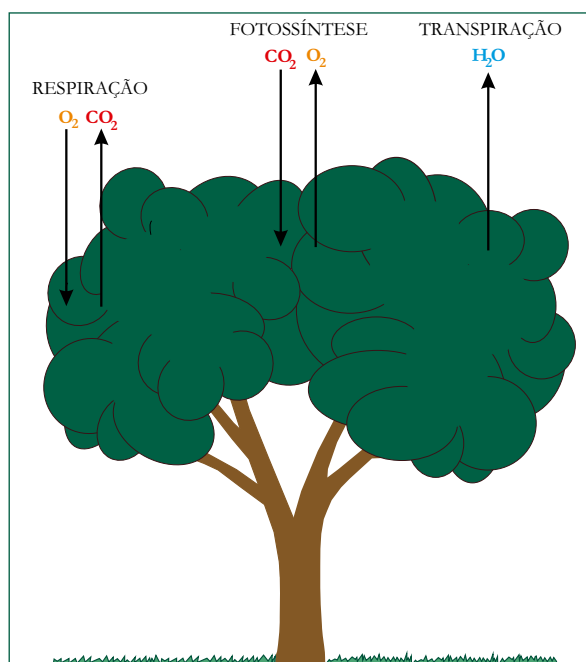
Dessa forma, qualquer espécie, independente da forma habitual de sua raiz, ao ser implantada em um local com estas condições terá raízes superficiais, muitas vezes distorcidas ou deformadas. A situação pode se agravar ainda mais, no caso de injúrias mecânicas provocadas por reformas de pavimentos, por exemplo, que suprimem partes da estrutura radicular e podem causar a queda da árvore. Ao disponibilizar mais espaços de plantio, com calçadas mais largas e canteiros com maior área livre de pavimentação, estes problemas são reduzidos. Torna-se mais clara a importância de que as áreas acima e abaixo do solo devem ser suficientemente amplas para permitir que a árvore alcance altura, projeção de galhos, diâmetro do tronco e volume de raízes típico de sua espécie em idade adulta sem interferir com os elementos ao seu redor [1].

8.7.1. Árvores urbanas e fluxos de carbono, água e energia

Os processos fisiológicos das plantas são bastante complexos. Neste texto, serão abordados os principais processos de maior relevância prática, dentre os quais estão a fotossíntese, a respiração e a transpiração, que englobam os fluxos de carbono, água e energia entre as árvores e o ambiente (Figura 7).

1. Tipo de solo pouco desenvolvido, caracterizado pela presença de rocha (ou material rochoso) próximo à superfície, geralmente a menos de 50 cm de profundidade.
2. Solo que apresenta excesso de água em seus poros por um longo período, sendo permanentemente ou eventualmente saturado. Esses solos são comuns em áreas de baixa drenagem, como várzeas, planícies aluviais e margens de rios.

Figura 8.7 – Esquema simplificado dos processos fisiológicos de fotossíntese, respiração e transpiração.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

De forma resumida, a fotossíntese é o processo pelo qual, na presença de clorofila (pigmento responsável pela cor verde das folhas) e luz solar, as plantas transformam dióxido de carbono (do ar) e água (do solo) em carboidratos, que servem como fonte de energia e matéria para o crescimento e desenvolvimento, liberando oxigênio como subproduto. Já a respiração celular consiste na oxidação desses compostos orgânicos nas células vivas, liberando energia, fundamental para os processos metabólicos das plantas.

A transpiração é a perda de vapor de água pelas folhas, principalmente através dos estômatos. Estima-se que cerca de 95% da água absorvida pelas plantas seja transpirada [20]. Esse processo contribui para o resfriamento do ambiente ao redor, pois a evapotranspiração utiliza a energia solar para evaporar a água, reduzindo o aquecimento do ar e da superfície sob a vegetação [21]. Além disso, as árvores promovem sombreamento, diminuindo a incidência direta da radiação solar e limitando o acúmulo de calor nos materiais do entorno.

Em concordância com essa função hidrológica, estudos em fragmentos nativos utilizando exemplares de *Araucaria angustifolia* com mais de 40 cm de diâmetro acima do peito (DAP), indicam que cada indivíduo desse porte acumula, em média, mais de 2.000 litros de água em sua estrutura, além de estocar mais de 900 kg de carbono orgânico [22]. Ainda sobre o acúmulo de carbono, outra pesquisa sobre sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*) na arborização viária de Maringá (PR), evidenciou que o maior estoque de biomassa (89,7%) e de carbono (87,4%) ocorre na copa da árvore [23].

Embora os processos fisiológicos em árvores urbanas sejam os mesmos das árvores crescendo em florestas, as condições do ambiente sobre os quais estes processos ocorrem nas cidades são mais variáveis e extremos [24]. No futuro, poderá ser crucial usar a tolerância ao estresse como critério de seleção de árvores para uso nos ambientes urbanos. Sendo assim, é importante o desenvolvimento de estudos que avaliem o desempenho fisiológico, morfologia e traços anatômicos

das árvores, bem como o crescimento e desenvolvimento no ambiente urbano. Seria ainda uma oportunidade de observar e compreender os impactos potenciais das mudanças climáticas na vegetação, por meio da simulação de cenários climáticos futuros, e de subsidiar estratégias para otimizar o gerenciamento de áreas verdes urbanas, de modo a maximizar os serviços ecossistêmicos [24].

Nesse sentido, é necessário estudar o crescimento das árvores viárias para a elaboração de protocolos de sequestro de carbono, com o objetivo de identificar as respostas decorrentes da maturidade fisiológica, do manejo e de fatores bióticos e abióticos [23]. Estudos têm demonstrado que o crescimento das brotações é influenciado pela espécie, pela idade, pelo local, bem como por fatores como a época de poda e o histórico de manejo da área.

Uma ferramenta importante para o planejamento e a manutenção das árvores urbanas é o estudo fenológico. Ele se baseia no início e na duração dos estádios de desenvolvimento externamente visíveis (fenofases), como, por exemplo, o desenvolvimento das folhas, floração e frutificação [24]. No ambiente urbano, o comportamento fenológico das árvores pode sofrer alterações. Em um estudo realizado com *Tipuana tipu*, comparando-se árvores em uma área verde, em canteiro central e plantadas em calçadas na cidade de Curitiba (PR), verificou-se que o local de plantio e as variáveis meteorológicas influenciaram no período de início e duração das diversas fenofases [25]. Diversas publicações [26-29] tratam dos aspectos fisiológicos das plantas, e podem ser fontes muito úteis para consulta e aprendizado sobre o tema.

8.8. Características morfofisiológicas de algumas espécies nativas para uso no Sul do Brasil

Para exemplificar as características morfofisiológicas abordadas e apresentar algumas opções de espécies nativas para arborização urbana nas cidades do Sul Brasil, foram elencadas sugestões de árvores, incluindo algumas pouco conhecidas. As espécies foram divididas segundo a tipologia florestal original. A descrição inclui características da planta e do local de ocorrência, ambiente preferencial de origem, atributos positivos e cuidados ou restrições de uso na arborização de ruas.

As informações apresentadas foram obtidas em fontes bibliográficas [30-40] e por meio de observações no ambiente urbano, somados à experiência de produção de mudas nos hortos florestais da COPEL Geração e Transmissão S.A.

8.8.1. FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

8.8.1.1. *Feijoa sellowiana* (O.Berg) O.Berg, Myrtaceae (sinônimo: *Acca sellowiana*) – feijoa

Árvore de pequeno porte, de 4-5 metros de altura, com copa densa e globosa. Considerada espécie pioneira, ocorre na transição da estepe (campo) para o ambiente florestal, a pleno sol ou ainda nas bordas da floresta. Cresce em solos drenados, rasos e pedregosos. O crescimento em viveiro é rápido, com floração precoce, principalmente entre outubro e novembro. Aceita podas e suporta geadas. É extremamente ornamental, com floração exuberante. Como restrição, possui fruto do tipo baga, produzido em grande quantidade. A copa densa e pesada pode ser fator de risco para quedas.

8.8.1.2. *Brunfelsia uniflora* (Pohl) D. Don, Solanaceae – manacá

Arbusto/arvoreta de pequeno porte, com até 2 m de altura, com copa globosa. Seu crescimento é lento, e é considerada espécie secundária tardia a climática. Ocorre no estrato inferior da floresta, sob luz difusa ou mesmo densamente sombreado. Cresce em solos bem drenados, rasos e pedregosos, com melhor desenvolvimento em solos profundos. Aceita podas e suporta geadas. Possui floração exuberante, que ocorre principalmente entre setembro e novembro. A espécie tende a ramificar a pequenas alturas e possui crescimento lento.

8.8.1.3. *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl., Sapindaceae – vacum, chal-chal

Árvore de porte médio, normalmente com 6 a 10 m de altura (podendo chegar a 20 m). Copa densa, semidecídua, tende a ser globosa. Considerada espécie secundária inicial a tardia, é encontrada no estrato médio a inferior da floresta, sob luz difusa. Cresce em solos moderadamente drenados a hidromórficos das planícies aluviais. Tem crescimento de lento a moderado. Aceita podas e suporta geadas. Tem flores melíferas, com floração de setembro a novembro, e frutos pequenos que atraem a avifauna. É suscetível a infestação de erva-de-passarinho.

8.8.1.4. *Podocarpus lambertii* Klotzsch. ex Endl., Podocarpaceae – pinheiro-bravo

Árvore perene, de médio porte, com boa variação de altura, entre 4 e 18 m (mais comumente 10 m), copa irregular, fértil de abril a junho. Espécie pioneira a secundária, é característica do *front* de expansão da floresta sobre os campos, em áreas de bordas da floresta, sobre solos bem drenados. Encontrada também na Floresta Estacional Decidua no Rio Grande do Sul. Tem crescimento considerado lento, contudo, mediano quando nos primeiros anos em viveiro. Sua fisionomia diferenciada, de crescimento monopodial, é bastante ornamental. Suporta geadas, porém não suporta podas. Rebrotas dos pontos de poda e da base do tronco, o que dificulta a sua conformação. Pode sofrer com o ataque de cochonilhas no ambiente urbano.

8.8.1.5. *Lafoensia pacari* A.St.-Hil., Lythraceae – dedaleiro

Árvore de grande porte, normalmente com 15 a 20 m de altura, copa densa, semidecídua, tende a ser umbeliforme, com floração de outubro a janeiro. Considerada espécie secundária inicial, é encontrada no estrato médio da floresta secundária. Cresce em solos moderadamente drenados das planícies aluviais. Possui crescimento de lento a médio, aceita podas e suporta geada. É ornamental pela beleza de suas grandes e numerosas flores e frutos, no entanto, ao caírem, podem trazer algum tipo de inconveniente. O odor das flores, polinizadas por morcegos, é desagradável.

8.8.1.6. *Erythrina falcata* Benth., Fabaceae – corticeira-da-serra

Árvore de grande porte, podendo chegar a 35 m de altura. A copa tende ao formato globoso, é caducifolia, com floração de junho a novembro. O crescimento é lento, contudo, mediano quando nos primeiros anos em viveiro. Espécie secundária inicial a climática, ocorre em vales e no terço médio das encostas, com distribuição irregular em meio às capoeiras e capoeirões. Suporta geadas e podas. Possui floração espetacular. Em razão de seu grande porte, é mais indicada para praças e grandes canteiros.

8.8.2. FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

8.8.2.1. *Calliandra foliolosa* Benth., Fabaceae – cabelo-de-anjo, topete-de-cardeal

Arbusto/arvoreta de pequeno porte, de 3 a 5 m de altura, copa rala, flabeliforme, com floração de setembro a março. Com rápido crescimento, aceita podas e suporta geadas eventuais. Considerada espécie pioneira, é seletiva de ambientes mais úmidos. Ocorre nas bordas e no interior da floresta, ao longo de rios e regatos, sobre solos moderadamente drenados a hidromórficos. É ornamental, com floração delicada. Tendência de ramificação a baixas alturas.

8.8.2.2. *Metrodorea nigra* A.St.-Hil., Rutaceae – carrapateira

Árvore de pequeno porte, 4 a 5 m de altura, perene, com copa densa e globosa, com floração de setembro a novembro. Considerada espécie secundária, seletiva de ambientes mais úmidos (ao longo de rios e regatos), no interior sombreado da floresta. Tem crescimento lento e aceita podas. Folhagem muito ornamental. Tem tendência de ramificação a baixas alturas. Sofre com geadas muito severas.

8.8.2.3. *Schinus molle* L., Anacardiaceae – aroeira-salsa

Árvore/árvore perene de pequeno a médio porte (3 a 10 m de altura), copa globosa, pendente e densa, floração de setembro a outubro. Considerada espécie pioneira a secundária inicial. Ocorre na orla dos capões de Florestas Estacionais e na Floresta Ombrófila Mista (SC). Ocorre isoladamente nas áreas de Estepe (campos), sendo mais comum no Rio Grande do Sul, sobre solos bem drenados. Com rápido crescimento, aceita podas e suporta geadas. Folhagem muito ornamental. Pode provocar manifestações alérgicas.

8.8.2.4. *Inga vera* Willd., Fabaceae – ingá-banana

Árvore de porte médio, de 4 a 10 m de altura, decídua, de copa arredondada a irregular, com auge da floração de dezembro a janeiro. Considerada espécie pioneira ou secundária inicial, seletiva de áreas úmidas. Com crescimento moderado, aceita podas. Muito atrativa para a avifauna. Não é recomendada para locais de geadas muito severas, sobretudo na sua fase juvenil.

8.8.2.5. *Myrocarpus frondosus* Allemão, Fabaceae – cabreúva

Árvore decídua, de 20 a 30 m de altura, copa densa, brilhante e flabeliforme, com floração entre outubro e novembro. Considerada espécie secundária tardia a clímax. Ocorre no início de encostas, como espécie emergente, e no dossel da floresta, em solos profundos e bem drenados. Com crescimento moderado, aceita podas. Tronco e folhagem muito ornamentais. Não deve ser plantada sob a rede de energia. Não é recomendada em locais de geadas muito severas.

8.8.2.6. *Holocalyx balansae* Micheli, Fabaceae – alecrim

Árvore de grande porte, com altura entre 15 e 25 m, perene, densa, de copa umbeliforme. A floração ocorre principalmente entre outubro e novembro. Encontrada nos estratos médios a superior da floresta, sob luz difusa ou intensa. Cresce em solos profundos, férteis e bem drenados.

Considerada espécie longeva, de interior de florestas primárias, portanto climática. Tem crescimento lento e aceita podas. A folhagem e o tronco são ornamentais. Não deve ser plantada sob a rede de energia. Não recomendada em locais de geadas muito severas.

8.8.3. FLORESTA OMBRÓFILA DENSE

8.8.3.1. *Talipariti pernambucense* (Arruda) Bovini, Malvaceae (sinônimo: *Hibiscus pernambucensis*) – algodão-da-praia

Possui pequeno porte, com altura entre 3 e 6 m, de copa perene e umbeliforme, com floração principalmente entre outubro e dezembro. Considerada espécie pioneira, com crescimento rápido. Encontrada a pleno sol nas áreas de solo arenoso e hidromórfico, na transição entre o mangue e a restinga (Formação Pioneira de Influência Fluvio-marinha). Aceita podas de formação. Muito ornamental pela bela floração. Não é recomendada em locais com ocorrência de geadas.

8.8.3.2. *Psychotria nuda* (Cham. & Schltdt.) Wawra, Rubiaceae – grandiuva-d'anta

Possui pequeno porte, com até 4 m de altura, de copa perene e globosa, com floração que ocorre entre fevereiro e junho. Considerada espécie climática, ocorre no interior da floresta em áreas sombreadas, em solos profundos bem drenados e semi-hidromórficos. Aceita podas. Belas flores amarelas, de cálices avermelhados e frutos violáceos, característica marcante da espécie. Faltam informações sobre a produção de mudas, mas a estaquia é considerada viável. Seu crescimento é lento. Não recomendada em locais com ocorrência de geadas.

8.8.3.3. *Pleroma raddianum* (DC.) Gardner, Melastomataceae (sinônimo: *Tibouchina pulchra*), manacá-da-serra

Árvore perene, de médio porte, com altura entre 8 e 12 m, de copa flabeliforme. Considerada espécie pioneira, de crescimento rápido, coloniza áreas degradadas em restingas e encostas montanhosas. Desenvolve-se a pleno sol em áreas bem drenadas. Árvore muito ornamental e de bela floração (brancas a arroxeadas), que ocorre principalmente entre março e abril. Aceita podas. É uma árvore de vida relativamente curta. Não é recomendada em locais com ocorrência de geadas.

8.8.3.4. *Psidium cattleianum* Sabine, Myrtaceae – araçazeiro

Árvore perene, de médio porte, com altura entre 5 e 7 m, de copa irregular a globosa. Seu crescimento é moderado. A floração ocorre principalmente entre setembro e dezembro. Espécie secundária inicial, se desenvolve a pleno sol, em áreas úmidas de restingas litorâneas. Aceita podas e suporta geadas. Árvore muito ornamental, de tronco liso e descamante. Como restrição, produz grande quantidade de frutos, que, ao se acumularem no chão fermentam, ocasionando mau odor. Na escolha da muda deve-se verificar se possui frutos vermelhos ou amarelos, pois são variáveis.

8.8.3.5. *Handroanthus umbellatus* (Sond.) Mattos, Bignoniaceae – ipê-do-brejo

Árvore de grande porte, com 10 a 15 m de altura (ou mais), de copa flabeliforme a globosa, caducifólia. Espécie secundária inicial, com crescimento lento. Desenvolve-se a pleno sol ou sob luz difusa em áreas úmidas nas planícies litorâneas. A floração ocorre principalmente entre agosto e outubro. Árvore muito ornamental, de bela floração amarela. Em regiões quentes, a perda de folhas não é tão vantajosa, pois permite a passagem total de luz. A copa paucifoliada (rala) não deve ser submetida a poda severa, por descaracterizar a planta. Sofre com geadas.

8.8.3.6. *Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb., Myristicaceae – bicuíba

Árvore de grande porte, normalmente com 20 m de altura, copa elíptica e semicaducifólia. Espécie secundária tardia, de crescimento lento a moderado. Ocorre no interior da floresta, alcançando o dossel, prefere solos não hidromórficos e mais argilosos. A floração ocorre principalmente entre janeiro e abril. Aceita a poda. Árvore muito ornamental, de bela copa. Seu grande crescimento vertical a torna recomendada para praças e grandes áreas livres. Não suporta geada e quando jovem necessita de leve sombreamento.

8.9. Considerações finais

A arborização urbana depende do conhecimento aprofundado das características morfológicas das espécies, permitindo selecionar árvores compatíveis com as condições específicas do espaço urbano. A adequação entre o porte da planta, arquitetura da copa, sistema radicular e as limitações do meio urbano é essencial para reduzir conflitos com a infraestrutura e assegurar o bom desenvolvimento das árvores.

Outro aspecto fundamental é compreender o grupo sucessional ao qual cada espécie pertence, já que isso influencia seu comportamento, resistência e longevidade no ambiente urbano. Espécies pioneiras e secundárias iniciais, de rápido crescimento, são mais utilizadas, mas sua fragilidade estrutural e vida curta exigem cautela. Por outro lado, espécies secundárias tardias e climácicas apresentam maior resistência, embora sejam ainda pouco empregadas em ruas e calçadas em razão das condições restritivas das cidades.

Assim, torna-se necessário ampliar o uso de espécies nativas adaptadas, além de estimular pesquisas para identificar alternativas que ofereçam maior resiliência e diversidade à arborização. Um planejamento criterioso, aliado ao manejo adequado, garante a prestação de serviços ecossistêmicos, o bem-estar da população e a conservação da biodiversidade no ambiente urbano.

8.10. Referências

- [1] Lilly SJ. Guia de estudo para a certificação do arborista. Champaign (IL): International Society of Arboriculture; 2015.
- [2] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE; 1992. (Séries Manuais Técnicos em Geociências, n. 1).

- [3] Leite PF, Klein RM. Vegetação. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: Região Sul. v. 2. Rio de Janeiro: IBGE; 1990.
- [4] Klein RM, Hatschbach G. Fitofisionomia e notas complementares sobre o mapa fitogeográfico de Quero-Quero (Paraná). Bol Par Geoc. 1970;28(29):159-88.
- [5] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil: informações ambientais [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais.html>
- [6] Hirons A, Sjöman H. Tree species selection for green infrastructure: a guide for specifiers [Internet]. Issue 1.3. Trees & Design Action Group; 2019 [acesso 27 dez. 2020]. Disponível em: tdag.org.uk/uploads/4/2/8/0/4280686/tdag_speciesguidev1.4.03.pdf
- [7] Sjöman H, Hirons A, Sjöman FD. Criteria in the selection of urban trees for temperate urban environments. In: Ferrini F, Van Den Bosch CCK, Fini A, editors. Routledge handbook of urban forestry. London; New York: Routledge; 2017. p. 224-36.
- [8] Roderjan CV, Barddal ML. Arborização de ruas de Curitiba-PR: guia prático para a identificação das espécies. Curitiba: FUPEF; 1998.
- [9] Ferri MG. Botânica: morfologia externa das plantas. 15ª ed. São Paulo: Nobel; 1983.
- [10] Vidal WN, Vidal MRR. Botânica organografia: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamas. Viçosa: Ed. UFV; 2000.
- [11] Raven PH, Evert RF, Eichorn SE. Biologia vegetal. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006.
- [12] Gonçalves EG, Lorenzi H. Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. 2ª ed. Nova Odessa: Plantarum; 2011.
- [13] Hallé F. Arquitectura de los árboles. Bol Soc Bot México. 2010;45(3-4):405-18.
- [14] Seitz RA. A poda de árvores urbanas. Curitiba: FUPEF; 2003. (Série Técnica, n. 19).
- [15] Gonçalves W, Paiva HN. Silvicultura urbana: implantação e manejo. Viçosa: Aprenda Fácil; 2006.
- [16] Biondi D, Althaus M. Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF; 2005.
- [17] Teixeira T. Arborização urbana na Bacia Tietê-Jacaré: semente dos saberes. Jahu: Instituto Pró-Terra; 2013.
- [18] Lasserre SR, Vairetti M, Lasserre ENE. Crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze, em distintos tipos de suelos de Puerto Piray, Misiones. IDIA. 1972;7:36-45.
- [19] Bolfoni D, Galvão F, Durlo MA. Influência da profundidade do lençol freático no crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: Congresso Florestal Estadual; 1980; Nova Prata. Anais. Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata; 1980. p. 104-12.
- [20] Harris RW. Arboriculture: integrated management of landscape trees, shrubs and vines. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall; 1992.
- [21] Gartland L. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos; 2010.
- [22] Roik M, Machado AS, Filho AF, Sanquetta CR, Ruiz ECZ. Aboveground biomass and organic carbon of native *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Floresta e Ambiente. 2020; 27(3):1-9.
- [23] Brun FGK. Avaliação do potencial de estoque de carbono por sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L. P. Queiroz) na arborização viária de Maringá – PR [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; 2012.

- [24] Larcher W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: Rima; 2001.
- [25] Zamproni K, Biondi D, Lima Neto EM, Martini A. Efeito das variáveis meteorológicas sobre a fenologia de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze na arborização urbana de Curitiba-PR. Rev SBAU. 2013;8(2):1-14.
- [26] Calfapietra C, Guidolotti G, Churkina G, Grote R. Urban tree physiology: methods and tools. In: Ferrini F, Van Den Bosch CCK, Fini A, editors. Routledge handbook of urban forestry. London; New York: Routledge; 2017. p. 338-62.
- [27] Marengo RA, Lopes NF. Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 3ª ed. Viçosa: Ed. UFV; 2013.
- [28] Kerbauy GB. Fisiologia vegetal. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2008.
- [29] Taiz L, Zeiger E. Fisiologia vegetal. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2012.
- [30] Burkart A. Leguminosas mimosóideas. In: Reitz R, editor. Flora ilustrada catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues; 1979.
- [31] Fleig M. Anacardiáceas. In: Reitz R, editor. Flora ilustrada catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues; 1989.
- [32] Longhi RA. Livro das árvores: árvores e arvoretas do Sul. Porto Alegre: L&PM; 1995.
- [33] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 1. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora; 2016.
- [34] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. v. 1. Colombo: Embrapa Florestas; 2003.
- [35] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. v. 2. Colombo: Embrapa Florestas; 2006.
- [36] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. v. 3. Colombo: Embrapa Florestas; 2008.
- [37] Delprete PG, Smith LB, Klein RM. Rubiáceas. In: Reitz R, organizador. Flora ilustrada catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues; 2005. v. 2. p. 345-842.
- [38] Barbieri RL, Heiden G. Árvores de São Mateus do Sul e região. Brasília (DF): Embrapa Informação Tecnológica; 2009.
- [39] Nery FSG. Propagação vegetativa de *Psychotria nuda* (Cham. & Schltdl.) Wawra (Rubiaceae) nas quatro estações do ano [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2010.
- [40] Universidade Federal de Santa Catarina. Flora digital UFSC: *Calliandra foliolosa* Benth. [Internet]. Florianópolis: UFSC; [acesso 5 nov. 2020]. Disponível em: https://floradigital.ufsc.br/open_sp.php?img=1924

Capítulo 9

ARBORIZAÇÃO URBANA E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Por Ana Carolina Boschetti, Charles Costa Coelho, Flavia Gizele König Brun, Tatiele Anete Bergamo Fenilli e Karin Esemann de Quadros

9.1. Destaques deste capítulo

1. Serviços ecossistêmicos são os processos naturais, obtidos da natureza, que desencadeiam uma série de benefícios, que podem ser utilizados pela sociedade;
2. A arborização urbana presta serviços ecossistêmicos em ruas, praças, parques, jardins e APPs como margens de rios, nascentes e topos de morros;
3. Os serviços ecossistêmicos incluem suporte, provisão, regulação e cultura com exemplos como filtragem do ar, habitat da fauna, controle térmico, interceptação da chuva, prevenção da erosão, ciclagem de nutrientes, bem-estar e lazer;
4. A arborização urbana proporciona serviços ecossistêmicos culturais, promove o turismo, gerando renda para o município, além de ser um importante instrumento de preservação e conservação do patrimônio histórico;
5. Os serviços ecossistêmicos podem gerar enormes economias financeiras quando geridos e mensurados de forma adequada.

9.2. Introdução

Atualmente muito se tem comentado sobre os Serviços Ecossistêmicos (SE) e o que implicam socialmente. Este capítulo abordará o conceito de serviços ecossistêmicos, quando surgiu e por que esse tema é tão importante para a arborização urbana.

Deve-se ter em mente que os serviços ecossistêmicos estão em todo lugar! Sabe aquele dia quente em que se estaciona o carro à sombra de uma árvore no centro da cidade? Então, essa árvore está prestando um serviço, entre muitos, como amenizar a temperatura e resfriar as superfícies, por exemplo. Mas antes de entrar em detalhes de como os SE afetam a vida da sociedade, que tal uma revisão de conceitos?

9.3. O que são Serviços Ecosistêmicos?

A primeira vez que o termo “serviços da natureza” apareceu na literatura acadêmica foi em 1977, no livro *Quanto valem os serviços da natureza?* Como sinônimo de “serviços da natureza”, o termo “serviços ecossistêmicos” apareceu pela primeira vez em 1983 [1].

No entanto, em 1997, um estudo publicado revolucionou o termo Serviços Ecosistêmicos, sendo este definido como “*os benefícios para a população humana decorrentes, direta ou indiretamente, das funções ecossistêmicas*” [2]. A definição mais apropriada para o termo seria “*as condições e os processos através dos quais os ecossistemas naturais, e as espécies que o compõem, sustentam e beneficiam a vida humana*” [3]. Também podem-se definir os serviços ecossistêmicos como a capacidade dos processos naturais e seus componentes de fornecer produtos e serviços que satisfaçam as necessidades humanas [4], ou como um conjunto de funções ecossistêmicas importantes para a sociedade [7]. Outros autores [8] os definem como os benefícios que a sociedade reconhece como obtidos a partir dos ecossistemas, que suportam, direta ou indiretamente, sua sobrevivência e qualidade de vida.

Assim, entende-se por “serviços ecossistêmicos” os processos naturais que desencadeiam uma série de benefícios, os quais podem ser utilizados direta ou indiretamente pela sociedade, que se dividem (Figura 1) em suporte, provisão, regulação e cultural.

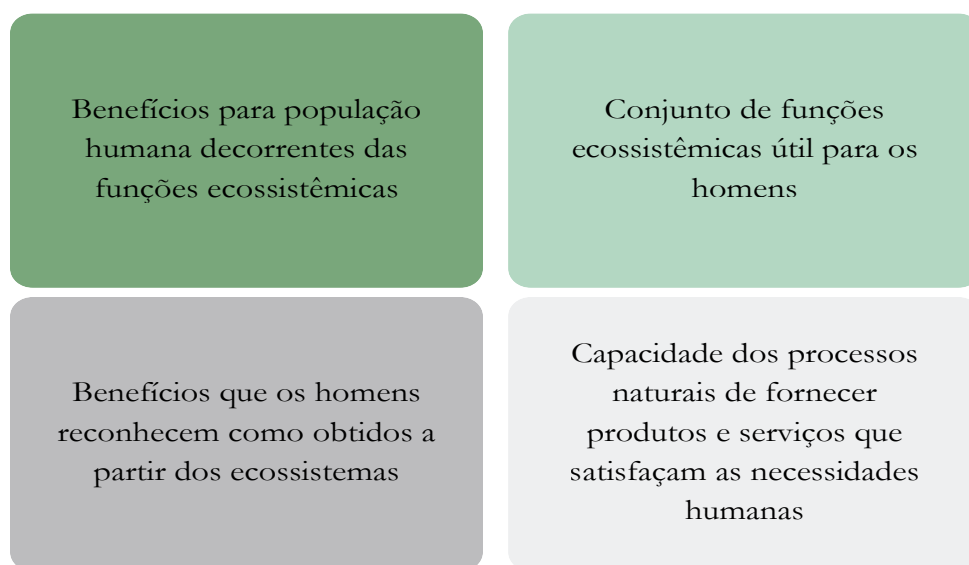
Figura 9.1 – Divisão dos Serviços Ecosistêmicos conforme estabelecido pela *Millennium Ecosystem Assessment*.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Distinguir esses conceitos facilita compreender que, para os ecossistemas continuarem produzindo serviços ecossistêmicos, é necessária a ação humana por meio dos serviços ambientais, que podem, por exemplo, ser o plantio de árvores em espaços públicos e a recomposição da vegetação de Áreas de Preservação Permanente (APPs), permitindo dessa forma a estabilização das margens e infiltração adequada das águas da chuva, evitando a ação de enxurradas e a erosão.

Resumidamente, serviços ecossistêmicos são os benefícios que os seres humanos obtêm através da natureza (Figura 2).

Figura 9.2 – Resumo dos conceitos de Serviços Ecossistêmicos.

Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

É fato e pode-se argumentar que a ideia de que os sistemas naturais proporcionam benefícios que sustentam o bem-estar humano é tão antiga quanto os próprios seres humanos. Neste contexto se insere a arborização urbana, como uma importante prestadora de serviços ecossistêmicos nas cidades, incluindo não só as árvores plantadas ao longo de vias públicas, mas também em praças, parques, jardins públicos, as florestas urbanas, os jardins verticais, os telhados verdes e a vegetação de APPs, como em margens de rios, riachos, lagos, ao redor de nascentes e em topo de morros.

Quem nunca se sentou à sombra de uma árvore para descansar ou experimentou o ar puro e fresco proporcionado por um parque repleto de árvores? Quem nunca decidiu estacionar seu carro debaixo de uma árvore frondosa? Esses são alguns dos Serviços Ecossistêmicos mais comuns. A seguir serão listados mais alguns desses benefícios.

9.4. Exemplos de Serviços Ecossistêmicos prestados pela arborização urbana de uma cidade

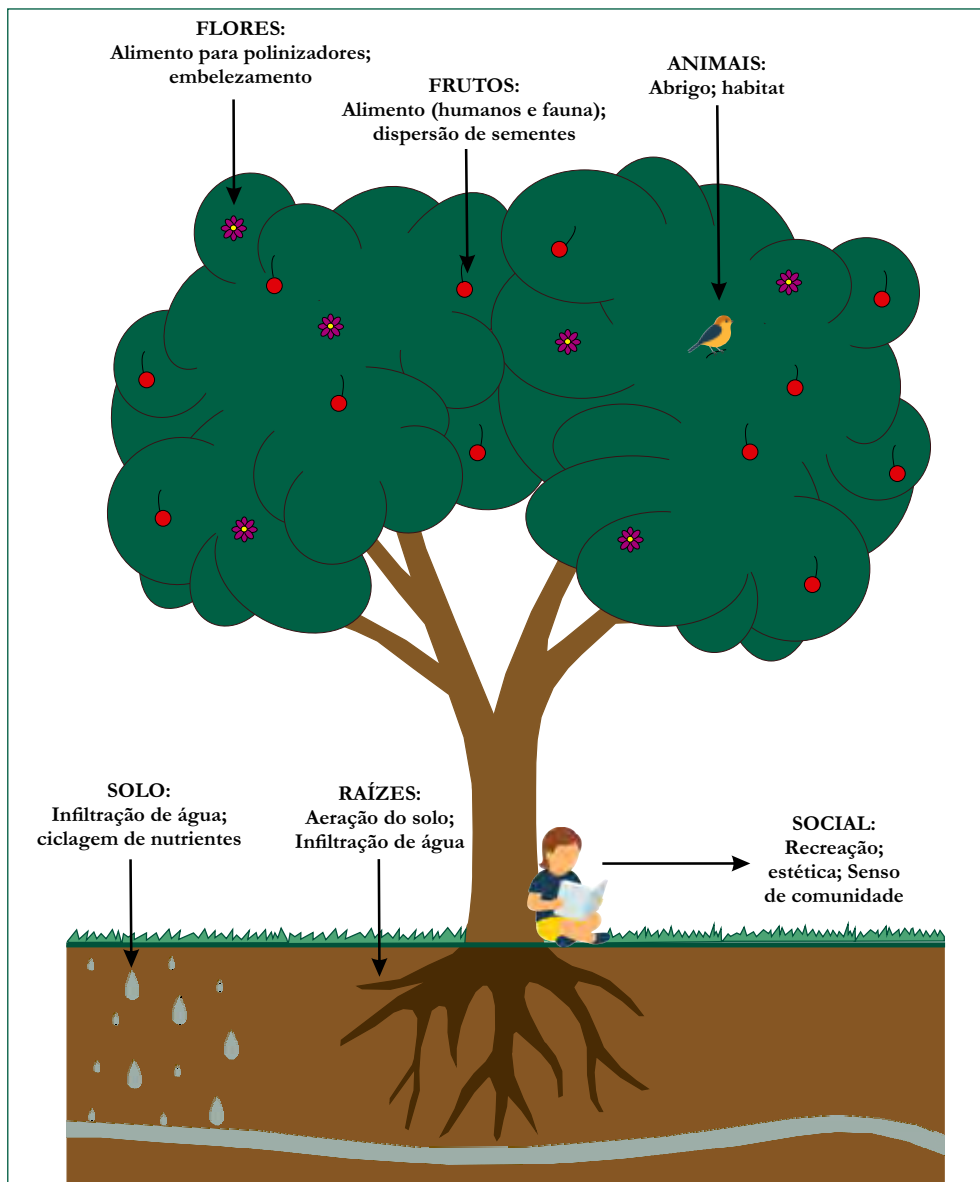
Sabendo que os serviços ecossistêmicos são um processo natural gerador de benefícios para o ser humano, a arborização urbana é uma das fontes provedoras desses serviços (Figura 3), pois cicla nutrientes, serve de abrigo e habitat para a fauna, filtra poluentes, filtra a água da chuva, realiza a aeração do solo, além dos benefícios sociais (melhora o humor, tem função recreativa e estética).

Além dos serviços ecossistêmicos prestados para os habitantes das cidades, a arborização urbana promove a quebra da artificialidade do meio. O fato de revegetar e fazer paisagismo adequado em áreas desvalorizadas pode contribuir para a revalorização desses espaços contemporâneos e a valorização de imóveis no entorno.

Os serviços ecossistêmicos urbanos são gerados em um conjunto diversificado de habitats, que incluem: espaços verdes, como parques, florestas urbanas, terrenos baldios, jardins, áreas de *campi*, aterros sanitários; e espaços azuis, incluindo riachos, lagos, lagoas, valas artificiais e lagoas de retenção

de águas pluviais [7]. Portanto, são geralmente caracterizados por uma alta intensidade de demanda/uso devido a um número muito grande de beneficiários locais imediatos, comparados, por exemplo, aos serviços ecossistêmicos gerados em áreas rurais distantes de áreas densamente povoadas.

Figura 9.3 – Serviços ecossistêmicos prestados pela arborização urbana.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

O grande número de serviços ecossistêmicos, ecológicos e econômicos oferecidos pela arborização urbana incluem sequestro de carbono, redução de ilhas de calor, melhoria da qualidade do ar, habitat de vida selvagem, economia nos custos de serviços públicos e melhoria do valor da propriedade.

A seguir estão elencados alguns serviços ecossistêmicos dos espaços verdes e azuis:

9.5. Regulação do microclima

A vegetação de parques urbanos e praças, telhados verdes (Figura 4) e paredes verdes/jardins verticais reduzem o efeito das Ilhas de Calor Urbanas [8].

Elementos climáticos como a intensidade de radiação solar, a temperatura, a umidade relativa do ar, a precipitação e a circulação do ar, entre outros, são afetados pelas condições de artificialidade do meio urbano. Embora uma árvore sozinha não afete muito o seu entorno em termos climáticos, grupos de árvores ou mesmo muitas árvores espalhadas podem ser muito eficientes na melhoria microclimática, contribuindo assim para a condição humana de conforto [9].

O efeito do sombreamento das árvores no resfriamento passivo das ruas é eficiente quando a rua tem árvores de grande porte que se igualam com a altura dos edifícios [10]. O sombreamento da vegetação é o mais significativo, reduzindo a importância dos efeitos de geometria e da orientação do espaço urbano, diminuindo a assimetria das sombras decorrentes da orientação do eixo da rua. Portanto, a cidade deve ser sombreada durante o período quente, limitando-se a incidência dos raios solares em, pelo menos, 2/3 da área dos caminhos de pedestres, praças e estacionamentos.

Com base nestes aspectos, os espaços urbanos arborizados com espécies de pequeno porte sofrem mais os efeitos indesejáveis do clima do que os que utilizam espécies de grande porte, que produzem microclimas mais amenos em regiões tropicais.

Em ambientes externos, a atenuação da radiação solar incidente tem papel fundamental na redução das temperaturas. Para um conforto térmico em espaços públicos, deve-se observar a arquitetura das árvores, pois copas densas e baixas dificultam a circulação do vento sob as mesmas e fazem com que o calor fique retido nesses locais, podendo não permitir que níveis de conforto sejam alcançados [11].

O comportamento térmico da vegetação melhora ainda o desempenho térmico das edificações, pois as folhas absorvem 90% da energia solar, que é transformada em energia química potencial, por meio da fotossíntese, e apenas uma pequena parte é refletida. Por outro lado, elementos inertes, como superfícies totalmente pavimentadas, apresentam uma refletância e transmissão de energia muito elevada [12].

A vegetação arbórea no ambiente urbano utiliza uma parte significativa (cerca de 60 a 75%) da energia solar no processo de evapotranspiração. Esse “gasto” de calor na evaporação da água resulta em uma redução da temperatura ambiente, pois uma árvore isolada, se tiver um bom suprimento de água, pode transpirar até 400 litros em um dia [13].

A vegetação reflete apenas de 10 a 25% da radiação incidente, enquanto as superfícies artificiais podem refletir até 50% dessa radiação, gerando o aquecimento do ar e de objetos próximos.

Figura 9.4 – Telhado verde como serviço ecossistêmico.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

A umidade relativa do ar sob a vegetação é entre 3 e 10% maior que nos espaços não vegetados, verificando-se as maiores diferenças no período do verão. Este efeito é proporcional à densidade foliar da vegetação, disponibilidade de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera e a umidade do solo e no interior da planta [14].

A estrutura da planta modifica a ação da precipitação, alterando a quantidade de umidade que chega ao solo, uma vez que, sob árvores isoladas e agrupamentos arbóreos, existe maior precipitação próxima à periferia das copas, sendo alterada sua distribuição conforme a incidência do vento. Alguns estudos, por exemplo, em Manchester, Inglaterra, mostram que um aumento de 10% na cobertura do dossel urbano pode resultar em uma redução de 3-4 °C na temperatura ambiente [15] e economizar grande quantidade de energia usada por aparelhos de ar-condicionado [16].

O efeito de resfriamento provocado pelas árvores nas cidades pode contribuir significativamente para reduzir a necessidade de combustíveis fósseis para fins energéticos e minimizar a emissão de gases de carbono no ar [17].

Em termos de planejamento da arborização urbana visando à melhoria da qualidade climática e, por conseguinte, das ilhas de calor urbano, deve-se observar as seguintes características das espécies a serem empregadas para esta finalidade:

- a) Copa densa (observando-se sempre a questão da estacionalidade);
- b) Porte da árvore de médio a grande;
- c) Árvores com grandes áreas de copa como as de formato arredondado, umbeliforme (formato de guarda-chuva) e irregular.

A influência das árvores no ciclo hidrológico urbano ocorre na interceptação da chuva, no processo de evapotranspiração, no escoamento superficial e na infiltração da água no solo, de forma que os solos cobertos com vegetação possibilitam mais evapotranspiração, mais infiltração e menos escoamento superficial. A interceptação da precipitação e contenção de inundações pelas árvores e pelos solos permeáveis em áreas urbanas pode ser crucial para reduzir a pressão sobre o sistema de drenagem e diminuir o risco de inundações de águas superficiais [18].

Nos solos das cidades, onde a vegetação foi substituída por construções e o solo foi impermeabilizado pelo cimento e pelo asfalto, não existe quase nada de evapotranspiração (embora exista evaporação), a água não se infiltra e o escoamento superficial é intenso, isto é, quase toda a água escorre pelas ruas. Quando o sistema de drenagem da cidade (bocas de lobo, galerias pluviais) não funciona bem, toda essa água ficará concentrada nas partes baixas da cidade, razão pela qual bastam poucos minutos de chuva intensa para que ocorram grandes alagamentos. Uma cidade bem arborizada poderá apresentar um ciclo hidrológico mais dinâmico, mitigando esses fenômenos negativos [19].

Paisagens urbanas com 50-90% de cobertura impermeável do solo podem perder 40-83% da precipitação recebida para o escoamento superficial, enquanto as paisagens florestais perdem apenas 13% do volume da precipitação de eventos semelhantes [20]. Um exemplo da importância da arborização urbana na minimização dos efeitos causados pelas enchentes é a avaliação de interceptação da precipitação de sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*) e tipuana (*Tipuana tipu*),

implantadas na arborização do *Campus* da ESALQ, em Piracicaba (SP), e que foram capazes de interceptar até 60% de água da chuva na extremidade e no centro da copa [21].

Para que se faça uso da arborização urbana como uma ferramenta auxiliar na contenção de inundações urbanas, necessita-se observar alguns aspectos na seleção das espécies, como:

- a) Copa densa e perene;
- b) Folhas pilosas ou com baixa cerosidade;
- c) Árvores cuja copa atinjam grandes áreas;
- d) Árvores que, preferencialmente, tenham casca grossa e fissurada.

9.6. Melhoria da qualidade do ar

Em relação à melhoria da qualidade do ar nas cidades, a arborização urbana contribui captando ou retraindo materiais particulados e na adsorção e reciclagem de gases através de mecanismos fotossintéticos. Em ruas bem arborizadas, a vegetação pode reter até 70% da poeira em suspensão e, mesmo no inverno, estando desfolhadas, as árvores caducifólias retêm até 60% da poeira [22].

Uma das principais vantagens associadas às árvores e florestas urbanas é a melhoria da qualidade do ar, principalmente quanto à renovação e produção de oxigênio (O_2). A produção de oxigênio pelas florestas urbanas nas cidades de Atlanta e Nova Jersey, nos Estados Unidos, seria de 86.000 t ano⁻¹ e 2.000 t ano⁻¹ respectivamente, que corresponde ao consumo de 88% da população de Atlanta e 3% da população de Nova Jersey. Para atender à demanda de um adulto nestas cidades, com um consumo médio diário de 1,85 kg dia⁻¹ de O_2 , seria necessária a implantação de 26 árvores em Atlanta e 19 árvores em Nova Jersey, sendo que esta variação se deve ao número de árvores saudáveis, taxa de crescimento e distribuição dos diâmetros dentro da composição [23].

Porém, estes autores salientam que, em termos de danos ambientais provocados por poluentes atmosféricos, o benefício gerado pela produção de oxigênio pelas árvores urbanas é praticamente insignificante, devido ao percentual de 21% de oxigênio na atmosfera se encontrar extremamente estável e sem a interferência humana em seu ciclo. Entretanto, o dióxido de carbono (CO_2), que contribui com apenas 0,03% na atmosfera, é altamente vulnerável ao impacto das atividades humanas na sua circulação atmosférica.

A capacidade das árvores de reciclar gases, como o CO_2 , um dos principais gases causadores do efeito estufa, é responsável por inúmeras mudanças climáticas que estão se processando mundialmente, é inquestionável.

No Sul do Brasil, estudos de sequestro de carbono por árvores urbanas apontam que algumas espécies nativas como a sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*) podem chegar a uma conversão de até 62% da sua biomassa em carbono estocado, especialmente na madeira. Em cidades com arborização urbana com a espécie, como Maringá (PR), verificaram-se valores de 31.725,9 toneladas de CO_2 sequestrado, com um potencial de mitigar as emissões de 78,2% da frota veicular urbana do município no período de um ano [24].

O sequestro do carbono é realizado graças à fotossíntese, mecanismo pelo qual as plantas quebram a molécula de água usando a energia da luz solar, liberando o oxigênio e utilizando o hidrogênio para as sínteses biológicas, principalmente de glicídios, com o gás carbônico absorvido [25]. Deve-se considerar, portanto, a função fotossintética como base da vida, que constitui a única fonte hoje conhecida como regeneração do principal elemento da respiração e, por isso, a enorme importância que apresenta a manutenção e criação de espaços verdes [26].

No Brasil, o potencial de sequestro de carbono pela arborização urbana é uma condicionante fundamental para a resiliência urbana e para que se atinjam objetivos de políticas públicas voltadas à mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, pois 87,4% da população vive em áreas urbanas (cerca de 177,5 milhões de habitantes), sendo responsável por 3,1% das emissões globais de CO₂, das quais 70,0% são de origem urbana do país [27,28].

Para maior eficiência das árvores no processo de atenuação ou despoluição atmosférica, deve-se observar algumas normas [18] na implantação destas:

- 7) Os plantios devem ser perpendiculares à direção do vento;
- 8) Deve-se optar por plantas de copa aberta e permeável, combinadas com barreiras densas;
- 9) Os plantios devem ser concêntricos em torno da fonte poluidora.

Porém, a presença de elementos poluidores no ar pode influenciar no estabelecimento e crescimento da vegetação. Estudos realizados em cidades como São Paulo apontam como principais efeitos decorrentes da poluição sobre o vigor de árvores urbanas, a redução nas taxas de crescimento, em torno de 30 a 40%, quando comparadas a árvores implantadas em áreas com menores índices de poluição, limitando os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas mesmas em termos de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas [29].

Portanto, é de grande valia o estudo de espécies resistentes à poluição para que estas sirvam como filtros para a poluição atmosférica e os exemplares implantados no ambiente urbano se desenvolvam no seu máximo vigor [19]. Neste sentido é de suma relevância o desenvolvimento de campos de teste para aclimação e avaliação de espécies à condição urbana.

Para a elaboração e execução de um plano de arborização urbana no qual se objetiva a melhoria da qualidade do ar devem-se estimular as seguintes características das espécies selecionadas, em especial nas vias públicas (ruas):

- a) Que possuam copa densa e perene;
- b) Que tenham folhas pilosas;
- c) Que tenham porte de médio a grande (pois uma maior área de copa capta mais poluentes).

Os serviços ecossistêmicos referentes à melhoria da qualidade do ar propiciado pelas árvores urbanas nesta década ganharam mais relevância durante o cenário da pandemia de COVID-19, que se iniciou no final de 2019. A pandemia reforçou a necessidade de repensar o planejamento da arborização urbana, tendo em vista o período pós-pandemia, no qual os gestores da arborização deveriam mirar em cidades mais saudáveis. Para isso, é crucial o aumento das infraestruturas verdes urbanas, em termos de uma melhor distribuição das áreas, ou seja, a multiplicação de parques de vizinhanças e pequenas áreas verdes, para que se aumente a acessibilidade da população a estes espaços.

Devem-se estudar e propor modelos de urbanização que permitam infraestruturas de exercícios com fluxo e baixa densidade de pessoas, evitando as aglomerações vistas atualmente nos grandes parques, nas praças e ruas [30].

9.10. Conservação da biodiversidade no meio urbano

O adensamento urbano leva à formação de inúmeros microecossistemas, os quais refletem diretamente na fauna urbana, resultante de fatores tanto ecológicos como históricos e, portanto, não originada somente pela depauperação da composição faunística original pelo processo de urbanização, mas também pela constante introdução de espécies [31].

A urbanização modifica a estrutura física e biótica do habitat, podendo afetar diversos processos ecológicos que envolvem a fauna e a flora nestas áreas. Como resultado da intervenção antrópica, a paisagem urbana geralmente se apresenta fragmentada em um mosaico de diferentes ambientes e tanto a estrutura da vegetação quanto a sua composição florística costumam diferir daquela originalmente presente, disponibilizando, portanto, condições e recursos distintos a serem explorados pela fauna [32].

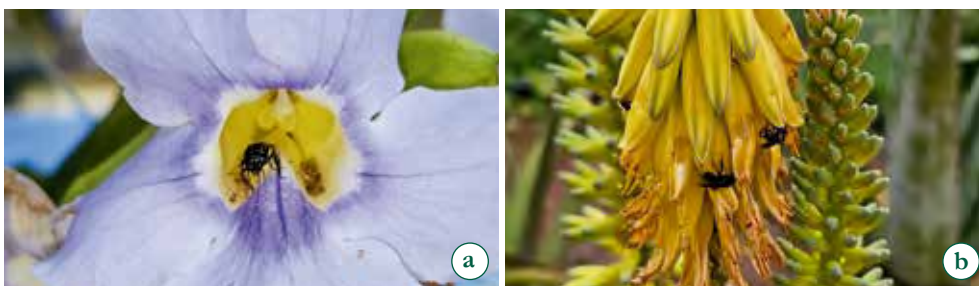
Um grupo da fauna muito importante é o das abelhas, um grupo bastante diverso de insetos voadores e importantíssimo para a ecologia de várias plantas. O serviço prestado por esses insetos é essencial para a manutenção das populações selvagens de plantas e para a produção de alimento nos ambientes agrícolas, alertando para o fato de elas estarem ameaçadas em várias regiões do mundo [33].

Com base nas especializações e peculiaridades apresentadas pelas abelhas, sugere-se que é importante o desenvolvimento de planos de manejo de arborização urbana que usem plantas ornamentais nativas com um longo período de floração, pois representa a garantia de uma fonte extra de recursos para abelhas de matas circunvizinhas, transformando o ambiente urbano em corredor ecológico, conectando fragmentos florestais próximos [34].

Um exemplo muito didático sobre a importância dos serviços ecossistêmicos prestados pelas abelhas é o filme *Bee Movie: A História de uma Abelha*, que pode suscitar uma discussão sobre polinização (Figura 5), possibilitando ao espectador reconhecer a importância dos insetos, das aves e do vento na reprodução das plantas.

Figura 9.5 – Emprego da arborização urbana na conservação de abelhas e polinizadores:

- a) Exemplo de abelha sem ferrão visitando flores de *Thunbergia grandiflora*;
- b) Exemplo de abelhas sem ferrão visitando flores de *Aloe vera*.



Fonte: Zabotto Ambiental.

Em termos de ações práticas de gestão pública sobre a relevância da arborização urbana para a conservação de espécies de abelhas nativas sem ferrão (ASFs), tem-se o exemplo da ação institucional desenvolvida no estado do Paraná, denominada **Poliniza Paraná**, que se encontra regulamentada através do “Programa Paraná Mais Verde” (Lei n. 20738/2021) [35], que coloca como ação obrigatória a criação de novas áreas verdes municipais (como parques, praças,

agroflorestas urbanas e jardins de instituições públicas), a implantação de colmeias de ASFs e, além disso, um programa de doação dessas colmeias para escolas públicas e privadas do estado visando à formação de Jardins de Mel.

A fauna no meio urbano, em especial em ambientes urbanos verdes, é uma importante ferramenta para a educação ambiental, desenvolvimento de atividades turísticas como *Birdwatching*, redução de problemas psicológicos na infância e adolescência relacionados ao Déficit de Natureza, além de ser um importante elo de conexão da população urbana com o ambiente natural, ampliando a qualidade de vida. Um caso aplicado é o estudo da percepção da população sobre as interações entre fauna e arborização urbana em bairros de Curitiba (PR), onde verificou-se que 90% dos moradores tinham relação positiva com as árvores viárias nas vias públicas na frente de suas residências, pela presença e pelo avistamento das interações da fauna com estas, destacando-se, entre os grupos de animais, as aves com 61% dos relatos da população, com foco no canto e nas cores dos animais, que transmitiam sensações de bem-estar e de proximidade com a natureza [36].

O aumento das áreas verdes causa diretamente o aumento na população de aves que, por sua vez, atrai insetos que são essenciais para a alimentação de certas espécies de aves. Além disso, um bairro bem arborizado proporciona mais abrigo e alimentação do que outros tipos de vegetação, como um pasto, por exemplo.

Neste sentido, é preciso encontrar estratégias dentro dos centros urbanos que permitam compatibilizar as exigências da vida humana e as necessidades ecológicas de outras espécies. Para isto, é necessário que haja um movimento generalizado na direção de instituir mais parques, e arborizar as cidades de forma a possibilitar a sobrevivência de uma maior diversidade de organismos [37].

A atividade da avifauna brasileira em ambientes modificados pela ação antrópica, como as áreas urbanas, tem se tornado comum. Devido à diversificação do ambiente, tendem a sofrer variações menos acentuadas de recursos, mantendo a diversidade de avifauna constante, o que explica a presença de 31% das aves brasileiras nestes ambientes [38].

A presença de avifauna e ninhos de aves em árvores urbanas é um dos principais indicadores de qualidade ambiental e de vida nas cidades. Em um estudo de inventário qualiquantitativo da arborização viária na Estância de Águas de São Pedro (SP), o percentual total de ninhos nas árvores das vias públicas foi de apenas 0,5%, sendo que as espécies que apresentaram maiores percentuais de ninhos foram: sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*) 33,3%, sabão-de-soldado (*Sapindus saponaria*) 9,5%, flamboyant (*Delonix regia*) 9,5% e demais espécies 4,8%. Isso se atribui ao fato de que a diversidade de espécies na arborização das cidades brasileiras tem sido relativamente baixa, prevalecendo a homogeneidade, em que a maioria das árvores são de poucas espécies [39,40].

Dentro deste cenário, o plano diretor de uma cidade deve levar em conta todas as vantagens que a arborização pública traz à população humana e a avifauna nativa. Portanto, deve contemplar em suas diretrizes políticas que norteiam o gerenciamento sustentável das áreas verdes, uma vegetação a mais diversificada possível quanto aos períodos de floração e frutificação e quanto ao porte (arbóreo, arbustivo ou herbáceo), bem como a possibilidade de produção de mudas pelo próprio município para garantir a viabilidade econômica das ações [41].

As principais funções desenvolvidas pela arborização na manutenção da fauna nos centros urbanos são de garantir o abrigo e principalmente a diversificação de fontes de alimentação (Figura 6).

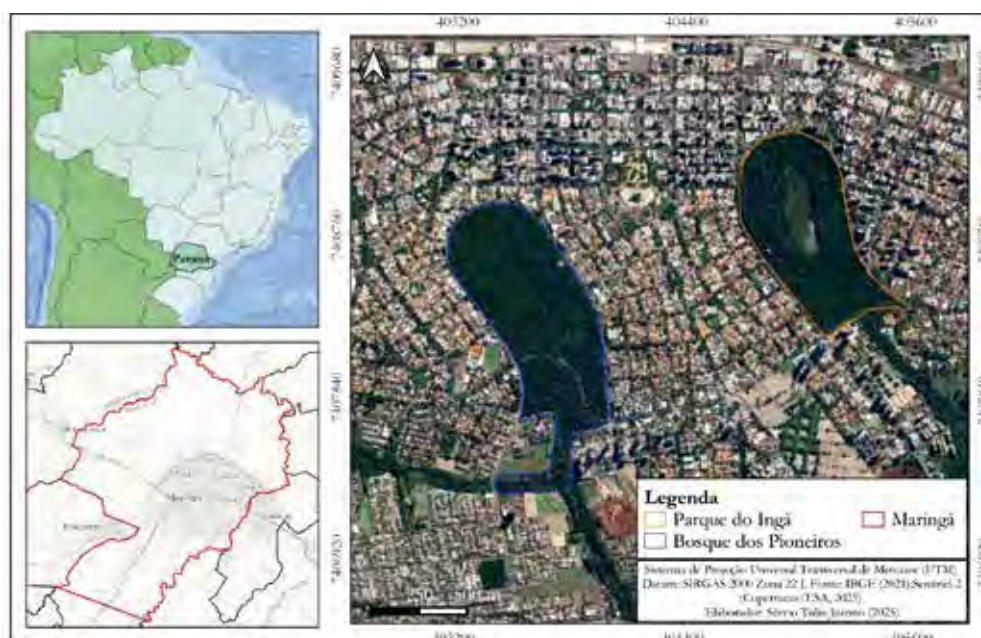
Figura 9.6 – Arborização como função de abrigo e alimentação para a avifauna. João-de-barro (*Furnarius rufus*) com ninho (casa) em galho de paineira (*Ceiba speciosa*).



Fonte: Zabotto Ambiental.

A arborização urbana também desempenha a importante função de complemento de fontes alimentares para espécies típicas de matas nativas circundantes aos centros urbanos. Coloca-se em primeira importância o aumento de áreas verdes, parques e arborização de vias públicas, para uma maior diversificação das fontes alimentares e de condições para a manutenção da biodiversidade da fauna urbana. Como exemplo desta ação pode ser citado o caso de Maringá (PR) (Figura 7).

Figura 9.7 – Vista da arborização de vias públicas e suas conectividades que servem como corredor ecológico da avifauna até as áreas de parques urbanos como o Parque Municipal do Ingá e o Bosque dos Pioneiros, em Maringá (PR).



Fonte: Sérgio Justino; IBGE; Zabotto Ambiental.

Importante salientar que se deve almejar uma maior diversificação de espécies vegetais nos planos de arborização, priorizando o emprego de espécies típicas da flora nativa e de caráter perene, para diminuir a rotatividade de práticas de jardinagem, como a substituição de espécies, o que pode ocasionar a perda de fontes alimentares para entomofauna, gerando a migração e redução de espécies.

Em especial, recomenda-se, para arborização de vias públicas, a não utilização de uma espécie única para arborização da via, mas sempre mais de uma, pois estas árvores terão como função servir de corredor ecológico urbano para a fauna no ambiente, em específico para praças, áreas verdes e parques.

A elaboração e implementação de planos de arborização que visem à manutenção e promoção da biodiversidade de fauna no meio urbano deve observar as seguintes características nas espécies selecionadas para plantio:

- a) Copa ampla e com grande área, com muita ramificação;
- b) Floração vistosa;
- c) Frutos carnosos;
- d) Que preferencialmente sejam nativas do bioma local.

9.11. Serviços ecossistêmicos culturais

A atividade turística representa a principal fonte de renda de diferentes cidades, em diversos continentes. Quando bem desenvolvida, não gera apenas o aumento do rendimento e fortalecimento na economia, mas também sustenta projetos de revitalização urbana, podendo ser um importante instrumento de preservação e conservação do patrimônio histórico, cultural e ambiental [42,43].

Diante do reconhecimento global e crescente dessa tendência, surgem os conceitos de “Turismo Verde Urbano” e de “Ecoturismo Urbano”. Ambos os casos surgiram a partir da necessidade de valorizar e revitalizar as áreas verdes urbanas para que turistas e residentes pudessem usufruir desses espaços [41,44]. Florestas urbanas têm a capacidade de aumentar significativamente a beleza das áreas urbanas e melhorar a experiência dos turistas, funcionando tanto como um fator importante na atração de turistas quanto como um complemento de outros ímãs do turismo urbano. No Brasil, apesar de diversas pesquisas científicas apontarem a importância das árvores nos ambientes urbanos, poucos municípios conhecem as espécies presentes em sua composição florestal. Desse modo, é necessário o incentivo a políticas públicas que estabeleçam diretrizes para essa demanda, garantindo assim seus serviços ambientais e ecossistêmicos [40,45].

Diante deste contexto, entre desafios e oportunidades, a árvore pode ser considerada um dos elementos mais notáveis da paisagem, pois possui um forte apelo estético no meio urbano. Sua arquitetura, formas, cores e volumes se integram ao tecido urbano e o harmonizam. Quando incorporada ao sistema viário, sua função paisagística desperta os olhares dos pedestres, condutores de veículos e passageiros, podendo vir a compor o patrimônio histórico-cultural em municípios (Figura 8).

Figura 9.8 – Exemplos da apropriação cultural da árvore no imaginário e cotidiano da população de alguns municípios no Sul do Brasil: a) Araucária (*Araucaria angustifolia*) no brasão de armas e na bandeira de Curitiba (PR); b) As araucárias e o xaxim (*Dicksonia sellowiana*) no brasão de armas e na bandeira de Xaxim (SC); c) Ipê-roxo (*Handroanthus avellanae*) no brasão de armas e na bandeira de Santa Maria (RS).



Fonte: a) Prefeitura Municipal de Curitiba; b) Prefeitura Municipal de Xaxim; c) Prefeitura Municipal de Santa Maria.

Entre espécies de paisagens rurais do entorno urbano, e também empregada na arborização de áreas verdes públicas (praças e parques urbanos), a Araucária (*Araucaria angustifolia*), por sua imponência, forma de copa e apelo afetivo de fauna e raridade da espécie, ainda associada à memória afetiva ligada ao consumo do pinhão, é de relevante destaque cultural nos três estados do Sul do Brasil, sendo considerada árvore símbolo em vários municípios.

Em Curitiba (PR), a espécie, além de fazer parte dos símbolos oficiais do município, possui presença em parques e praças, em elementos decorativos da infraestrutura urbana de calçadas (como os mosaicos de calçada em formato do pinhão – rosácea pinarista de Lange), os quais são considerados Patrimônio Imaterial do Movimento Paranista. A araucária também está presente em souvenirs turísticos e existem instrumentos de políticas públicas próprios para a garantia da sua presença e conservação na arborização urbana pública e em espaços privados. É o caso da Lei n. 13.354/2010, que institui a araucária como árvore símbolo de Curitiba, prevendo benefícios através de isenções fiscais a proprietários de lotes privados e incorporadoras da construção civil que preservem e incorporem as árvores da espécie em seus projetos.

Em Curitiba, o Turismo Verde Urbano vem sendo desenvolvido desde a década de 1990, porém, se consagrando como um destino turístico verde urbano principalmente a partir dos anos 2000, pelos massivos investimentos na ampliação de áreas verdes. Atualmente, Curitiba tem 44 parques distribuídos na malha urbana e, destes, 15 estão incluídos na rota turística urbana (Linha Turismo) [46].

O turismo de lazer, no qual se enquadra o verde urbano, dobrou a participação das pessoas nos últimos seis anos na capital paranaense, o que resultou no recebimento de mais de 7.400.000 turistas com uma taxa média de consumo diário de US\$ 286,92 por turista e um Produto Interno Bruto PIB na ordem de US\$1.718.367.360,00 e, no ano de 2024, passou a configurar entre os 30 melhores roteiros turísticos urbanos do mundo pelo *ranking* da *Lonely Planet* [47,48].

Assim, a temática Cidade × Arborização destaca-se como uma tendência do segmento turístico, no qual o visitante desfruta das oportunidades que a cidade moderna oferece em um ambiente favorecido pelos diferentes benefícios promovidos pelas árvores. Porém, é necessária a realização de um planejamento que englobe a arborização urbana com o turismo.

9.11.1. Valoração de serviços ecossistêmicos: por que e como avançar?

Em relação ao conceito e classificação dos serviços ecossistêmicos, ainda não existe um conceito fechado do que seja, bem como um modelo único para sua classificação, apesar do crescimento exponencial de pesquisas sobre o tema [49].

Se os serviços ecossistêmicos são aqueles prestados pela vegetação urbana, como a redução de consumo energia, é possível quantificar e valorar esses serviços? Sim, é possível. Existem vários estudos em todo o mundo e principalmente nos Estados Unidos sobre essa problemática. No Brasil, existem alguns estudos sobre compensações ambientais, mas nada ainda muito preciso.

9.11.2. Como o valor de um serviço ecossistêmico pode ser expresso?

O valor de um serviço ecossistêmico pode ser expresso em unidades monetárias, de tempo, de trabalho ou em termos relativos, usando uma variedade de indicadores [50]. A compreensão da complexidade dos valores econômicos, culturais e sociais é cada vez mais incorporada na tomada de decisões, embora ainda seja algo primitivo.

A abordagem mais ampla, que inclui explicitamente valores não relacionados ao mercado, principalmente de serviços reguladores e culturais, está sendo elaborada em muitos lugares com o objetivo de integrar os objetivos de sustentabilidade ecológica, justiça social e eficiência econômica ao processo decisório público e privado [51,52].

A valoração dos serviços ecossistêmicos em ambientes urbanos é um poderoso exemplo de como a interação espacial do capital humano, natural, construído e social pode contribuir muito para o bem-estar da população.

9.12. Como a cidade pode ser beneficiada financeiramente pelas árvores urbanas?

As cidades economizam muito em saúde pública e infraestrutura por terem vegetação e principalmente árvores em suas ruas, praças e outros espaços, como é o caso de Nova Iorque, que mantém áreas verdes grandes. No Brasil, ainda não existem muitos estudos sobre valoração dos serviços ambientais na arborização urbana. Mas o fato de uma cidade ser bem arborizada aumenta os serviços prestados, gerando economia. Nos Estados Unidos, por exemplo, as moradias usam 22% da energia consumida em todo o país e cerca de metade desta é destinada ao aquecimento e resfriamento. Os proprietários aproveitam o poder das árvores plantadas estrategicamente para reduzir seus gastos.

Em um estudo pioneiro sobre a valorização dos serviços ecossistêmicos, foi estimado um valor de 33 trilhões de dólares por ano para os serviços fornecidos pelos ecossistemas, considerando qual seria o investimento necessário para substituí-los, se fosse possível [2]. Essa pesquisa, que gerou polêmica na época, considerou ambientes distintos, em que foram levados em conta os serviços relacionados às questões ambientais e sociais, entre eles: regulação da poluição

atmosférica, regulação do clima, controle de erosão do solo e retenção de sedimentos, produção de alimentos, reciclagem de materiais utilizados, suprimento e armazenamento de água, formação dos solos, ciclagem de nutrientes, polinização, controle biológico de populações, refúgio de populações migratórias e estáveis, utilização de recursos genéticos, cultura e lazer.

Em Santa Catarina, realizou-se um estudo sobre identificação, mensuração e comparação das áreas úmidas costeiras nas bacias hidrográficas de Jurerê e Ratones, em Florianópolis, entre 1957 e 2016, relacionando-as com seus serviços ecossistêmicos fornecidos e observou-se uma perda de 33,86% em áreas úmidas costeiras no intervalo de 59 anos e um valor de perda de US\$ 6.924.900,32 /ha/ano em SE [53].

9.13. O que é preciso fazer para conseguir esses valores para a cidade?

Não é tão simples quanto parece, mas também não é nada de outro mundo! Precisa-se ter vontade de mudar, curiosidade de saber e também profissionais capacitados. Para que haja uma boa avaliação dos serviços ecossistêmicos prestados e a sua valoração, os dados devem ser adequadamente avaliados. A combinação de dados florestais precisos com procedimentos sólidos para quantificar os serviços ecossistêmicos levará a estimativas confiáveis da magnitude dos serviços fornecidos pela vegetação urbana. Assim, três elementos críticos em sequência são necessários para valorizar esses serviços: estrutura + serviços + valores. Erros com elementos precursores levarão a erros nas estimativas subsequentes (por exemplo, erros no cálculo da estrutura da floresta poderão levar a erros na estimativa de serviços e valoração) [54].

Existe uma interdependência entre a estrutura da floresta urbana e os valores de serviços ecossistêmicos, pois a valoração depende de boas estimativas do serviço prestado. Tais estimativas dependem de boas inferências da estrutura da arborização urbana, pois esta afeta diretamente os serviços. Portanto, o ponto de partida para a valoração dos serviços prestados pelas árvores urbanas é um inventário florestal urbano [55].

No estado de Santa Catarina já existem instrumentos legais que se relacionam com o Pagamento por Serviços Ambientais – PSA. A Política Estadual de Serviços Ambientais, Lei n. 15.133 [56] regulamenta o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PEPSA) e estabelece formas de controle, gestão e financiamento desse Programa. Essa lei está em processo de revisão, com o novo texto tratando da utilização do PSA como instrumento de promoção do desenvolvimento sustentável, conservação dos recursos hídricos e de áreas naturais. A norma traz uma proposta inovadora: a definição de áreas prioritárias pelo poder executivo. Outro ponto relevante é a implantação de um método para cálculo dos valores a serem pagos aos provedores de serviços ambientais.

9.14. Considerações finais

Diante do exposto, o valor dos serviços ecossistêmicos prestados pela arborização urbana é inestimável, vai além da quantificação monetária, passando por importâncias que muitos nem se dão conta. Beneficia a saúde das pessoas, valoriza bens materiais, economiza combustível, garante a biodiversidade urbana, estimula o turismo e a cultura, minimiza impactos ambientais e muito mais.

Garantir o verde urbano é função do poder público que, com políticas adequadas e vontade de executá-las, provê um ambiente mais saudável e agradável para a população. Porém, esta deve colaborar no sentido de incentivar as ações executadas, protegendo as plantas e a fauna associada, para que estas possam prestar seus serviços adequadamente.

Nas cidades, a vegetação quebra a artificialidade do meio, proporcionando uma paisagem mais harmônica. Felizmente, muitos gestores já se conscientizaram da importância dos serviços prestados pela vegetação nos equipamentos urbanos e bons exemplos podem ser encontrados. Que sirvam de incentivo!

9.15. Referências

- [1] Ehrlich P, Ehrlich A. Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species. *Biol Conserv.* 1983;26(4):378-9.
- [2] Costanza R, Folke C. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. In: Daily GC, editor. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington: Island Press; 1997. p. 49-68.
- [3] Daly HE. The return of Lauderdale's paradox. *Ecol Econ.* 1998;25(1):21-3.
- [4] de Groot RS, Wilson MA, Boumans RM. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecol Econ.* 2002;41(3):393-408.
- [5] Kremen C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecol Lett.* 2005;8(5):468-79.
- [6] Harrington R, Antón C, Dawson TP, Bello F, Feld CK, Haslett JR, et al. Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. *Biodivers Conserv.* 2010;19(10):2773-90.
- [7] Elmqvist T, Setälä H, Handel S, Van der Ploeg S, Aronson J, Blignaut J, et al. Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Curr Opin Environ Sustain.* 2015;14:101-8.
- [8] Pataki DE, Carreiro MM, Cherrier J, Grulke NE, Jennings V, Pincetl S, et al. Coupling biogeochemical cycles in urban environments: ecosystem services, green solutions, and misconceptions. *Front Ecol Environ.* 2011;9(1):27-36.
- [9] Milano M, Dalcin E. *Arborização de vias públicas*. Rio de Janeiro: Light; 2000.
- [10] Mascaró L, Mascaró J. *Vegetação urbana*. 2a ed. Porto Alegre: Masquatro; 2010.
- [11] Bartholomei CLB. *Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído [tese]*. Campinas: Unicamp; 2003.
- [12] Sattler MA. Edificações sustentáveis: interface com a natureza do lugar. In: Menegat R, Almeida G, editores. *Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades: estratégias a partir de Porto Alegre*. Porto Alegre: UFRGS; 2004. p. 259-300.
- [13] Magalhães LM, Crispim AA. Vale a pena plantar e manter árvores e florestas nas cidades? *Ciênc Hoje.* 2003;33(193):64-8.
- [14] Mascaró L, Mascaró J. *Ambiência urbana*. 3a ed. Porto Alegre: Masquatro; 2009.
- [15] Gill SE, Handley JF, Ennos AR, Pauleit S. Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built Environ.* 2007;33(1):115-33.
- [16] Nicholson-Lord D. *The greening of the cities*. London: Routledge & Kegan Paul; 1987.
- [17] Akbari H. Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants. *Environ Pollut.* 2002;116:119-26.

- [18] Paiva HN, Gonçalves W. Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida. 2a ed. Viçosa: Aprenda Fácil; 2002.
- [19] Paiva HN, Gonçalves W. Árvores para o ambiente urbano. Viçosa: Aprenda Fácil; 2004.
- [20] Kaye J, Groffman P, Grimm N, Baker L, Pouyat R. A distinct urban biogeochemistry? Trends Ecol Evol. 2006;21:192-9.
- [21] Silva LF, Lima AMLP, Silva Filho DF, Couto HTZ. Precipitação interna e interceptação da chuva em duas espécies arbóreas urbanas. Rev Soc Bras Arboriz Urbana. 2019;4(3):32-48.
- [22] Santos NRZ, Teixeira I. Arborização de vias públicas: ambiente × vegetação. Santa Cruz do Sul: Clube da Árvore; Instituto Souza Cruz; 2001.
- [23] Nowak D, Hoehn R, Crane D. Oxygen production by urban trees in the United States. Arboric Urban For. 2007;33(3):220-6.
- [24] Brun FGK. Avaliação do potencial de estoque de carbono por sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L.P. Queiróz) na arborização viária de Maringá-PR [tese]. Piracicaba: ESALQ/USP; 2012.
- [25] Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A. Fundamentos de fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed; 2021.
- [26] Famurs. Orientações básicas para manejo da arborização urbana: planejamento e educação ambiental. Porto Alegre: Nova Prova; 2001.
- [27] Brasil. Governo do Brasil. Censo 2022 indica que o Brasil totaliza 203 milhões de habitantes [Internet]. 2023 [acesso 12 abr. 2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2023/06/censo-2022-indica-que-o-brasil-totaliza-203-milhoes-de-habitantes>
- [28] Observatório do Clima. Emissões do Brasil têm maior queda em 15 anos [Internet]. 2024 [acesso 3 mai. 2025]. Disponível em: <https://oc.eco.br/emissoes-do-brasil-tem-maior-queda-em-15-anos/>
- [29] Locosselli GM, Camargo EP, Moreira TCL, Todesco E, Andrade MF, André CDS, et al. The role of air pollution and climate on the growth of urban trees. Sci Total Environ. 2019;666:652-61.
- [30] Honey-Rosés J, Anguelovski I, Chireh VK, Daher C, Van den Bosch CK, Litt JS, et al. The impact of COVID-19 on public space: an early review of the emerging questions – design, perceptions and inequities. Cities Health. 2020;4:1-17.
- [31] Japyassú HF, Brescovit A. Biodiversidade araneológica na cidade de São Paulo: a urbanização afeta a riqueza de espécies? Laboratório de Artrópodes, Instituto Butantan, São Paulo, SP. 2016 [acesso 5 set. 2021]. Disponível em: <http://goo.gl/GbJDNR>
- [32] Mendonça LB, Anjos L. Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana do Sul do Brasil. Rev Bras Zool. 2005;22(1):51-9.
- [33] Imperatriz-Fonseca VL, Nunes-Silva P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. Biota Neotrop. 2010;10(4):59-62.
- [34] Agostini K, Sazima M. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no *campus* da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. Bragantia. 2003;62(3):335-43.
- [35] Paraná. Secretaria do Desenvolvimento Sustentável (SEDEST). Lei 20.738/2021 – Programa Paraná Mais Verde [Internet]. 2021 [acesso 15 jul. 2025]. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2023-10/lei_estadual_20738_2021_parana_mais_verde.pdf

- [36] Almeida AR, Zem LM, Biondi D. Relação observada pelos moradores da cidade de Curitiba-PR entre a fauna e árvores frutíferas. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2009;4(1):3-20.
- [37] Guimarães M. Há mais aves nos grandes centros urbanos hoje? *Ciênc Cult*. 2006;58(2):14-5.
- [38] Franchin AG, Oliveira GM, Melo C, Tomé CE, Marçal Júnior O. Avifauna do *campus* Umuarama, Universidade Federal de Uberlândia. *Rev Bras Zoociênc*. [s.d.];6(2):219-30.
- [39] Bortoletto S. Inventário qualiquantitativo da arborização viária da estância de Águas de São Pedro-SP [dissertação]. Piracicaba: ESALQ/USP; 2004.
- [40] Silva Filho DF, Bortoletto S. Uso de indicadores de diversidade na definição de plano de manejo de arborização viária de Águas de São Pedro-SP. *Rev Árvore*. 2005;29(6):973-81.
- [41] Oliveira MMA. Arborização e avifauna urbana em cidades do interior paulista. *Bol Cent Estud Ornitol*. 1990;7:10-4.
- [42] He P, He Y, Xu F. Evolutionary analysis of sustainable tourism. *Ann Tour Res*. 2018;69:76-89.
- [43] Dodds R, Joppe M. Promoting urban green tourism: the development of the other map of Toronto. *J Vacat Mark*. 2021;27(3):261-7.
- [44] Arantes BL. Arborização urbana e qualidade do ar na cidade de São Paulo [dissertação]. Piracicaba: ESALQ/USP; 2017.
- [45] Andrade DC, Romeiro AR. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. Campinas: IE/Unicamp; 2009.
- [46] Instituto Municipal de Turismo – Curitiba Turismo. Linha Turismo [Internet]. 2025 [acesso 11 jul. 2025]. Disponível em: <https://turismo.curitiba.pr.gov.br/conteudo/linha-turismo/10>
- [47] Prefeitura Municipal de Curitiba. Um dos destinos mais procurados do Brasil, Curitiba movimenta a economia com o turismo [Internet]. 2023 [acesso 12 jul. 2025]. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/um-dos-destinos-mais-procurados-do-brasil-curitiba-movimenta-a-economia-com-o-turismo/71746>
- [48] Embratur. Curitiba (PR) entra em lista de melhores destinos de tendências de viagens em 2025 da *Lonely Planet* [Internet]. 2024 [acesso 6 jul. 2025]. Disponível em: <https://embratur.com.br/2024/10/23/curitiba-pr-e-eleita-melhor-destino-de-tendencias-de-viagens-em-2025-pela-lonely-planet/>
- [49] Gomes AD, Dantas Neto J, Silva VF. Serviços ecossistêmicos: conceitos e classificação. *Rev Ibero-Am Ciênc Ambient*. 2018;9(4):12-23.
- [50] Farley J. Ecosystem services: the economics debate. *Ecosyst Serv*. 2012;1(1):40-9.
- [51] Jacobs S, Dendoncker N, Martín-López B, Barton DN, Gómez-Baggethun E, Boeraeve F, et al. A new valuation school: integrating diverse values of nature in resource and land use decisions. *Ecosyst Serv*. 2016;22:213-20.
- [52] Teixeira MR. Identificação e classificação de áreas úmidas costeiras relacionadas à valoração de seus serviços ecossistêmicos na ilha de Santa Catarina (Florianópolis) – Brasil [dissertação]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2020.
- [53] Morgenroth J, Östberg J. Measuring and monitoring urban trees and urban forests. New York: Routledge; 2017.
- [54] Côrte JG. O pagamento pela realização de serviços ambientais [Internet]. 2014 [acesso 14 jan. 2021]. Disponível em: <http://buzaglodantas.adv.br/2014/08/o-pagamento-pela-realizacao-de-servicos-ambientais/>
- [55] Santa Catarina. Código Estadual do Meio Ambiente: Lei n. 14.675/2009 [Internet]. 2009 [acesso 15 jan. 2021]. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2009/14675_2009_lei.html
- [56] Santa Catarina. Política Estadual de Serviços Ambientais: Lei n. 15.133/2010 [Internet]. 2010 [acesso 14 jan. 2021]. Disponível em: https://leis.alesc.sc.gov.br/html/2010/15133_2010_Lei.html

Capítulo 10

ARBORIZAÇÃO URBANA E A BIODIVERSIDADE DA FAUNA

*Por Morgana Rech, Adarene Guimarães da Silva Motta,
Marcelo Aparecido Marques, Fernanda Maurer D'Agostini e Susi Missel Pacheco*

10.1. Destaques deste capítulo

1. Nas cidades as árvores melhoram a qualidade ambiental oferecendo sombra, reduzindo poluição, mantendo corredores de fauna e provendo lazer, mas ainda são pouco priorizadas na gestão urbana;
2. No Sul do Brasil os municípios são amplamente arborizados inclusive em bairros de baixa renda influenciados pela colonização histórica e pela alta cobertura vegetal regional;
3. Parques urbanos no Paraná Santa Catarina e Rio Grande do Sul abrigam fauna diversa como cutias, gralhas-azuis, beija-flores, capivaras e morcegos exigindo planos de manejo para reduzir conflitos e preservar a biodiversidade;
4. Em Caxias do Sul o Plano Diretor de Arborização inclui inventário georreferenciado, priorização de espécies nativas atrativas à fauna, normas de proteção a nidificações e diretrizes de plantio servindo de modelo replicável;
5. A ausência de políticas nacionais integradas e de monitoramento dificulta a gestão e exige equipes multidisciplinares, produção de mudas nativas, conservação de corredores ecológicos e inclusão da relação fauna-flora nos planos urbanos.

10.2. Introdução

A arborização urbana compreende toda cobertura arbórea, de origem natural ou exótica, existente nas cidades, em seus espaços livres de uso público e coletivo, espaços livres privados e de vigilância viária [1]. É fundamental para o bem-estar ambiental nas cidades, contribuindo especialmente para a manutenção de serviços ecossistêmicos, atuando como controladora de poluentes atmosféricos, visuais e sonoros [2]. A presença da arborização pode reduzir as altas temperaturas nas cidades devido ao sombreamento proporcionado pelas árvores, oferece habitats para a manutenção da sobrevivência dos animais, bem como favorece os corredores de fauna entre o ambiente urbano e o natural ou rural, além de permitir também a função de lazer [3].

Há um apelo global por investimentos em sustentabilidade pelas mais diversas instituições (públicas e privadas) que fomentem ações de arborização urbana, visando a contribuições significativas para a economicidade ambiental e a qualidade de vida das populações [4]. Nos primeiros anos do século 21, pesquisadores demonstraram especial preocupação com as inter-relações entre espécies e as distintas paisagens, tendo como foco os mosaicos e os padrões espaciais de deslocamento da fauna em relação à dispersão vegetacional e o impacto exercido pelas populações humanas com a expansão urbana [5].

Passados mais de 10 anos dessa publicação, consideráveis lacunas de conhecimento persistem, tanto na área da gestão ambiental, quanto na compreensão dos impactos ambientais sobre a arborização urbana e sua capacidade de promover qualidade de vida. Consequentemente, poucos municípios praticam uma gestão ambiental eficiente que promova projetos eficientes de florestamento em áreas urbanas e periurbanas [6].

Quando comparados aos países da Eurásia, os projetos paisagísticos de arborização urbana no Brasil podem ser considerados como prática recente. Estima-se que a presença de árvores em vias públicas brasileiras, no Sudeste, esteja vinculada aos últimos 120 anos de gestão pública [7]. Mesmo havendo legislações que norteiem e/ou amparem a instauração adequada de projetos nas municipalidades, a importância da arborização urbana, parques e unidades de conservação ainda são incipientes [7].

Apesar de a Constituição Federal de 1988 não informar diretamente a obrigatoriedade para a implantação da arborização urbana, faz uma referência em seu artigo 225: “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”.

Outras leis criadas a partir da Constituição Federal foram fundamentais para constituir o aparato legal voltado ao meio ambiente, com ligação indireta à arborização urbana [6], que são: a Lei nº 6.938/1981, que estabeleceu a Política Nacional de Meio Ambiente, a Lei nº 6.766/1979, de Parcelamento do Solo Urbano, e a Lei nº 10.257/2001, que estabeleceu as diretrizes gerais da política urbana (Estatuto da Cidade).

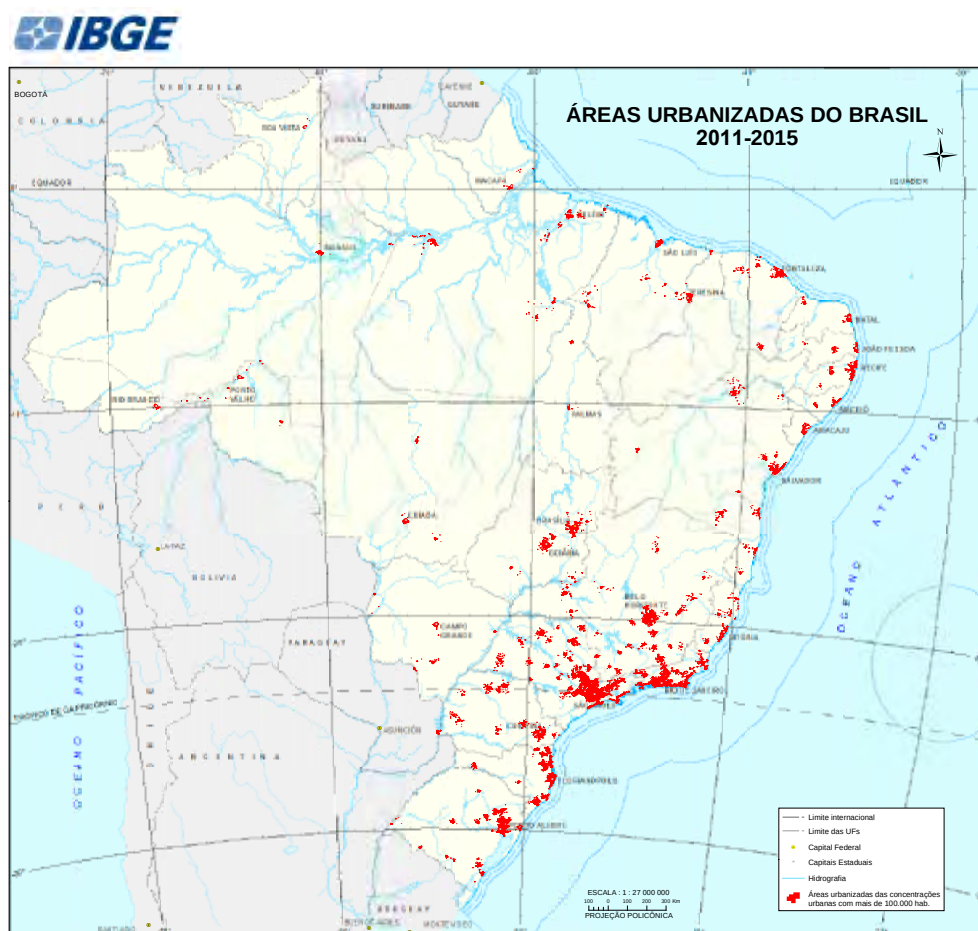
Em relação ao conhecimento sobre a vegetação urbana e sua associação com a fauna, os estudos ou projetos são incipientes e provenientes de levantamentos amostrais. A vegetação frequentemente é identificada e quantificada, e suas condições estruturais e fitossanitárias de manejo são desconsideradas. O mesmo ocorre com a fauna associada, pois não são consideradas as relações entre as espécies, nem informadas à comunidade [8]. É fundamental informar que poucos municípios no Brasil fazem monitoramento de fauna silvestre em áreas urbanas. Na região Sul, destacam-se os trabalhos das prefeituras e universidades de Porto Alegre no Rio Grande do Sul e de Joaçaba, em Santa Catarina.

Embora o uso de inventários na gestão e manutenção dos espaços verdes urbanos seja eficaz, poucas cidades possuem diagnósticos da paisagem em suas ruas. O manejo arborístico é um processo oneroso e complexo, que demanda tempo e alto nível de planejamento. É necessário fazê-lo corretamente para que os benefícios do reflorestamento urbano nos centros das cidades possam ser alcançados ao máximo, e garantir que as benfeitorias ultrapassem os custos e os problemas [9].

10.3. Região Sul

Segundo o IBGE, 76% da população brasileira se encontra em áreas predominantemente urbanas, o que corresponde a 26% do total de municípios [10] (Figura 1). A maior parte dos municípios, ou seja, 60,4%, estão classificados como predominantemente rurais e apresentam 17% da população. Na região Sul, 37% de municípios são considerados urbanos e 63% de municípios como rurais. Isso favorece a cobertura vegetal nas áreas urbanas, que é considerada elevada em relação a outras regiões do País.

Figura 10.1 – Municípios mais urbanizados do Brasil no qual as cidades da região Sul são contempladas.



Fonte: IBGE, DGC/Coordenação de Geografia; IBGE, DGC/Coordenação de Cartografia.

Fonte: IBGE [10].

Entre os pesquisadores, ainda existe discordância quanto à densidade de árvores e sua distribuição territorial, inclusive relacionada às classes sociais. A arborização urbana é importante elemento de segregação sócio espacial, ou seja, quanto menor a renda e as condições de moradia, menor é o percentual de arborização urbana, o que refletiria uma situação de injustiça ambiental, definida pela desigualdade no acesso aos recursos ambientais [11]. No entanto, na opinião dos autores deste capítulo, quando se observa as áreas urbanas da região Sul, se verifica que os

municípios são amplamente arborizados, e todos os bairros possuem praças e/ou parques, no qual existe diversidade florística e faunística. Mesmo em bairros considerados de baixa renda, são encontradas desde espécies utilizadas para abrigo de aves ou sombreamento, até mesmo aquelas com uso de frutíferas para a comunidade e para a fauna. Talvez, esse fato se deva ao tipo de colonização histórica dos três estados brasileiros.

A região Sul é a menor das cinco regiões do Brasil [10], com área territorial de 576.774,31 km². As três unidades federativas são limitadas ao norte pelos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, ao sul pelo Uruguai, a oeste pelo Paraguai e Argentina, e a leste pelo Oceano Atlântico. A Grande Porto Alegre (RS) é a maior área metropolitana da região Sul e a quarta mais populosa do Brasil [10]. A região da Grande Curitiba é a segunda área metropolitana mais populosa do Sul do país e a oitava do Brasil. Em Santa Catarina, Florianópolis destaca-se juntamente com Joinville, Blumenau, Itajaí, Balneário Camboriú, Chapecó, Criciúma, Lages e Jaguará do Sul entre as cidades que mais discutiram e desenvolveram planos para efetivar a arborização urbana, o turismo e o desenvolvimento econômico no país [12]. A vegetação urbana no estado de Santa Catarina é diversificada, com a presença de mangues, restingas, praias, dunas, matas e campos constituídos de diversos elementos da Mata Atlântica. No Rio Grande do sul e Paraná destacam-se os elementos da flora típicos da floresta semidecidual e com forte influência da Floresta com Araucárias [12].

10.4. Paraná

Considerando a importância dos benefícios da arborização urbana, o Ministério Público do Paraná, em conjunto com diversos outros órgãos, desenvolveu o Projeto Setorial intitulado “Arborização Urbana no Paraná”, instituído em 2012 pelo Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça de Proteção ao Meio Ambiente e de Habitação e Urbanismo (CAOPMAHU). Esse projeto visa elaborar e implantar Planos Municipais de Arborização Urbana nos 399 municípios do estado do Paraná, e é realizado em parceria com diversas instituições por meio do Termo de Cooperação Técnica. Para tanto, há uma comissão de trabalho interinstitucional para analisar os planos e emitir pareceres técnicos com a interlocução das Promotorias. Estes Planos Municipais seguem o Manual para Elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana, elaborado pelo Comitê de Trabalho Interinstitucional. Em novembro de 2018, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (atual Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável e Turismo – SEDEST) recomendou, por meio da Resolução nº 40, que os municípios adotassem a segunda versão do Manual como guia para subsidiar os trabalhos técnicos para elaboração dos Planos de Arborização dos Municípios [13] (SEMA 2018).

10.5. Fauna associada à flora urbana no Paraná

Elementos da fauna nativa ocupam áreas verdes dos municípios paranaenses para se alimentar, se abrigar ou, simplesmente, repousar. No município de Curitiba dois parques se destacam pela diversidade florística com fragmentos de vegetação considerada primária ou secundária e pela fauna associada: a) Parque Barigüi (1.400.000 m²), constituído basicamente por um fragmento de floresta com Araucárias alterada e por floresta secundária. Abriga diversas espécies vegetais:

pinheiro-do-Paraná, pitangueiras, erva-mate, guabirobeira e vassourão-branco, nas áreas mais secas, e a corticeira-do-banhado nas áreas mais úmidas. A fauna associada a essa flora, apesar da grande frequência humana, é composta por capivaras, garças, biguás, socós, frango-d'água e marrecos silvestres à beira do lago. Nas áreas abertas destacam-se o quero-quero, o tico-tico, sabiás e o canário-da-terra, enquanto nos bosques remanescentes predominam cutias, serelepes, coatis, micos, ouriços, preás e gambás [14]; b) o Parque Tingüí (380.000 m²) apresenta bosques de vegetação nativa parcialmente conservados, compostos por ipês, aroeiras, pinheiros, branquinhas, erva-mate, caroba e quaresmeiras, dentre outras espécies vegetais. A fauna é constituída por tatus, gambás-de-orelha-branca, capivaras, serelepe, gavião-carijó, joão-de-barro, sabiá-laranjeira, periquito-verde, pintassilgo, além de cágados-pescoço-de-cobra e cobras-d'água [14].

Muitas espécies animais necessitam da vegetação nativa, como as cutias, serelepes e gralhas-azuis, e até mesmo as serpentes e anuros, ainda que sejam fragmentos da vegetação original. Outras, como o sabiá, o joão-de-barro e, principalmente, pardais e pombas (espécies introduzidas), se adaptaram e estão distribuídas por toda a cidade de Curitiba e demais municípios do Estado. Estas espécies tendem a não encontrar dificuldades em obter abrigo e alimento, até porque, muitas vezes, lhes são fartamente fornecidos pela população, de forma voluntária, ou na forma de pipoca, pão e frutas, como restos alimentares. Esta abundância de restos alimentares atrai também uma fauna menos carismática, denominadas de espécies euriécicas [15], que podem ser até mesmo vetores de algumas zoonoses. São exemplos as moscas, formigas, baratas e roedores, que, por sua vez, atraem espécies predadoras, como as serpentes, aranhas e escorpiões.

Entre as espécies encontradas com frequência nos parques e praças urbanos e áreas periurbanas dos municípios do Paraná, estão:

- a) **Cutia** – *Dasyprocta azarae* e *Dasyprocta leporina*, roedores fundamentais para a manutenção das florestas com araucárias. Alimentam-se em especial de sementes e frutos, e prestam o serviço ecossistêmico de reflorestadoras, uma vez que enterram pinhões e outras sementes para comer posteriormente, mas não encontram todas, que então brotam e tornam-se árvores. Esse processo ocorre tanto na zona rural como nos parques, nas cidades. Estes mamíferos, em área urbana, podem ser observados no Jardim Botânico, no Bosque do Capão da Imbuia e Parque Municipal Passeio Público em Curitiba [16].
- b) **Serelepe** – *Guerlinguetus ingrami*, é o esquilo brasileiro com distribuição na Mata Atlântica (Figura 3), e outras espécies ocorrem na Amazônia e Cerrado. Esse roedor é bastante ágil apesar dos 30 cm de altura. Seu principal alimento são coquinhos, que necessitam ser roídos, e encontrados em jerivás, tucuns, palmiteiros e butiás, além de pinhões. Está presente em remanescentes de florestas com araucárias, no Distrito do Bugre, Município de Balsa Nova [17], ou em parques municipais como o Lago Azul, Barreirinha, Barigui e Tingüí, no bairro Baracheri e no Bosque Portugal em Curitiba, e parques municipais de Londrina e Cascavel.
- c) **Gralha-azul** – (*Cyanocorax caeruleus*), é a ave símbolo do Paraná, segundo a Lei Estadual nº 7957 de 1984. Vive em grupos familiares com, em geral, até sete indivíduos. Sua presença é facilmente reconhecida pelos mais de 20 sons diferentes que emitem. Durante o ciclo do pinhão, as sementes da araucária se transformam em sua principal fonte de alimento, tornando-as, portanto, uma das espécies dispersoras da árvore. É observada tanto nas áreas urbanas como rurais e naturais do Paraná, e em Curitiba pode ser observada no Parque Barreirinha, e em Londrina no Arthur Thomas.

- d) **Cobra-espada ou falsa-jararaca** – (*Tomodon dorsatus*), é uma serpente de hábito crepuscular e noturno, que costuma ficar achatada sobre o solo. É peçonhenta, mas a peçonha é pouco ativa. É bastante comum em áreas abertas com folhíço e em áreas urbanas, tais como terrenos baldios de Curitiba. É encontrada no Parque Municipal Danilo Galafassi, em Cascavel [18].
- e) **Diversas espécies de beija-flores** – são encontradas no estado do Paraná e polinizam ou se alimentam de, pelo menos, 22 espécies vegetais em áreas urbanas. Em Londrina, cerca de 60% das espécies da flora urbana, tanto de porte arbóreo quanto arbustivo, são exóticas [19], por exemplo: *Hibiscus rosa-sinensis*, *Thunbergia grandiflora*, *Carica papaya*, e *Bougainvillea spectabilis* são espécies que possuem fenologia floral durante todo o ano, e *Malvaviscus arboreus*, *Spathodea campanulata*, *Stiffia chrysantha* e *Sanchezia nobilis*, são espécies cujos recursos tróficos são efetivos para as comunidades de beija-flores, além de morcegos, marsupiais, roedores e insetos. Essa relação entre esta vegetação e a fauna é considerada uma associação coevolutiva [20].

10.6. Santa Catarina e a fauna e flora urbanas

A biodiversidade no estado de Santa Catarina é exuberante. As belezas naturais contam com a serra ornamentada pela Mata Atlântica, as florestas com araucárias e a restinga e os mangues com lagoas lacustres. A fauna diversificada possui desde os carnívoros como o puma até os pequenos beija-flores. Esta fauna, associada à flora, habita ambientes de mata, muitas vezes fora da área urbana, mas frequenta bairros urbanos, como, por exemplo, o bairro Glória na cidade de Joinville. Neste local, um cachorro do mato (*Cerdocyon thous*) foi avistado circulando por dias seguidos no bairro e nas casas, à procura de abrigo e alimento [21]. Joinville tem registrado diversas ocorrências de fauna silvestre, dos quais cita-se: gambás, morcegos, serpentes e lagartos. Estes animais, de modo geral, são avistados em áreas urbanas e/ou periurbanas em telhados das casas (gambás e morcegos dos gêneros *Myotis*, *Eptesicus*, *Molossus* e *Histiotus*, observação pessoal de Susi M. Pacheco) ou em postes, utilizando fios de alta tensão ou galhos de árvores como passagem para acessar outros locais, como é o caso de gambás, ouriço-caixeiro e alguns primatas.

As cidades possuem atributos morfológicos, locais, estruturais e funcionais que permitem identificar espaços considerados urbanos e espaços rurais em escalas municipal e intra-municipal [22]. Mesmo as megalópoles possuem zonas ou bairros com atributos de zonas rurais, ou seja, como poucos edifícios, casas com quintais amplos e pomares. O estado de Santa Catarina apresenta o maior número de cidades com características rurais. Um exemplo é o distrito de Pirabeiraba, no município de Joinville, que é bastante arborizado e com forte tradição na agropecuária. Neste ambiente foi resgatado um tucano de bico verde (*Ramphastos dicolorus*), com a pata esquerda fraturada, que teve atendimento veterinário para sua recuperação antes de ser solto na natureza [23]. Um relato semelhante ocorreu na cidade de Jaguará do Sul, na qual um gato maracajá (*Leopardus wiedii*), não muito comum, foi capturado em um galinheiro. A espécie consta na lista da fauna ameaçada de extinção e após sua captura e cuidados veterinários foi liberado em área florestada da região.

Diversos animais, como gambás, morcegos, corujas, e roedores silvestres, como os ratos-de-taquaras, são vítimas de maus-tratos ou mortos por moradores devido a crenças e lendas, desconhecimento de seu comportamento e biologia, medo de agressão ou por questões sanitárias e de saúde.

Metrópoles como Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre, Recife e mesmo Manaus ou Belém, também enfrentam a situação. A fauna chega até as grandes cidades através dos poucos corredores verdes, rodovias ou até mesmo por tráfico de animais. O deslocamento da fauna silvestre nem sempre ocorre pela diminuição de habitats, mas também pela oferta de alimentos que as áreas urbanas proporcionam. Existem também aquelas espécies de animais que têm habitat de grande extensão, que muitas vezes se sobrepõem às áreas urbanizadas, ocasionando eventuais acidentes e atropelamentos de mamíferos e répteis, como felinos, tamanduás e serpentes. Esses problemas devem ser levados em conta na elaboração e implementação de políticas públicas e ambientais, de forma a mitigar os danos à fauna nativa.

Entre a fauna menos carismática, é documentada [24] a ocorrência de morcegos no Parque Natural Municipal das Grutas de Botuverá, na região do vale do Itajaí, aproximadamente a 30 km de Brusque. O Parque abriga várias espécies, entre quais o morcego-das-frutas (*Artibeus lituratus*), o morcego-pimenteiro (*Carollia perspicillata*), o morcego-fruteiro-de-ombros-marrons (*Sturnira lilium*) e o morcego-beija-flor (*Anoura caudifer*). Estas espécies são reconhecidas, respectivamente, como reflorestadores (responsáveis pela chuva de sementes, aptas para a germinação após passar pelo trato digestivo), e como polinizadores (carregam em seus pelos e face o pólen de espécies vegetais como os gêneros *Piper* e *Cecropia*, mamoeiros e moráceas).

Neste município também ocorrem espécies de morcegos responsáveis pelo controle de invertebrados considerados pragas, vetores de zoonoses e até mesmo peçonhentos, como baratas, cupins, mariposas, mosquitos, aranhas-marrons e escorpiões. São elas o morcego-cauda-de-rato (*Molossus molossus*) e o morcego marrom (*Eptesicus diminutus*). Essas espécies geralmente procuram e disputam abrigo em telhados de residências. Os morcegos *Micronycteris minuta* e *Chrotopterus auritus*, conhecido como morcego-bombachudo, comumente procuram refúgios em ocos de árvores e furnas da região e são onívoros. Graças às características rurais do município, há o manejo dos morcegos hematófagos *Desmodus rotundus* (morcego-vampiro-comum) e *Diphylla ecaudata* (morcego-vampiro-de-perna-peluda) para o controle de raiva. Ambas as espécies de hematófagos raramente são encontradas em áreas urbanas, e não se abrigam em residências habitadas.

Na cidade de Laguna, SC, na área do complexo lagunar Santo Antônio, a urbanização foi intensificada a partir dos anos 1970. Na restinga da Praia do Mar Grosso, a diversidade da vegetação é composta por espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção [25]. Nesse ambiente natural, amplamente frequentado pela população, os impactos antrópicos (por exemplo, o pisoteamento, deposição de resíduos, uso para passagem de veículos, emissão de resíduo líquido sem tratamento, uso de velas) são preocupantes em relação à espécies como o butiá (*Butia catarinensis*), a petúnia (*Calibrachoa spathulata*), a macela-graúda (*Senecio crassiflorus*) e *Plantago catharinaea*. Os impactos também se refletem consideravelmente na avifauna e nos anfíbios, causando perda de alimento e abrigo.

Algumas espécies de invertebrados silvestres presentes em áreas urbanas podem causar problemas de saúde. Uma delas, pouco conhecida, é a lagarta-cachorrinho ou lagarta-de-fogo

(*Megalopyge albicollis*), uma forma jovem de mariposa, que possui em suas cerdas uma toxina urticante, que pode provocar uma queimadura dolorosa. Essas lagartas tendem a estar presentes em troncos de árvores frutíferas em todos os municípios urbanos e rurais de Santa Catarina, em especial abacateiros, pessegueiros, araticum e pereiras. Os acidentes necessitam de assistência médica, pois causam queimadura e mais raramente sangramentos e hemorragias [26]. Essa espécie pertence à família Megalopygidae, conhecida pelas cerdas urticantes de importância médica.

Contudo, existem muitas outras espécies de mariposas, cujas larvas apresentam cerdas urticantes, não relacionadas à família Megalopygidae, que são polinizadoras noturnas de diversas espécies da flora nativa que não são comumente visitadas por abelhas e borboletas. Por exemplo, o pólen de 47 espécies de plantas já foi encontrado em mariposas, algumas da família Pterophoridae [27].

No meio-oeste catarinense pesquisas voltadas à fauna urbana estão sendo desenvolvidas desde 2011. Em áreas urbanas ou em remanescentes de matas em ambientes urbanos existem pelo menos 13 espécies de mamíferos (*Dasyprocta azarae*, *Didelphis albiventris*, *Micoureus paraguayanus*, *Procyon cancrivorus*, *Cercopithecus thous*, *Dasyprocta novemcinctus*, *Akodon montensis*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oligoryzomys flavescens*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Sciurus aestuans*, *Tamandua tetradactyla* e *Nasua nasua*), 13 de anfíbios (*Rhinella henseli*, *Rhinella icterica*, *Rhinella crucifer*, *Rhinella marina*, *Physalaemus cuvieri*, *Melanophryniscus tumifrons*, *Physalaemus gracilis*, *Physalaemus nanus*, *Lithobates catesbeianus*, *Dendropsophus minutus*, *Hypsiboas bischoffi*, *Hypsiboas faber*, *Odontophrynus americanus*) e 5 de répteis (*Bothrops jararaca*, *Bothrops cotiara*, *Micrurus altirostris*, *Atractus paraguayensis*, *Salvator merianae*). A maioria dos animais encontrados é composta por espécies de ampla distribuição, e há muitas que são favorecidas, de certa maneira, por ambientes antropizados como, por exemplo, *Nasua nasua*.

Em cidades como Água Doce, Catanduvas, Joaçaba, Herval D'Oeste, Luzerna e Vargem Bonita, o quati ou coati (*Nasua nasua*) é muito encontrado em áreas urbanas. O principal conflito deste animal com a população humana em ambientes urbanos é a invasão domiciliar na busca de alimentos, especialmente em lixeiras. Isso ocorre porque quando encontram alimentos nesses locais, tendem a ampliar a circulação de seus bandos para além das áreas naturais. No município de Joaçaba foram identificados três grupos desta espécie com cerca de 20 a 30 indivíduos cada um. Constantemente esses animais atravessam ruas próximas de pequenos fragmentos florestais.

A bacia do Rio do Peixe banha parte das cidades do Oeste Catarinense. O Rio do peixe margeia cidades de Joaçaba, Herval D'Oeste, Luzerna, entre outras, e abriga o maior roedor do mundo, *Hydrochoerus hydrochaeris*, a capivara. Assim como os coatis, as populações de capivaras também circulam pelas áreas que circundam as margens do rio, ocupando ambientes antropizados onde a ausência de predadores e a disponibilidade de recursos oferecidos criam condições favoráveis para seu crescimento e sua sobrevivência.

Nos municípios de Luzerna, Herval D'Oeste e Joaçaba foram estudados dois fragmentos de vegetação nativa, um em área urbana e um em área rural [28]. Nesses ambientes foram registradas 10 espécies de quirópteros em duas famílias: Vespertilionidae, com as espécies *Eptesicus taddeii*, *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus furinalis*, *Myotis* sp., *Myotis nigricans*, *Myotis riparius*, *Lasiurus blossevillii* e *Histiotus velatus*, e Phyllostomidae, com as espécies *Artibeus lituratus* e *Stunira lilium*. Com base neste estudo, observou-se que o fragmento de área urbana é mais diverso, apresentando um índice de diversidade maior em comparação com o fragmento de área rural [28].

Em relação às aves, existem ao menos 25 espécies distribuídas em 18 famílias no município de Herval d'Oeste [29]. Destaca-se o gênero *Columbina* como o mais representativo, provavelmente

em razão de sua adaptação ao ambiente urbano. Outro gênero comumente encontrado em Joaçaba, principalmente sobre edificações é *Cathartes*, com duas espécies: urubus-de-cabeça-vermelha e urubu-de-cabeça-amarela; e *Coragyps atratus*, o urubu-de-cabeça-preta. Espécimes destes gêneros são comumente avistados em ambientes urbanos de todo o país, pois se acostumaram com a presença humana [29].

10.7. Rio Grande do Sul

O estado possui 497 municípios, dos quais 460 têm características rurais ou turísticas. Destes, 31 possuem pelo menos uma unidade de conservação urbana de âmbito municipal e considerada urbana, além das praças e parques que promovem a interação da fauna com a flora, favorecem a conectividade com as áreas naturais e rurais e permitem bem-estar e conforto à população e aos turistas.

Porto Alegre, a capital do estado, situa-se entre as coordenadas 30°01'59"S e 51°13'48"W, e tem altitude média de 4 m acima do nível do mar [30]. São 83 bairros, agrupados em 10 macro-zonas [31], as quais abrigam uma população estimada em 1.332.845 habitantes em 2022, [32]. O município possui acima de um milhão e trezentas mil árvores distribuídas em suas ruas e avenidas, e um número superior a 200 espécies arbóreas, entre nativas regionais e brasileiras, além daquelas originárias de outras procedências. Parte da vegetação existente nos bairros e avenidas de Porto Alegre foi plantada nas décadas de 1930 e 1940 [31] e, hoje, formam uma tipologia paisagística recorrente na cidade de Porto Alegre, denominadas de túneis verdes em diversos bairros. Foram identificadas cerca de 61 espécies vegetais nesses túneis verdes, que correspondem a 34% das espécies arbóreas registradas na cidade, com grande homogeneidade e predominância de poucas espécies, como *Jacaranda mimosifolia* e *Tipuana tipu* [31].

Porto Alegre possui remanescentes de Mata Atlântica (Floresta Semidecidual) associados às encostas dos morros graníticos, praças e parques [33], que podem ser subdivididos em manchas vegetais, segundo as classes: Mata Nativa, Mata Degradada e Vegetação Arbustiva, conforme a Lei Complementar nº 757/2015. Essas vegetações são caracterizadas por campos com butiás e cactáceas, banhados com maricás e macrófitos, mosaicos vegetacionais úmidos, mata aluvial, matas com figueiras, matas baixas dos morros e matas altas nas encostas dos morros. Essa vegetação atrai e abriga uma fauna silvestre riquíssima (cachorros-do-mato, gatos-do-mato, marsupiais, roedores silvestres, bugios, aves diversas, lagartos, anuros, insetos), muitas residentes, e outras nômades, que ali permanecem por algum tempo ou são sazonais, em especial no período reprodutivo, de nidificação e procura de alimentos [33]. Contudo, a expansão urbana está alterando significativamente, ano após ano, a vegetação, em especial na zona Norte do município (com poucos fragmentos vegetais) e expandindo-se para a zona Sul, com a substituição da vegetação nativa ou secundária, por outros usos e ocupação da terra, no caso condomínios e comércio [33]. A fauna, por sua vez, adapta-se a esses novos ambientes, ou desloca-se para outras áreas.

Como em toda a região Sul, a região metropolitana de Porto Alegre, municípios da costa doce como São Lourenço do Sul e Rio Grande, ou da campanha, Santana do Livramento e Bagé, e da Serra, Caxias do Sul e São Francisco de Paula, possuem diversos Corredores Ecológicos, formados como ligação entre áreas mais conservadas e a cidade. A expansão urbana englobou essas manchas vegetais fragmentadas, em seus bairros ou praças.

Existe um efeito negativo da fragmentação sobre a riqueza de espécies animais e vegetais, e diminuem o potencial de imigração ou recolonização [34]. No entanto, considerando o cenário urbano, esses corredores, ou manchas verdes, têm possibilitado a permanência e o deslocamento de espécies como ouriço-caixeiro, gambás e primatas, como os bugios. Os sistemas de corredores entre manchas e matas remanescentes formam um mosaico urbano-rural que permite o deslocamento do bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) entre áreas urbanas e os morros e áreas rurais florestadas [33].

A área urbana de Porto Alegre possui nove parques urbanos administrados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Urbanismo e Sustentabilidade (SMAMUS), que oferecem convívio com natureza, lazer e esportes. O Programa Municipal de Conservação da Fauna Silvestre, coordenado pela Dra. Soraya Ribeiro, tem uma ampla lista de espécies silvestres resgatadas ou capturadas em diversos bairros de Porto Alegre, como gambás, que correspondem a cerca de 50% das chamadas, seguidos dos morcegos em telhados, gaviões, urubus, lagartos e cágados. O setor também auxilia o isolamento de áreas em praças e parques no período de nidificação de aves e socorre animais que são vítimas de maus-tratos, em geral aves e marsupiais.

Apenas nos anos de 2013 a 2019, monitoramentos realizados pelo Instituto Sauver identificaram pombas-juritis e rolas, cardeais, serpentes-dormideiras, mais de 20 colônias de morcegos apenas na área metropolitana de Porto Alegre, que conta com 41 municípios. Em outras áreas foram identificadas espécies atropeladas em áreas urbanas e periurbanas, entre as quais destacam-se: gatos-do-mato, cachorros-do-mato, gambás, zorrilho, ouriços-caixeiros, preás, capivaras, veados, anuros, lagartos e aves.

10.8. Benefícios da arborização urbana para a fauna local e o caso do município de Caxias do Sul, no nordeste do Rio Grande do Sul

Caxias do Sul publicou, em 2020, o Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU) do município, através do Decreto Municipal nº 21.200/2020. O PDAU foi elaborado inteiramente por funcionários da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA) e é um complemento ao Decreto Municipal nº 19.571/2018, substituído pelo Decreto nº 21.920/2022, que dispõe sobre as Normas de Arborização Urbana no âmbito do Município de Caxias do Sul, definindo casos de corte e poda de árvores em áreas públicas e normas gerais sobre a implantação e manutenção da arborização de praças, parques e vias públicas.

O Decreto do PDAU e seus anexos estão disponíveis no site da Prefeitura de Caxias do Sul. O PDAU de Caxias do Sul possui características que o diferenciam de planos existentes em outros municípios. O principal destaque é que sua elaboração foi realizada após o inventário da arborização urbana de passeios públicos, que englobou também o levantamento da vegetação em parques e áreas verdes do município. O levantamento georreferenciado de todas as árvores existentes em passeios e canteiros centrais das vias públicas do município está disponível no site da Prefeitura, através do mapa digital GeoCaxias, e é atualizado constantemente pela SEMMA.

Outro quesito importante do plano é a elaboração de uma lista com 166 espécies que podem ser utilizadas na arborização do município. Esta lista não é apenas uma revisão de literatura, mas

um compilado das recomendações de livros utilizados em diferentes regiões do país. Constatam também as observações diárias das árvores existentes na arborização de áreas públicas do município, abordando aspectos relacionados à sua suscetibilidade a doenças e parasitas, sua capacidade de adaptação ao clima da região, ao potencial de ocasionar danos a equipamentos urbanos. Esse trabalho apenas foi possível, de maneira tão detalhada, por ter sido realizado após o inventário da arborização do município, ressaltando a importância de os municípios investirem no conhecimento de seu patrimônio arbóreo.

O inventário da arborização urbana de Caxias do Sul registrou que as espécies exóticas representam 52% dos 62.155 exemplares arbóreos na zona urbana do município, 42% são espécies nativas do RS e 5% pertencem a espécies nativas do Brasil, mas exóticas para o estado, indicando a necessidade de aumento no uso de espécies nativas.

O foco principal do PDAU é o planejamento da arborização urbana. Devem ser escolhidas as espécies mais adequadas para cada situação, consideradas as características das espécies e do entorno, além de diretrizes gerais para a elaboração de novos projetos. O foco deve visar a maximização dos benefícios da arborização urbana, a diminuição de conflitos e acidentes e a valorização da vegetação nativa da região.

Quando se pensa em arborização urbana, não se pode tratar a árvore unicamente como parte de um ecossistema, pelo seu papel ecológico, mas como um elemento ou equipamento urbano, que vai trazer benefícios às cidades, e que também poderá ocasionar conflitos e acidentes. Por isso, muitas características precisam ser consideradas na escolha da árvore certa para o lugar certo, principalmente os atributos estruturais, como tamanho e forma de crescimento das raízes, porte e formato do fuste, além de formato da copa e tipo de folhagem. A observação dessas características é primordial para evitar conflitos com outros equipamentos urbanos. É fundamental salientar que as árvores existentes em calçadas e praças cumprem importante papel no embelezamento das cidades. É comum os moradores preferirem árvores com floração exuberante e com frutos em frente às suas casas.

Muitas vezes, a questão da importância da árvore para a fauna existente nas cidades pode ficar em segundo plano. Alguns profissionais deixam de lado a associação com a fauna, quando pensam no planejamento da arborização de condomínios, novos loteamentos e mesmo nos planos diretores das cidades. O município de Caxias do Sul considerou nas diretrizes do PDAU a valorização à fauna, pois nos novos projetos de arborização urbana serão priorizadas espécies arbóreas nativas da região atrativas aos animais. Nesse sentido, o Decreto Municipal 21.920/2022 traz a seguinte norma: a poda, o transplante e a supressão de vegetais arbóreos, quando cabíveis, deverão observar a existência de nidificação habitada. Fica determinado ainda que, constatada a presença de nidificação habitada nos vegetais a serem removidos, transplantados ou podados, estes procedimentos deverão ser adiados até o momento da desocupação dos ninhos, sob pena de nulidade da respectiva autorização e responsabilização civil, administrativa e penal, salvo em casos de urgência, pela manifesta ruína de espécies vegetais arbóreos em decorrência de caso fortuito.

O uso de espécies nativas aumenta os benefícios da arborização urbana, pois atrai espécies da fauna nativa adaptadas à obtenção de seus alimentos (conforme cada época do ano), de acordo com as espécies que ocorrem nas formações florestais da região. De acordo com o inventário

vegetal realizado em Caxias do Sul, das cinco espécies mais abundantes na arborização do município, três são espécies nativas da região que possuem frutos atrativos à fauna: *Eugenia uniflora* (pitangueira), *Psidium cattleianum* (araçá) e *Syagrus romanzoffiana* (jerivá). Outras espécies muito comuns na arborização urbana do município, e empregadas em municípios do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná são *Eugenia involucrata* (cerejeira), *Myrcianthes pungens* (guabiju), *Eugenia pyriformis* (uvaia), *Allophylus edulis* (chal-chal), *Feijoa sellowiana* (goiabeira-serrana), *Campomanesia xanthocarpa* (guabirobeira), *Schinus terebinthifolia* (aroeira-vermelha), *Schinus molle* (aroeira-salsa) e *Inga marginata* (ingá). Além dessas espécies, o PDAU de Caxias do Sul indica várias outras espécies nativas atrativas à fauna com potencial para uso na arborização de praças e vias públicas.

Convém lembrar que algumas espécies frutíferas (em razão de seu porte, estrutura e forma de crescimento) podem ser inadequadas para uso em calçadas ou em algumas situações específicas, como calçadas mais estreitas, com corredor de ônibus ou existência de rede elétrica, por exemplo. Outro conflito muito comum é a presença de morcegos frugívoros que voam baixo e causam temor em algumas pessoas no final da tarde ou à noite, quando estão forrageando. No entanto, a recomendação fornecida pelo PDAU em calçadas e canteiros centrais é plantar o maior percentual de espécies arbóreas nativas daquela região fitogeográfica.

Para parques e praças, há menos restrições quanto ao porte e estrutura da espécie a ser utilizada, e por esse motivo, o PDAU indica que deverá ser dada maior preferência ao uso de espécies nativas, priorizando espécies cujos frutos ou flores sejam atrativos à avifauna, aos insetos benéficos e aos mamíferos. Ademais, a diversificação das espécies frutíferas, com o uso de espécies que frutifiquem em diferentes épocas também é favorável, para que haja alimento disponível por um maior período ao longo do ano, e por esse motivo, a época da frutificação foi incluída na descrição das espécies constantes no PDAU.

Outro quesito por vezes negligenciado é a importância das flores que oferecem néctar em troca da sua polinização, sendo este mais um motivo para aumentar o uso de espécies nativas da região, que coevoluíram com a fauna local. Nesse sentido, além de citar espécies com frutos atrativos à avifauna (o anexo 1 do PDAU) cita-se também espécies que possuem flores melíferas e atrativas às aves, morcegos, abelhas e outros insetos, a fim de subsidiar a escolha das melhores opções para aumentar os benefícios da arborização urbana à fauna local.

Um dos focos dos municípios deve ser o planejamento e a implantação desta arborização, seja por particulares ou pelo poder público, para aumentar a sobrevivência das mudas e diminuir sua depredação. Com o intuito de se obter os benefícios da arborização de maneira mais rápida, as mudas plantadas devem apresentar porte adequado; no caso de Caxias do Sul, é definido o tamanho mínimo das mudas com altura de 2 m e diâmetro à altura do peito (DAP) de 2 cm. Embora a escolha de mudas deste tamanho seja consenso entre os profissionais da área, há que se considerar que tal fato impõe dificuldades a mais na diversificação das mudas para plantio, uma vez que a produção de espécies nativas é mais lenta. A velocidade do crescimento não está relacionada ao fato de a muda ser nativa ou exótica. No entanto, espécies exóticas amplamente utilizadas na arborização urbana são frequentemente selecionadas para diferentes locais, ao longo dos anos, justamente por atenderem um rol de características desejáveis, como crescimento rápido.

Dentre as dificuldades para a produção de mudas de espécies nativas de qualidade, estão o crescimento mais lento, que dificulta ou encarece sua produção em viveiros e a ausência de informações sobre a biologia e fisiologia dessas espécies, diferentemente das espécies exóticas, que já são amplamente utilizadas e dispõem de um amplo arcabouço de conhecimento sobre sua

biologia. Assim, apesar dos obstáculos na diversificação de espécies arbóreas nativas e sua escassez de mudas no mercado, é necessário maior interesse e participação de todos os envolvidos no regramento, planejamento e implantação da arborização urbana: poder público municipal, profissionais, viveiristas e pesquisadores.

Apesar de trazer benefícios quanto à adequação da legislação à realidade ambiental, urbana e mesmo social e cultural de cada município, a falta de regamentos estaduais e federais resulta em uma carência de normas específicas que considerem a inter-relação da fauna com a arborização urbana.

Como forma de sanar esta deficiência, recentemente foi elaborado o Projeto de Lei da Política Nacional de Arborização Urbana (4309/2021), o qual traz, em seu artigo 5º, que o cidadão tem o direito, e, o poder público, o dever de proteger e manter o equilíbrio da inter-relação de espécies de fauna com a arborização urbana. A aprovação deste Projeto de Lei será um grande avanço para o regramento e gestão da arborização urbana no país, que hoje, sendo exclusivamente municipal, fica mais à mercê de trocas de administração e pressões políticas, trazendo esta e outras diretrizes importantes a serem seguidas nas esferas estaduais e municipais.

10.9. Considerações finais

Dentre os principais problemas dos Planos Municipais de Arborização está a incompleta ou inadequada descrição da Caracterização do Município e do Diagnóstico da Arborização Urbana Municipal, itens fundamentais para subsidiar a elaboração e o planejamento das demais etapas do Plano. Como discutido neste capítulo, a região Sul vem avançando nesse aspecto e pode se tornar um exemplo a ser seguido no país.

Trabalhar a ecologia de paisagens em ambientes fragmentados, como ocorre nas áreas urbanas, é um dos principais desafios dos gestores ambientais. As cidades da região Sul são compostas por ambientes diversificados, que precisam atender aos interesses de diferentes segmentos da população urbana — parques, reservatórios, áreas industriais, vias públicas, bairros residenciais mais ou menos adensados, aeroportos, pátios ferroviários, entre outros [5]. Além disso, a arborização urbana é um bem durável que impacta diretamente a infraestrutura pública (fiação, tubulações, esgotamento sanitário) e privada (casas, condomínios etc.), constituindo-se em um patrimônio que proporciona benefícios como conforto térmico, embelezamento paisagístico, redução de ruídos e captação de material particulado.

Normalmente, a arborização urbana forma mosaicos homogêneos ou heterogêneos, conectados entre bairros e, em alguns casos, estendendo-se até áreas naturais e rurais. Cabe, portanto, ao poder público municipal divulgar iniciativas e casos bem-sucedidos de cidades de maior porte, a fim de orientar outros municípios a respeito da importância do planejamento da arborização urbana. Para tanto, é necessário fomentar a formação de equipes multidisciplinares, com profissionais da gestão pública em parceria com universidades e viveiristas privados, voltados à produção de mudas com padrões adequados para o plantio em passeios, praças e parques. A implantação de viveiros públicos também pode ser uma estratégia eficaz. A cooperação entre

pesquisadores e viveiros públicos ou privados possibilita investir na coleta de sementes de espécies zoocóricas raramente produzidas em viveiros comerciais, ampliando sua utilização tanto em projetos de recuperação ambiental quanto em áreas urbanas. O uso dessas espécies favorece a fauna e contribui para o adensamento de fragmentos de vegetação nativa inseridos ou circundantes aos centros urbanos.

O monitoramento da flora e fauna urbanas é igualmente essencial, e o manejo deve ser realizado sempre que necessário, especialmente no caso da fauna sinantrópica de interesse em saúde. É importante conhecer as espécies presentes, sua abundância, distribuição geográfica, padrões sazonais de atividade e vínculos com determinadas espécies arbóreas — seja na copa, no tronco ou nas raízes. Esse monitoramento é indispensável para reduzir a circulação de enfermidades (por exemplo, dengue, Zika, leishmaniose, febre amarela), que podem afetar a fauna silvestre, os animais domésticos e a população humana. Contudo, a caracterização básica da fauna sinantrópica de interesse em saúde ainda é muito precária nas cidades brasileiras, sendo necessário integrar essas informações para subsidiar políticas públicas de planejamento e manejo da paisagem, incluindo ações de Saúde Pública [35].

As árvores no meio urbano também desempenham papel crucial como pontos de parada e abrigo para a fauna — especialmente primatas, marsupiais e aves locais ou migratórias. As cidades da região Sul têm mostrado, por meio do PDAU, como a arborização pode gerar benefícios para a fauna (frutos comestíveis, flores melíferas) e, ao mesmo tempo, oferecer impactos positivos para o lazer humano.

Quando agendas globais, como a Agenda 2030, ou organizações internacionais destacam que o êxito da conservação da biodiversidade, seja em áreas urbanas ou naturais, depende da gestão global, é preciso cautela. Toda gestão é realizada por pessoas, que podem estar mais ou menos comprometidas com o interesse público. Assim, a gestão deve sempre refletir a realidade local e regional. Como discutido neste capítulo, os três estados da região Sul compartilham semelhanças, mas também diferenças marcantes em termos de gestão urbana e arborização. A padronização excessiva pode, em alguns casos, gerar impactos ecológicos indesejados.

Não se deve esquecer que o ambiente urbano constitui também um sistema ecológico, complexo, dinâmico e particular, de acordo com suas características espaço-temporais. Por isso, merece a atenção de todos os segmentos da sociedade (comunidade científica, gestores públicos, setores socioeconômicos e sociedade civil) [36].

A fauna e a flora urbanas podem ser influenciadas por múltiplos fatores, sejam ecológicos, climáticos ou históricos. A presença de espécies silvestres no espaço urbano nem sempre reflete degradação ambiental ou expansão da cidade. Algumas espécies altamente móveis, como insetos, aves, morcegos, carnívoros e marsupiais, tendem a ser oportunistas, explorando sazonalmente os recursos urbanos. Ao mesmo tempo, algumas espécies introduzidas voluntariamente (plantios ornamentais, animais domésticos abandonados) podem tornar-se problemáticas, provocando hibridização com espécies nativas, disseminação de zoonoses ou impactos sobre a biodiversidade local.

Muitas espécies, contudo, adaptaram-se bem ao ambiente urbano. É o caso de mosquitos do gênero *Aedes*, que podem dispersar doenças com o auxílio de veículos e cargas. Outras espécies, como gambás, morcegos, urubus, periquitos, garças e marrecos, podem ocorrer naturalmente em função de migrações ambientais ou reprodutivas. Além disso, parte da fauna silvestre pode ser incorporada ao ambiente urbano devido à fragmentação ou expansão dos habitats naturais [35].

10.10. Referências

- [1] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal; 2002.
- [2] Jones BA, McDermott SM. Health impacts of invasive species through an altered natural environment: assessing air pollution sinks as a causal pathway. *Environ Resour Econ*. 2018;71(1):23-43.
- [3] Alvey A. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban For Urban Green*. 2006;5:195-201.
- [4] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Guidelines on urban and peri-urban forestry. Rome: FAO; 2016. (FAO Forestry Paper, 178).
- [5] Gorresen PM, Willig MR. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *J Mammal*. 2004;85(4):688-97.
- [6] Konrad ECG. Políticas de apoio à gestão da arborização urbana: uma análise do programa município verde azul [tese]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia; 2014.
- [7] Duarte TEPN, Angeoletto F, Santos JWMC, Silva FF, Bohrer JFC, Massad L. Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. *Rev Agroneg Meio Ambiente*. 2018;11(1):327-41.
- [8] Schallenberger LS, Machado GO. Inventário da arborização na região central do município de Mangueirinha – PR. *Rev Soc Bras Arbor Urb*. 2013;8(1):54-64.
- [9] Dobbert LY. Arborização na cidade de Campinas/SP: percepção e conforto [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; 2015.
- [10] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estados e municípios do Brasil [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2022a [acesso 12 ago. 2022]. Disponível em: <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados.html>
- [11] Duarte TEPN, Angeoletto F, Richard E, Vacchiano MC, Leandro DS, Bohrer JFC, et al. Arborização urbana no Brasil: um reflexo de injustiça ambiental. *Terra Plural*. 2017;11(2). doi: 10.5212/TerraPlural.V11i2.0008.
- [12] Governo do Estado de Santa Catarina. Geografia [Internet]. 2022 [acesso 2 set. 2022]. Disponível em: <https://www.sc.gov.br/conhecasc/geografia>
- [13] Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). Legislação [Internet]. 2018 [acesso 23 ago. 2022]. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=213084&indice=1&totalRegistros=49&anoSpan=2019&anoSelecionado=2018&mesSelecionado=0&isPaginado=true>
- [14] Observatório de Inovação para Cidades Sustentáveis (OIC). Interpretação ambiental nos parques de Curitiba. Gerência de Educação Ambiental, Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba [Internet]. 2021 [acesso 12 ago 2022]. Disponível em: https://oics.cgee.org.br/estudos/-/estudo-de-caso/article/rede-de-parques-na-regiao-metropolitana-de-curitiba-brasil_5cc7515526d3886d7d538d79
- [15] Odum EP. Ecologia. 3ª ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora; 1977.
- [16] Kaiser SK, Margarido TCC, Fischer ML. Avaliação do comportamento de cutias *Dasyprocta azarae* e *Dasyprocta leporina* (Rodentia: Dasyproctidae) em cativeiro e semicativeiro em parques urbanos de Curitiba, Paraná, Brasil. *Rev Etol*. 2011;10(2):68-82.

- [17] Miranda JMD. Dieta de *Sciurus ingrami* Thomas (Rodentia, Sciuridae) em um remanescente de floresta com araucária, Paraná, Brasil. Rev Bras Zool. 2005;22(4):1141-5.
- [18] Proteção Animal. *Thomodon dorsatus* [Internet]. 2022 [acesso 15 ago. 2022]. Disponível em: <https://protecaoanimal.curitiba.pr.gov.br/animais-silvestres-curitiba/vertebrados/repteis/cobra-espada>
- [19] Mendonça LB, Anjos L. Feeding behavior of hummingbirds and perching birds on *Erythrina speciosa* Andrews (Fabaceae) flowers in urban area, Londrina, Paraná, Brazil. Rev Bras Zool. 2006;23(1):42-9.
- [20] Thompson JN. The coevolutionary process. Chicago: University of Chicago Press; 1994.
- [21] ND Redação. Aparição de animais silvestres preocupam bairro de Joinville [Internet]. 2021 [acesso 2 set. 2022]. Disponível em: <https://ndmais.com.br/animais/aparicao-de-animais-silvestres-preocupam-bairro-de-joinville/>
- [22] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Organização do território [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2025a [acesso 1 fev. 2025]. Disponível em: <https://ibge.gov.br/geociencias/organizacao-territorio/tipologias-do-territorio/15790-classificacao-rural-e-urbano.html>
- [23] M Redação. Bombeiros voluntários resgataram 129 animais silvestres no primeiro semestre de 2020 em Joinville [Internet]. 2020 [acesso 2 set. 2022]. Disponível em: <https://omunicipiojoinville.com/bombeiros-voluntarios-resgataram-129-animais-silvestres-no-primeiro-semester-de-2020-em-joinville/>
- [24] Arnoni IS, Passos FC. Levantamento da fauna de morcegos (Chiroptera, Mammalia) do Parque Natural Municipal das Grutas de Botuverá, Botuverá/SC. In: Anais XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia. Sociedade Brasileira de Espeleologia; 2003. p. 108-14.
- [25] Santa Catarina. Degradação nas áreas do complexo lagunar da bacia hidrográfica do rio Tubarão [Internet]. 2021 [acesso 6 ago. 2022]. Disponível em: <https://www.aguas.sc.gov.br/base-documental-rio-tubarao/noticias-rio-tubarao/item/8000-comite-da-bacia-hidrografica-tubarao-complexo-lagunar-e-bacias-contiguas-realiza-a-primeira-assembleia-geral-ordinaria-de-2021>
- [26] Brasil. Ministério da Saúde. Acidentes por lagartas [Internet]. 2022 [acesso 19 ago. 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/animais-peco-nhentos/acidentes-por-lagartas-1>
- [27] Moré M, Marini Filho OJ, Amorim FW. Borboletas e mariposas (Lepidoptera) e seu papel como polinizador [Internet]. 2022 [acesso 1 fev. 2025]. Disponível em: <https://doi.org/10432/978-65-86619-20-5s02c05.pt>
- [28] D'Agostini FM, Biassi DL, Neres APB. Riqueza e diversidade de morcegos (Chiroptera: Mammalia) no oeste do estado de Santa Catarina, Brasil. In: II COLAM; 2017; El Salvador.
- [29] Mecabô TA, D'Agostini FM. Avifauna em área urbana do município de Herval d'Oeste, Santa Catarina, Brasil. In: Jornada Integrada em Biologia; 2016. p. 29-35.
- [30] Menegat R, Porto ML, Carraro CC, Fernandes LAD. Atlas ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Editora da Universidade; 1998.
- [31] Salvi LT, Hardt LPA, Rovedder CE, Fontana CS. Arborização ao longo de ruas – túneis verdes – em Porto Alegre, RS, Brasil: avaliação quantitativa e qualitativa. Rev Árvore. 2011;35(2). doi: 10.1590/S0100-67622011000200008

- [32] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades – Porto Alegre [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2022b [acesso 1 fev. 2025]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/panorama>
- [33] Martins AE. Áreas prioritárias à conservação ambiental na área rarefeita (AOR) de Porto Alegre [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2018.
- [34] Fiori D. Identificação de áreas prioritárias para conservação na sub-bacia do Arroio Retiro – RS [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2016.
- [35] Trentini RP. Fatores antrópico-ambientais determinantes para o aumento de acidentes loxoscélicos no município de Curitiba, PR. In: Anais; 2005. p. 28-35.
- [36] Japyassu HF, Brescovit A. Biodiversidade araneológica na cidade de São Paulo: a urbanização afeta a riqueza de espécies? Laboratório de Artrópodes, Instituto Butantan [Internet]. 2003 [acesso 12 ago. 2022]. Disponível em: <https://www.ambientebrasil.com.br/urbano/artigos>

Capítulo 11

ARBORIZAÇÃO URBANA E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Por Francisco de Assis Mendonça, Francisco Jablinski Castelhana e Max Anjos

11.1. Destaques deste capítulo

1. A maioria das cidades da região Sul do Brasil apresenta monitoramento limitado da qualidade do ar, representando ainda um desafio para o planejamento de políticas de mitigação e redução da poluição atmosférica;
2. É preciso uma atenção especial às áreas centrais das grandes cidades sulinas, onde a cobertura vegetal é baixa e as emissões de poluentes são elevadas;
3. É possível realizar estimativas do potencial de remoção de poluentes atmosféricos e valoração monetária dos benefícios ecossistêmicos com o uso de softwares específicos, como o I-Tree Canopy;
4. Em Curitiba, áreas arborizadas podem remover até 8.150 kg de poluentes por ano, com valor monetário estimado superior a R\$ 223 mil; no sequestro e armazenamento anual de CO₂, o benefício econômico atinge aproximadamente R\$ 2,5 milhões;
5. Políticas de redução da poluição atmosférica devem reconhecer o papel filtrador das árvores, sendo sua preservação e expansão essenciais para mitigar os impactos das mudanças climáticas.

11.2. Introdução

A poluição do ar constitui um problema socioambiental típico de áreas urbanas, estando diretamente ligada à economia urbana e industrial. Nos centros urbanos ocidentais, os impactos da produção refletem as políticas de desenvolvimento implementadas, ou sua ausência, além de evidenciar as condições atmosféricas específicas de cada localidade.

As condições atmosféricas em um determinado local constituem um fator essencial para compreender a dispersão ou concentração de poluentes atmosféricos [1-3]. Entretanto, o planejamento e a estruturação urbana desempenham papel decisivo na qualidade do ar. A morfologia e a função da cidade influenciam a configuração do clima urbano, enquanto a localização das indústrias, os usos e as coberturas do solo, a presença de áreas verdes e o tráfego

de veículos motorizados são determinantes para entender a dinâmica da poluição atmosférica nas cidades [4].

A diversidade de elementos e fatores que influenciam a poluição do ar torna seu estudo complexo. Alguns desses fatores estão relacionados ao estilo de vida da sociedade ocidental, dificultando sua mitigação.

Nesse contexto, a atenção a aspectos da paisagem urbana, como a arborização, pode representar uma estratégia simples e eficaz para reduzir a poluição atmosférica. A implantação de áreas verdes impacta a qualidade do ar de forma direta e indireta: diretamente, pelo caráter filtrador da vegetação, e indiretamente, ao favorecer a ventilação dos espaços urbanos, permitindo a dispersão das emissões nos grandes centros, entre outros efeitos [5-7].

Neste cenário, destaca-se o papel da arborização urbana na dinâmica da poluição atmosférica em cidades do Sul do Brasil, com ênfase em Curitiba, uma das maiores cidades da região. O Sul apresenta mais de 85% de sua população residindo em áreas urbanas, acompanhado de crescimento significativo da frota de veículos nas últimas décadas, além de contar com um dos parques industriais mais diversificados do país. Esses fatores contribuem para a má qualidade do ar verificada nos últimos anos. A análise da arborização urbana e de sua relação com a poluição atmosférica fornece bases científicas para mitigar esse problema, evidenciando a importância das áreas verdes já existentes e seu papel estratégico diante das mudanças climáticas.

11.3. Urbanização e poluição do ar

As profundas alterações nas paisagens naturais seguidas pelo adensamento populacional fazem das cidades contemporâneas locais onde os conflitos socioambientais se manifestam com maior intensidade [8]. A relação desequilibrada entre as sociedades urbanas e o meio ambiente tende a se intensificar com o crescimento das manchas urbanas [9]. No entanto, suas origens estão vinculadas a um processo mais amplo, envolvendo questões históricas, políticas e econômicas específicas de cada contexto [10,11].

A má qualidade do ar é uma consequência direta da alta carga de compostos químicos emitidos a partir da combustão, majoritariamente, de combustíveis fósseis. O ressurgimento das cidades após a Revolução Industrial, no século 18, trouxe não apenas o adensamento da população trabalhadora oriunda do campo, mas também a concentração dos meios de produção e das fontes de emissão de poluentes [12-14]. As cidades desse período foram construídas em grande parte pela iniciativa privada [15], que buscava extrair o máximo de lucro, sem maiores preocupações com a saúde e a salubridade dos ambientes que então se formavam.

A paisagem das cidades industriais do século 19, como Londres, Manchester e Paris, por exemplo, era tomada por chaminés industriais [12,14] que, na época, representavam muito mais o progresso, a tecnologia e o desenvolvimento do que a insalubridade. Essas características ainda podem ser observadas em diversas áreas antigas dos centros urbanos atuais. Vias estreitas, edificações muito próximas umas às outras, ausência de parques ou áreas verdes e poucas árvores são características comuns dos centros de cidades mais antigas. Somam-se a essas características

morfológicas a concentração de comércio e serviços nessas regiões, que aumenta a necessidade de longos deslocamentos dos habitantes pelas malhas urbanas. Esse cenário favorece o acúmulo de poluentes, tanto pelo maior número de fontes emissoras quanto pelas dificuldades nos processos de dispersão.

Se, inicialmente, a má qualidade do ar era um problema típico das grandes metrópoles industriais do mundo ocidental, considerando que a urbanização constitui um par fundamental da industrialização [14], a expansão do capitalismo industrial no contexto da globalização a transferiu para regiões de países em desenvolvimento na América Latina, África e Ásia. O que se observa ao longo dos aproximadamente dois séculos de Modernidade é o avanço da urbanização, acompanhado de uma acentuada queda da qualidade ambiental das cidades, sobretudo devido à insuficiente ou ausente arborização urbana, fato que compromete a qualidade de vida nos espaços de aglomeração.

No âmbito legal, somente a partir de 1970, com a lei proposta pela *National Environmental Policy Act* (NEPA) dos EUA, foi registrada a primeira legislação que permitiu avaliar se a qualidade de ar das localidades estava adequada ou não. Os parâmetros propostos pela política norte-americana auxiliaram como base para outras legislações semelhantes na Europa nos anos 1980, e no Brasil, inicialmente por meio de leis estaduais na década de 1970 e posteriormente pela legislação nacional instituída pela resolução 003/1990 do CONAMA.

Atualmente, os parâmetros nacionais de qualidade do ar no Brasil são regidos pela resolução CONAMA 506/2024 e aplicam os parâmetros utilizados pela Organização Mundial de Saúde como guia.

11.4. A urbanização da região Sul do Brasil: Conflitos entre arborização e poluição atmosférica

Nas grandes cidades brasileiras, a industrialização atuou como principal vetor no crescimento urbano e, por consequência, levou ao surgimento de problemas ligados à qualidade do ar, aspecto marcante até meados do século 20. Na segunda metade deste, entretanto, o processo de descentralização industrial no país ganhou força justamente na década em que a população urbana superou a rural (1960/1970). A ausência de planejamento urbano adequado no país dificultou a absorção dos contingentes populacionais oriundos das áreas rurais para ocupar postos de trabalho nas cidades. Esse movimento, somado ao crescimento vegetativo da população, já residente nos centros urbanos, transformou as cidades brasileiras em contextos ambientalmente complexos e problemáticos, caracterizados pelo fenômeno da urbanização corporativa [16].

O crescimento populacional das cidades, aliado à lógica da especulação imobiliária, valoriza determinados espaços urbanos em detrimento de outros. Habitualmente, tem-se uma porção central da urbe com boa disposição de equipamentos e serviços, o que eleva o valor da terra e dos imóveis dessa parte da cidade, fomentando o hiperadensamento e a verticalização. Áreas verdes ou parques acabam sendo suprimidos dentro dessa lógica, ou mesmo reposicionados em locais no entorno do Centro [17]. As populações de menor poder aquisitivo acabam sendo impedidas à moradia nas periferias, locais onde a ausência de serviços e a precária infraestrutura urbana

tornam o valor da terra mais acessível, resultando em um processo de horizontalização desordenada, com consequências igualmente danosas ao meio ambiente e à qualidade de vida dos que ali habitam.

Os efeitos da supressão de áreas verdes, sobretudo nas regiões centrais, onde o adensamento urbano é maior, manifestam-se de diversas formas no âmbito da qualidade do ar. A depender das espécies, a cobertura vegetal urbana pode contribuir para a formação de ozônio troposférico em decorrência, principalmente, da emissão de Compostos Orgânicos Voláteis; contudo, seus efeitos positivos tendem a superar esse fator. A evapotranspiração e o sombreamento auxiliam na redução da temperatura, implicando, por exemplo, na melhoria do conforto térmico da população e na diminuição do uso de energia em sistemas de climatização, como ar-condicionado e ventiladores. Além disso, as árvores contribuem para a purificação do ar ao remover poluentes atmosféricos, sobretudo pela absorção de gases por meio dos estômatos das folhas, bem como pela interceptação de partículas suspensas [7].

11.5. Monitoramento da poluição atmosférica nas cidades da região Sul do Brasil

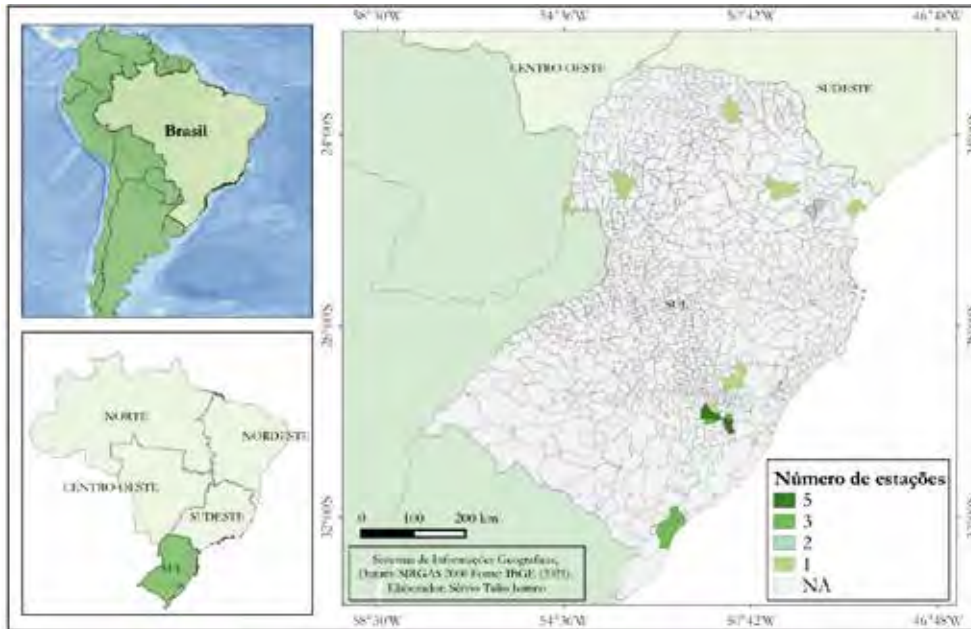
Mesmo com a maioria da população da região do Sul do Brasil residindo em áreas urbanas, o monitoramento da qualidade do ar e o conhecimento a respeito desse fenômeno na região ainda são bastante limitados, em parte devido à escassez de estações de medição da qualidade do ar. Em relação ao nível nacional, a região Sul possui apenas 29 estações de monitoramento, correspondendo a 7,8% do total da rede nacional [18], ficando atrás da região Sudeste, que concentra a maior parte da rede, e da região Norte (Figura 1).

As estações no estado do Paraná, por exemplo, são mantidas pelo Instituto Água e Terra, autarquia estadual criada em 2019 e que substituiu o antigo Instituto Ambiental do Paraná (IAP). Atualmente, o sistema conta com quinze estações, das quais oito estão localizadas no Aglomerado Urbano de Curitiba (municípios de Colombo, Curitiba e Araucária), uma em Paranaguá (maior cidade do Litoral do estado), outra em Ponta Grossa (Segundo Planalto Paranaense) e uma estação na cidade de São Mateus do Sul (Polo Petroquímico). Além desses municípios, as cidades de Maringá, Londrina, Cascavel e Foz do Iguaçu também possuem uma estação de monitoramento cada.

Dados históricos de poluição atmosférica na região de Curitiba indicam que as áreas centrais, caracterizadas por baixa cobertura vegetal e intenso fluxo de veículo, bem como o entorno do distrito industrial no sul da área urbana, apresentam os níveis mais elevados de poluição [4,19]. Na zona industrial, destacaram-se as maiores concentrações de dióxido de enxofre (SO_2) e de partículas totais em suspensão (PTS), enquanto na área central prevaleceram os valores mais elevados de dióxido de nitrogênio (NO_2). Em contraste, a região norte de Curitiba, marcada por menor adensamento urbano e maior presença de áreas verdes e parques, apresentou os melhores indicadores de qualidade do ar.

Ainda no Paraná, destacam-se estudos em Paranaguá [20], no Litoral do estado, onde os altos níveis de PM_{10} estão relacionados à atividade portuária da região, e relativo à região central da cidade de Londrina [21], no norte do estado, identificaram-se relações entre as características urbanas, a circulação de veículos e os altos níveis de *Black carbon* (fuligem), óxidos de nitrogênio (NO) e material particulado fino ($\text{PM}_{2,5}$).

Figura 11.1 – Número de estações de monitoramento da qualidade do ar por municípios da região Sul do Brasil.



Fonte: Sérgio Justino; IBGE; Zabotto Ambiental.

No estado do Rio Grande do Sul, o monitoramento da qualidade do ar é realizado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM), órgão público que conta com um total de doze estações de monitoramento, distribuídas em sete municípios do estado, que ocupam, situadas em sua maior parte, a faixa leste sul-rio-grandense (Figura 1). Nesse contexto, a região metropolitana de Porto Alegre possui um total de sete estações de monitoramento (três na capital, uma em Charqueadas, uma em Estância Velha, uma em Montenegro e uma em Triunfo). A cidade serrana de Caxias do Sul também dispõe de uma estação de monitoramento, enquanto três estão localizadas na cidade portuária de Rio Grande, no sudeste do estado. No Rio Grande do Sul, destacam-se ainda trabalhos sobre emissões móveis em Pelotas [22], campanhas de monitoramento utilizando amostradores passivos em Passo Fundo [23], e análises de qualidade do ar baseadas em bioindicadores em cidades da região nordeste do estado [24].

Em relação à disponibilidade dos dados nos estados, no Paraná, pode-se acompanhar a qualidade do ar nas estações do estado em tempo real pelo portal IQA Monitoramento *online*, mantido pela autarquia responsável. Para dados históricos, faz-se necessária a requisição via ofício. No Rio Grande do Sul, a população pode acessar os dados por meio de boletins publicados diariamente, contendo os valores médios diários de cada poluente em cada ponto de coleta. Assim como no Paraná, o acesso a dados históricos e mais detalhados é realizado mediante solicitação por ofício. Em Santa Catarina, existem quatro estações de monitoramento da qualidade do ar nos municípios de Florianópolis, Tubarão e Capivari de Baixo, que medem os índices de O_3 , NO_2 e $MP_{2,5}$. A qualidade do ar é classificada em cinco faixas, variando de “péssima” a “boa”, com base nas concentrações de poluentes e seus potenciais efeitos à saúde humana. Os dados podem ser acessados através do *website* do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina.

Existem também as campanhas de medições realizadas por pesquisadores. Dessas iniciativas, destacam-se estudos na cidade de Lages (porção central do estado), onde foram registrados

valores de NO_2 superiores ao limite estipulado pela legislação vigente [25]. Na maior cidade do estado, Joinville, um estudo utilizou bioindicadores para analisar as diferentes concentrações de poluentes na cidade [26]. Já a região sul-catarinense, no entorno de Criciúma, caracterizada pela extração de carvão, foi alvo de monitoramentos constantes e revelaram altos valores de SO_2 e PTS em diversos pontos, mesmo em cidades menores como Morro da Fumaça e Sangão, reforçando a necessidade da criação de uma rede de monitoramento no estado [27].

Apesar do monitoramento ainda limitado, estudos recentes têm comprovado a necessidade de maior investimento na expansão da rede de monitoramento da região Sul. Entre 2003 e 2019, mudanças climáticas foram responsáveis por um incremento médio de $1,10 \mu\text{g m}^{-3}$ de $\text{PM}_{2,5}$ nos municípios da região [28]. O mesmo estudo também identificou aumentos nos níveis de CO relacionados às alterações climáticas, reforçando a importância de manter uma rede de monitoramento ampla e confiável na região.

Além do aumento dos poluentes, evidencia-se também a associação destes com problemas de saúde. Na região Sul, níveis de NO_2 , O_2 e $\text{PM}_{2,5}$. Um aumento de $10 \mu\text{g m}^{-3}$ de $\text{PM}_{2,5}$ está associado a um acréscimo de aproximadamente 0,5% no risco de internação hospitalar devido a doenças respiratórias nos municípios da região Sul, independentemente da faixa etária [29]. Em outro estudo recente, o baixo peso de recém-nascidos mostrou-se significativamente associado aos níveis de poluição do ar no Brasil [30].

11.6. Arborização urbana e serviços ecossistêmicos voltados à poluição do ar

O interesse em mitigar os efeitos negativos da urbanização tem crescido entre pesquisadores e gestores urbanos, sobretudo devido às elevadas concentrações de poluentes e aerossóis na atmosfera, cujos impactos deletérios afetam a saúde da população e os ecossistemas naturais. Os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas árvores têm se mostrado eficazes na melhoria da qualidade do ar e na produção de espaços urbanos sustentáveis e resilientes frente aos impactos das mudanças climáticas [7,24,27,31-34]. Os serviços ecossistêmicos incluem benefícios associados à função que as árvores desempenham, como a produção de sombra, o resfriamento do ar através do processo de evapotranspiração, a economia de energia especialmente nos dias ensolarados com altas temperaturas, a prevenção de inundações através da interceptação da precipitação e infiltração da água no solo, o recanto para a biodiversidade local, a filtragem do ar impuro e o estoque e armazenamento de carbono lançado na atmosfera.

A remoção de poluentes atmosféricos e o estoque e armazenamento de carbono pelas árvores é um dos mais importantes serviços “verdes” na cidade. Esse benefício ecossistêmico decorre em grande parte da ação dos estômatos foliares [35], responsáveis pela troca de vapor de água e CO_2 através dos processos de fotossíntese e evapotranspiração, nos quais também incluem outros gases, como dióxido de nitrogênio (NO_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre [SO_2] e ozônio troposférico (O_3). Além disso, as folhas funcionam como passivas superfícies que retêm partículas em suspensões como PM_{10} e $\text{PM}_{2,5}$, contribuindo para a melhoria da qualidade do ar.

Outro aspecto relevante nos benefícios “verdes” é a possibilidade de atribuição de valor monetário.

A valoração econômica das funções desempenhadas por uma árvore tem despertado grande interesse entre pesquisadores nas últimas décadas [31], considerando a magnitude de aspectos positivos que as árvores proporcionam, seja pela melhoria da qualidade do ar, e consequentemente a redução das complicações de saúde e internações hospitalares, seja pela valorização de propriedades e bairros.

Desde 2006, o Serviço Florestal Americano, em parceria com outras instituições de pesquisa, disponibiliza o programa *I-Tree* [35], composto por várias ferramentas, voltadas ao gerenciamento e à organização das áreas verdes urbanas. Um experimento conduzido em Ohio nos EUA, realizado pelo projeto *I-Tree*, demonstrou que uma única espécie de bordo vermelho (*Acer rubrum*) com mais de 20 anos de crescimento pode remover 1.406 kg de CO₂ da atmosfera, reduzir 2.491 kg das emissões de CO₂ e 13,6 kg da poluição do ar em uma usina de energia, além de filtrar 6,80 kg de O₃, NO e SO₂ do ar. No Brasil, em uma aplicação do *I-Tree* [6] foi verificado que 9% das áreas arborizadas removeram anualmente 16,8 kg de MP₁₀ das vias de Aracaju. Os autores destacaram que seria necessário, no mínimo, uma cobertura de 20% de áreas cobertas por árvores próximas às vias para atingir o limite considerado adequado de qualidade do ar.

O *I-Tree* permite também calcular o valor monetário (receita anual e futura) associado aos benefícios das árvores. As funções e os benefícios gerados por uma árvore dependem da estrutura verde existente em determinada área, a qual, por sua vez, agrega valor compensatório [31]. Esse valor é influenciado por características da árvore, como o número, o tamanho, a composição foliar, avaliados por especialistas no contexto socioeconômico e ambiental em que a árvore se insere. Aplica-se a máxima: quanto maior a superfície arborizada, maiores os benefícios que o ambiente pode receber. Prefeituras, organizações, escolas e demais comunidades que convivem com a arborização urbana contam o *I-Tree* não apenas com relatórios sobre os serviços ecossistêmicos, mas também com estimativas aproximadas do valor monetário ou custo-benefício de áreas verdes.

11.7. Avaliando os serviços ecossistêmicos em Curitiba (PR)

Nesta seção, avaliamos os benefícios ecossistêmicos provenientes das árvores, incluindo o potencial de remoção de poluentes atmosféricos (O₃, NO, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}), o sequestro e armazenamento de CO₂, além da estimativa do valor monetário compensatório associado a cada benefício verde na cidade de Curitiba utilizando o *I-Tree Canopy v.7.0 (Canopy)*, parte do conjunto de ferramentas do modelo *I-Tree*. A metodologia para o cálculo dos benefícios ecossistêmicos está sintetizada no fluxograma (Figura 2).

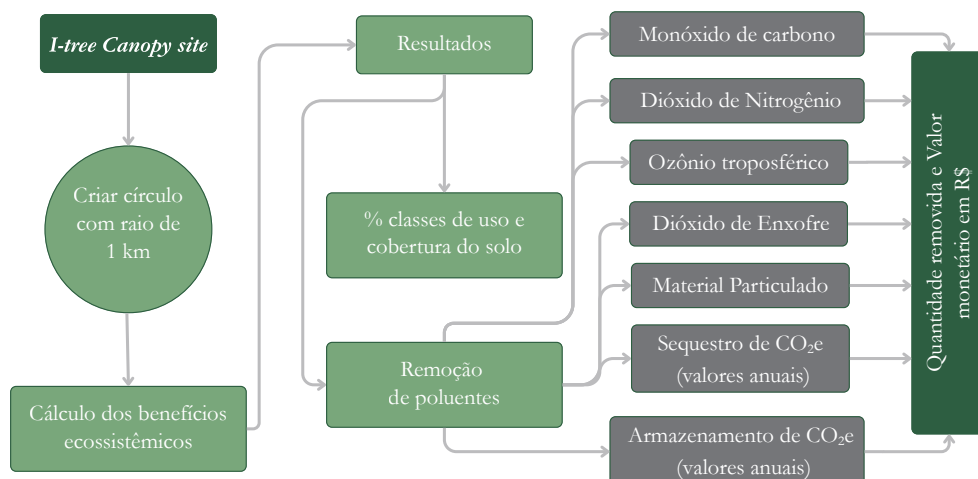
O *Canopy* utiliza as imagens de satélite do *Google Maps*, sobre as quais são lançados pontos aleatórios (*random points*) para classificar diferentes classes de uso do solo. A partir da cobertura de árvores, o *Canopy* estima a quantidade de poluentes removidos e o valor monetário correspondente [7].

A quantidade de pontos amostrais foi definida para garantir estimativas precisas no *Canopy*, uma vez que quanto maior o número de pontos, menor é a margem de erro da estimativa. O erro padrão (σ_p) de uma determinada classe de uso do solo (p) é calculado com base na equação [35]:

$$p = n/N$$

em que N é o número de pontos aleatórios e n é o número de pontos para cada p . Desse modo, o σ_p de remoção e os valores do benefício são pautados no σ_p dos pontos amostrados e classificados.

Figura 11.2 – Fluxograma da metodologia usada para o cálculo dos benefícios ecossistêmicos das árvores em Curitiba.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Para este estudo, foi criada uma amostra de 3.000 pontos distribuídos em quatro círculos de influência (*buffers*) com diâmetro de 1 km. Esses *buffers* representam os diferentes padrões de cobertura e uso do solo, bem como as atividades humanas existentes na cidade (Figura 3).

Figura 11.3 – Curitiba (PR) – Localização geográfica dos *buffers* usados no I-Tree Canopy.



Fonte: Mapa base *OpenStreetMap*.

Em seguida, no *Canopy*, foram definidas as seguintes classes de uso do solo: árvore/porte arbustivo, grama/porte herbáceo, edificado, rua, outras superfícies impermeáveis (estacionamento, concreto), solos expostos e corpos d'água. A partir dos quatro *buffers*, foram extraídas as porcentagens das classes de uso do solo, as densidades de árvores, a remoção dos poluentes em quilogramas, o estoque e armazenamento em toneladas de CO₂, bem como os respectivos valores monetários em reais (Figura 2).

A estimativa do *Canopy* também considera as espécies de árvores e multiplicadores derivados de extensas pesquisas sobre as florestas urbanas e a qualidade do ar nos EUA. Para esse estudo,

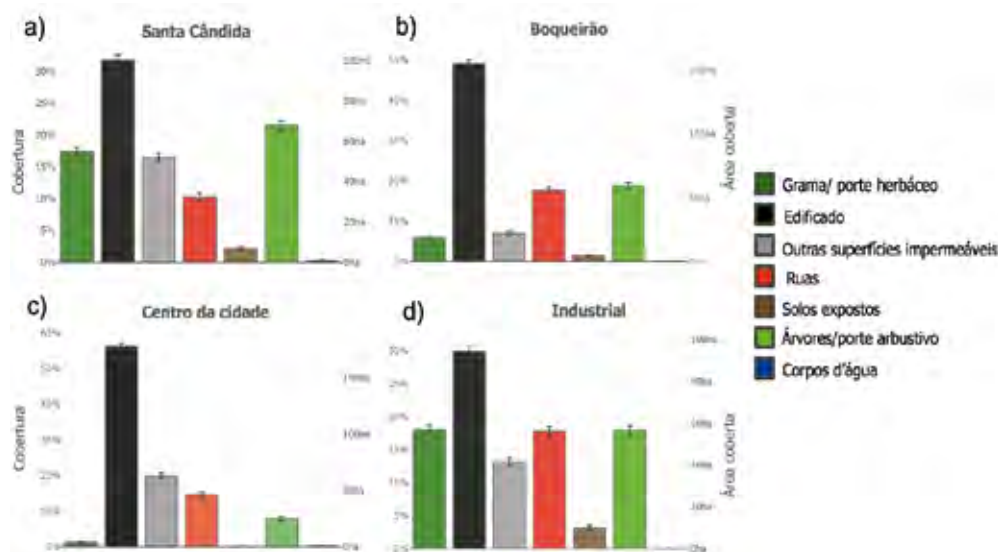
adaptaram-se os dados de entrada do modelo para o caso de Curitiba usando como referência a espécie ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*), uma vez que a árvore está presente nas ruas das cidades da Flórida e Curitiba. Os multiplicadores indicam em termos percentuais a contribuição das áreas arborizadas para o sequestro e armazenamento anual de CO₂ por hectare sequestrado e armazenados por hectare e o valor monetário correspondente, convertido em reais, e a remoção de poluentes por hectare e o valor monetário correspondente, convertido em reais.

Portanto, a base do cálculo do *Canopy* para o CO₂ sequestrado foi de 11.220 toneladas por hectare ao ano e valor de R\$ 135,55 e, para o CO₂ armazenado, foi de 281,776 toneladas por hectare ao ano. Para os demais poluentes seguem os multiplicadores em hectare/ano: CO: 1.426 kg e valor de R\$ 3,71, NO₂: 7.098 kg e R\$ 1,07, O₃: 77.572 kg e R\$ 6,71, SO₂: 4.771 kg e R\$ 0,27, PM₁₀: 26.201 kg e R\$ 13,48, PM_{2,5}: 3.048 e R\$ 275,27. É importante ressaltar que, devido à adaptação do modelo *Canopy* à realidade local de Curitiba, os resultados apresentados são estimativas e devem ser, portanto, interpretados com cautela durante o planejamento ou devem-se executar práticas de manejo relacionadas à remoção de poluentes atmosféricos e a avaliação monetária dos benefícios das árvores urbanas.

11.8. Árvores urbanas e poluição do ar

Resultados relevantes podem ser observados ao analisar árvores urbanas e a poluição atmosférica. São apresentadas as porcentagens de cada classe do uso do solo nos quatro *buffers* nomeados de acordo com alguns bairros de Curitiba (Figura 4). O *buffer* do bairro Santa Cândida, por exemplo, representa a periferia norte da cidade onde, além da predominância da classe edificado, 22% do solo é coberto por árvores/arbustos. O *buffer* da área Industrial, localizado na periferia sudoeste da cidade, apresenta 18% e é coberto por árvores e arbustos. Por outro lado, o *buffer* do bairro Centro apresentou a menor cobertura de árvores/arbustos na análise, com apenas 8%, devido à predominância das classes edificado (55%), outras superfícies impermeáveis (20%) e ruas (18%).

Figura 11.4 – Curitiba (PR): Uso e cobertura dos solos baseados no *I-Tree Canopy*.

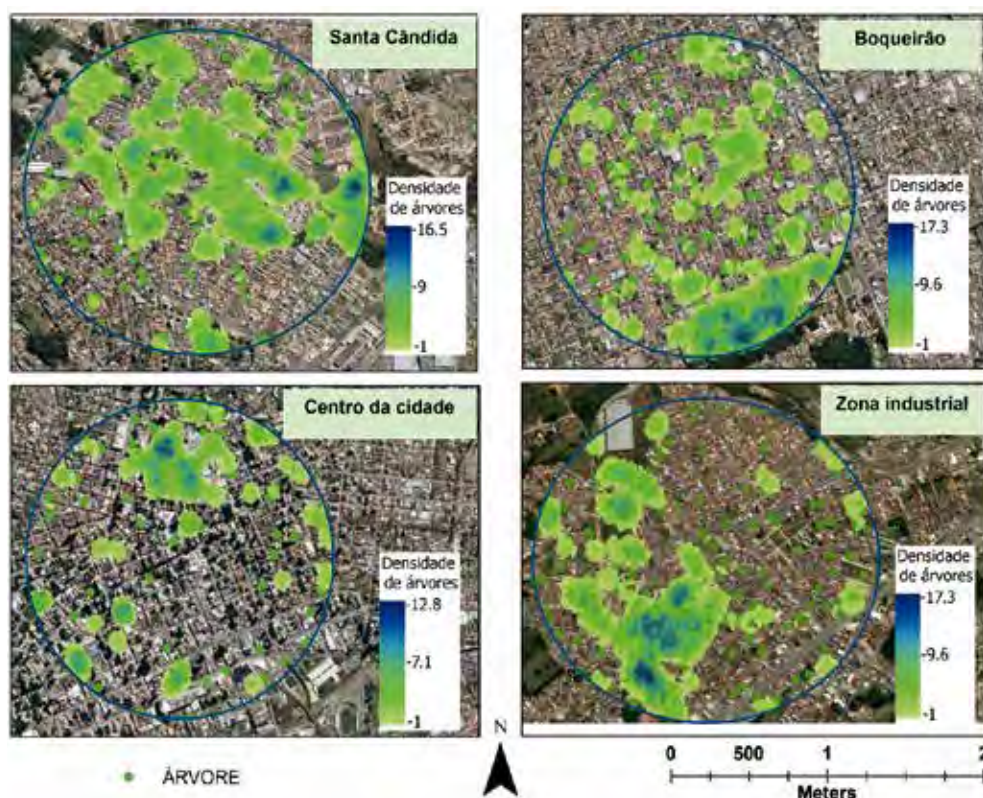


Fonte: *I-Tree Canopy software* [35].

Os valores das porcentagens de classes de uso do solo obtidos para Curitiba estão em conformidade com diversas cidades brasileiras, nas quais se observa a menor presença de áreas verdes no Centro em comparação às áreas periféricas. Levantamentos recentes indicam que nas áreas centrais das capitais brasileiras um mínimo de qualidade ambiental é atingido com percentuais superiores a 30% de área verde [36]. Este valor foi observado em Brasília, que passou por processos de urbanização distintos das outras capitais em decorrência de seu planejamento modernista inspirado no modelo cidade-jardim. Na região Sul do país, Porto Alegre e Florianópolis apresentaram percentuais próximos de cobertura vegetal em suas regiões centrais, de 9,87% e 9,89%, respectivamente.

Curitiba, por sua vez, apesar do *slogan* e da imagem internacionalmente divulgada como “capital ecológica”, uma metáfora criada pelo IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba – em dezembro de 1991, apresentou o segundo menor percentual de cobertura vegetal em sua área central dentre as capitais, com apenas 6,73%, o que corrobora com os resultados obtidos (Figura 5), nos quais se observa baixa densidade de árvores no Centro em comparação às densidades dos demais *buffers*.

Figura 11.5 – Curitiba (PR): Distribuição espacial (densidade) das árvores geradas pelo *I-Tree Canopy* [35].



Fonte: Mapa base *Google Earth*.

Estudos indicam que a cobertura vegetal nas três capitais do Sul apresentou um padrão semelhante, com áreas verdes dispersas e concentradas em poucas praças e, à medida que se distanciam das porções centrais, tendem a aumentar [38]. Em Curitiba, os bairros próximos ao Centro apresentam percentuais de cobertura vegetal variando de 12% a 17%, e bairros mais

afastados apresentam percentuais de cobertura variando de 28% a 51% [37]. O mesmo padrão foi observado nas cidades de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, e em Joinville, em Santa Catarina. Nas áreas centrais da cidade gaúcha, ocorre uma cobertura arbórea de aproximadamente 10%, enquanto nos bairros adjacentes esse valor cresce, oscilando entre 21% e 54% [39]. Já na cidade catarinense, embora o Centro concentre a maior parte das praças, é no seu entorno que se encontram áreas de preservação ambiental e parques arborizados [40].

Considerando-se apenas as porcentagens da classe árvores/arbustos nos quatro *buffer*s (Figura 5), surge a seguinte questão: Quais seriam os potenciais benefícios ecossistêmicos fornecidos pelas árvores? As Tabelas 1 e 2 evidenciam como as árvores removem poluentes atmosféricos presentes na camada de ar próxima da superfície, contribuindo para a melhoria da qualidade do ar respirado pela população, além de indicarem seu papel como pontos estratégicos de intervenção urbanística em contextos de mudanças climáticas.

A quantidade de árvores (20%) do *buffer* Santa Cândida pode remover até 96,73 kg de CO em um ano com um valor monetário estimado de R\$ 359,00 reais, enquanto no *buffer* Centro da Cidade, com apenas 8% de cobertura arbórea a remoção foi de 35,28 kg de CO correspondendo a R\$ 138,00. Esta diferenciação entre remoção e valor monetário por *buffer* também se observa para demais poluentes atmosféricos analisados na Tabela 1. Considerando o total de poluentes removidos, a taxa de remoção variou entre máxima de 8.150 kg em Santa Cândida e 2.973 kg no Centro da cidade, enquanto o valor monetário atingiu o máximo de R\$ 223.460,00 no bairro Boqueirão.

No último relatório Anual da Qualidade do Ar de Curitiba e Região Metropolitana divulgado pelo IAP – Instituto Ambiental do Paraná – 2015, as médias anuais das concentrações de poluentes registradas na estação de monitoramento do Boqueirão, onde se localiza o *buffer* Boqueirão, foram as seguintes: partículas inaláveis (ou PM_{10}) $11 \mu g m^{-3}$ e SO_2 $1 \mu g m^{-3}$; média máxima em 8 horas de $3.489 \mu g m^{-3}$ para CO e média máxima de $11 \mu g m^{-3}$ para O_3 . Esses valores são relativamente baixos em comparação aos limites estabelecidos pela legislação brasileira (Resolução CONAMA Nº 491/2018 e Resolução SEMA Nº 016/14), o que sugere que as árvores presentes nessa região contribuem para a manutenção da qualidade do ar. No entanto, a manutenção desses valores depende de uma série de medidas para reduzir as fontes de emissões, pois a proximidade destas é importante para que as árvores exerçam seu papel de filtros. Nas áreas urbanas, vias com intenso tráfego veicular representam pontos críticos de poluição atmosférica e demandam atenção especial dos gestores urbanos preocupados com a qualidade do ar.

A ineficiência de políticas de mobilidade urbana tem levado à constante dependência de automóvel privado como alternativa para o deslocamento nos ambientes urbanos, contribuindo significativamente para o aumento das emissões de poluentes.

Nos estados do Sul, observa-se uma elevada proporção de veículos privados em relação aos habitantes. No Paraná, há em média um veículo a cada 1,3 habitante, em Santa Catarina o valor é semelhante, e, no Rio Grande do Sul, a proporção é de um veículo para cada 1,4 habitante segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Considerando apenas as capitais, Curitiba tem um índice superior em relação à média estadual, com praticamente um veículo para cada habitante, enquanto em Porto Alegre o valor chega a um veículo para cada 1,5 habitante. Já em Florianópolis, o índice atinge uma média de um veículo para cada 1,4 habitante.

Tabela 11.1 – Curitiba (PR): Estimativas de benefícios das árvores na remoção de poluentes atmosféricos, usando o *software* I-Tree Canopy.

Poluente	Descrição do benefício	Santa Cândida		Boqueirão		Centro da cidade		Zona industrial	
		Quantidade removida kg (erro padrão)	Valor monetário* R\$ (erro padrão)	Quantidade removida kg (erro padrão)	Valor monetário R\$ (erro padrão)	Quantidade removida kg (erro padrão)	Valor monetário R\$ (erro padrão)	Quantidade removida kg (erro padrão)	Valor monetário R\$ (erro padrão)
Monóxido de carbono (CO)	Partículas removidas anualmente	96,73 (±3.38)	359,00 (±13)	85,31 (±3.23)	710,00 (±27)	35,28 (±2.21)	138,00 (±9)	81,19 (±3.17)	676,00 (±26)
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Partículas removidas anualmente	481,65 (±16.81)	516,00 (±18)	366,17 (±13.88)	974,00 (±37)	175,70 (±11.00)	198,00 (±12)	348,48 (±13.16)	927,00 (±36)
Ozônio (O ₃)	Partículas removidas anualmente	5.263,54 (±183.76)	35.305,00 (±1.233)	4.049,02 (±153.47)	67.240,00 (±2.549)	1.920,04 (±120.24)	13.549,00 (±848)	3.853,45 (±150.65)	63.992,00 (±2.502)
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Partículas removidas anualmente	323,70 (±11.30)	88,00 (±3)	156,69 (±6.05)	161,00 (±6)	118,08 (±7.39)	34,00 (±2)	151,97 (±5.94)	153,00 (±6)
Material Particulado (MP ₁₀)	Partículas removidas anualmente	1.777, 82 (±62.07)	23.958,00 (±836)	1.797,52 (±45.39)	46.872,00 (±1.777)	648,52 (±40.61)	9.195,00 (±576)	1.139,67 (±44.56)	44.608,00 (±1.744)
Material Particulado (MP _{2,5})	Partículas removidas anualmente	206,84 (±7.22)	56.938,00 (±1.988)	144,39 (±5.47)	107.490,00 (±4.074)	75,45 (±4.72)	21.852,00 (±1.368)	137, 42 (±5.37)	102.298,00 (±3.999)
Total	--	8.150,18 (±284,54)	117.163,00 (±4.090)	6.002,10 (±227,49)	223.446,00 (±8.469)	2.973,07 (±186,18)	44.965,00 (±2.816)	5.712,18 (±223,32)	216.654,00 (±8.314)

Fonte: Autores.

* Taxa cambial do dólar para o real em 28/9/2020.

Tabela 11.2 – Curitiba (PR): Estimativas de benefícios das árvores no sequestro e armazenamento de CO₂ usando o *software I-Tree Canopy*.

Descrição do benefício	Santa Cândida		Boqueirão		Centro da cidade		Zona industrial	
	Quantidade de CO ₂ equiv.	Valor monetário*	Quantidade de CO ₂ equiv.	Valor monetário	Quantidade de CO ₂ equiv.	Valor monetário	Quantidade de CO ₂ equiv.	Valor monetário
	Tonelada (erro padrão)	R\$ (erro padrão)	Tonelada (erro padrão)	R\$ (erro padrão)	Tonelada (erro padrão)	R\$ (erro padrão)	Tonelada (erro padrão)	R\$ (erro padrão)
Sequestro de CO ₂ equivalente em árvores anualmente	761,32 (±26.58)	103.195,00 (±3.603)	666,58 (±25.26)	96.799,00 (±3.669)	277,72 (±17.39)	39.640,00 (±2.480)	634,38 (±24.80)	92.124,00 (±3.602)
Armazenamento de CO ₂ equivalente em árvores (Nota: este benefício não está em taxa anual)	19.119,62 (±667.49)	2.591,61 (±90.476)	16.740,28 (±634.49)	2.430,99 (±92.140)	6.974,49 (±436.75)	994.613,00 (±62.284)	15.931,69 (±622.85)	2.313.57 (±90.449)

Fonte: Autores.

* Taxa cambial do dólar para o real em 28/9/2020.

11.9. Árvores urbanas e mudanças climáticas

As cidades desempenham papel significativo nas mudanças climáticas globais [41], contribuindo com mais de 70% das emissões de gases de efeito estufa, principalmente devido ao consumo de energia de origem fóssil pelo sistema de transporte e edifícios. O gás carbônico (CO_2), gerado pela queima de combustíveis fósseis, não é considerado um poluente no sentido convencional, pois suas concentrações não tóxicas não prejudicam diretamente a saúde humana; entretanto, é o principal gás de efeito estufa responsável pelo aquecimento global antropogênico [41]. Assim, as políticas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas dependem necessariamente da capacidade de reduzir, na fonte, as emissões de CO_2 .

A Tabela 2 apresenta o sequestro anual e o armazenamento de CO_2 pelas árvores nos quatro *buffers* produzidos pelo *Canopy* em Curitiba. A capacidade de uma árvore em sequestrar e armazenar CO_2 depende de seu porte e área foliar, de modo que, quanto maior o tamanho, maior é a capacidade da árvore em desempenhar seu benefício ecossistêmico. É razoável supor que parte de CO_2 presente na baixa atmosfera urbana possa ser interceptada pelas árvores, que também atuam como importantes reservatórios de CO_2 . No *buffer* do bairro Santa Cândida, o armazenamento anual de CO_2 chegou a 19.119 toneladas, correspondendo a um benefício econômico estimado em 2,5 milhões de reais, conforme mostrado na Tabela 2.

11.10. Considerações finais

O crescimento e desenvolvimento das cidades do Sul do Brasil, resultante principalmente do intenso êxodo rural e industrialização a partir de meados do século 20 e intensificado no seu final, têm gerado ambientes urbanos cada vez mais problemáticos e complexos. A urbanização desordenada típica das cidades brasileiras resultou na queda da qualidade de vida, com impactos particularmente negativos sobre a população urbana de menor poder aquisitivo.

A parcialidade, insuficiência, e em alguns casos a ausência de planejamento urbano e regional de longo prazo e integrador, voltado ao bem-estar da maioria da população, resultaram na consolidação de realidades desiguais e contrastantes sob diversos aspectos, dentro de uma mesma cidade, inclusive no que se refere ao aspecto ambiental.

O estudo sobre Curitiba reforça a necessidade da redução das emissões nas regiões mais adensadas da cidade, aliado ao incentivo à arborização como forma de mitigação do problema em questão. A diferença entre o observado no bairro Santa Cândida e na área central evidencia essa necessidade. O primeiro bairro, de característica residencial, e com maior percentual de áreas verdes, remove cerca de 2,7 vezes mais poluentes do que o Centro da cidade, embora apresente apenas 14% a mais de cobertura arbórea.

Reitera-se também a necessidade de expansão da rede de monitoramento da qualidade do ar tanto nas cidades da região Sul quanto em âmbito nacional. A ausência de estações de monitoramento em um estado industrializado e urbano como Santa Catarina constitui um alerta à sociedade e ao poder público, sobre a importância de garantir a qualidade de vida da população.

Um tema de grande complexidade, dinamicidade e transversalidade como a qualidade do ar mostra-se como um fenômeno multicausal e de difícil solução. Nesse contexto, a arborização urbana surge como uma ferramenta simples e essencial para sua mitigação. Sua implantação não requer de grandes obras ou recursos, e seus efeitos positivos no clima urbano de forma geral colocam as áreas verdes como uma intervenção urbanística de grande potencial, sobretudo em cenários de mudanças climáticas.

11.11. Referências

- [1] McCormac BM. Introduction to the scientific study of atmospheric pollution. 1st ed. Londres: Reidel Publishing Company; 1971.
- [2] Hufty A. Introduction à la climatologie: le rayonnement et la température, l'atmosphère, l'eau, le climat et l'activité humaine [Internet]. De Boeck; 2001.
- [3] Mendonça F, Danni-Oliveira IM. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil [Internet]. São Paulo: Oficina de Textos; 2017.
- [4] Castelhamo FJ. Qualidade do ar no AUC (Aglomerado Urbano de Curitiba/PR) – configuração atual e perspectivas no âmbito das mudanças climáticas globais. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2019.
- [5] Givoni B. Impact of planted areas on urban environmental quality: a review. Atmos Environ Part B Urban Atmos [Internet]. 1991;25(3):289-99.
- [6] Anjos M, Lopes A, Alves E. Uso dos modelos CAL3QHC e I-Tree Canopy na avaliação da qualidade do ar em Aracaju: estimativas das concentrações de PM10 nas vias de tráfego intenso de automóveis. GEOUSP Espaço e Tempo. 2018;22(3):707-28.
- [7] Nowak DJ, Crane DE, Stevens JC. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. Urban For Urban Green [Internet]. 2006;4(3):115-23.
- [8] Mendonça F. Geografia e meio ambiente [Internet]. São Paulo: Editora Contexto; 1994.
- [9] Ramade F. Les catastrophes écologiques [Internet]. Paris: McGraw-Hill; 1987.
- [10] Spagnolo S. Gestión ambiental del desarrollo urbano: estudio de caso, localidad de General Daniel Cerri. Huellas. 2011;15(2):180-98.
- [11] Fernández R. Centro de Investigaciones Ambientales. La ciudad verde: teoría de la gestión ambiental urbana [Internet]. CIAM; 2000.
- [12] Mumford L. A cidade na história [Internet]. São Paulo: Martins Fontes; 2008.
- [13] Lefebvre H, Martins S. A revolução urbana [Internet]. Belo Horizonte: Editora UFMG; 1999.
- [14] Berman M, Moisés CF, Ioriatti AML. Tudo que é sólido desmancha no ar: a aventura da modernidade [Internet]. São Paulo: Companhia das Letras; 2016.
- [15] Abiko AK, Almeida MAP, Barreiros MAF. Urbanismo: história e desenvolvimento. 1st ed. São Paulo: USP; 1995. p. 1-47.
- [16] Santos M. A urbanização brasileira [Internet]. São Paulo: EDUSP; 2013.
- [17] De Alencar Battaues DM, De Oliveira EAB. The right to the city: exclusive urbanization and the Brazilian urban policy. Lua Nova. 2016;(97):81-106.
- [18] Vormittag EMPA, Cirqueira SSR, Wicher Neto H, Saldiva PHN. Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. Estud Av. 2021;35(102):7-30.
- [19] Oliveira IMD. A cidade de Curitiba/PR e a poluição do ar: implicações de seus atributos urbanos e geoecológicos na dispersão de poluentes em período de inverno [Internet]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2000. [acesso 20 jan. 2022] Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001073876>
- [20] Santana GP, Moreira VS, Armani FAS. Poluição atmosférica e doenças respiratórias: um estudo de caso em Paranaguá, Paraná. Rev Ibero-Am Cienc Ambient. 2020;11(5):352-61.
- [21] Landi TAP. Avaliação de cenários para redução da poluição do ar no centro de Londrina-PR. Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2018.
- [22] Silva Júnior FMR, Honscha LC, Brum RL, Ramires PF, Tavella RA, Fernandes CLF, et al. Air quality in cities of the extreme south of Brazil. Ecotoxicol Environ Contam. 2020;15:61-7.

- [23] Daris DP. Qualidade do ar oriunda do tráfego urbano em uma cidade de porte médio. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo; 2015.
- [24] Koch NM, Lucheta F, Käffer MI, Martins SMA, Vargas VMF. Air quality assessment in different urban areas from Rio Grande do Sul State, Brazil, using lichen transplants. *An Acad Bras Cienc.* 2018;90(2):2233-48.
- [25] Dos Anjos Xavier J, Becegato VA, Baum CA, Rosini DN, Dalalibera A, Duminelli E, et al. Avaliação da poluição do ar originada por veículos automotores na área urbana do município de Lages-SC. *Rev Gestão Sustent Ambient.* 2019;8(1):149.
- [26] Vetorazzi VCR, Hartelt BT, Marques D, Pinheiro PC. Efeitos genotóxicos em tétrades de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* (Commelinaceae) induzidos por poluentes atmosféricos na cidade de Joinville, Santa Catarina, Brasil. *Braz J Health Rev.* 2019;2(5):4647-67.
- [27] Souza TAB, Pavei PT. Avaliação da concentração dos principais poluentes atmosféricos monitorados na região sul do estado de Santa Catarina. *Tecnol Ambient.* 2010;16(0):1-21.
- [28] Castelhana FJ, Pedroso ACN, Cobelo I, Borge R, Roig HL, Adams M, et al. The impact of long-term weather changes on air quality in Brazil. *Atmos Environ.* 2022;283:119182.
- [29] Requia WJ, Vicedo-Cabrera AM, Amini H, Silva GL, Schwartz JD, Koutrakis P. Short-term air pollution exposure and hospital admissions for cardiorespiratory diseases in Brazil: a nationwide time-series study between 2008 and 2018. *Environ Res.* 2023;217:114794.
- [30] Moore JP, Silva RMD, Dias MA, Castelhana FJ, Hoinaski L, Requia WJ. Ambient air pollution and low birth weight in Brazil: a nationwide study of more than 10 million births between 2001 and 2018. *Chemosphere.* 2024;366.
- [31] McPherson EG, Simpson JR. Carbon dioxide reduction through urban forestry: guidelines for professional and volunteer tree planters [Internet]. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-171. Albany (CA): U.S. Department of agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station; 1999. [acesso 20 jan. 2024] Disponível em: <https://research.fs.usda.gov/treearch/6779>
- [32] Nowak DJ, Crane DE, Dwyer JF. Compensatory value of urban trees in the United States. *J Arboric.* 2002;28(4):194-9.
- [33] Mills G, Anjos M, Brennan M, Williams J, McAleavey C, Ningal T. The green 'signature' of Irish cities: an examination of the ecosystem services provided by trees using i-Tree canopy software. *Irish Geogr.* 2015;48(2):62-77.
- [34] Soares AL, Rego FC, McPherson EG, Simpson JR, Peper PJ, Xiao Q. Benefits and costs of street trees in Lisbon, Portugal. *Urban For Urban Green* [Internet]. 2011;10(2):69-78.
- [35] i-Tree. i-Tree Eco (version 6.0.32) [software de computador]. 2023. [acesso 15 jan. 2024] Disponível em: <https://www.itreetools.org/i-tree-tools-download>
- [36] Abdollahi KK, Ning ZH, Appeaning A. Global climate change and the urban forest [Internet]. GCRCC; 2000.
- [37] Baldocchi DD, Hicks BB, Camara P. A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces. *Atmos Environ* [Internet]. 1987;21(1):91-101.
- [38] Rocha MF, Nucci JC. Índices de vegetação e competitividade entre cidades. *GEOUSP Espaço e Tempo* [Internet]. 2018;22(3):641-55.
- [39] Rocha MF, Nucci JC. Cobertura vegetal na região central das capitais brasileiras. *Geographia.* 2019;21(45).
- [40] Alves DB. Cobertura vegetal e qualidade ambiental na área urbana de Santa Maria (RS). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2012.
- [41] Goettems RF, Bueno AP. Mapeamento e análise dos espaços de praça da cidade de Joinville (SC). *arq.urb* [Internet]. 2018;(22):93-109.

Capítulo 12

ARBORIZAÇÃO URBANA E SAÚDE PÚBLICA

Por Natália Cristina de Oliveira

12.1. Destaques deste capítulo

1. A arborização como promotora de saúde urbana: As árvores nas cidades contribuem para o bem-estar físico, mental e social, reforçando o vínculo entre saúde pública e planejamento urbano sustentável;
2. Redução das desigualdades em saúde: Cidades mais arborizadas promovem equidade no acesso a ambientes saudáveis, mitigando desigualdades sociais e territoriais nas regiões urbanas;
3. Desafios para a implementação local: Apesar dos avanços conceituais e legais, ainda há obstáculos estruturais e culturais para consolidar a arborização como estratégia de saúde pública;
4. A CTNP foi vendida pelos Ingleses a um grupo Paulista, e atualmente a empresa é denominada Companhia Melhoramentos Norte do Paraná.

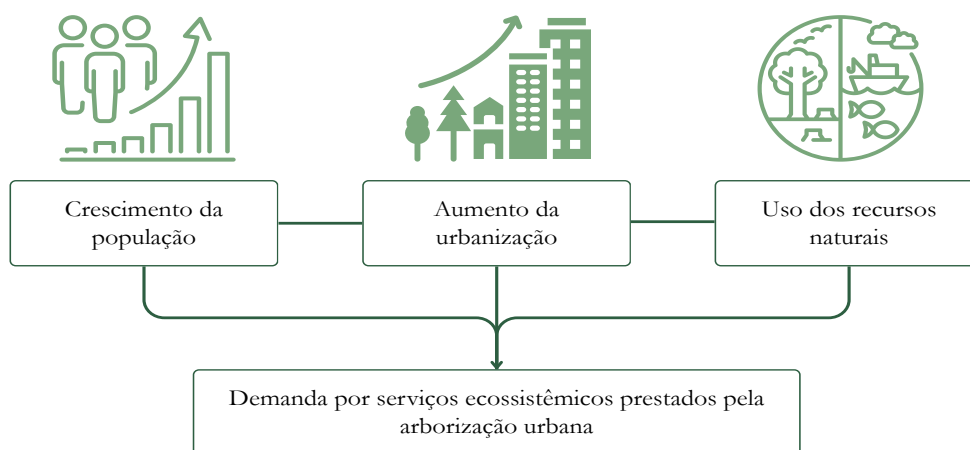
12.2. Introdução

A crescente ocupação desordenada dos espaços urbanos tem contribuído para que a população dos grandes centros habite locais com reduzido espaço externo e carência de infraestrutura [1]. Isso tem reduzido o contato das pessoas com a natureza, ao mesmo tempo em que é crescente o tempo de uso das tecnologias. Esta condição pode acarretar danos à saúde física e mental, com impacto direto na qualidade de vida [2]. A falta de contato com a natureza nas cidades faz com que os serviços ecossistêmicos providos pela arborização urbana se tornem cruciais como promotores de saúde e qualidade de vida (Figura 1).

Isso é ainda mais relevante entre a população que possui mobilidade reduzida, visto que parques, praças e áreas verdes que exercem a função de aproximação da população com a natureza, muitas vezes não possuem a acessibilidade adequada a este público [3]. Existem mais de 14 milhões de brasileiros com alguma deficiência [4]. Apesar de a região Sul ter apresentado o menor percentual de domicílios onde residem pessoas com deficiência (14,1%) no último Censo realizado

no país, trata-se de um número considerável de pessoas, em que a deficiência visual é a mais frequente, seguida da física e da auditiva [4]. É muito importante que toda a população, incluindo as pessoas com deficiência, tenham acesso a espaços e equipamentos urbanos que lhes proporcionem saúde e bem-estar, visto que eles contribuem para a manutenção de uma boa qualidade de vida nas cidades [3,5].

Figura 12.1 – Esquema ilustrativo dos componentes do aumento da demanda por serviços ecossistêmicos nos centros urbanos.



Fonte: Autora; Zabotto Ambiental.

A qualidade de vida é a maneira pela qual um indivíduo interpreta o lugar que ocupa no contexto cultural e de valores em que vive, em relação aos seus objetivos, expectativas, critérios e preocupações [6]. Essa percepção é influenciada pela saúde física, psicológica, relações sociais, grau de independência, crenças pessoais e fatores ambientais [6]. Viver em locais arborizados pode contribuir para a qualidade de vida das pessoas à medida em que, além do conforto térmico e do ambiente favorável ao relaxamento, lazer e prática de atividades físicas que oferecem, as florestas urbanas também se constituem locais propícios às relações sociais e comunitárias, e seu uso produz na população o sentimento de utilidade e pertencimento, o que contribui para uma vida saudável [7]. Além das funções estética e ecológica nas cidades, os espaços verdes podem também oportunizar um lugar diferenciado de atuação de diversos profissionais, incluindo os da área da saúde, oferecendo espaço para atendimentos terapêuticos, lúdicos e atrativos em meio à natureza [8].

Em que pesem as nobres funções e serviços ecossistêmicos oferecidos pelos espaços verdes urbanos, nas últimas décadas, as cidades brasileiras vêm se desenvolvendo de forma descontrolada e desordenada, o que traz consigo desafios complexos para o planejamento urbano e ambiental [9]. Na região Sul do Brasil não é diferente: nos últimos anos vem se observando uma tendência de verticalização mesmo em cidades médias e pequenas, e a área urbanizada de algumas cidades grandes segue em expansão [10,11].

A falta de contato com a natureza, aliada ao estilo de vida urbano atual, que substituiu muitos ambientes naturais pelos virtuais, vem sendo rotulada de Transtorno de Déficit de Natureza (TDN) [12]. Apesar de não se tratar de um diagnóstico médico, o TDN se manifesta

pelo aumento da ansiedade, déficit de atenção, obesidade e outros problemas relacionados ao estilo de vida urbano atual, indicando que a exposição direta à natureza é essencial para uma vida saudável em todas as faixas etárias [12]. Além disso, doenças relacionadas a um estilo de vida sedentário e pouco saudável, característico de muitos centros urbanos, vêm apresentando aumento em suas prevalências, como as doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) [13].

Nesse contexto, este capítulo se propõe a discutir a temática da arborização urbana e da saúde na região Sul do Brasil. Optou-se pelo recorte das intervenções em saúde baseadas na natureza, doenças crônicas não transmissíveis e doenças vetoriais, tendo em vista os recentes desafios enfrentados na região

12.3. Intervenções em saúde baseadas na natureza

Ambientes urbanos densamente povoados oferecem aos moradores uma variedade de estímulos sensoriais de diversas fontes, que muitas vezes ultrapassam a capacidade humana de processamento [14]. Esta sobrecarga sensorial pode passar despercebida por residentes dos centros urbanos, que sofrem um processo de acomodação sensorial; no entanto, a exposição contínua pode levar ao estresse crônico, resultando em uma série de efeitos adversos à saúde física e mental [15].

O uso excessivo de tecnologias está associado ao aumento da desatenção, isolamento social, transtornos no desenvolvimento cognitivo e distúrbios de sono [16]. Diante deste cenário, destaca-se o importante papel dos ambientes naturais, em especial nos centros urbanos, na manutenção e melhoria da saúde e bem-estar dos munícipes. Na verdade, uma relação próxima com a natureza vem sendo considerada uma necessidade básica essencial [17]. Assim, cada vez mais ganham espaço as intervenções baseadas na natureza (IBN, ou NBI, sigla do inglês *nature-based interventions*), atividades intencionais desenvolvidas para promover o bom funcionamento dos indivíduos, sua saúde e bem-estar, ou propiciar restauração e recuperação por meio da exposição ou interação com a natureza [18].

As IBNs partem do princípio de que o tempo gasto em contato direto com a natureza, através de atividades simples como contemplar uma praça ou sentir o cheiro das flores, é extremamente benéfico para o bem-estar das pessoas [19]. Uma dessas atividades é a horticultura. O cultivo de plantas ativo (técnicas de plantio, de cultivo, criações artísticas) ou passivo (visualização das plantas, toque, percepção olfativa) pode, inclusive, ser uma opção terapêutica [20].

Idosos submetidos a uma IBN podem exibir melhoras na autoestima, no bem-estar e em parâmetros fisiológicos indicativos do estado de relaxamento, a despeito de participarem da intervenção de forma ativa ou passiva, sendo eles independentes ou necessitando de assistência 24 horas por dia [20]. Há relatos também de impactos positivos na saúde cardiovascular e no sistema imunológico de participantes de IBNs [21,22]. Isso confirma o papel chave dos espaços verdes em áreas públicas e privadas das cidades, como residências, escolas e instituições de longa permanência para idosos. As IBNs podem ocorrer de diversas formas, em variados contextos, e podem produzir mudança no ambiente ou no comportamento das pessoas [23], conforme ilustra a Tabela 1 a seguir.

Tabela 12.1 – Tipos de intervenções baseadas na natureza (IBN).

	Intervenção	Descrição
Intervenções que alteram o ambiente	Jardins em hospitais ou instituições de longa permanência	Provisão de jardins e paredes verdes que possam ser vistos ou acessados por pacientes e visitantes.
	Contato com a natureza em quartos de ambientes de cuidado com a saúde	Provisão de natureza que possa ser vista ou experienciada do quarto de um hospital ou clínica (de uma janela, plantas internas, flores, jardins e paredes verdes).
	Plantas em ambientes internos de trabalho, passeio e outros	Políticas empresariais de manter e cultivar plantas em seus ambientes internos.
	Provisão de parques e jardins urbanos	Políticas públicas de aumento do número de áreas verdes, bem como sua ampliação e conservação.
	Provisão de ciclovias, espaços para caminhada e trilhas	Áreas desenvolvidas para caminhada e ciclismo em parques, praças, e em vias arborizadas.
	Arborização de viário e corredores verdes ao longo das vias	Fomento à vegetação ao longo de vias e suporte ao plantio em áreas privadas e residenciais.
	Implantação de jardins e hortas comunitários	Jardins e hortas acessíveis às comunidades que desejem se engajar no plantio de alimentos e outros tipos de plantas.
	Esverdeamento de escolas e creches	Aumento da quantidade e qualidade de elementos naturais ao redor de salas de aula e áreas de convivência.
	Equipamentos de ginástica em ambientes externos, academias verdes e azuis	Provisão de versões alternativas de equipamentos de exercício para ambientes externos, principalmente em parques e praças.
	Provisão de ambientes naturais acessíveis	Planejamento de ambientes naturais com infraestrutura de acesso a bosques e florestas, com suporte para o engajamento social.
Intervenções que alteram o comportamento das pessoas	Prescrição verde	Prescrição de atividades ao ar livre por profissionais de saúde (e.g. caminhadas).
	Banho de floresta	Prática de passar tempo na natureza, geralmente fazendo uso de técnicas de meditação ou atenção na respiração.
	Horticultura	Uso terapêutico de áreas verdes e locais destinados à agricultura como forma de promoção à saúde física e mental
	Terapia assistida por animais	Uso de animais em ambientes hospitalares ou não, para beneficiar a saúde física e psicológica dos pacientes.
	Retiros em ambientes naturais	Terapias variadas conduzidas em um ambiente natural.
	Terapias em ambientes selvagens	Programas que desafiem os participantes em ambientes naturais, podendo contemplar indivíduos em reabilitação.

(continua)

(continuação)

	Intervenção	Descrição
Intervenções que alteram o comportamento das pessoas	Programas escolares em ambientes verdes	Educação conduzida em ambientes externos envolvendo ou não educação ambiental.
	Jardins e hortas escolares	Em escolas e creches, visando incentivar o engajamento no plantio de alimentos e a segurança alimentar.
	Atividades recreativas na natureza	Programas visando a introdução dos participantes em ambientes naturais para alterar suas atitudes e aumentar o contato com a natureza.

Fonte: Adaptado de Shanahan et al. [23].

Na região sul do Brasil há diversos exemplos documentados de IBNs relacionadas à saúde. A implantação de hortas escolares em Porto Alegre (RS), além dos benefícios pedagógicos e do bem-estar dos participantes, tornou-se uma política local de combate à fome, além de se constituir também em uma iniciativa de educação ambiental e de provisão de renda para pessoas desempregadas [24]. Em Ponta Grossa (PR), o desenvolvimento de uma horta comunitária com idosos dentro de um *campus* universitário contribuiu para a interação social e intergeracional deles, bem como para a disseminação de seus saberes tradicionais familiares, e a incorporação de conhecimentos científicos em suas práticas [25]. Em Santa Catarina, na cidade de Penha, um estudo a respeito do potencial ciclo turístico da cidade ressaltou o potencial da natureza local de atrair as pessoas para esse tipo de atividade, que produz benefícios à saúde, qualidade de vida, bem como para a mobilidade e a economia local, pelo fomento ao turismo de aventura, gastronômico e cultural [26].

Evidências demonstram que o contato com ambientes naturais, seja por meio de horticultura, cicloturismo ou simples contemplação, gera benefícios mensuráveis, como melhoria da autoestima, redução do estresse e melhoria em parâmetros fisiológicos, além de impactos sociais e econômicos positivos.

Os exemplos bem-sucedidos no Sul do Brasil, como hortas comunitárias e iniciativas de turismo ecológico, reforçam a importância de políticas públicas que integrem espaços verdes e atividades naturais ao planejamento urbano, garantindo assim cidades mais saudáveis, inclusivas e sustentáveis para todas as gerações.

12.4. Arborização urbana e doenças crônicas não transmissíveis

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são a principal causa de morte no mundo. Estima-se anualmente mais de 43 milhões de óbitos estejam associados os quatro principais grupos de DCNT: doenças cardiovasculares, câncer, doença pulmonar obstrutiva crônica e diabetes [27]. Mais de 80% dessas mortes ocorrem em países de baixa e média renda, sendo um terço delas em pessoas com menos de 60 anos de idade [27].

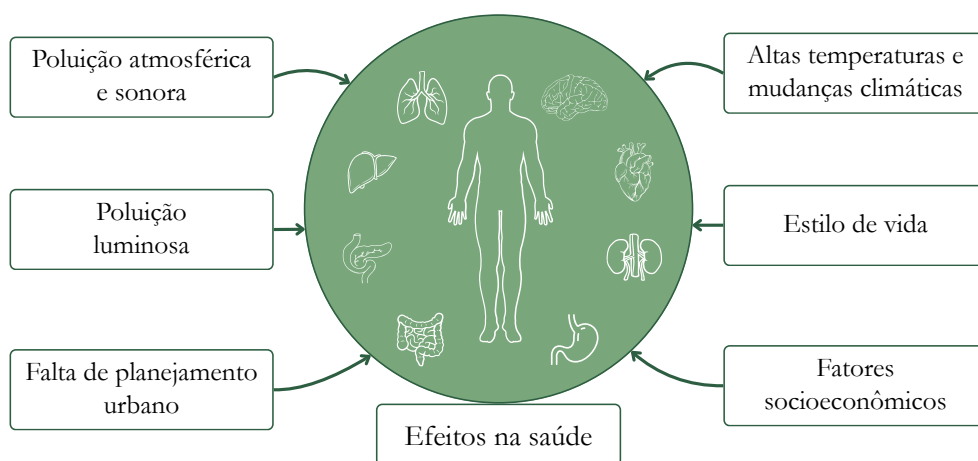
No Brasil, tem-se observado declínio nas mortes por DCNT desde 1990, muito embora de 2015 em diante tenha sido registrada uma tendência de aumento [28]. Este panorama atual deve comprometer a meta brasileira (acordo de Paris) de reduzir em 30% a mortalidade por DCNT até 2030 [29]. Desigualdades sociais e regionais têm contribuído para este cenário, em que estados das regiões Norte e Nordeste apresentam as maiores taxas de mortalidade por DCNT [28]. Em estados da região Sul do país, assim como em alguns outros com índice sociodemográfico elevado, têm sido observados os maiores declínios na mortalidade por DCNT [29].

Os fatores de risco para essas doenças podem ser classificados em comportamentais (e.g. tabagismo, dieta não saudável, etilismo, sedentarismo), metabólicos (e.g. pressão arterial elevada, sobrepeso/obesidade, níveis de glicose elevados, dislipidemia) e ambientais (e.g. poluição atmosférica) [27]. Há um corpo crescente de evidências mostrando que fatores físico-químicos do ambiente contribuem de forma significativa para o surgimento das DCNTs na população [30].

A queima de combustíveis fósseis emite vários poluentes prejudiciais à saúde humana, como material particulado fino, precursores do ozônio, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, hidrocarbonetos, metais pesados, etc. Todos eles contribuem para intensificar a carga de doenças associadas à poluição atmosférica [31]. Além dos poluentes atmosféricos, a exposição ao barulho, luzes artificiais, extremos de calor e incêndios florestais, fatores intimamente ligados à urbanização, estão relacionados com a intensificação desses estressores [30].

Conhecida como expossoma, a área do conhecimento que se ocupa da exposição aos fatores de riscos externos que exercem impacto na saúde, vem ganhando espaço ao investigar os possíveis mecanismos pelos quais isso ocorre. Mudanças no ciclo circadiano, liberação de hormônios relacionados ao estresse, produção de radicais livres, danos oxidativos e aumento da inflamação sistêmica são os principais mecanismos patológicos comuns aos estressores ambientais e estilo de vida na fisiopatologia das DCNTs [30] (Figura 2).

Figura 12.2 – Esquema ilustrativo da influência de fatores externos na saúde humana.



Fonte: Autora; Zabotto Ambiental.

Os fatores de risco comportamentais para as DCNTs são modificáveis no nível individual – a prática de atividade física, o consumo de uma dieta saudável e o hábito do tabagismo, por exemplo, são escolhas pessoais e familiares [32]. Da mesma forma, fatores externos (ambientais)

também podem ser modificados (nível coletivo e governamental), o que pode contribuir para a prevenção de novos casos e para o tratamento de casos já existentes de DCNT.

Há uma forte associação entre fatores ambientais, principalmente a poluição atmosférica e a temperatura com a prevalência de DCNT, em que esses determinantes ambientais exercem papel crítico no desenvolvimento e exacerbação dos casos de diversas DCNTs [33]. Por outro lado, espaços verdes próximos às residências de moradores dos centros urbanos se associam com redução da mortalidade cardiovascular, possivelmente por sua contribuição para a redução da poluição (atmosférica e sonora), promoção da atividade física e redução de estresse [34]. A arborização urbana exerce papel importante na redução da temperatura de superfície [35] e na mitigação da poluição atmosférica [36], ambos fatores influentes nas DCNTs. Assim, estratégias de esverdeamento das cidades, como a ampliação de parques urbanos, da arborização de viário, jardins e telhados verdes são também ações que contribuem para melhoria da saúde da população [34].

Um estudo conduzido em Porto Alegre (RS) buscou avaliar o conforto térmico produzido por telhados verdes, e concluiu que eles se tornavam ainda mais eficazes quando presente em domicílios rodeados por área arborizada, onde reduções de temperatura de até 4,3°C foram observadas [37]. Na região metropolitana de Londrina (PR), os parques urbanos exercem papel essencial na prevenção de ilhas de calor, constituindo-se em soluções naturais eficazes para mitigar os efeitos da urbanização na saúde [38]. Uma investigação sobre prioridades em relação à promoção de ambientes urbanos para a prática de atividade física na perspectiva da equidade em saúde e justiça climática conduzida por pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina revelou que aumentar a qualidade, a segurança e a acessibilidade das áreas verdes públicas, bem como reduzir desigualdades na sua distribuição, são estratégias desejáveis para promover hábitos saudáveis na população, dar suporte às mudanças climáticas, mitigar disparidades em saúde e melhorar o bem-estar das comunidades [39].

Hábitos saudáveis e o contato com a natureza, na perspectiva da prevenção às DCNTs, devem ser estimulados ao longo de toda a vida. Além do importante papel dos parques e da arborização das ruas dos centros urbanos, as praças também exercem papel de destaque. Elas são as áreas verdes mais visitadas pelos adolescentes da região Sul do Brasil, que buscam locais para descanso, caminhada, atividades de lazer e exercício físico. Apesar disso, a distância delas em relação à residência é uma importante barreira a ser contornada [40].

Evidências demonstram que, além dos fatores comportamentais modificáveis, os determinantes ambientais (poluição atmosférica, temperatura elevada e falta de áreas verdes) desempenham papel crítico no desenvolvimento e na exacerbação das DCNTs. A promoção da arborização urbana surge como uma estratégia eficaz para mitigar riscos ambientais, reduzir ilhas de calor, melhorar a qualidade do ar e incentivar hábitos saudáveis. No entanto, é essencial garantir acessibilidade equitativa a esses espaços, especialmente para grupos vulneráveis, como comunidades de áreas urbanas periféricas. Políticas públicas que integrem planejamento urbano sustentável, promoção da saúde e justiça climática são fundamentais para criar cidades mais saudáveis e resilientes, capazes de reduzir a carga global das DCNTs e promover bem-estar coletivo.

12.5. Arborização urbana e doenças vetoriais

Doenças vetoriais (DVs) são aquelas transmitidas por artrópodes hematófagos (e.g. mosquitos, carrapatos e flebotomíneos) aos humanos e a outros animais, afetando principalmente pessoas

que vivem em regiões tropicais e subtropicais [41]. Em muitas cidades brasileiras, as DVs representam um grande problema de saúde pública, em razão de suas altas taxas de incidência [42].

Dentre as principais DVs, a Dengue (com seus 4 subtipos), transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, está crescentemente presente em áreas urbanas e possui múltiplos fatores de risco, incluindo temperaturas elevadas, extremos de precipitação e falta de saneamento básico [43]. No ano de 2022, chamou atenção a disseminação da Dengue em latitudes maiores e em áreas menos populosas, que até então eram livres da doença. Nos primeiros meses daquele ano, 63 novas cidades registraram os primeiros casos de Dengue, metade delas localizada na região Sul do país [44]. Em especial nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a quantidade de novas cidades com casos de Dengue saltou de uma a duas para 10, e essa expansão foi atribuída principalmente às mudanças climáticas e à urbanização [44].

Outra DV que tem impactado a região Sul em anos recentes é a Malária. Transmitida por cinco espécies do parasita *Plasmodium* através da picada do mosquito *Anopheles*, a doença, que historicamente sempre foi mais comum na região da Amazônia [45], têm recebido notificações regulares de casos desde 2007 na região Sul [42]. A maioria dos casos ocorre nos arredores das áreas alagadas pela barragem do rio Paraná, nas adjacências da usina de Itaipu [42]. A dinâmica da transmissão das DVs é influenciada pelas mudanças climáticas e pela urbanização. Como as tempestades se tornam mais comuns e severas, os vetores das doenças encontram condições potenciais para sua dispersão. Além disso, o aumento da temperatura e da urbanização fornece áreas favoráveis à proliferação dos vetores, o que, por sua vez, aumenta o risco de transmissão das DVs às pessoas [46].

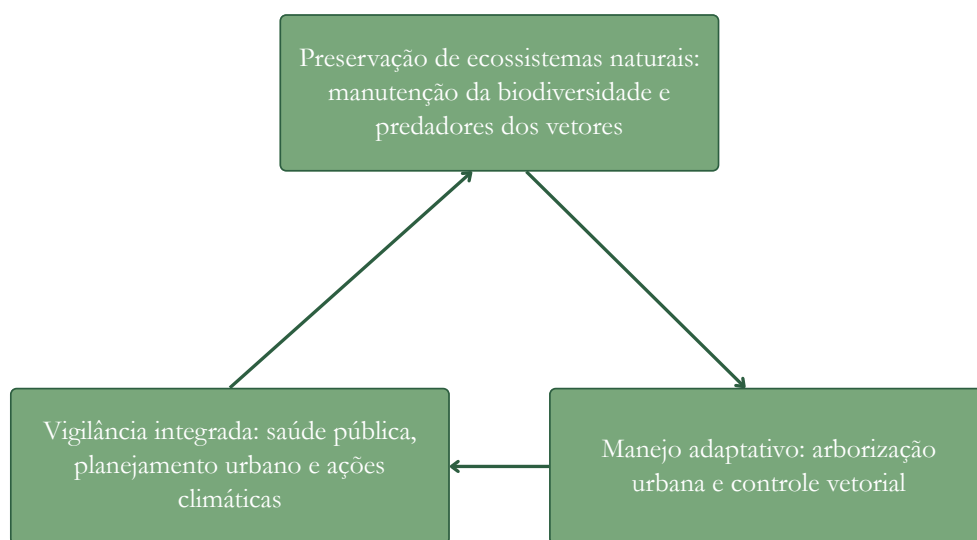
A presença de vegetação densa pode contribuir para um microclima que influencia localmente a umidade relativa do ar, levando a uma associação positiva com a presença de alguns vetores, que inclusive podem usar a floresta como um refúgio dos locais antropogênicos, utilizando-a também como um corredor para sua dispersão [47]. Por outro lado, o desmatamento também pode contribuir para maior incidência de DVs, já que o aumento da temperatura local causado por esta ação contribui para a proliferação dos mosquitos. Além disso, a consequente perda de biodiversidade nas áreas desmatadas pode levar à redução dos predadores naturais dos vetores, o que intensifica a transmissão das DVs [48]. Uma recente compilação das evidências científicas evidenciou que, quanto menor a intensidade do uso do solo, menor a prevalência de DVs, ao passo que uma intensidade média se associa à alta prevalência dessas doenças em diversos locais do mundo [49].

Há inúmeros efeitos positivos à saúde humana decorrentes do esverdeamento das cidades e do uso das áreas verdes urbanas. Eles vão da prevenção de DCNTs à melhoria da saúde mental, passando também por benefícios sociais e econômicos importantes. Entretanto, a arborização urbana sem o manejo adequado pode potencializar a emergência de DV, o que exige esforços adaptativos para reduzir essa vulnerabilidade [50].

O manejo ambiental das áreas verdes urbanas é essencial para a prevenção das DVs, uma vez que essas áreas são utilizadas pela população para diversos fins, incluindo práticas de promoção da saúde [50]. Aliado a isso, ações para frear a perda de biodiversidade nas florestas, também são urgentes para aumentar a contribuição desses espaços não somente para a redução dos riscos climáticos, mas para a saúde e o bem-estar das populações [48].

As DVs representam um desafio complexo para a saúde pública, especialmente na região Sul do Brasil, onde fatores como mudanças climáticas, urbanização desordenada e alterações no uso do solo intensificam sua transmissão. A expansão da Dengue e da Malária destaca a necessidade de abordagens integradas que considerem tanto os determinantes ambientais quanto os socioeconômicos. A vegetação urbana e natural desempenha um papel ambivalente: enquanto áreas verdes bem manejadas podem mitigar ilhas de calor e promover saúde, as mudanças no uso do solo podem criar microclimas favoráveis à proliferação de vetores. Para enfrentar esses desafios e promover cidades resilientes, onde os benefícios das áreas verdes sejam maximizados sem comprometer o controle das DVs, é crucial investir no manejo adaptativo das áreas verdes urbanas, na preservação dos ecossistemas naturais e na vigilância integrada (Figura 3).

Figura 12.3 – Promoção de resiliência nas cidades para o enfrentamento das doenças vetoriais.



Fonte: Autora; Zabotto Ambiental.

12.6. Considerações finais

A arborização urbana na região Sul do Brasil revela-se um eixo estratégico para a promoção da saúde pública, capaz de mitigar desafios como ilhas de calor, poluição atmosférica e estresse psicossocial, além de fomentar hábitos saudáveis na população. Os benefícios documentados com IBN na região destacam seu papel na prevenção de DCNTs e na melhoria da qualidade de vida dos residentes dos centros urbanos. Por outro lado, a expansão das DVs em áreas antes livres desses agravos, impulsionada por mudanças climáticas e urbanização desordenada, expõe a complexidade do manejo da vegetação urbana. Enquanto a preservação de ecossistemas naturais mantém a biodiversidade e controla vetores, a arborização mal planejada pode criar microclimas favoráveis à sua proliferação. Essa dualidade exige estratégias adaptativas, como o manejo das florestas urbanas e a integração entre vigilância epidemiológica, planejamento ambiental e urbano, para transformar riscos em oportunidades.

A construção de cidades saudáveis e resilientes no Sul do Brasil demanda uma urgente governança intersetorial, escalonada com políticas públicas que priorizem acessibilidade equitativa em áreas verdes, o controle integrado de vetores associados à arborização, e o enfrentamento das mudanças climáticas com foco na equidade. Dessa forma, a região poderá liderar um modelo de desenvolvimento urbano em que saúde humana e saúde ambiental sejam pilares complementares e indissociáveis.

12.7. Referências

- [1] United Nations Human Settlements Programme. Cities at the frontline: housing policies for sustainable urban development. Nairobi: UN-Habitat; 2024. [acesso 25 jun. 2025]. Disponível em: <https://unhabitat.org>
- [2] Tang J, Chen N, Liang H, Gao X. The effect of built environment on physical health and mental health of adults: a nationwide cross-sectional study in China. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(11):6492. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116492>
- [3] Silva TRC, Truccolo AB. Estudo da acessibilidade de parques públicos para crianças com deficiência. *Int Contemp Manag Rev*. 2024;5(3):e212. <https://doi.org/10.54033/icmr5n3-041>
- [4] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2022: Brasil tem 14,4 milhões de pessoas com deficiência [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2023 [acesso 25 jun. 2025]. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/43463-censo-2022-brasil-tem-14-4-milhoes-de-pessoas-com-deficiencia>
- [5] Bertoni CB. Acessibilidade à cultura e ao lazer nos espaços públicos. In: Pagani EA, organizador. *Direito urbanístico e planejamento urbano: acessibilidades*. 1ª ed. Porto Alegre: OAB/RS; 2017. p. 89-96.
- [6] World Health Organization (WHO). La gente y la salud, ¿qué calidad de vida?: Grupo de la OMS sobre la calidad de vida. *Foro Mund Salud*. 1996;17:385-7.
- [7] Marques LR, Gonçalves AM, Brandão TS, Almeida TRF, Rigon AJ, Bucco NFS, et al. A importância da arborização urbana com árvores frutíferas para a qualidade de vida da população. *Braz J Health Rev*. 2024;7(9):e75860. <https://doi.org/10.34119/bjhrv7n9-384>
- [8] Hiluany M, Lima LDSC. Parques urbanos: espaços privilegiados de atenção à saúde mental e inclusão social. In: Ramos DV, Müller T, organizadores. *Cidades inteligentes: estratégias tecnológicas e inteligentes para o planejamento e gestão de cidades*. 1ª ed. São Paulo: Editora Científica Digital; 2023. p. 40-60.
- [9] Teodoro RDKF, Queiroz ZAK. Metanoia urbana: do campo à cidade e a crise urbana do século XXI. *Rev Parajás*. 2024;7(1):229-50.
- [10] Antocheviz FB, Gregoletto D. Verticalização urbana: uma realidade em cidades pequenas e médias no Rio Grande do Sul. In: *Anais do 7º Simpósio Brasileiro de Qualidade de Projeto do Ambiente Construído*. 2021;7:1-10. <https://doi.org/10.29327/sbqp2021.438155>
- [11] Xavier ADMR, Maraschin C. Forma urbana e crescimento: explorando indicadores para o caso de Pelotas, RS. In: *Anais do 20º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional*. 2023; Sessão temática 7.
- [12] Louv R. *A última criança na natureza: resgatando nossas crianças do transtorno do déficit de natureza*. São Paulo: Editora Aquariana; 2016.
- [13] Moreira RCA, Carneiro FBM, Silva ARS, Miranda ACAN, Vasques LF, Lage DM, et al. Análise dos determinantes sociais da saúde e sua influência na prevalência de doenças

- crônicas não transmissíveis em áreas vulneráveis. *Cad Pedagógico*. 2025;22(1):e13352. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n1-149>
- [14] Silveira AOD, Bichueti RS. Cidades inteligentes e neurodiversidade: discussão sobre a necessidade de espaços urbanos inclusivos para todos. *Cid Comun Territ*. 2024;48:132-47. <https://doi.org/10.15847/cct.34903>
- [15] Stansfeld S, Clark C, Smuk M, Gallacher J, Babisch W. Road traffic noise, noise sensitivity, noise annoyance, psychological and physical health and mortality. *Environ Health*. 2021;20(32):32. <https://doi.org/10.1186/s12940-021-00720-3>
- [16] Small GW, Lee J, Kaufman A, Jalil J, Siddarth P, Gaddipati H, et al. Brain health consequences of digital technology use. *Dialogues Clin Neurosci*. 2020;22(2):179-87. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.2/gsmall>
- [17] Bratman GN, Anderson CB, Berman MG, Cochran B, de Vries S, Flanders J, et al. Nature and mental health: An ecosystem service perspective. *Sci Adv*. 2019;5:eaax0903. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0903>
- [18] Gritzka S, MacIntyre TE, Dörfel D, Baker-Blanc JL, Calogiuri G. The effects of workplace nature-based interventions on the mental health and well-being of employees: a systematic review. *Front Psychiatry*. 2020;11:323. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00323>
- [19] Richardson M, Passmore HA, Lumber R, Thomas R, Hunt A. Moments, not minutes: The nature-wellbeing relationship. *Int J Wellbeing*. 2021;11(1):8-33. <https://doi.org/10.5502/ijw.v11i1.1267>
- [20] Heród A, Szewczyk-Taranek B, Pawlowska B. Enhancing self-esteem, well-being, and relaxation in the elderly through nature-based interventions. *Int J Environ Res Public Health*. 2024;21(7):952. <https://doi.org/10.3390/ijerph21070952>
- [21] Jimenez MP, DeVille NV, Elliott EG, Schiff JE, Wilt GE, Hart JE, et al. Associations between nature exposure and health: a review of the evidence. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:4790. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094790>
- [22] Lyu B, Zeng C, Xie S, Li D, Lin W, Li N, et al. Benefits of a three-day bamboo forest therapy session on the psychophysiology and immune system responses of male college students. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16:4991. <https://doi.org/10.3390/ijerph16244991>
- [23] Shanahan DF, Astell-Burt T, Barber EA, Brymer E, Cox DTC, Dean J, et al. Nature-based interventions for improving health and wellbeing: the purpose, the people and the outcomes. *Sports (Basel)*. 2019;7(6):141. <https://doi.org/10.3390/sports7060141>
- [24] Carvalho I, Schmitt L, Pereira M. Educação e sustentabilidade: aprendizagens em uma horta urbana. *Pedagog Soc Rev Interuniv*. 2021;37:173-83. https://doi.org/10.7179/PSRI_2021.37.12
- [25] Scortegagna PA, Scortegagna PV, Oliveira RDCS. Projeto horta no programa Universidade Aberta para a Terceira Idade da Universidade Estadual de Ponta Grossa. *Rev Conexão UEPG*. 2020;16:1-11. <https://doi.org/10.5212/Rev.Conexao.v.16.13639.005>
- [26] Souza RC, Sampaio CAC, Romano RG, Alves FK. Cicloturismo como via de desenvolvimento local para o município de Penha, Santa Catarina, Brasil. *Fronteira J Soc Technol Environ Sci*. 2022;11(2):233-51. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2022v11i2.p233-251>
- [27] World Health Organization. Noncommunicable diseases [Internet]. Geneva: WHO; 2024 [acesso 28 jun. 2025]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- [28] Malta DC, Duncan BB, Schmidt MI, Teixeira R, Ribeiro ALP, Felisbino-Mendes MS, et al. Trends in mortality due to non-communicable diseases in the Brazilian adult population:

- national and subnational estimates and projections for 2030. *Popul Health Metr.* 2020;18:1-14. <https://doi.org/10.1186/s12963-020-00216-1>
- [29] Malta DC, Gomes CS, Veloso GA, Teixeira RA, Mendes MSF, Brant LCC, et al. Noncommunicable disease burden in Brazil and its states from 1990 to 2021, with projections for 2030. *Public Health.* 2024;236:422-9. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2024.09.006>
- [30] Münzel T, Hahad O, Sørensen M, Lelieveld J, Duerr GD, Nieuwenhuijsen M, et al. Environmental risk factors and cardiovascular diseases: a comprehensive expert review. *Cardiovasc Res.* 2022;118(14):2880-902. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvab316>
- [31] Dhimal M, Neupane T, Lamichhane Dhimal M. Understanding linkages between environmental risk factors and noncommunicable diseases: a review. *FASEB Bioadv.* 2021;3(5):287-94. <https://doi.org/10.1096/fba.2020-00119>
- [32] Biswas T, Townsend N, Huda MM, Maravilla J, Begum T, Pervin S, et al. Prevalence of multiple non-communicable diseases risk factors among adolescents in 140 countries: a population-based study. *EClinicalMedicine.* 2022;52:101591. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101591>
- [33] Yasmin T. Environmental determinants of non-communicable diseases: the role of pollution and climate change. *Non-Commun Dis Care.* 2025;2(1):23-37.
- [34] Nieuwenhuijsen MJ, Khreis H, Triguero-Mas M, Gascon M, Dadvand P. Fifty shades of green: pathway to healthy urban living. *Epidemiology.* 2017;28(1):63-71. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000549>
- [35] Ge J, Huang X, Zan B, Qiu B, Cao Y, Guo W. Local surface cooling from afforestation amplified by lower aerosol pollution. *Nat Geosci.* 2023;16(9):781-8. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01251-x>
- [36] Ménard I, Thiffault E, Kurz WA, Boucher JF. Carbon sequestration and emission mitigation potential of afforestation and reforestation of unproductive territories. *New For.* 2023;54(6):1013-35. <https://doi.org/10.1007/s11056-022-09955-5>
- [37] Krebs LF, Johansson E. Influence of microclimate on the effect of green roofs in Southern Brazil: a study coupling outdoor and indoor thermal simulations. *Energy Build.* 2021;241:110963. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110963>
- [38] Sobrinho OM, Rudke AP, Morais MVBD, Martins LD. Meteorological effects of green infrastructure on a developing medium Latin American city: a numerical modeling assessment. *Sustainability.* 2023;15(2):1429. <https://doi.org/10.3390/su15021429>
- [39] Reis RS, Leão ALF, Hino AAF, Silva AADP, Dos Santos CES, Rech CR, et al. Advancing research and practice in people, health, and place in Brazil: using community-based system dynamics to identify physical activity research priorities. *J Phys Act Health.* 2025;1(aop):1-12. <https://doi.org/10.1123/jpah.2024-0902>
- [40] Majewski AS, Vendruscolo GS, Zakrzewski SB. Do teenagers visit urban green areas? A case study in southern Brazil [preprint]. SSRN. 2025. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5258452>
- [41] Souza WM, Weaver SC. Effects of climate change and human activities on vector-borne diseases. *Nat Rev Microbiol.* 2024;22(8):476-91. <https://doi.org/10.1038/s41579-024-01026-0>
- [42] Leandro AS, Lopes RD, Martins CA, Rivas AV, da Silva I, Galvão SR, et al. The adoption of the One Health approach to improve surveillance of venomous animal injury, vector-borne and zoonotic diseases in Foz do Iguaçu, Brazil. *PLoS Negl Trop Dis.* 2023;17(2):e0009109. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009109>

- [43] Gurgel-Gonçalves R, Oliveira WKD, Croda J. The greatest dengue epidemic in Brazil: surveillance, prevention, and control. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2024;57:e00203-2024. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0113-2024>
- [44] Codeco CT, Oliveira SS, Ferreira DA, Riback TI, Bastos LS, Lana RM, et al. Fast expansion of dengue in Brazil. *Lancet Reg Health Am.* 2022;12:100274. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2022.100274>
- [45] Garcia KKS, Laporta GZ, Soremekun S, Bottomley C, Abrahão AA, Moresco GG, et al. Brazil towards malaria elimination: a time-series analysis of imported cases from 2007 to 2022. *PLoS Glob Public Health.* 2024;4(10):e0003822. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0003822>
- [46] Ortiz DI, Piche-Ovares M, Romero-Vega LM, Wagman J, Troyo A. The impact of deforestation, urbanization, and changing land use patterns on the ecology of mosquito and tick-borne diseases in Central America. *Insects.* 2021;13(1):20. <https://doi.org/10.3390/insects13010020>
- [47] Obame-Nkoghe J, Makanga BK, Zongo SB, Koumba AA, Komba P, Longo-Pendy NM, et al. Urban green spaces and vector-borne disease risk in Africa: the case of an unclean forested park in Libreville (Gabon, Central Africa). *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(10):5774. <https://doi.org/10.3390/ijerph20105774>
- [48] Morand S, Lajaunie C. Outbreaks of vector-borne and zoonotic diseases are associated with changes in forest cover and oil palm expansion at global scale. *Front Vet Sci.* 2021;8:661063. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.661063>
- [49] Ferraguti M, Magallanes S, Suarez-Rubio M, Bates PJ, Marzal A, Renner SC. Does land-use and land cover affect vector-borne diseases? A systematic review and meta-analysis. *Landsc Ecol.* 2023;38(10):2433-51. <https://doi.org/10.1007/s10980-023-01746-3>
- [50] Fournet F, Simard F, Fontenille D. Green cities and vector-borne diseases: emerging concerns and opportunities. *Euro Surveill.* 2024;29(10):2300548. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2024.29.10.2300548>

Capítulo 11

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E BIODIVERSIDADE NA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Marco Aurélio Locateli Verdade

13.1. Destaques deste capítulo

1. A educação ambiental integrada à arborização urbana alia planejamento urbano e processo educativo fortalecendo a consciência ecológica;
2. No Sul do Brasil destacam-se metodologias inovadoras e experiências exitosas de educação ambiental voltadas à arborização;
3. Boas práticas para o século 21 incluem diretrizes metodológicas e tecnológicas que favorecem ações educativas interativas e sustentáveis;
4. A abordagem hermenêutica utiliza técnicas qualiquantitativas para leitura crítica das percepções sobre arborização e meio ambiente;
5. A educação ambiental enfrenta lacunas em políticas e práticas e exige ampliar abordagens que integrem dimensões sociais, culturais e ecológicas.

13.2. Introdução

Vivemos em pleno século 21. Entretanto, cronologicamente, a evolução do “ser humano” no planeta com relação à sua racionalidade aparentemente não segue o mesmo desenvolvimento esperado. Nos noticiários, em vários meios de comunicação, apresenta-se um panorama de guerra constante devido à intolerância entre os homens, seus credos e culturas, ao empobrecimento da maioria da população do planeta, a um cenário de catástrofes naturais que vêm provocando mudanças na geografia física, política e humana, e a uma discrepância entre o que se consome e o que é produzido, armazenado, ou pior ainda, descartado em favor de um sistema de produção de riqueza.

De forma muito preocupante, o patrimônio biológico natural se encontra hoje muito mais ameaçado em função do paradoxo existente entre a “racionalidade” humana e suas verdadeiras manifestações e ações observadas em seu cotidiano do que pela sua dinâmica de fragilidade propriamente dita. Dentro dessa perspectiva, é importante lembrarmos que o mesmo ser humano que hoje se intitula “portador de exclusiva e imperiosa racionalidade” no processo evolutivo tem sido também o

responsável pela extinção de diversas espécies e pela execução de diferentes ações prejudiciais ao meio ambiente em benefício de suas próprias satisfações e seus desejos individuais e coletivos.

A solução desta problemática através da aproximação entre o “fazer crítico” e o “fazer prático” do ser humano tem sido considerada de fundamental importância na luta pela sustentabilidade, e, conseqüentemente, na possibilidade de garantir um futuro melhor para a humanidade. O dependente estabelecimento de um equilíbrio harmônico e cooperativo entre a sociedade e a natureza, tanto em sua coletividade quanto em sua individualidade, tornou-se um princípio básico desta batalha. Em função deste aspecto, a reflexão acerca do comportamento humano está inserida de forma cada vez mais incisiva no trabalho docente.

Dentro dessa perspectiva, a educação passa a oferecer contribuições significativas ao propor e desenvolver novas ferramentas metodológicas e tecnológicas, capazes de qualificar o ensino e apoiar a construção da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS).

Muitas iniciativas têm sido propostas por educadores do mundo inteiro, transparecendo dessa forma uma emergente necessidade de inclusão desta temática nos currículos escolares como tema transversal. A transversalidade, bem como a transdisciplinaridade, é um princípio teórico do qual decorrem várias conseqüências práticas, tanto nas metodologias de ensino quanto na proposta curricular e pedagógica. Os temas transversais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) incluem ética, meio ambiente, saúde, pluralidade cultural e orientação sexual. Eles expressam conceitos e valores fundamentais à democracia e à cidadania e correspondem a questões importantes e urgentes para a sociedade brasileira de hoje, presentes sob várias formas na vida cotidiana.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), vigente no Brasil, continua sendo o documento normativo que orienta os currículos da Educação Infantil, do Ensino Fundamental e do Ensino Médio em todas as escolas públicas e privadas do país. Além disso, o documento incorpora temas contemporâneos e transversais, como educação digital, relações étnico-raciais e educação socioambiental, promovendo uma formação no país mais integral e alinhada às demandas da atualidade.

Norteados e embasados ou não pelos PCNs e pela imensa variedade de produções científicas e referenciais teóricos disponíveis, o fato é que muitos educadores envolvidos neste processo têm construído ou tentado construir seus próprios caminhos metodológicos influenciados muitas vezes por suas diferentes realidades estruturais, econômicas e organizacionais de trabalho. Além disso, não se pode esquecer o fato de que o conceito de Educação Ambiental (EA) demonstra uma série de divergências na prática dos educadores, colaborando assim, decisivamente, para a formação de um modelo individualista de EDS.

O segredo talvez possa estar na forma pela qual procuramos fazer com que as crianças, os jovens e os adolescentes de hoje compreendam o universo ao seu redor. Dentro da realidade do cotidiano de cada indivíduo, é preciso fazer com que se perceba que toda ação provoca uma reação, e que toda reação trará uma conseqüência, benéfica ou não, que vai influenciar de forma significativa na possibilidade de reconstrução do planeta. A partir do momento em que o “ser humano” conseguir perceber o seu verdadeiro papel dentro do ecossistema, os impactos negativos poderão ser também gradativamente minimizados ou solucionados, “invertendo o peso da balança”. Para tanto, necessariamente, o “ser humano” deverá atingir um nível de percepção

ecológica capaz de fazê-lo compreender as inter-relações e a interdependência existente entre os diversos atores presentes na natureza, fundamentais para a preservação e a conservação da vida.

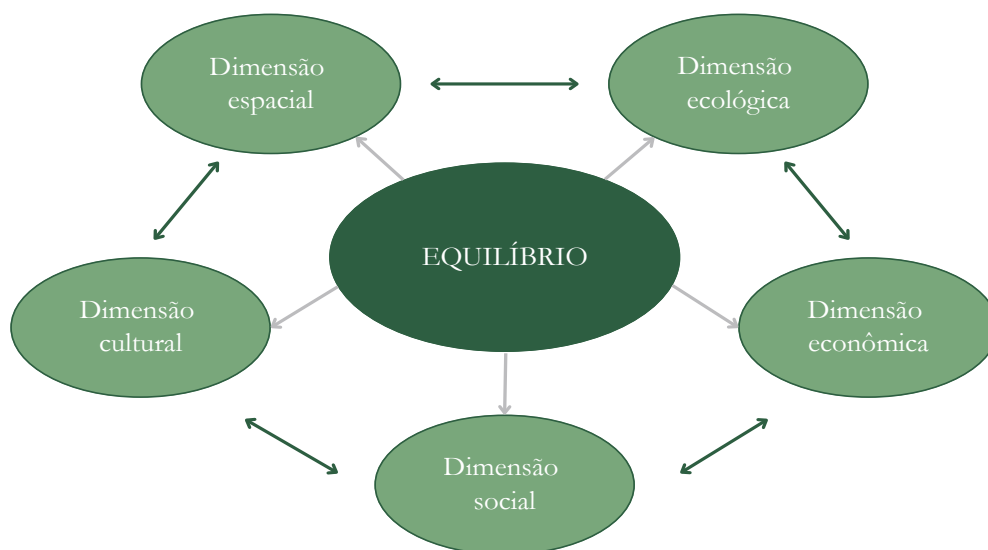
A melhoria da qualidade dos espaços escolares e universitários, diante da emergente necessidade de busca de novos valores e atitudes no relacionamento com o meio, tem se tornado um grande desafio. Dentro dos espaços abertos existentes no interior destas instituições de ensino, não obstante a falta de planejamento em arborização observada em grandes centros urbanos do país, o que se percebe, na maioria das vezes, são manifestações caracterizadas por eventos casuais, e, eminentemente, sem o mínimo respaldo técnico-científico.

Em uma perspectiva harmônica de relacionamento entre as diferentes espécies, quando bem planejada, a vegetação se torna uma das melhores ferramentas de apoio ao trabalho de Educação para o Desenvolvimento Sustentável, melhorando não só a qualidade destes espaços como também agregando valores, e, principalmente, proporcionando uma maior integração do homem com a natureza, tendo em vista que o processo desenfreado de ocupação do solo e uma política imobiliária extremamente agressiva determinaram através da história uma maior restrição desse contato.

As questões relacionadas ao ambiente em nosso cotidiano muitas vezes passam despercebidas, fazendo com que percamos a oportunidade de contribuir para melhorar de maneira efetiva a qualidade de vida da nossa casa, da nossa rua, do nosso local de trabalho e de nossas escolas.

Os fatores motivadores e facilitadores do processo de ensino e aprendizagem, bem como as etapas que estão envolvidas neste processo, são temas que precisam ser amplamente discutidos em qualquer nível de escolaridade. Quando se trata de Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), não podemos nos esquecer de analisar profundamente suas diferentes dimensões socioculturais, ecológicas, espaciais, políticas e econômicas.

Figura 13.1 – As cinco dimensões do desenvolvimento sustentável.



Fonte: Autor; Zabotto Ambiental.

Nas últimas décadas, as preocupações inerentes à questão ambiental têm sofrido um grande processo de intensificação, e junto com elas é cada vez maior o número de iniciativas para o desenvolvimento de atividades e projetos no intuito de educar as comunidades, procurando

sensibilizá-las e mobilizá-las no processo de mudança de atitudes e comportamentos prejudiciais ao equilíbrio do meio ambiente.

A presença, em todas as práticas educativas, da reflexão sobre as relações dos seres entre si, do ser humano com ele mesmo e do ser humano com seus semelhantes é condição imprescindível para que a Educação Ambiental (EA) ocorra. Dentro desse contexto, as escolas se tornaram espaços privilegiados no desenvolvimento de propostas que possibilitem essa reflexão, orientando ações e projetos e estimulando a participação dos diferentes atores envolvidos.

O desejo de mudança, que historicamente vem acompanhando o ensino no Brasil, deve começar na escola, integrando a tecnologia e a sociedade às práticas cotidianas para que, ao final de cada ciclo de estudos, ocorram mudanças conceituais, procedimentais e atitudinais nos atores envolvidos na educação.

No meio científico, apesar da existência de poucos trabalhos e artigos associados, já se percebe, nestas duas últimas décadas, uma crescente e evidente preocupação acerca desta temática. Eventos realizados periodicamente na América do Sul, como o Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, tomam porte e apresentam significativos avanços na área da arboricultura.

Apesar desta perspectiva, a inserção da Educação para o Desenvolvimento Sustentável nas escolas se mostra uma tarefa bastante difícil. A sensibilização, a formação, a implantação de atividades e projetos, e principalmente a manutenção e a continuidade daqueles já existentes podem ser consideradas como algumas das principais dificuldades vivenciadas pelos seus gestores. Características físicas e estruturais, qualificação e capacitação profissional, quantidade de alunos e professores, integração e vontade política também são fatores que podem ser vistos como grandes obstáculos.

Além disso, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, é o principal marco legal que estabelece as diretrizes para a promoção da educação ambiental no Brasil, em todos os níveis e modalidades de ensino, bem como nas práticas sociais. A Lei determina que a educação ambiental deve estar presente em todos os níveis e modalidades do processo educativo, mas não como disciplina específica, e sim de forma transversal, contínua e permanente, nas modalidades de ensino formal e em ambientes informais de ensino-aprendizagem.

Tendo em vista que tal modelo de educação não se dá de forma pontual, mas sim através de um contínuo processo reflexivo que resulta em mudanças de paradigmas e apropriação de valores, as dificuldades enfrentadas assumem características ainda mais contundentes. Nesse contexto, a escola deve atuar de forma cooperativa e participativa, sem imposições e principalmente procurando evitar projetos meramente ilustrativos, e atividades isoladas e gerenciadas por apenas alguns indivíduos da comunidade escolar.

Isso posto, o referido capítulo tem como objetivo principal oferecer ao leitor o conhecimento de diferentes metodologias de educação ambiental aplicadas na região Sul do Brasil, bem como das principais estratégias de envolvimento da população no pertencimento e cuidado com a arborização urbana, proporcionando um aspecto educacional aos munícipes, os quais poderão se tornar agentes multiplicadores do cuidado e zeladoria das árvores urbanas.

13.3. Educação, ambiente e sociedade

Transcorridas mais de cinco décadas desde a realização da Conferência de Estocolmo, em 1972, encontramos nas sábias palavras do professor titular do Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política da UFSC, Paulo Freire Vieira, motivos de sobra para admitir a necessidade de construção da racionalidade ambiental do ser humano. Na apresentação do livro *Epistemologia*

Ambiental, Leff [1], defende que ainda lidamos com a crise socioambiental de forma reativa e fragmentada, sem questionar a lógica estrutural que sustenta as sociedades contemporâneas.

Em plena era tecnológica, o homem se afastou do mundo natural como se não fizesse parte dele. Para piorar, a velocidade pela qual a humanidade degrada o meio ambiente é hoje muito maior do que a própria velocidade de recuperação da natureza frente a estes impactos, o que coloca em risco a sobrevivência de todos os seres vivos.

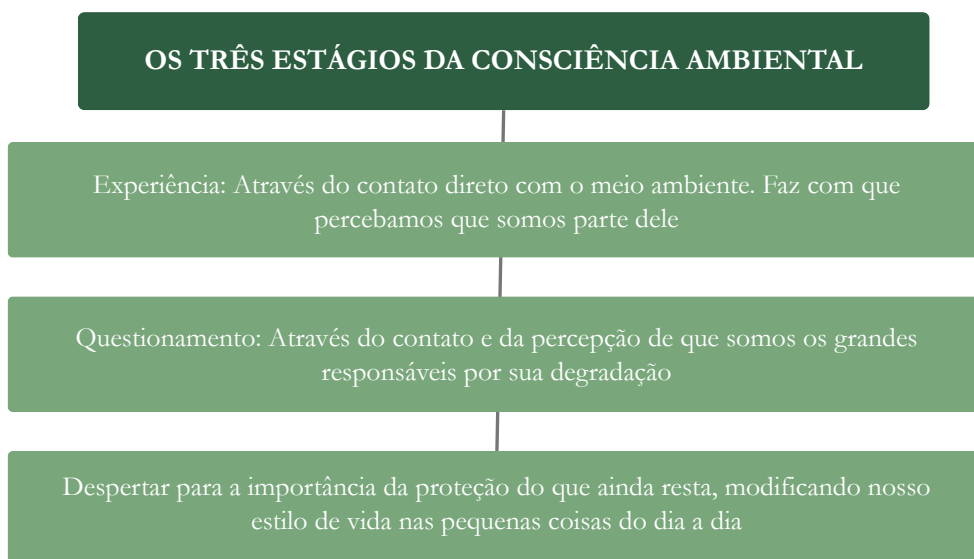
Além deste panorama, o elevado índice de consumo e a consequente industrialização esgotam ao longo do tempo os recursos da Terra que levaram milhões de anos para serem compostos, transformando significativamente o meio ambiente.

Traçando um paralelo entre a consciência e a coerência humana, estudiosos defendem que as ações humanas não são coerentes com o novo grau de conscientização sobre a intervenção que é promovida no meio ambiente, pois os índices de degradação aumentaram e a maioria das pessoas busca seu próprio crescimento econômico antagonicamente aos poucos que lutam por um mundo melhor [2]. Isso tudo leva ao consumo cada vez maior dos recursos naturais sem a preocupação e a informação, muitas vezes, de que muitos desses recursos não são renováveis e irão acabar.

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável é fruto da sociedade moderna. Para permitir a formação de pessoas conscientes e envolvidas com a defesa da vida e de seus verdadeiros valores sociais, a questão ambiental e a sustentabilidade do desenvolvimento humano devem estar presentes nos processos educativos.

Entretanto, quando o processo de ensino e aprendizagem se faz de forma descontextualizada das atualidades, esta torna-se incapaz de lidar com as constantes mudanças que a sociedade se depara, tais como: o aumento do volume de informação disponível ao cidadão comum; a dificuldade em lidar com sistemas de maior ou menor grau de integração e a necessidade de firmar relacionamentos entre os novos campos do conhecimento antes isolados; o estabelecimento de novos padrões de comportamento social; a migração do trabalho regular para o trabalho em casa; a formação continuada dos profissionais e a internacionalização do conhecimento.

Figura 13.2 – Os diferentes estágios do processo de conscientização humana.



Fonte: Autor; Zabotto Ambiental.

Dentro desta perspectiva, aspectos ligados à arborização urbana tornam-se de fundamental importância não só para a melhoria da qualidade dos ambientes, agregando valores estéticos e de conforto, mas também como uma valiosa ferramenta para a educação ambiental.

É fato que a presença de árvores nas cidades pode interferir decisivamente em diversos aspectos, influenciando no equilíbrio e no bem-estar de cada indivíduo, decorrente da grande variedade de formas, cores e tonalidades das diferentes espécies. É conhecido que as pessoas sentem mais disposição, melhorando a sua percepção da qualidade de vida, em um ambiente arborizado [3].

Quanto à importância da arborização urbana e de seu respectivo manejo, para haver uma maior compreensão acerca de sua magnitude na natureza, é necessário que a população esteja sensibilizada no processo de reeducação. Entretanto, esta tem sido uma tarefa muito difícil, tendo em vista que muitas vezes o indivíduo não está preparado para receber e praticar as mudanças necessárias aos moldes da sociedade atual no processo de educação ambiental.

13.4. O estado da arte

A fundamentação teórica deste capítulo nos remete inicialmente ao conceito de arborização urbana como sendo “o conjunto de vegetação arbórea natural ou cultivada que uma cidade apresenta em áreas particulares, praças, parques e vias públicas” [4].

Não podemos negar a importância das árvores no cotidiano das cidades. Os benefícios que a arborização urbana traz às cidades e a seus habitantes são diversos, como amortização de ruídos, fixação de poeiras, conforto térmico no verão pela produção de umidade e sombreamento, proteção da fauna de aves do meio urbano, e, por fim, a harmonização do ser humano com o ambiente natural, agindo sobre o bem-estar físico e psíquico das pessoas [5].

É de suma importância que a educação ambiental seja aplicada no planejamento das espécies arbóreas destinadas ao espaço urbano, a fim de evitar problemas e prejuízos às instalações, redes elétricas, sistemas de água e esgoto, calçadas e à circulação de pessoas [6]. Ainda, é sabido que a arborização urbana também pode favorecer o conhecimento da biodiversidade local. Quando a população reconhece esse valor, tende a cuidar melhor das árvores e a compreender com mais tolerância eventuais inconvenientes, como rachaduras em calçadas ou a queda de folhas, entre outros [7].

Segundo Avila [8], “o trabalho de educação ambiental contribuiu para a sensibilização de uma nova consciência e para despertar a responsabilidade e o cuidado com o meio ambiente.” O uso da vegetação como instrumento de educação ambiental, segundo ela, mostrou-se positivo, pois os educandos “sentiram-se estimulados ao aprender a plantar e cuidar das árvores e perceberam que podem utilizá-las como forma de embelezar e cuidar do meio ambiente, sentindo-se responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento das mudas”.

Guimarães [9], em pesquisa atrelada aos aspectos ligados à arborização, observou entre jovens alunos da sexta série de uma escola estadual do município de Campo Bom (RS) que “o estudo das questões ambientais fortaleceu o compromisso de cada um com a natureza e ainda despertou o sentimento de querer divulgar as ideias na comunidade”. Nesta mesma linha de atuação, destaca-se também a pesquisa realizada por Scherer [10], que trata da percepção dos alunos com relação aos benefícios da arborização urbana.

Não menos importante, Maciel [11] salienta que “em um diálogo entre representantes do governo e da sociedade, a afetividade, a compreensão e a responsabilidade são valores indispensáveis em um processo que

depende da cooperação”. Ainda segundo a autora “*estas virtudes serão necessárias para combater nossos paradigmas e preconceitos, e assim encontrarmos um consenso entre as possibilidades da prefeitura e o interesse da comunidade*”.

O levantamento, a identificação e o georreferenciamento dos exemplares arbóreos qualificam a paisagem, ampliam o conhecimento técnico da comunidade e promovem a preservação ambiental nos espaços verdes públicos [12]. Neste sentido, segundo Pahim [13], “é de fundamental importância que haja também a sensibilização dos construtores *em busca de ações mais sustentáveis, visto que suas obras impactam diretamente na qualidade de vida da população devido às intervenções dos recursos naturais ou mesmo a não disponibilização desse*”. Apesar dos inúmeros esforços realizados por parte da população e dos órgãos responsáveis, o que se observa, entretanto, segundo Porazzi [14], “é que ainda há um número muito grande de descuidos e falhas para com a arborização urbana, o que acaba por prejudicar todo o ecossistema”.

Através de diversos levantamentos realizados por diferentes pesquisadores [15,16], percebe-se que a educação ambiental tem tido papel fundamental na resolução de diversos problemas relacionados à arborização, promovendo a conscientização da comunidade a respeito das espécies arbóreas adequadas e da maneira correta de se realizar o plantio em cada situação. Outras pesquisas relacionadas à arborização urbana e à percepção ambiental dos munícipes residentes merecem destaque [17-25]. É necessária a realização de um trabalho de educação ambiental com a comunidade, de modo a sensibilizá-la quanto aos cuidados com o espaço urbano e o meio ambiente [26].

Associando-se a baixa produção científica com as contribuições evidentes de que a vegetação, em termos de benefícios gerais, pode agregar melhorias na qualidade de vida e na saúde física e mental da população [27], se justifica não só a relevância da continuidade dessas pesquisas como também a necessidade de um maior incentivo e apoio a estes estudos.

A arborização urbana em praças aliada à Educação Ambiental apresenta-se como uma estratégia de ensino possível e dinâmica, se observados os aspectos sociais, econômicos, culturais e educacionais [28]. O contato com a natureza poderá proporcionar efeitos muito positivos no desenvolvimento cultural do ser humano [29] e na formação de uma ética ambiental entre as crianças [30]. Além disso, essa interação poderá propiciar mudanças de comportamento, além de melhorar a percepção e a valorização do espaço em que vivemos [31]. É fundamental promover ações interinstitucionais e interdisciplinares que integrem escolas, universidades, famílias e comunidade local. Essas iniciativas permitem difundir informações sobre as árvores urbanas e despertar o cuidado com o patrimônio arbóreo da cidade [32].

Oliveira et al. [33] realizaram atividades lúdicas de educação ambiental em ambiente formal e não formal em sua cidade, utilizando-se de uma Tenda Itinerante. Ao final da experiência, perceberam que “*esta estratégia foi capaz de despertar a participação ativa dos sujeitos, promovendo a reflexão sobre importantes questões ambientais locais*”. Espera-se com isto que as pessoas sejam sensibilizadas quanto à necessidade da mudança de comportamento em relação à preservação da arborização urbana.

Em Agudo (RS) foi lançado um projeto para a implantação do Plano Municipal de Arborização Urbana do município [34], como instrumento de participação popular, gestão e educação ambiental. O mapeamento e o estudo aprofundado deste tipo de iniciativa podem contribuir consideravelmente para a formulação de diretrizes e de linhas de ações para o enfrentamento dos desafios que estão colocados nesta área.

Figura 13.3 – Plantio de árvore nativa com a participação dos alunos.



Fonte: Autor.

13.5. A percepção ambiental no caminho da sustentabilidade – Um estudo de caso

Considerando-se que a Educação Ambiental é de fundamental importância para a preservação e a conservação de nossos recursos naturais, torna-se primordial compreender alguns aspectos relacionados ao perfil e às expectativas de nossos jovens, seus princípios, métodos e fundamentos relacionados à arborização urbana.

Os resultados parciais que serão apresentados a seguir fazem parte de uma pesquisa da autoria que aqui escreve, realizada no ano de 2019 no município de Alvorada (RS) com a participação de 383 alunos do Ensino Fundamental (1º ao 9º ano) e da modalidade EJA (Educação de Jovens e Adultos).

O principal objetivo da pesquisa, intitulada “As árvores no imaginário de crianças e adolescentes”, foi analisar as diferentes percepções dos discentes com relação aos aspectos associados à arborização urbana e suas influências no contexto socioambiental e educacional dos jovens envolvidos.

A escolha das escolas se deu principalmente por serem estes os locais de trabalho do pesquisador. O universo amostral foi selecionado de forma aleatória e os questionamentos seguiram critérios preestabelecidos de acordo com a faixa etária dos mesmos. Os indicadores utilizados nesta pesquisa foram as percepções construídas através da experiência vivenciada na escola e na sua comunidade, configurando-se em dois momentos distintos.

Em um primeiro momento, a pesquisa teve a finalidade de verificar as diferentes percepções dos jovens e adolescentes no que diz respeito aos espaços paisagisticamente destinados à vegetação em sua escola e no seu entorno, a morfologia, a importância e a fitossanidade das espécies inseridas neste contexto, e a fragilidade da relação dos seres humanos com a sua preservação e conservação, atrelados às ações e aos programas educacionais desenvolvidos nas disciplinas, e diante dos princípios da Educação para o Desenvolvimento Sustentável.

Em um segundo momento, na análise dos dados, foram estabelecidas relações entre os principais aspectos citados pelos educandos e os respectivos parâmetros necessários para que o processo da educação se desenvolva de maneira eficaz e se torne motivador para uma aprendizagem significativa.

Como resultado desta relação, será possível obter-se a geração de um diagnóstico preciso que poderá proporcionar a construção de subsídios importantes para novas propostas de gestão.

Nesta pesquisa, os alunos foram convidados a responder a um Instrumento de Coleta de Dados (questionário) proposto pelo pesquisador, objetivando avaliar os aspectos supracitados em suas respectivas escolas. O referido instrumento foi elaborado com perguntas abertas e fechadas, divididas em dez categorias, com a finalidade de identificar as diferentes percepções dos educandos. Esta metodologia necessitou de pequenos ajustes com relação a sua aplicação aos alunos do 1º e do 2º ano, em que as opiniões foram coletadas através de um “bate-papo coletivo”, mediado pelo pesquisador e apoiado pelos professores regentes.

Inicialmente, os participantes foram orientados a manifestar seus respectivos gêneros e idades no intuito de caracterizar quantitativamente o perfil dos entrevistados. Desta forma, a pesquisa contou com a participação de 383 estudantes entre 6 e 51 anos, sendo 200 do gênero masculino e 183 do gênero feminino, divididos da seguinte forma:

Tabela 13.1 – Caracterização dos participantes.

Ano	Quantidade de Turmas	Faixa etária	Gênero	
			M	F
1º	02	06 a 07 anos	18	16
2º	02	06 a 08 anos	21	19
3º	03	08 a 10 anos	14	17
4º	02	09 a 11 anos	26	13
5º	02	10 a 13 anos	18	22
6º	03	11 a 15 anos	29	31
7º	03	12 a 15 anos	19	24
8º	02	13 a 16 anos	17	12
9º	02	14 a 16 anos	14	15
T3	01	15 a 17 anos	10	04
T4	01	16 a 51 anos	14	10

Fonte: Autor.

Uma das indagações feitas aos participantes, foi “quem é mais importante para o Planeta Terra: os animais, as plantas ou os seres humanos, e sob quais justificativas?”. É possível concluir, através das respostas fornecidas pelos alunos, em suas respectivas faixas etárias, que a percepção de que as árvores são tão ou mais importantes do que os seres humanos e os outros animais foi sendo gradualmente adquirida pelos mesmos com o passar do tempo.

Através da Tabela 2, podemos visualizar na íntegra todas as argumentações fornecidas pelos alunos em seus diferentes estágios de desenvolvimento educacional, com relação à indagação proposta sobre a importância dos animais, dos vegetais e dos seres humanos para com o planeta. Também convém salientar outras respostas fornecidas pelos alunos, e que de forma não menos importante merecem o nosso destaque.

Segundo alguns alunos do 1º ano, a “água” também é importante, “tendo em vista que sem ela não existiria a natureza”. “Deus” também foi citado por um aluno, por ter sido ele o “criador” de tudo isso. Houve consenso entre as crianças de que “todos eles são importantes: animais, plantas e seres humanos”.

Na opinião de alguns alunos do 2º e do 5º ano, “tudo é ótimo e todos eles são importantes”. Entretanto, alguns alunos do 3º ano manifestaram-se dizendo que as plantas e os animais são mais importantes, enquanto outros afirmaram que os seres humanos e as plantas exercem este papel de significativa importância, seguidos pela mesma opinião de alguns alunos do 7º ano.

Segundo a opinião de um dos alunos entrevistados do 4º ano, “o Planeta Terra é importante para o ser humano”, e que mesmo que todos os seres sejam muito importantes, deveríamos pensar um pouco mais sobre isso. Esta ideia é compartilhada pela opinião de um dos entrevistados do 8º ano, que afirma serem todos importantes, pois sem os humanos o planeta não iria evoluir, sem as plantas não teríamos ar puro e sem os animais haveria um enorme desequilíbrio na Terra.

Uma análise muito interessante e que merece destaque foi feita pelos alunos do 9º ano. Segundo seis deles, tanto animais quanto plantas e seres humanos são muito importantes porque precisamos de todos eles para o equilíbrio do planeta. Cinco entrevistados citaram os animais e as plantas no mesmo grau de importância, por serem de “grande beleza”, “porque o mundo precisa deles para existir e os humanos destroem tudo isso”, “porque as plantas dão oxigênio e alimentação e os animais ajudam na natureza”, e “porque as plantas dão oxigênio para os humanos e os animais protegem as pessoas”. Também merece destaque a opinião de um dos participantes que afirma que “mesmo que todos sejam importantes, as plantas são vitais e necessárias para a fabricação de remédios e para termos um oxigênio melhor para respirarmos”.

Com relação aos alunos da Totalidade 3 da EJA (Educação de Jovens e Adultos), correspondente ao sexto e sétimo ano, “tanto os animais quanto as plantas são muito importantes”, por “serem de fundamental importância para a sobrevivência das pessoas: os animais para comer e as plantas para respirar e ajudar as florestas”. Outros dois alunos afirmaram que todos são importantes “para o meio ambiente”, tendo em vista que o “planeta precisa de vida”.

Finalmente, com relação aos alunos da Totalidade 4 da EJA, correspondente ao oitavo e nono ano, um dos participantes salientou que “os três são importantes, porém o mais importante são as plantas por causa do nosso ar”. A “relação entre os seres humanos e os animais” também foi destacada, com o argumento de que desta forma “os seres humanos não acabariam com o planeta e os animais continuariam alimentando os seres humanos”. A “relação entre as plantas e os animais” também foi citada, sendo “boa para a natureza e para o planeta”. Da mesma forma, a parceria entre “os seres humanos e as plantas” também foi destacada, por ser uma relação “básica” para a manutenção do Planeta Terra.

Tabela 13.2 – Argumentações fornecidas pelos participantes com relação ao grau de importância dado aos diferentes indicadores.

ANO	Animais	Plantas	Seres Humanos
1º	Os animais foram destacados pelas crianças como muito importantes, principalmente os cães, com o argumento de que “cuidam das pessoas quando elas estão mal”.	As plantas também foram destacadas como muito importantes pelas crianças com os argumentos de que “são cheirosas”, “fornecem ar” e também “vento”.	Os seres humanos também foram destacados pelas crianças como muito importantes com o argumento de que “cuidam das pessoas”.

(continua)

(continuação)

ANO	Animais	Plantas	Seres Humanos
2º	Os animais foram destacados três vezes como os mais importantes, com os seguintes argumentos: “porque gostam”; “porque são bonitinhos e bem legais”, e “porque o cocô deles serve como adubo para as plantas”.	As plantas foram destacadas cinco vezes como as mais importantes, com os argumentos de que “fazem ar e são bonitas”, e “porque dão oxigênio e alimento”.	Os seres humanos foram destacados duas vezes como os mais importantes, com os seguintes argumentos: “porque se machucam”; “porque são os pais, amigos e avós”, e “porque eles têm que viver mais”.
3º	Os animais foram destacados sete vezes como os mais importantes, entretanto, apenas uma justificativa foi dada: “porque vivem na natureza”.	As plantas foram destacadas nove vezes como as mais importantes, entretanto, nenhuma justificativa foi dada.	Os seres humanos foram citados quatorze vezes como os mais importantes, com os seguintes argumentos: “para proteger o mundo”; “porque cuidam do mundo inteiro” e “porque cuidam do planeta”.
4º	Os animais foram destacados seis vezes como os mais importantes, com os seguintes argumentos: “porque também são seres vivos e formam o resto da natureza”, “por darem alegria ao mundo e à vida”, e “porque alguns são muito importantes como as abelhas e as baratas”.	As plantas foram destacadas dezenove vezes como as mais importantes, com os seguintes argumentos: “porque nós morreríamos sem oxigênio”, “porque elas seguram a Terra”, e “por fornecerem remédios, comida e ar limpo para o nosso mundo”.	Os seres humanos foram destacados onze vezes como os mais importantes, com o único argumento de que “sem eles não existiria a Terra”.
5º	Os animais foram destacados seis vezes como os mais importantes, com os seguintes argumentos: “porque eles podem melhorar a nossa vida”, “porque ajudam os humanos”, “porque sem eles não haverá comida”, “porque dão comida para os seres humanos sobreviverem”, “porque fazem parte do mundo” e porque “é bom tê-los por perto”.	As plantas foram destacadas vinte e duas vezes como as mais importantes, com os seguintes argumentos: “fornecem alimentos e proteínas”, “sem elas a gente não vive”, “dão cor e comida para a natureza”, “dão frutos”, “dão vida”, “sem elas não teria oxigênio”, “sem elas não poderíamos respirar”, “são quase tudo na Terra”, “são muito cheirosas” e “podem ser utilizadas como remédio”.	Os seres humanos foram destacados nove vezes como os mais importantes, com os seguintes argumentos: “porque não teria ninguém para cuidar das plantas, dos animais e das outras coisas”, “porque podemos plantar e criar animais”, “porque somos o futuro e ajudamos o planeta, havendo muitas pessoas boas”, “porque precisamos de ajuda em tudo”, “por sermos racionais podendo mudar muita coisa no mundo”, “porque sem eles ninguém estaria vivo e o mundo não teria população”, e “porque possuem vida e alma”.

(continua)

(continuação)

ANO	Animais	Plantas	Seres Humanos
6º	Os animais foram destacados quatro vezes como os mais importantes. Entretanto, nenhuma justificativa foi dada.	As plantas foram destacadas quarenta e seis vezes como as mais importantes, com os seguintes argumentos: “porque afinal de contas nós viemos delas”, “sem elas não respiramos”, “porque oferecem alimento, remédios e oxigênio”, “é das plantas que os animais se alimentam e trazem ar bom”, “porque só de vermos, elas já nos fazem bem e nos dão mais ânimo”, “porque as plantas têm várias coisas que podem ajudar”, e “porque tem vários tipos de plantas que curam doenças”.	Os seres humanos foram destacados onze vezes como os mais importantes, com o único argumento de que “os seres humanos podem plantar as plantas e cuidar dos animais”.
7º	Os animais foram destacados três vezes como os mais importantes, com o único argumento de que “sem os animais não haveria vida”.	As plantas foram destacadas trinta e uma vezes como as mais importantes, com os seguintes argumentos: “servem de alimento para os animais”, “purificam o ar e são medicinais”, “a natureza não conseguiria se reproduzir”, “sem elas ficamos sem proteção e sem respirar ar puro”, “fazem parte da natureza e ajudam a preservar o planeta”, “sem árvores não temos oxigênio”, “porque metade da Terra tem plantas e árvores”, “deixam o planeta mais bonito”, “são frutos da nossa Terra”, “dão comida e suplementos”, “sem elas não vivemos”, e “pelo motivo de chuva e de sobrevivência”.	Os seres humanos foram destacados sete vezes como os mais importantes, com os seguintes argumentos: “sem os humanos o planeta não é nada”, “se pararmos para pensar, sem os humanos não teriam por que existir os animais ou as plantas”, “sem eles nada será bem cuidado”, “desde que vivam em harmonia com a natureza”.
8º	Os animais foram destacados apenas uma vez como os mais importantes, com o único argumento de que “todo mundo precisa de um cachorro”.	As plantas foram destacadas vinte e quatro vezes como as mais importantes, com os argumentos de que: “sem elas não teríamos comida, oxigênio, remédios e chás”, “sem as árvores para circular o ar nosso planeta seria poluído, pois os homens poluem muito”, “porque as árvores absorvem gás carbônico e criam partículas de oxigênio que é essencial para a vida”, “para respirar e comer seus frutos”, “para viver bem”, “não existiria ar puro nem ventos e com isso não sobreviveríamos”, “sem elas não haveria comida para os animais e consequentemente para os humanos que morreriam”, “porque fazem bem para a saúde”.	Os seres humanos foram destacados duas vezes como os mais importantes, com os argumentos de que “somos trabalhadores e fizemos de tudo”, e “porque podemos procriar e plantar”.

(continua)

(continuação)

ANO	Animais	Plantas	Seres Humanos
9º	Os animais foram destacados apenas duas vezes como os mais importantes, com o único argumento de que “eles possuem um modo de vida diferente dos seres humanos”.	As plantas foram destacadas dezesseis vezes como as mais importantes, com os argumentos de que “fazem bem à saúde e limpam o ar que respiramos”, “porque vêm da Terra e nos dão oxigênio”, “porque sem elas nem os animais nem os seres humanos conseguiriam viver”, “porque elas possuem muitos recursos para o meio ambiente”, “porque se não fossem elas não estaríamos mais respirando”, e “porque muitas delas servem como remédio”.	Os seres humanos foram citados duas vezes como os mais importantes, tendo como justificativas o fato de que “sem os seres humanos não teríamos nenhum tipo de tecnologia para prosseguir”, e que “assim como podemos fazer o mundo melhor também podemos destruí-lo”.
T3 (EJA)	Os animais foram destacados apenas uma vez como os mais importantes, com o único argumento de que “se não existissem os animais, não teríamos carne pra comer”.	As plantas foram destacadas nove vezes como as mais importantes, com os argumentos de que “nos alimentam pois fazemos os chás com elas”, “porque produzem e nos fornecem o oxigênio natural”, “porque sem elas não iria existir o vento na Terra”, e “porque sem elas ninguém conseguiria respirar”.	Os seres humanos foram citados apenas uma vez como os mais importantes, com o argumento de que “nós cuidamos dos animais domésticos e de algumas plantas também”.
T4 (EJA)	Os animais foram destacados apenas duas vezes como os mais importantes, com um único argumento, atribuído à “capacidade que os mesmos possuem de manter o equilíbrio ecológico, fazendo cada um o seu trabalho na natureza para que as plantas e os frutos cresçam”.	As plantas foram destacadas quatorze vezes como as mais importantes, com os argumentos de que “nos fornecem o oxigênio”, “por proporcionar o sustento que o Planeta Terra precisa”, “porque produzem o que os seres humanos necessitam”, “porque evitam a poluição do ar”, “porque sem elas não existiria vida”, e “porque as árvores fornecem o ar para os seres vivos, pois fazem a fotossíntese e reduzem a poluição, entre outros processos”.	Os seres humanos foram destacados três vezes como os mais importantes, com os argumentos de que “é através do ser humano que as outras espécies se conservam”, “por causa da pobreza”, e “porque eles podem procriar”.

Fonte: Autor.

13.6. Considerações finais

É fato que as práticas de Educação Ambiental nas escolas compreendem um importante marco na implementação de iniciativas com uma vocação marcadamente voltada à sensibilização humana frente às mudanças necessárias para que a tão sonhada sociedade sustentável aconteça.

Apesar da existência de uma legislação própria desde 1999 (Lei n. 9795) que sustenta e normatiza as atividades de Educação Ambiental e as coloca como elemento que deve estar articulado a todos os níveis e modalidades do processo educativo, ainda se faz necessário repensar a formação de nossos alunos para que a partilha de saberes, a troca de ideias e a construção coletiva de alternativas que visem atender à Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) sejam verdadeiramente efetivas.

Certamente existem questões que precisam ser enfrentadas, tanto a partir da atuação dos poderes públicos (federal, estadual e municipal) como do próprio envolvimento das escolas, buscando implementar e projetar ações que possam contribuir para ampliar essas discussões.

Em 2012, as Diretrizes Nacionais da Educação Ambiental (Resolução N° 2, 15 de junho de 2012) foram revistas e atualizadas com desafios mais adequados à velocidade das novas tecnologias e com um olhar mais apurado para o comportamento socioambiental. As metas em Educação Ambiental devem ser planejadas a médio e longo prazo. A mudança cultural precisa ser intensa, mas isso não ocorre do dia para a noite. Estudos diagnósticos como este são importantes para reconhecer como os cenários atuais enfrentam as demandas, potencialidades, características gerais e servem para vislumbrar perspectivas e estratégias mais exitosas [35].

Muito além do respeito às leis e da complexidade humana devemos pensar que a educação precisa ser inclusiva no real sentido da palavra. Apenas um meio ambiente triste, degradado, não deve ser a mola de todas as discussões. É preciso semear esperança para colher frutos de uma educação voltada ao desenvolvimento sustentável. “O belo deve ser visto.” “O belo deve ser mostrado.” “Da mesma forma que o óbvio, muitas vezes, precisa ser falado.”

13.7. Referências

- [1] Leff E. Epistemologia ambiental. 4a ed. São Paulo: Cortez; 2006.
- [2] Berry T. O sonho da Terra. Petrópolis: Vozes; 1991.
- [3] Hull RB. Brief encounters with urban forests produces moots that matter. J Arboric. 1992;18:98-101.
- [4] Sanchotene MC. Situação das áreas verdes e da arborização urbana em Porto Alegre. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana; 1990; Curitiba. Anais. Curitiba: FUPEF; 1990. p. 34-40.
- [5] Bagatini JA, et al. Tocos didáticos: sensibilizando cidadãos para uma arborização urbana mais sadia. In: Rodrigues TA, Leandro Neto J, Galvão DO, organizadores. Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia [Internet]. Atena Editora; 2019. [acesso 25 mar. 2024] Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/ebook>
- [6] Oliveira TD. Educação ambiental – Arborização urbana vista como papel vital na importância para a qualidade de vida nos centros urbanos. Anais do Salão Internacional de Ensino,

- Pesquisa e Extensão [Internet]. 2017;9(2). [acesso 25 mar. 2024] Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br>
- [7] Silva LM. O ensino de botânica no litoral do Paraná e as implicações da arborização urbana. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2012;7(3):97-103.
 - [8] Avila AL. A arborização como instrumento de educação ambiental no Ensino Fundamental [monografia]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2008.
 - [9] Guimarães NMF. Arborização urbana na perspectiva de alunos da Escola Estadual João Blos em Campo Bom/RS [monografia]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2010.
 - [10] Scherer MS. O estudo da arborização urbana do município de Formigueiro, RS, como ferramenta de educação ambiental para alunos de Ensino Médio [monografia]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2009.
 - [11] Maciel JL, et al. Educação ambiental como ferramenta para a manutenção da arborização urbana de Porto Alegre, RS. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana; 2008; Manaus. Anais. Manaus: SBAU; 2008.
 - [12] Bohner TOL, et al. Georreferenciamento de espécies arbóreas como ferramenta para a Educação Ambiental. *Rev Monogr Ambient (REMOA)* [Internet]. 2012;7(7):1723-31. [acesso 25 mar. 2024] Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa>
 - [13] Pahim MS. Educação ambiental e construção civil: a importância da implementação de vegetação arbórea nativa nos índices verdes das construções civis de Santa Maria-RS [monografia]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2019.
 - [14] Porazzi AV. Análise da arborização em parte da área urbana na cidade de Três Passos-RS: a educação ambiental como subsídio à conservação [monografia]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2018.
 - [15] Gracioli C, et al. Arborização do campus da Universidade Federal de Santa Maria e conscientização da comunidade acadêmica. *Rev Eletr Educ Ambient UFSM* [Internet]. 2011;3(3): 421-9. [acesso 25 mar. 2024] Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educambiental>
 - [16] Costa MC. Arborização urbana como projeto de aprendizagem dos alunos do curso técnico em meio ambiente [relatório]. Matinhos: Universidade Federal do Paraná; 2014.
 - [17] Malavasi UC, Malavasi MM. Avaliação da arborização urbana pelos residentes: estudo de caso em Marechal Cândido Rondon, PR. *Cienc Florest*. 2001;11(1):189-93.
 - [18] Roppa C, et al. Diagnóstico da percepção dos moradores sobre a arborização urbana na Vila Estação Colônia, Bairro Camobi, Santa Maria/RS. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2007;2(2):11-30.
 - [19] Gross A, et al. Percepção dos moradores e avaliação da arborização em bairros periféricos na cidade de Lages, SC. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2012;7(2):24-36.
 - [20] Monteiro MMG, et al. Percepção dos usuários em relação à arborização da Avenida Cândido de Abreu – Curitiba-PR. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2013;8(2):20-34.
 - [21] Pasin AA. Educação ambiental como ferramenta base da arborização urbana: desafios da sustentabilidade verde no município de Ibiraíaras, RS [monografia]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2014.
 - [22] Martini A. Percepção da população sobre o conforto térmico proporcionado pela arborização de ruas de Curitiba, PR. *Floresta*. 2014;44(3):515-24.
 - [23] Bragagnolo T, Dorigon EB. Percepção de três gerações sobre a arborização nativa urbana de São Domingos, SC. *Unesc Cienc ACBS Joaçaba*. 2015;6(1):81-8.

- [24] Ho TL, et al. Percepção dos moradores sobre a arborização de ruas da Região Central de Mandirituba, PR. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2015;10(3):14-23.
- [25] Bomm BFH, et al. Percepção dos moradores sobre os canteiros da arborização viária de Curitiba, PR. *Acta Biol Catarinense*. 2020;7(1):46-56.
- [26] Melo EFRQ, Piacentini CAM. Diversidade da arborização urbana no município de Colorado, RS. *Ambiência*. 2011;7(2):339-52.
- [27] Heisler GM. Trees and human comfort in urban areas. *J For*. 1974;72(8):462-9.
- [28] Lustosa AAS, Zanella MS. Arborização urbana em praças como instrumento para a Educação Ambiental: um estudo em Goioerê, Paraná. *Arq Mudi* [Internet]. 2019;23(2):33-50. [acesso 25 mar. 2024] Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi>
- [29] Fedrizzi B. The schoolyard and the children needs [master thesis]. Alnarp: SLU, Dept Landscape Planning; 1991.
- [30] Harvey M. Children's experiences with vegetation. *Child Environ Q*. 1989;6(1):36-43.
- [31] Grahn P. The importance of green urban areas for peoples' well-being. *Eur Reg Plan*. 1994; 56:89-112.
- [32] Grala K, et al. Arborização urbana: um exercício de cidadania e sustentabilidade socioambiental. In: *Seminário de Extensão Universitária da Região Sul*; 2017. Anais.
- [33] Oliveira AM, et al. Tenda itinerante de educação ambiental: estratégias lúdicas como mediadoras do ensino. *Rev Eletr Ludus Scientiae*. 2020;4(2):58-73.
- [34] Paul CR, et al. Projeto de implantação do Plano Municipal de Arborização Urbana de Agudo: instrumento de participação popular, gestão e educação ambiental. *Rev Eletr Gest Educ Technol Ambient (REGET)* [Internet]. 2012;5(5):783-91. [acesso 25 mar. 2024] Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget>
- [35] Verdade MAL. Projeto Sala Verde na Região Sul do Brasil: subsídios para o estabelecimento de um novo programa de gestão diante das evidências observadas pelos educadores [tese]. Assunção: Universidade Evangélica do Paraguai; 2010.

Capítulo 14

ÁREAS URBANAS E PERIURBANAS: CONEXÕES VERDES E SEGURANÇA ALIMENTAR

*Por Alexandre Siminski, Jaqueline Durigon, Eduardo Daniel da Rocha,
Solange Carmen Manica e Felipe Thiago de Jesus*

14.1. Destaques deste capítulo

1. Áreas periurbanas são zonas de transição entre o urbano e o rural que garantem conectividade ecológica e equilíbrio ambiental;
2. Essas áreas oferecem regulação térmica, controle da água, recarga de aquíferos e habitat para a fauna silvestre;
3. A urbanização desordenada pressiona áreas periurbanas, reduz a biodiversidade e compromete funções ecológicas;
4. A arborização com espécies nativas fortalece processos ecológicos e amplia a integração entre natureza e planejamento urbano;
5. O planejamento adequado dessas zonas fortalece a sustentabilidade urbana e previne a fragmentação dos ecossistemas naturais.

14.2. Introdução

As áreas urbanas do Brasil abrigam mais de 160 milhões de habitantes, o que representa 84% da população brasileira e corresponde a um aumento de 30% nos últimos 70 anos [1]. Esse processo desencadeou profundas alterações das práticas, hábitos e costumes associados à alimentação da população, cujo caráter prático e atrativo passou a ser priorizado, tanto na obtenção, como no preparo e consumo dos alimentos. As alterações alimentares decorrentes desse processo, associada à falta de acesso a alimentos básicos, resultaram num quadro de grande insegurança alimentar [2].

Para enfrentar essa realidade, ações são desenvolvidas com o intuito de minimizar os impactos decorrentes dos altos níveis de perturbação sobre ecossistemas naturais, assim como atender a necessidade de conservação da biodiversidade e da manutenção da qualidade de vida. Nas áreas urbanas, essas ações ocorrem através de diversos caminhos, sendo os mais comuns aqueles relacionados à implementação de planos diretores de uso e ocupação do solo, projetos de monitoramento da água e emissão de efluentes e resíduos sólidos, implantação e delimitação

de áreas verdes, recuperação de áreas degradadas, zoneamento urbano, geração e valorização de serviços ecossistêmicos, projetos com foco na segurança alimentar, entre outros [3].

Nesse contexto, as áreas verdes inseridas nas cidades e regiões periurbanas se tornam importantes elementos de conexão dentro das paisagens urbano-industriais. Diante das drásticas alterações promovidas nos ambientes originais, as áreas verdes contribuem para melhoria da permeabilidade da matriz onde estão inseridas, considerada limitante do ponto de vista da conservação ecossistêmica. A presença dessas áreas oferece características especiais às estruturas físicas e bióticas do habitat, assim como os processos ecológicos que envolvem toda diversidade dessas paisagens.

Diferentes estratégias e iniciativas consideram essa perspectiva, como por exemplo, o paisagismo funcional, caracterizado por propostas que incorporam espécies com atribuição funcional e social, além do aspecto ornamental [4]. Da mesma forma, a Agricultura Urbana, que envolve um conjunto de atividades voltadas à produção, processamento e comercialização de bens alimentares, as quais são desenvolvidas no interior ou na periferia das cidades [5]. A composição de parques, praças, áreas verdes, ruas, terrenos e demais elementos arquitetônicos incorporam os aspectos sociais e a funcionalidade ecológica no planejamento e gestão da paisagem, em escala micro e/ou macro, originando os conceitos ecológicos de mosaicos de vegetação e corredores ecológicos ao ecossistema urbano [4].

As regiões periurbanas, que circundam total ou parcialmente os centros urbanos e são genericamente denominadas como “cinturão verde”, representam um elemento estruturante essencial no planejamento e gestão da paisagem urbana. Atualmente, o papel dessas áreas tem sido ampliado além do fornecimento de alimentos para abastecer as cidades, destacando-se o seu potencial na promoção da diversidade e segurança alimentar, garantindo o acesso das pessoas, em particular aquelas em situações vulneráveis, a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante todo o ano (Figura 1).

Figura 14.1 – Principais benefícios das conexões dos espaços verdes e da produção de alimentos em áreas urbanas e periurbanas.

	Segurança alimentar e nutricional, por meio da produção, da complementação e da diversificação da dieta alimentar;
	Diversidade de espécies e habitats na paisagem urbana e periurbana, constituindo-se em sistemas complementares de uso da terra e que contribuem na qualidade do clima;
	Incorporação de elementos recreativos e de lazer, valores culturais e estéticos;
	Inclusão de aspectos históricos, através do resgate da memória afetiva e tradições no uso das espécies e sementes crioulas;
	Ampliação da matriz produtiva, através da diversificação da produção, fornecendo alimentos, fitoterápicos, artesanato, tinturas, ornamentação, sombreamento, lenha, além de materiais para construção e compostagem natural;
	Complementação das estratégias de conservação da biodiversidade, fornecendo alimento, sombra, abrigo e proteção para animais;
	Representam uma oportunidade de inserção da temática da produção e consumo de alimentos nas estratégias de educação formal e informal;
	Complementação de renda, pela possibilidade de comercialização do excedente da produção.

Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

O reconhecimento público das externalidades positivas da agricultura urbana tem gradativamente aumentado, assim como o reconhecimento acadêmico da importância de inseri-la no planejamento estratégico das cidades [6]. As áreas verdes inseridas nas cidades e regiões periurbanas, se adequadamente promovidas, podem contribuir com as estratégias locais e regionais que visam garantir o atendimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), destacados na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, elaborado pela ONU em 2015 [7]. Entre os 17 objetivos previstos no documento, alguns reforçam esse papel: 1) acabar com a pobreza; 2) acabar com a fome, promover a agricultura sustentável e garantir segurança alimentar e nutrição; 3) assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar; 11) tornar as cidades inclusivas e sustentáveis; e 15) Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres.

No caso do cultivo de alimentos em áreas urbanas e periurbanas, o mesmo pode ocorrer em terrenos públicos ou privados, dependendo do contexto local e das possibilidades de incentivos. O debate da agricultura em cidades se intensificou nas últimas décadas nos três estados do Sul do Brasil, sendo um dos grandes impulsionadores foram as organizações da sociedade civil, movimentos sociais, universidades e algumas iniciativas dos Poderes Executivos e Legislativos municipais.

Com mobilização comunitária e apoio do Poder Público e de Organizações não Governamentais (ONGs), um número considerável de cidades vem implantando hortas, viveiros, pomares, jardins de ervas medicinais, espaços destinados à criação de pequenos animais, unidades de processamento e beneficiamento agroalimentar, feiras e mercados públicos. Os alimentos produzidos são destinados ao autoconsumo, abastecimento de restaurantes populares, cozinhas comunitárias e venda de excedentes no mercado local, resultando em inclusão social, melhoria da alimentação e nutrição, e geração de renda [5].

A Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) apresenta muitas tipologias, destacando-se as hortas comunitárias, quintais produtivos e hortas em equipamentos públicos (de saúde, de assistência social e em escolas), as quais serão exemplificadas ao longo desse capítulo, com as iniciativas e experiências de cada estado, e de forma resumida no Apêndice deste Capítulo. Foram selecionadas abordagens que consideram o escopo das conexões verdes e da segurança alimentar, com destaque para três principais grupos de iniciativas:

- A) **Agricultura Urbana e Hortas Comunitárias (Figura 2):** Produção de alimentos dentro de perímetro urbano e periurbano, utilizando-se da infraestrutura urbanística (praças, parques, telhados, terrenos, quintais, jardins), fundamentados na produção diversificada de cultivos e animais e baseados em práticas sustentáveis que permitem a reciclagem dos resíduos [8]. As experiências urbanas com agricultura remetem à valorização de espaços limitados para uma produção e ações voltadas principalmente ao autoconsumo, possibilitando o aumento da disponibilidade de alimentos e a diversificação da dieta das famílias, especialmente onde residem populações socialmente marginalizadas [9].

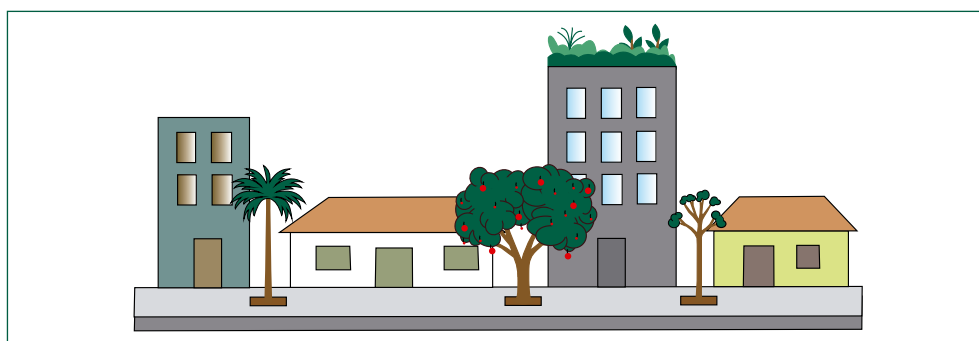
Figura 14.2 – Agricultura Urbana praticada em hortas comunitárias.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

- B) **Pomares Urbanos e Periurbanos (Figura 3):** No cenário brasileiro, o cultivo de espécies frutíferas em pomares ocorre com maior frequência nas áreas periurbanas e rurais, entretanto, essa constatação vem sendo gradualmente alterada com o emprego dessas espécies em ambientes como praças, parques e na arborização de vias públicas [5]. Nesse contexto, são mantidos os inúmeros benefícios das espécies tradicionalmente empregadas na arborização, com o incremento da produção de alimentos e o resgate de valores culturais associados ao consumo das frutas, em especial as nativas [10]. Essas áreas apresentam um potencial para colaborar com o desenvolvimento da agricultura urbana, podendo tornar estes espaços ainda mais frequentados, com funções estéticas, ambientais e sociais [11].

Figura 14.3 – Espécies frutíferas integradas à arborização, formando Pomares Urbanos.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

- C) **Sistemas Agroflorestais e Quintais Agroflorestais (Figura 4):** Quintais agroflorestais ou hortos caseiros (*“home gardens”*) são sistemas tradicionais de uso da terra, adjacentes à área de moradia da família, e que englobam grande diversidade de plantas herbáceas, árvores, arbustos e trepadeiras. Os quintais constituem variantes de um sistema agroflorestal e podem refletir diferentes composições e especificidades, dependendo da região onde estão inseridos [12,13]. Os quintais são espaços urbanos, periurbanos e agroflorestais de alta diversidade de espécies, onde os (as) moradores (as) cultivam espécies com funções ornamental, paisagística, cultural, alimentar, artesanal e medicinal. A relação entre os quintais agroflorestais e a segurança alimentar tem se intensificado, considerando que esses sistemas complementam a dieta das famílias, além de contribuir gerando renda a estes atores sociais, com o abastecimento de feiras e mercados [14]. Adicionalmente, os quintais agroflorestais, por conservarem alta diversidade de espécies e genótipos na sua composição, constituem ainda importantes bancos de germoplasma [15].

Figura 14.4 – Quintal agroflorestal.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

14.3. O uso estratégico das PANC para a segurança alimentar em áreas urbanas e periurbanas

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) são um conjunto de espécies que podem ser usadas direta ou indiretamente na alimentação humana [16] e que têm se constituído como grandes promotoras da sociobiodiversidade, além de potentes indutoras de ações que buscam promover a segurança e a soberania alimentar e nutricional. Ainda que outros termos menos abrangentes, tais como hortaliças tradicionais e Plantas Alimentícias Silvestres (PAS), continuem sendo utilizados de forma paralela ou mesmo conjunta com as PANC, este último, sem dúvida, tem se consolidado como a maior referência nacional quando se trata da biodiversidade alimentícia.

No processo mais recente de desenvolvimento da agricultura urbana no Brasil, entidades de assistência técnica voltadas à produção de alimentos, assim como as instituições de ensino, pesquisa e extensão, coletivos, movimentos sociais e organizações da sociedade civil que desenvolvem ações relacionadas à conservação ambiental e à agroecologia têm incorporado as PANC em suas análises e práticas. Isso porque as PANC, além de constituírem opções de

diversificação alimentar e nutricional, trazem à tona a pauta da conservação da biodiversidade pelo uso, no caso alimentício, contribuindo significativamente para a transformação das relações ser humano-natureza, especialmente em ambientes urbanos.

As PANC englobam diversas espécies, entre árvores frutíferas, arbustos e palmeiras que compõem os fragmentos de floresta nativa ou são mantidas em praças e parques; trepadeiras e cactáceas que são cultivadas como ornamentais em jardins domésticos; bem como ervas nativas ou naturalizadas que nascem espontaneamente em terrenos desocupados ou até na própria calçada. Além de terem características morfológicas diversas e ocuparem distintos ambientes do meio urbano, as PANC podem possuir uma ou mais partes destinadas à alimentação (raízes, folhas, flores, frutos, sementes, entre outros), as quais variam de acordo com a espécie. Sendo assim, os elementos que unem essas plantas como grupo não são de ordem biológica ou ecológica, mas sim o fato destas não serem convencionadas como alimento, ao menos pela maioria sociedade urbana-industrial e, portanto, apresentarem reduzida expressão econômica e social [16,17].

Apesar de subutilizadas e/ou negligenciadas pelo sistema agroalimentar dominante, muitas espécies de hortaliças tradicionais e frutíferas nativas consideradas PANC têm sido apontadas como “super alimentos”, em função do seu alto valor nutricional, frequentemente superior ao das verduras e frutas mais comumente consumidas [18]. Além disso, diversas espécies e variedades de hortaliças folhosas e tuberosas têm se demonstrado promissoras do ponto de vista agrônomo, tanto em termos de produtividade, quanto de resistência e resiliência [19], características que tornam as PANC cada vez mais estratégicas para o enfrentamento das mudanças climáticas [20].

A apropriação das PANC pela sociedade e sua inserção em iniciativas locais e regionais que busquem a soberania e segurança alimentar podem responder a algumas das principais demandas relacionadas aos ODS. Mas para que isso de fato ocorra é preciso ressignificar a forma como a agrobiodiversidade é vista e manejada, bem como romper, especialmente em áreas urbanas, com a noção atualmente restrita, artificializada e distante sobre que é alimento.

Ao analisar a própria arborização urbana, é possível verificar que muitas espécies arbóreas e arbustivas que crescem ao longo das vias públicas ou em áreas verdes são consideradas PANC.

Em São Lourenço do Sul (RS), município da microrregião de Pelotas, das 10 espécies de árvores mais frequentes nas vias públicas centrais, seis são consideradas PANC: ingá-ferradura (*Inga sessilis*), hibisco-de-jardim (*Hibiscus rosa-sinensis*), figueira-benjamim (*Ficus benjamina*), ipê-amarelo (*Handroanthus albus*) e pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*) [21]. Cabe salientar que tanto as árvores cultivadas, quanto as espécies de ervas e arbustos que crescem espontaneamente nos espaços urbanos, geralmente são reconhecidas por estabelecerem interações ecológicas importantes, especialmente com a avifauna e insetos polinizadores, sobretudo por serem fontes de recursos alimentares [22,23].

Essas espécies de PANC que ocorrem em áreas urbanas poderiam ser melhor aproveitadas pela população local, mediante coleta e formas de uso adequadas. Entretanto, o desconhecimento sobre o seu potencial alimentício e a insegurança associada à coleta das PANC em áreas urbanas estão entre os fatores que poderiam explicar o desperdício desses alimentos que muitas vezes estão disponíveis de forma abundante e acessível. Além da correta identificação da espécie de interesse e das partes que são destinadas à alimentação humana, durante a coleta é fundamental que sejam observadas as condições ambientais e os tipos de manejo realizados no local e no seu entorno.

Ao se fazer a coleta de PANC em áreas urbanas, deve-se buscar, por exemplo, regiões com baixo ou nenhum tráfego veicular e que não apresentem indícios de contaminação do solo e das águas [24], dando-se prioridade aos remanescentes de vegetação nativa e áreas verdes, excetuando-se os casos onde a legislação vigente não permite tal conduta (espécies ameaçadas ou áreas protegidas, por exemplo). Tais aspectos reforçam a importância da conservação dos espaços vegetados, além da promoção da qualidade ambiental geral das cidades, de forma que seus vários ambientes e espaços possam cumprir múltiplas funções, incluindo o aporte de alimentos.

O amplo acesso às PANC em áreas urbanas tem sido possibilitado, principalmente, pela crescente inserção dessas espécies no planejamento e implementação de iniciativas como hortas, pomares, quintais e SAFs. Esse processo tem se dado de forma quase que natural, especialmente em grandes centros urbanos, considerando as múltiplas vantagens e benefícios que as PANC proporcionam. Ainda, apresentam inúmeras facilidades relacionadas ao manejo, além de gerarem bons resultados tanto em termos de produtividade quanto de qualidade nutricional. Adicionalmente, são geralmente incluídas em iniciativas cujos objetivos vão além do abastecimento de alimentos; incorporando ações de cunho educativo e cultural, buscando integrar campo e cidade, além de constituírem espaços para o exercício da cidadania.

14.4. Iniciativas e experiências no estado do Paraná

O estado do Paraná tem investido em programas de Agricultura Urbana com objetivo de atender prioritariamente a população de baixa renda, idosos, pessoas em situação de vulnerabilidade social, comunidades terapêuticas, imigrantes e refugiados. As estratégias de segurança alimentar e desenvolvimento sustentável remetem às cidades a também produzir seu próprio alimento e incentivar cadeias curtas de produção e comercialização. Com a implantação dessas iniciativas, o objetivo é aumentar a sustentabilidade ambiental, contribuindo para a erradicação da fome, extrema pobreza.

Em cidades polo do interior do Paraná, como Londrina, Cascavel e Maringá, as Prefeituras Municipais têm investido em projetos de Agricultura Urbana. A cidade de Maringá conta com 38 Hortas Comunitárias que somam 110 mil metros quadrados e geram aproximadamente 50 mil toneladas de hortaliças por mês, sendo uma das principais cidades do interior do estado no desenvolvimento da Agricultura Urbana [25].

A maior parte da produção é de hortaliças folhosas, raízes e temperos (salsinha, cebolinha, açafrão, gengibre e pimenta), com preços acessíveis. A Prefeitura de Maringá fornece o terreno, a estrutura inicial de construção da horta, mudas de hortaliças mensalmente, de acordo com a necessidade de cada horta, além do composto orgânico e a assistência para a produção orgânica.

No litoral do Paraná, a agricultura urbana teve seu marco legal com a cidade de Matinhos, que instituiu e aprovou a Política Municipal de Agricultura Urbana e Periurbana e a Política Municipal de Agroecologia e Produção Orgânica nas leis municipais 2029/2019 e 2030/2019, respectivamente. O Litoral também tem boas referências no âmbito da agricultura familiar e de base agroflorestal a partir dos trabalhos desenvolvidos pela cooperativa CooperaFloresta que

nasceu em Barra do Turvo, baseada na produção agroflorestal com agricultores familiares na transição de sistemas convencionais para produção agroecológica.

A capital Curitiba e sua região metropolitana (RMC) abrange 29 municípios, e destaca-se como a maior região produtora de hortaliças e produtos orgânicos e como o grande mercado consumidor no estado. Historicamente, o desenvolvimento de ações de planejamento urbano incorporou premissas e critérios de conservar recursos estratégicos, como a água, o solo, a cobertura vegetal e a qualidade do ar, promovendo a saúde e o conforto ambiental da população. O município de Curitiba ocupa uma superfície de 435,06 km², 100% urbanizada, e apresenta aproximadamente 58 m² de remanescentes florestais por habitante, número que supera bastante os 15 m² por habitante preconizado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana [26].

Nesse contexto, a Gestão Pública do município de Curitiba priorizou ao longo do tempo políticas ambientais com diversas leis e iniciativas, desde a criação do Departamento de Parques e Praças em 1981 [27], até a adesão aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, em 2017. Diversos programas e políticas públicas são desenvolvidos no município, como os programas Jardins de Mel, criação de caminhos de pólen e proteção das áreas de conservação, das nascentes, plantio de 100 Mil Árvores por ano e as Fazenda Urbanas [28].

Somadas a essas iniciativas, foi criada em 2019 a Secretaria Municipal de Segurança Alimentar e Nutricional - SMSAN, antiga Secretaria Municipal do Abastecimento - SMAB, ampliando as ações de Curitiba para Região Metropolitana e incluindo uma visão de transversalidade e intersetorialidade nas estratégias de políticas públicas para Alimentação saudável e desenvolvimento sustentável. A SMSAN elaborou o 2º Plano Municipal de Segurança Alimentar (PLAMSAN) para atender as demandas legítimas da população, utilizando de metodologia colaborativa e participativa, com a participação dos três setores da sociedade. Entre as ações previstas para atender ao plano de ação estão:

- I) **Fazenda Urbana de Curitiba:** É um espaço para a promoção da segurança alimentar e nutricional na cidade, conectando o ambiente urbano e rural através da agricultura. Construído para ser um polo de referência para a disseminação de conhecimentos tradicionais agrícolas e de sustentabilidade urbana e de técnicas de plantio, incentiva o ciclo do alimento e inspira a cultura da produção e do consumo consciente através de visitas guiadas, capacitações, cursos, oficinas, seminários e trocas de experiências. Com área de 4.435 m², o local contempla o cultivo de hortaliças livres de agrotóxicos, plantas medicinais, condimentares, plantas alimentícias não convencionais (PANC), um sistema agroflorestal e pomares urbanos. A Fazenda Urbana de Curitiba faz uso de energias renováveis (solar e eólica), além de sistema de captação de água pluvial, que foi construído com materiais reaproveitados como garrafas pet, telhas, dormentes, blocos de concreto, forros PVC e pallets. Aulas de culinária criativa, educação alimentar e aproveitamento integral são realizados na Cozinha Escola, uma estrutura montada para capacitação e utilização dos alimentos produzidos na Fazenda, a fim de educar social, alimentar e ambientalmente a população. O Banco de Alimentos da Fazenda recebe o excedente da produção e destina ao Projeto Mesa Solidária, para que instituições preparem refeições para pessoas em situação de vulnerabilidade social. Já os resíduos orgânicos são utilizados na compostagem, transformando as sobras em adubo para novas semeaduras, concluindo o ciclo ecológico socialmente correto.

O espaço conta também com o projeto Jardins de Mel, que consiste na instalação e manutenção de meliponários de espécies de abelhas nativas sem ferrão, como maçandaia (*Melipona quadrifasciata*), jataí (*Tetragonisca angustula*) e mirim (*Plebeia* sp.). O projeto também prevê o estabelecimento de corredores de pólen através do plantio de árvores nativas, frutíferas, hortas e fazendas urbanas, de forma a promover a interação e fluxo dessas abelhas entre áreas verdes públicas e particulares. No Projeto Jardins de Mel, já foram instalados 70 meliponários.

As abelhas estão em caixas racionais de criação, que são colocadas dentro de um revestimento, visando maior proteção e bem-estar aos insetos. São oferecidos cursos e palestras de capacitação para guardiões das abelhas sem ferrão junto às hortas comunitárias, nos faróis do saber (Bibliotecas públicas em formato de faróis), escolas, universidades, parques, praças e escoteiros. O projeto tem sido importante restaurador do número de abelhas nativas, pois apresenta condições ideais para a criação de “Corredores de Pólen” que conectem as áreas verdes e permitam a circulação dessas abelhas.

- II) **O Mercado Comum Metropolitano:** Atua com entidades técnicas do setor da Agro-
nomia do Paraná, com foco no apoio e fomento aos 3 eixos: Produção, Mercado e
Consumidor. Tem como público-alvo as Cooperativas de Agricultura Familiar no esta-
belecimento e fortalecimento de polos de excelência de cadeias produtivas com identi-
dade e qualidade, dando condições técnicas e oportunidades institucionais para abertura
de mercado e educação do consumidor para valorização dos produtos locais, de época
e produzidos de base ecológica.
- III) **O Alimento solidário:** Trabalha os principais desafios da Segurança Alimentar que
são a fome, o desperdício, as dietas especiais e atendimento à população em vulnerabi-
lidade. A Prefeitura aderiu ao Programa Banco de Alimentos, Restaurantes Populares
e o Mesa Solidária, que junto às instituições de voluntários organizam o calendário de
espaços públicos com estrutura de refeitório para resgatar a dignidade da população em
extrema vulnerabilidade através do alimento.
- IV) **Projeto de Agricultura Urbana:** Utiliza de forma organizada os vazios urbanos públicos
e privados para o fomento da produção e do consumo de hortaliças frescas, sem uso de
agrotóxicos, com o intuito de melhorar a qualidade alimentar da população, diminuindo
o custo destes itens no orçamento familiar, além de resgatar a cultura rural no espaço
urbano. São disponibilizados apoio técnico, insumos, treinamento e capacitação teórica
e prática sobre manejo da terra, cultivo das hortaliças, manutenção e colheita. São 98
hortas implantadas em cerca de 159.214 m² na cidade. Em conjunto, o Projeto Horta do
Cheff tem o objetivo de tornar as hortas autossustentáveis e promover a geração de renda
através da venda dos produtos cultivados pelos hortelões para chefs de restaurantes da
cidade, promovendo a economia circular e valorizando a agricultura local.

14.5. Iniciativas e experiências no estado de Santa Catarina

No estado de Santa Catarina, foi estabelecida a Lei N° 17.533/2018 que institui a Polí-
tica Estadual de Apoio à Agricultura Urbana, voltada à promoção da segurança alimentar e

nutricional e melhoria da renda e qualidade de vida da população. Entre as ações previstas estão o incentivo a cessões de uso de imóveis públicos e utilização de imóveis particulares para o desenvolvimento de programas e ações comunitárias de agricultura urbana. São beneficiários prioritários da Política: I – as pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional, mapeadas pelos municípios; II – os fornecedores de alimentos vinculados ao Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) no estado; e III – os projetos comunitários de agricultura urbana reconhecidos pelos municípios.

A aprovação da Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional – LOSAN, em 2006, e a criação da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – PSAN foram importantes marcos legais para o desenvolvimento de programas e projetos na temática da Agricultura Urbana e Periurbana (AUP). Ao considerar a AUP um equipamento público de Segurança Alimentar e Nutricional, a PSAN possibilitou a destinação de recursos para o desenvolvimento de programas e projetos, como os Centros de Agricultura Urbana e Periurbana - CAUP. A Universidade Federal de Santa Catarina, por meio do Laboratório de Educação do Campo e Estudos da Reforma Agrária, desenvolveu nos municípios de Joinville, Araquari e São Bento do Sul, situados no norte do estado, projetos de CAUP, sendo bem-sucedidos em sua execução.

Em Florianópolis, o Programa Municipal de Agricultura Urbana, criado em 2017, estimula o cultivo de mais de 100 hortas urbanas em parques, escolas, postos de saúde e hospitais da cidade. O município também instituiu em 2018 a Política Municipal de Agroecologia e Produção Orgânica (PMAPO), com o objetivo geral de integrar, articular e adequar políticas públicas, programas e ações indutoras da transição agroecológica, e da produção orgânica e de base agroecológica. Entre as diretrizes da PMAPO está *“incentivar o cultivo de hortas urbanas e não urbanas em espaços públicos, comunitários e residenciais, a agricultura familiar e o associativismo comunitário”*.

Florianópolis apresenta um contexto social importante para o desenvolvimento da Agricultura Urbana e Periurbana. Organizações da sociedade civil, como o Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo (CEPAGRO) promovem, por meio de diferentes espaços, o debate e a prática da Agricultura Urbana e Periurbana. Outras organizações como: 1) Instituto Çarakura (<https://www.carakura.org.br>), 2) Sesc-SC, 3) Associação dos Remanescentes do Quilombo Vidal Martins, 4) Associação Parque Cultural do Campeche (PACUCA), 5) Família Casca, 6) movimento quintais de Floripa, 7) Quinta das plantas, 8) Associação Revolução dos Baldinhos, 9) Grupo Ilha Meiembipe da Rede Ecovida de Agroecologia, 10) Associação Orgânica Ecoquilombo, 11) Agrorua e 12) Reciclação, são exemplos desse tecido social que vem ao longo da última década atuando nos territórios e incidindo sobre o poder público municipal para a criação, implementação de políticas públicas que promovam o Direito à Cidade e o Direito Humano à Alimentação Adequada – DHAA.

Outro exemplo é o Observatório de Inovação Social de Florianópolis (OBISF), uma plataforma digital e colaborativa que visa mapear, promover a interação e a aprendizagem coletiva no ecossistema de inovação social de Florianópolis e apresentar os resultados de estudos comparados com outras cidades de Santa Catarina, do Brasil e do exterior sobre inovações sociais e sua interface com as políticas públicas. O OBISF realiza o mapeamento de iniciativas inovadoras acerca da causa Agricultura Urbana, sendo cadastradas iniciativas de organizações não governamentais e governamentais que atuam no tema da Agricultura Urbana e Periurbana.

A necessidade de espaços de diálogos entre os coletivos de Agricultura Urbana e os representantes governamentais das secretarias sobre o tema da Agricultura Urbana no município de

Florianópolis fez surgir a Rede Semear Floripa. Trata-se de uma rede aberta de pessoas e organizações que desejam desenvolver e estimular a agricultura urbana e periurbana em Florianópolis, buscando ampliar, fortalecer e consolidar as diversas formas de se fazer agricultura no interior das cidades, e construindo um modelo de desenvolvimento urbano mais justo e democrático que garanta o direito à terra e à alimentação adequada e saudável para todos e todas.

Outro marco legal importante aprovado no município de Florianópolis versa sobre o tratamento e destinação dos resíduos orgânicos. A Lei 10.501 de 2019, conhecida como Lei da Compostagem, aponta metas ousadas para o município de Florianópolis e estabelece até o ano de 2030 a reciclagem total dos resíduos orgânicos por meio da compostagem.

O desenvolvimento da Gestão de Resíduos Sólidos Orgânicos, em especial por modelos comunitários descentralizados, é fundamental para o fortalecimento de comunidades, empoderamento e apoderamento dos sujeitos dos territórios. O projeto Agricultura Urbana e a Revolução dos Baldinhos, iniciado entre CEPAGRO e a Comunidade Chico Mendes, retrata muito bem essa experiência que hoje encontra-se autônoma, independente e formalizada. O modelo comunitário de Resíduos Orgânicos estabelece um novo paradigma na questão da gestão do lixo, quebra a lógica linear e aponta para o ciclo da vida na qual o alimento é plantado, colhido, consumido, descartado, reciclado, transformado em composto orgânico e volta para a lavoura para um novo ciclo de plantio.

Orientada com base em envolvimento comunitário, a gestão descentralizada de resíduos orgânicos pode ser utilizada como ferramenta para promover saneamento, saúde pública, agricultura urbana e capital social em ambientes urbanos vulneráveis. A principal vulnerabilidade de iniciativas como essa parece estar no despreparo dos governos municipais em acolhê-las [29].

14.6. Iniciativas e experiências no estado do Rio Grande do Sul

No estado do Rio Grande do Sul, as ações voltadas à segurança alimentar em áreas urbanas e periurbanas são muito diversas, envolvendo especialmente a articulação de movimentos sociais, entidades de ensino, pesquisa e assistência técnica e organizações da sociedade civil. Centro de grandes debates socioambientais, a capital Porto Alegre e sua região metropolitana (RMPA) concentram iniciativas e experiências principalmente de hortas, mas também de Sistemas Agroflorestais, sendo as PANC elementos importantes em grande parte destas. Um levantamento expedito realizado pela Emater-RS, em 2019, registrou um total de 1.173 hortas urbanas, distribuídas em 130 municípios do estado. Não obstante, esse número pode ser ainda maior, considerando a expansão das redes vinculadas à agroecologia e produção orgânica no estado, ocorrida nas últimas décadas.

Cabe destacar que o debate sobre a agricultura urbana no Rio Grande do Sul se intensificou especialmente a partir da criação do Fórum Gaúcho de Agricultura Urbana e Periurbana Sustentável, em 2017. A grande articulação promovida por este fórum foi fundamental para a aprovação da Lei nº15.222/18, que dispõe sobre a Política Estadual de Agricultura Urbana e Periurbana no Estado do Rio Grande do Sul, e do Decreto Nº 54.459/18 que a regulamenta [30]. Em relação

às políticas municipais, pode-se destacar alguns municípios da RMPA, como Gravataí, Canoas, Novo Hamburgo, Sapiranga e São Leopoldo. Neste último, há uma lei que institui o Programa de Hortas Comunitárias, Familiares e Escolares que prevê, além das hortas, a implantação de quintais produtivos visando a geração de renda, educação ambiental e segurança alimentar [31].

Na região do Vale do Rio dos Sinos, destacam-se várias iniciativas organizadas no seio das Organizações da Sociedade Civil de Certificação Participativa (OCS): OCS ECOFerrabraz e OCS Sinos. Algumas são motivadas na produção agroecológica, orgânica, e biodinâmica, de forma a suprir as necessidades alimentares das famílias que compõem a Rede Araçá de Consumo Responsável, assim como na promoção de feiras orgânicas do Vale do Sinos e feiras de Economia Solidária. Exemplo dessas iniciativas é o sistema agroflorestal urbano da família Mânica, em São Leopoldo (Figura 5). O projeto iniciou-se em 2008, voltando-se às práticas de agricultura biodinâmica com a terra, tendo como função principal cultivar alimentos e proporcionar conforto térmico em tempos de verão e outono. Esta iniciativa resultou em um ambiente produtivo e diverso, com espécies de PANC e árvores nativas frutíferas, capaz de capturar carbono atmosférico, contribuir com o microclima da cidade e elevar as taxas de decomposição dos vestígios agroflorestais. Além disso, a intensa germinação de sementes possibilitou um berçário de mudas que foi evoluindo para um viveiro de PANC. Muitas destas são plantas bioativas, com potencial de interações curativas para os animais e pessoas, através do uso de tinturas mãe. São aplicados princípios de agroecologia e antroposofia por serem filosofias de integralidade na vida das pessoas. Conforme Rudolf Steiner, “a antroposofia pode ser caracterizada como um método de conhecimento da natureza do ser humano e do universo, que amplia o conhecimento obtido pelo método científico convencional” [32].

Figura 14.5 – a) Visão geral da agrofloresta; b) Cultivo de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*).



Fonte: Autores.

Existem outras iniciativas associativas e particulares voltadas principalmente para o atendimento de projetos com jovens e famílias em situação de vulnerabilidade social. Além da região metropolitana, a própria capital Porto Alegre reúne experiências de agricultura urbana, especialmente de hortas de cunho comunitário e coletivo. Na região central, a Associação de Hortas Coletivas do Centro Histórico (AHCCH) articula moradores e frequentadores para o desenvolvimento de espaços de agricultura coletiva. Os (As) voluntários (as) que trabalham nas hortas colhem alimentos de qualidade, além de bons momentos com a comunidade. Já a Lomba do Pinheiro, um bairro da capital, abriga desde 2011 uma horta comunitária que é referência no estado (Figura 6).

A horta é um projeto coletivo com enfoque pedagógico, terapêutico e de inclusão social, onde mais de 10 mil pessoas já foram atendidas. O local é palco de palestras, rodas de conversa e oficinas que contemplam temas relacionados à horticultura. Além disso, a área recebe visitação de estudantes da rede de ensino municipal, por se tratar de um referencial de agricultura urbana e orgânica de aprendizagem em educação. O espaço tem cerca de 7 mil metros quadrados, em uma área da prefeitura, é protegido em uma de suas faces por mata nativa, que atua como barreira natural, protegendo as hortas. Estas abrangem as mais variadas hortaliças, ervas de chás e medicinais, frutas nativas e algumas PANC, tais como a cúrcuma (*Curcuma longa* L.), ora-pro-nóbis, capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) e o cará-roxo (*Dioscorea alata* L.).

Figura 14.6 – a-b) Horta comunitária da Lomba do Pinheiro, Porto Alegre (RS).



Fonte: Lourdes  gata Guiconi.

14.7. Considerações Finais

O processo de urbanização transformou o território das cidades como resultado da pressão por ocupação imobiliária e das atividades econômicas, não reconhecendo, na maioria das vezes, a agricultura como uma atividade econômica e cultural dos espaços urbanos. Nesse sentido, o debate da Agricultura Urbana e Periurbana (AUP), por meio dos diferentes movimentos da sociedade civil e academia, trouxeram à luz, para diversos segmentos da sociedade, a agricultura como promotora de saúde e de Segurança Alimentar e Nutricional. Além disso, a AUP   geradora de trabalho e renda, e de segurança pública, promove a ocupação de espaços públicos ociosos, proporciona espaços de interação social e de desenvolvimento comunitário, de protagonismo feminino e economia solidária.

Nas iniciativas citadas, cabe salientar o seu caráter educacional, recreativo e cultural, que resgata e estimula o reconhecimento de outros valores, além dos econômicos e produtivos, sendo esta uma proposta inovadora no âmbito do planejamento urbano. Outro destaque dessas iniciativas   seu papel na geração e valorização dos serviços ecossistêmicos, principalmente os relacionados à fixação de carbono, ciclagem de nutrientes, conservação dos solos e da água e, à oferta de alimentos para fauna.

Por fim, a presença de áreas verdes urbanas, naturais e cultivadas, englobam outros aspectos relevantes e possibilidades na esfera da sociobiodiversidade. São exemplos, as discussões sobre equidade de gênero e raça, as oportunidades de trabalho e renda, as perspectivas futuras para minimização de riscos climáticos, a produção de alimentos de alta qualidade com uma logística facilitada ao mercado consumidor, além da conservação da biodiversidade.

14.8. Referências

- [1] IBGE. Dados do Censo 2010 [Internet]. 2010. [acesso 15 nov. 2020] Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>
- [2] Ribeiro CSG, Pilla MCBA. Segurança alimentar e nutricional: interfaces e diminuição de desigualdades sociais. *Demetra*. 2014;9(1):41-52.
- [3] Tucci CEM. Água no meio urbano: Livro Água Doce. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1997.
- [4] De Alencar LD, Cardoso JC. Paisagismo funcional – O uso de projetos que integram mais que ornamentação. *Rev Ciênc Tecnol Ambient*. 2015;1(1):1-7.
- [5] Silva ER. A gestão da agricultura urbana. *Rev Int Ciênc*. 2014;4(1):3-31.
- [6] Dresher A. The integration of urban agriculture into urban planning – an analysis of the current status and constraints. *Urban Agriculture*. ETC-RUAF; 2001.
- [7] ONU. A Agenda 2030: objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU 2015 [Internet]. 2015. [acesso 15 nov. 2020] Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- [8] GNAU – Grupo Nacional de Agricultura Urbana. Lineamentos para los subprogramas de Agricultura Urbana para el año 2002 y sistema evaluativo. Havana: Ministério de Agricultura; 2002.
- [9] Aquino AM, Assis RL. Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. *Ambient Soc*. 2007;10:137-50.
- [10] Coradin L, Siminski A, Reis A, editores. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – região Sul. Brasília: MMA; 2011. (Biodiversidade, 40).
- [11] Scarpinella GD, Silva R. Pomares urbanos em áreas públicas de recreio: possibilidades e restrições para uma cidade brasileira de médio porte. *Cad Zygmut Bauman*. 2018;8(18).
- [12] Nair PKP. An introduction to agroforestry. ICRAF/Kluwer Academic Publishers; 1993.
- [13] Young A. Agroforestry for soil management. 2nd ed. Wallingford: CABI Publishing; 1997.
- [14] Garcia R, Vieira TA, Oliveira FA. Quintais agroflorestais e segurança alimentar em uma comunidade rural na Amazônia Oriental. *Rev Fac Agron*. 2015;114(3):67-73.
- [15] Siviero A, Delunardo TA, Haverroth M, Oliveira LC, Mendonça AMS. Cultivo de espécies alimentares em quintais urbanos de Rio Branco, Acre, Brasil. *Acta Bot Bras*. 2011;25(3):549-56.
- [16] Kinupp VF, Lorenzi H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Nova Odessa: Ed. Plantarum; 2014.
- [17] EPAMIG. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Hortaliças não convencionais [Internet]. Sete Lagoas: EPAMIG Centro-Oeste; 2012. [acesso 23 set. 2020]. Disponível em: https://epamig.files.wordpress.com/2020/02/cartilha_hortalicas_nao_convencionais.pdf
- [18] Kinupp VF, Barros IBI. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. *Food Sci Technol*. 2008;28(4):846-57.

- [19] Madeira NR, Silva PC, Botrel N, Mendonça JL, Silveira GSR, Pedrosa MW. Manual de produção de hortaliças tradicionais. Brasília: Embrapa; 2013. ISBN: 978-85-7035-233-0.
- [20] Durigon J, Theis J, Seifert CA, Valente C. Importância das hortaliças não convencionais como estratégia de sustentabilidade econômica para agricultores familiares no Sul do Brasil. In: Encontro Nacional de Hortaliças Não Convencionais; 2019; Curitiba. Anais. Curitiba: HORTPANC; 2019.
- [21] Almeida EW, Forneck ED, Durigon J. Levantamento da arborização urbana e suas interações com flora epifítica em vias públicas da zona urbana do município de São Lourenço do Sul. In: Mostra da Produção Universitária (MPU), 18.; 2019; Rio Grande. Anais. Rio Grande: FURG; 2019.
- [22] Brun FGK, Link D, Brun EJ. O emprego da arborização na manutenção da biodiversidade de fauna em áreas urbanas. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2007;2(1):117-27.
- [23] Hicks DM, Ouvrard P, Baldock KCR, Baude M, Goddard MA, Kunin WE, et al. Food for pollinators: quantifying the nectar and pollen resources of urban flower meadows. *PLoS One*. 2016;11(6):e0158117. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158117>
- [24] Amato-Lourenço LF, Ranieri G, Mauad T. Pode colher na rua? A influência do tráfego veicular na composição elementar das PANC em São Paulo. In: Encontro Nacional de Hortaliças Não Convencionais – HORTPANC; 2019; Curitiba. Anais. Curitiba: HORTPANC; 2019.
- [25] Albertin RM, Augusto DC, Mubai BA, Angelis BLD, Silva M, Silva FF, Angeoletto F. Hortas urbanas de Maringá (PR): estudo socioeconômico dos produtores e perceptivo dos transeuntes. *Bol Geogr (Online)*. 2016;34:98.
- [26] SBAU – Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Carta a Londrina e Ibioporã. *Bol Inform*. 1996;3(5):3. IBGE [Internet]. [acesso 15 nov. 2020] Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pr/curitiba/panorama>
- [27] Miguez LAL. Mapeamento e monitoramento dos maciços vegetais do município de Curitiba-PR. Curitiba: Instituto de Engenharia do Paraná; 2001.
- [28] De Jesus FT, Malkowski SR. Os Jardins de Mel: Curitiba, a cidade mais doce e florida do Brasil. *Rev Boas Prát Servidores Prefeitura Curitiba*. 2019;45-50.
- [29] Siqueira TMO, Abreu MJ. Fechando o ciclo dos resíduos orgânicos: compostagem inserida na vida urbana. *Rev Ciênc Cult [Internet]*. 2016;68(4). [acesso 20 nov. 2020]. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v68n4/v68n4a13.pdf>
- [30] Steiner R. Fundamentos da agricultura biodinâmica: vida nova para a terra. 5ª ed. São Paulo: Antroposófica; 2017.
- [31] Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA). Diretrizes ambientais para recuperação de matas ciliares. Porto Alegre: DEFAP; 2007.
- [32] São Leopoldo. Lei nº 8650, de 04 de agosto de 2017. Institui o Programa de Hortas Comunitárias, Familiares e Escolares no Município de São Leopoldo e dá outras providências [Internet]. São Leopoldo: Leis Municipais; 2018. [acesso 24 set. 2020]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rs/s/sao-leopoldo/lei-ordinaria/2017/865/8650/lei-ordinaria-n-8650-2017-institui-o-programa-de-hortas-comunitarias-familiares-e-escolares-no-municipio-de-sao-leopoldo-e-da-outras-providencias>

APÊNDICE – Iniciativas e Experiências das conexões verdes de Áreas Urbanas e Periurbanas e a segurança alimentar e nutricional no Sul do Brasil.

Nome da Iniciativa ou Projeto	Local de Abrangência (Cidades/Região ou Estado)	Tipo de Iniciativa Horta, Pomar, SAF, Quintal, outro...	Instituições Envolvidas/ organizadoras	Público Atendido (principal)	Mais informações sobre a iniciativa (site, contato, ou telefone)
Agricultura urbana em rede	Curitiba-SC	Horta Comunitária e Jardins Sensoriais	UFSC, PET Ciências Rurais, APAE	Estudantes, Comunidade	Prof. Cleber Bosetti (cleber.bosetti@ufsc.br); Profª. Zilma Isabel Peixer (zilma.isabel@ufsc.br); (Leão et al. 2017; Bosetti et al. 2018)
Centro Urbano de práticas ambientais Lewa Esperança	Vale dos Sinos -RS	Quintal Urbano, Casa do Conhecimento e ECOLAB 2	Empresa Embratel de Energia Fotovoltaica	Estudantes Educadores famílias da comunidade	Maria Leoni Hennemann e Walério Hennemann e-mail: lewaesperanca@terra.com.br Fone(51)35931094
Espaço de Agricultura Biodinâmica e Alimentos Biocêntricos	Regional Vale dos Sinos e Metropolitana de Porto Alegre RS	SAF Urbana Viveiro de Plantas PANC Quiosque de oficinas culinária	ARACÁ – Rede de Cestas OCSSinos- Certificação Participativa; Associação Comunitária Recanto da Folha de Taquari RS	Estudantes Agricultores/as Educadores e comunidade em geral	Solange Carmen Manica CRBio041294/03D e-mail: manica.panc@gmail.com face: solangemanica Fone/whats: (51)984844326
GUARUPÁ Agroflorestal	Município de Campo Bom Regional Vale do Sinos RS	SAF Peri-urbana	OCS ECOFerrabras Feira Viva; Araçá (Consumo Responsável) Vale do Sinos	Cotistas das cestas orgânicas Comunidade em geral	Alice Martins Rodrigo Ferreira e Raul e-mail: alice_nh@hotmail.com Fone/whats (51) 998928616
SAF Sinfonia do Mato	Município de Novo Hamburgo e região metropolitana Porto Alegre RS	SAF Periurbana Plantas Bioativas e Cogumelos shitates Comestíveis	OCS Sinos Certificação Participativa e EMATER	Cursistas Feirantes e comunidade geral	Sandra Maria Petry e-mail: sandramariapetry65@gmail.com Fone/whats: (51) 994641775

(continua)

(continuação)

Nome da Iniciativa ou Projeto	Local de Abrangência (Cidades/Região ou Estado)	Tipo de Iniciativa Horta, Pomar, SAF, Quintal, outro...)	Instituições Envolvidas/ organizadoras	Público Atendido (principal)	Mais informações sobre a iniciativa (site, contato, ou telefone)
Horta Comunitária Joanna de Ângelis	Município de Novo Hamburgo RS	Horta Comunitária Urbana	TV Feevale Centro Espírita Fé, Luz e Caridade	Crianças, jovens e famílias em vulnerabilidade social	Gilmar Dalla Roza www.hortacomunitaria.com fone: (51) 35870028
HOCOUNO Associação Comunitária dos Operários	Município de Canoas região Metropolitana de Porto Alegre-RS	Horta Comunitária Urbana	Emater RS Prefeitura municipal de Canoas; Fórum de Economia Solidária	Envolvidas 97 famílias do Noroeste de Canoas. *Ocupação desde 1996	Presidente Lucy Lopes Fone: (51)34644034 http://hocouno.blogspot.com.br
Horta Mãe da Terra, Educação Ambiental e Cidadania	Vila Santa Marta Bairro Campina, São Leopoldo RS	Horta Comunitária Santa Marta	PASEC UNISINOS Prefeitura Municipal São Leopoldo Empresa S'THIL e Tramontina S.A.	Anualmente atende em torno de 80 crianças e jovens de 0 a 15 anos	pasec@unisinos.br Fone: (51)35921122 ramal 1169 Celular: (51)999762759
DO TERRENO: Naturais Artesanais	Sapucaia do Sul e Esteio/ RS	SAF Compostagem Húmus e Sementes	ARACÁ Grupo de Consumo Responsável - RS	Moradores do Bairro; Feira Online Cestas Ciclo Araçá	Face: viniciusschmitt e-mail: grupo@araca.eco.br e-mail: vinicius@schmitt@gmail.com
Virando a Terra	Vale do Sinos/RS	Horta urbana e compostagem	Parque Imperatriz e SEMAM - São Leopoldo	comunidade e pessoas da área ambiental	Eduarda Fone: (51) 981584667 Instagram: @virandoaterra e-mail: virandoaterra@gmail.com Site: www.virandoaterra.com:

(continua)

(continuação)

Nome da Iniciativa ou Projeto	Local de Abrangência (Cidades/Região ou Estado)	Tipo de Iniciativa (Horta, Pomar, SAF, Quintal, outro...)	Instituições Envolvidas/organizadoras	Público Atendido (principal)	Mais informações sobre a iniciativa (site, contato, ou telefone)
Quintais Orgânicos de Frutas	/Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Uruguai	Atividades de Transferência de Tecnologias para a implantação e condução de Quintais Orgânicos de Frutas	Embrapa Clima Temperado (Executiva); Ministério Extraordinário da Segurança Alimentar, Eletrobrás/CGTEE, FINEP/Philip Morris Brasil (Financiadores); Banrisul, Emater-RS, AGEFA, Secretarias Municipais de Agricultura e de Educação (Apoiadores).	Agricultores Familiares, Assentados da Reforma Agrária, Comunidades Indígenas, Comunidades quilombolas, Escolas Urbanas e Rurais.	Dr. Fernando Rogério Costa Gomes (fernando.gomes@embrapa.br); http://www.projetoquintais.com.br/ ; http://boaspraticas.org.br/ ; http://www.facebook.com/projetoquintais
Associação das Hortas Coletivas do Centro Histórico (AHCCH) e Horta da Formiga (projeto piloto)	Centro Histórico de Porto Alegre – RS e adjacências.	Hortas coletivas e comunitárias	AHCCH, voluntários e parcerias não formais.	Comunidade em geral que se interesse pela agricultura urbana.	Presidente: Carmen Fonseca; Diretora Secretária: Ana Clara Souza. (hortacoletivacentrohistorico@gmail.com) Instagram: @hortacoletivacentrohistorico
Hortas Urbanas: um projeto de sustentabilidade na comunidade pelotense	Pelotas, RS	Hortas comunitárias com oficinas de sustentabilidade em várias áreas	Universidade Federal de Pelotas (UFPel), FURG, UCS	Comunidade em geral	Coordenadora: Prof. Giovana Mendes de Oliveira (geoliveira.ufpel@gmail.com) Site: https://wp.ufpel.edu.br/hortasurbanas/

(continua)

(continuação)

Nome da Iniciativa ou Projeto	Local de Abrangência (Cidades/Região ou Estado)	Tipo de Iniciativa Horta, Pomar, SAF, Quintal, outro...	Instituições Envolvidas/ organizadoras	Público Atendido (principal)	Mais informações sobre a iniciativa (site, contato, ou telefone)
Programa EcoViamão/ Projeto Hortas Escolares Agroecológicas	Viamão, RS	Hortas Escolares Agroecológicas	UFRGS, EMATER, SMED, SMAgr, CRE,	Rede Municipal e Estadual de Educação	Claudio Fioreze (51 998597636; claudio.fioreze@viamao.ifrs.edu.br.)
Horta Comunitária da Lomba do Pinheiro	Região Metropolitana de Porto Alegre, RS	Horta e pomar	SMED-POA Secretaria Municipal da Saúde EMATER RS LUME-UFRGS ERGA-Sul	Escolas Municipais; Estudantes Universitários; Grupos da comunidade	Coordenadora: Lourdes Ágata Guiconi Fone (51)985939293 https://pt-br.facebook.com/hortacomunitarialomba/
Angelita Semeadora	Município de Dois Irmãos, Portal da Serra e região metropolitana Porto Alegre RS	SAF, Mandala de plantas medicinais, brotos, PANC, compostagem, sistemas de esgoto biológicos, energia solar, e biogás.	Instituto Eckart OCS Sinos Vale dos Sinos	Comunidade em geral, escolas, famílias	www.verdeshabitos.com.br @angelitalwsemeadora angelitalwsemeadora@gmail.com Fone: (51) 99358.0026
Sítio do Silvano	Município de Novo Hamburgo	SAF/agroflorestal, estufa, pomar, horta medicinal, galinheiro, piscicultura/verbetes, agricultura de subsistência (amendoim, melancia, abobora, feijão crioulo).	OCS Sinos Emater	Comunidade em geral, escolas, famílias	Silvano Ribeiro Fone: (51)99715264 e-mail: silvano.ribeiro@senaers.org.br

(continua)

(continuação)

Nome da Iniciativa ou Projeto	Local de Abrangência (Cidades/Região ou Estado)	Tipo de Iniciativa Horta, Pomar, SAF, Quintal, outro...)	Instituições Envolvidas/ organizadoras	Público Atendido (principal)	Mais informações sobre a iniciativa (site, contato, ou telefone)
Horta Comunitária e Pedagógica do PACUCA	Município de Florianópolis	Galinheiro, banco de sementes, compostagem, horta medicinal, roça de mandioca, milho, hortaliças, pães	Associação de amigos do Parque Pacuca	Escolas, Comunidade em geral	Ataíde Silva Fone: 48- 98498-6533
Quilombo Vidal Martins	Município de Florianópolis	Viveiro, Compostagem, horta	Associação dos Remanescentes do Quilombo Vidal Martins	Comunidade quilombola e entorno	Helena Jucélia Vidal de Oliveira e-mail: helenaquilombola@gmail.com
Revolução dos Baldinhos	Município de Florianópolis	Compostagem e Agricultura Urbana	Associação Revolução dos Baldinhos	Comunidade em geral, escolas, famílias	Cintia Cruz e-mail: revoluçãodosbaldinhos@gmail.com
Horta do Jardim Botânico	Município de Florianópolis	Horta Sintrópica, Compostagem	Prefeitura de Florianópolis	Comunidade em Geral	http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/index.php?cms=apresentacao+jbf&menu=5&submenuid=1676
Grupo Ilha Meimbiipe da Rede Ecovida de Agroecologia	Município de Florianópolis	Agroecologia, agricultura sintrópica, SAF, pomar	Grupo do Núcleo Litoral Catarinense da Rede Ecovida de Agroecologia	Comunidade em Geral	e-mail: Ilhameimbiipe@gmail.com

Fonte: Autores.



PART 2

Apresentação

FRUTOS DA BIODIVERSIDADE BOTÂNICA NAS CIDADES BRASILEIRAS E NO MUNDO

“A restauração da natureza pode ser uma vitória dupla-quádrupla para biodiversidade, ação climática, saúde e bem-estar humano e nossa economia. Até 2030, os estados-membros devem se comprometer com metas ambiciosas de restauração. Agora é hora de ação!”

@UNBiodiversity 2022

(ONU Biodiversidade: Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica)

Os frutos deste projeto *Coletânea Brasileira de Arborização Urbana* são um inestimável recurso para a transformação da arborização urbana brasileira, por um lado descrevendo a riqueza florística de cada região, representando espécies de cada bioma, e por outro lado oferecendo as melhores alternativas de plantio, cuidado e manutenção de espécies locais para seu uso nas respectivas cidades abrangidas em suas amplitudes de distribuição. Com certeza, o material apresentado nesta coletânea também representará um suporte relevante e adicional à restauração dos ecossistemas tropicais ameaçados e para o cumprimento das ambiciosas metas de restauração estabelecidas para 2030 pelos estados-membros durante a última Convenção da Biodiversidade das Nações Unidas (COP15 / CP-MOP10 / NP-MOP4), realizada em Montreal, Canadá, em dezembro de 2022.

Quando fui convidada pelos organizadores a escrever este prefácio para esta coletânea em setembro de 2022, quis esperar pelos resultados finais da Convenção da Biodiversidade. Era preciso saber como as discussões sobre restauração dos ecossistemas seriam abordadas e se seria destacada a sua importância para ação climática, saúde e bem-estar humano e economia mundial como um ponto central das resoluções sobre metas de conservação da biodiversidade para 2030, como já estavam sendo pautadas em importantes conferências nos anos anteriores por cientistas e pela sociedade civil organizada.

Em 2021, durante a pandemia SARS-COVID-19, pude participar da conferência sobre “Reflorestamento para a Biodiversidade, Captura de Carbono e Subsistência”, realizada *online* de 24 a 26 de fevereiro de 2021, promovida pelo Jardim Botânico Real de Londres, *Kew* (*Royal Botanic Gardens Kew*), e pela Organização Internacional de Jardins Botânicos pela Conservação BGCI (*Botanic Gardens Conservation International*), que contou com a presença de mais de 2.400 participantes, representando uma ampla gama de profissionais de reflorestamento, formuladores de políticas, financiadores, empresas, ONGs e pesquisadores de 113 países, inclusive palestrantes e participantes do Brasil. Durante a conferência, os delegados revisaram e discutiram exemplos dos sucessos e desafios do reflorestamento em grande escala e consideraram as abordagens futuras que incorporam as preocupações com a conservação da biodiversidade.

Uma Declaração final foi apresentada, baseada em uma síntese e em conclusões dessas discussões e também em evidências apresentadas na literatura científica publicada, em particular a revisão “*Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits*” (Dez regras de ouro para o reflorestamento, para otimizar o sequestro de carbono, a recuperação da biodiversidade e os benefícios de subsistência)¹.

O objetivo desta Declaração seria “*proteger a biodiversidade, mitigar as emissões de carbono e as mudanças climáticas, e melhorias em subsistência, promovendo uma estrutura e políticas que garantam a proteção de florestas intactas e a adoção de estratégias de restauração eficazes que promovam esses três objetivos*”.

Os signatários expressaram por meio da declaração uma série de pontos importantes que na minha opinião convergem e são abordados pelo material apresentado nesta *Coletânea Brasileira de Arborização Urbana*. Por exemplo, cientistas e signatários incitam governos a se comprometerem a incorporar a restauração de florestas nativas em suas medidas, planos e políticas de desenvolvimento nacionais e subnacionais. Na declaração, destacam que estão “*alarmados com a predominância do plantio em grande escala de monoculturas de árvores exóticas (incluindo espécies potencialmente invasoras) – que mostraram ter impactos prejudiciais sobre a biodiversidade nativa e serviços ecossistêmicos, e muitas vezes sequestram menos carbono do que florestas nativas – em comparação com os relativamente poucos compromissos concretos com a restauração florestal, que visam restaurar as funções, espécies e diversidade de florestas nativas*”. Apesar de reconhecerem a necessidade de plantios comerciais para atender às necessidades da humanidade por fibras, combustíveis e madeira, pedem, sempre que possível, que sua estrutura, função e espécies sejam guiadas mais proximamente aos ecossistemas florestais naturais para melhorar sua resiliência e oferecer cobenefícios para a biodiversidade, para os serviços ecossistêmicos e para a população local. Além disso, propõe “florestas nativas de subsistência”, que incorporam algumas das funções e diversidade das florestas nativas, mas priorizam espécies nativas de valor econômico (e a pesquisa para identificá-las), e que podem fornecer muito dos benefícios de florestas nativas restauradas (por exemplo, resiliência ambiental, sequestro de carbono, serviços ecossistêmicos e biodiversidade nativa), oferecendo ao mesmo tempo oportunidades de subsistência diversificadas, sustentáveis e resilientes.

Ao final da declaração, os signatários especificamente solicitam 4 (quatro) ações necessárias (veja abaixo na íntegra):

- 1) Formuladores de políticas, financiadores e profissionais em países que assumiram compromissos de reflorestamento em programas de restauração de paisagens florestais, soluções baseadas na natureza e Esquemas de redução voluntária de emissões:
 - i) assumam o compromisso de aderir aos princípios que salvaguardam a biodiversidade conforme estabelecido no artigo das “10 Regras de Ouro” acima mencionado, incluindo: conservar e proteger as florestas naturais remanescentes a longo prazo; restaurar ecossistemas florestais naturais degradados, evitando habitats naturalmente não florestais e priorizando áreas que expandem o tamanho das florestas existentes e sua conectividade; promover a regeneração natural das florestas em

1. Di Sacco et al. (2021) Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits. *Global Change Biology* v. 27, 1328-1348. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.15498>

áreas adequadas; onde o plantio e manutenção de árvores são necessários, selecionar uma mistura diversa de espécies de árvores e de sub-bosque nativas utilizando materiais de plantio apropriados ao local e que tenham suficiente diversidade genética para serem resilientes às mudanças climáticas, pragas e doenças; e nunca selecionar espécies invasoras de plantas;

- ii) trabalhar com a população local e indígena para garantir que seus interesses sejam primordiais, incluindo seu desenvolvimento e necessidades econômicas, que seus direitos humanos e de posse de terra e acesso sejam totalmente respeitados, e para desenvolver mecanismos de comunicação como parte de sistemas de governança para facilitar o compartilhamento mútuo de informações e visões;
 - iii) onde os trade-offs não são evitáveis de forma realista, garantir que, onde os habitats naturais são perdidos e são substituídos, haja sempre uma compensação de biodiversidade de “ganho líquido” sob um processo de abordagem de paisagem para apoiar as funções do ecossistema e evitar perdas adicionais de biodiversidade; onde os habitats são insubstituíveis, eles devem ser protegidos da perda perpétua;
 - iv) tomar medidas específicas para salvaguardar e restaurar as populações de espécies de plantas ameaçadas;
 - v) manejar a floresta restaurada, garantindo o estabelecimento das árvores, monitorando os resultados e adaptando os métodos conforme necessário; e
 - vi) aprender com os erros do passado.
- 2) O reflorestamento, considerado uma atividade de mitigação das mudanças climáticas, nunca deve ser realizado em detrimento da biodiversidade e deve ser sempre em adição a reduções diretas de emissões de GEE; não deve substituir o imperativo de abandonar os combustíveis fósseis e a produção de energia à base de madeira e de descarbonizar as cadeias de abastecimento. Este princípio de adicionalidade deve orientar os doadores a financiar projetos que podem não ter sido viáveis se financiados apenas por créditos de carbono.
- 3) Os formuladores de políticas públicas envolvidos na restauração em nível global e nacional trabalhem juntos para garantir que sejam eliminados quaisquer incentivos e subsídios que promovam práticas que levem ao desmatamento ou à degradação de ecossistemas naturais ou que apoiem a restauração de paisagens florestais ou o sequestro de carbono baseado em plantas sem proteções adequadas para a biodiversidade nativa. Por sua vez, pedimos o desenvolvimento e aplicação de incentivos financeiros positivos que promovam a proteção das florestas existentes e a conservação e uso sustentável da biodiversidade nativa dentro de programas de reflorestamento e restauração de paisagens florestais e, em particular, para o aumento do mercado de carbono voluntário de uma forma que seja compatível com a mitigação da atual crise de biodiversidade.
- 4) Os formuladores de políticas públicas e profissionais de programas de reflorestamento em grande escala adotem uma abordagem intersetorial e, em particular, façam parcerias com as organizações de botânica, ecologia, (agro)florestal, conservação e comunidades científicas e detentores de conhecimento tradicional, para desenvolver e aumentar o acesso aos recursos para proteger e restaurar a biodiversidade nativa, incluindo: diretrizes,

ferramentas de planejamento (incluindo priorização de áreas para reflorestamento, minimização e mitigação de impactos negativos sobre a biodiversidade existente e desenvolvimento e uso de abordagens de restauração adequadas), ferramentas de monitoramento (especialmente para monitorar a biodiversidade), metodologias, diretórios de especialização, treinamento e outros recursos para facilitar a regeneração natural das florestas e/ou a seleção, plantio e estabelecimento de diversas espécies de árvores nativas, onde o plantio de árvores é desejado ou necessário.

O último ponto expressamente requisita a produção de diretrizes, metodologia e conhecimento validado cientificamente para dar suporte a ações efetivas de restauração. Do meu ponto de vista, esta importante obra em forma de coletânea de arborização para cada região brasileira pode auxiliar nesse processo como uma extensão de informação confiável em ações de restauração em geral. Considerando que a *Coletânea Brasileira de Arborização Urbana* foi organizada e produzida com a participação direta de um grupo de mais de 500 pesquisadores pertencentes a mais de 90 instituições de pesquisa, universidades brasileiras e gestores municipais engajados na pauta da botânica e da arborização urbana, acredito que o material apresentado seja a mais atualizada e confiável fonte de informação sobre arborização e restauração urbana do Brasil e deveria ser adotada nas nossas políticas públicas por gestores públicos municipais, docentes extensionistas brasileiros, pesquisadores brasileiros e internacionais e para além da sociedade civil como um todo.

Estes 5 (cinco) livros oferecem uma abordagem de aspectos técnicos, acadêmicos e gerenciais sobre o tema arborização urbana de todas as regiões de nosso país, com o intuito de contribuir de fato com cada um dos 5.570 municípios brasileiros. O passo seguinte, como parte de um dos desdobramentos possíveis, será a construção de um portal em plataforma *web*, apoiando a disseminação do conhecimento acumulado em todas as suas formas e possibilidades, almejando suportar realizações práticas e transformadoras tantas quantas forem possíveis em nosso país.

Esta Parte II – Eixo da Florística – está destinada ao aspecto florístico de cada estado brasileiro, dado que o país tem dimensão continental e a escala de determinação biogeográfica é um atributo fundamental na escolha, testes e manejo de espécies que devem aparecer na arborização urbana. O livro de cada região terá um capítulo específico para descrever a florística dos estados, envolvendo os Biomas em que o mesmo está inserido, bem como suas fitofisionomias associadas. Ainda cabe destacar que um recurso essencial trazido em todos os capítulos desta parte é a apresentação de uma lista de espécies arbóreas nativas sugeridas a serem plantadas em vias públicas e áreas verdes urbanas dos seus respectivos estados.

Finalmente, desejamos que essa obra tenha a abrangência merecida e que seja muito bem utilizada e adotada como diretriz para arborização e restauração urbana em todas as escalas (regiões, estados e municípios) por urbanistas, paisagistas, agricultores, mas também por docentes extensionistas brasileiros, conservacionistas, pesquisadores brasileiros e internacionais, estudantes, e pela sociedade como um todo.

Raquel Negrão

PhD Ecology & Natural Resources

Coordenadora do Programa *Tropical Important Plant Areas* (RBG Kew)

IUCN Species Conservation Assessor/ IUCN Red List Trainer

Capítulo 15

MAPEAMENTOS FITOGEOGRÁFICOS, PEDOLÓGICOS E USO E COBERTURA DA TERRA

*Por Anderson Sandro da Rocha, Ricardo Franco Trudes de Mattos,
Juliane Regina Becker e Ericson Hideki Hayakawa.*

15.1. Destaques deste capítulo

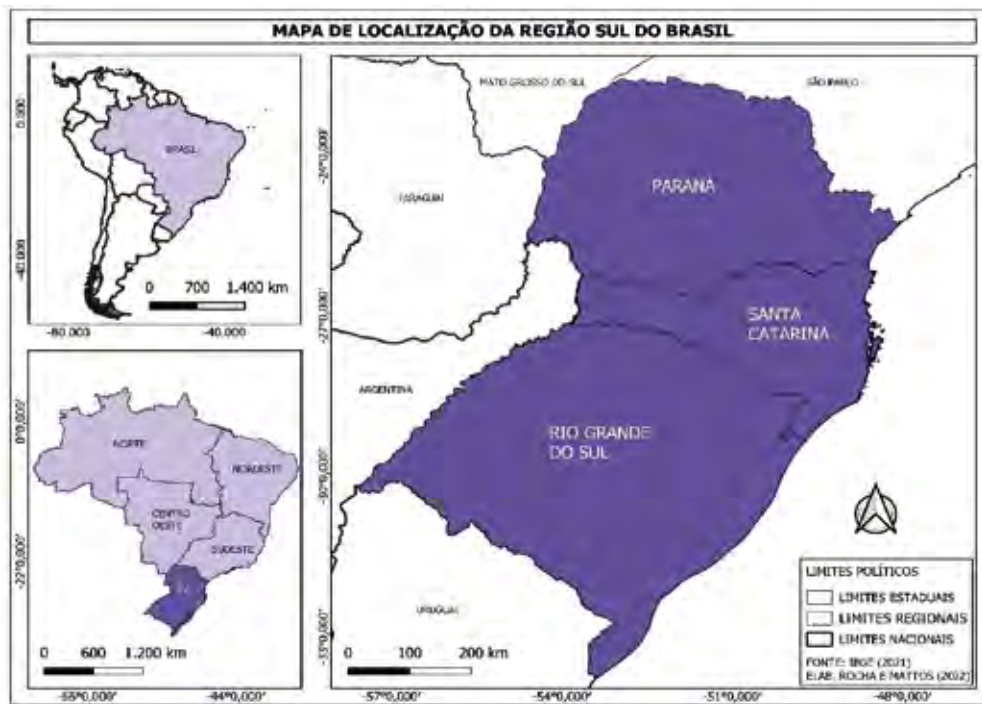
1. A região Sul do Brasil abriga uma notável diversidade ambiental, resultado da interação entre clima, relevo, solos e vegetação;
2. Cerca de 85% da população sulina vive em áreas urbanas, o que reforça a importância da arborização planejada;
3. Os Latossolos e Nitossolos Vermelhos oferecem boas condições para espécies arbóreas, ao contrário de solos rasos e suscetíveis à erosão;
4. A agropecuária ocupa mais de 50% do território nos três estados do Sul, impactando diretamente o uso e a cobertura da terra;
4. O mapeamento fitogeográfico e pedológico é essencial para orientar políticas de conservação e expansão da arborização urbana.

15.2. Introdução

A região Sul do Brasil compreende os estados do Paraná, do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. A região representa 6,7% do território nacional, com área total de 576.737 km². O Rio Grande do Sul abriga a maior área com cerca de 281 mil km², seguido do Paraná com 199 mil km² e Santa Catarina com pouco mais de 95 mil km². Em termos populacionais, os dois maiores estados apresentam estimativas muito próximas, com 11,444 milhões de habitantes no Paraná e 10,882 milhões no Rio Grande do Sul, sendo que Santa Catarina apresenta 7,610 milhões de habitantes [1].

Em relação aos aspectos físico-naturais e biogeográficos, a região Sul possui uma notável diversidade ambiental, a qual está primordialmente associada à interação dos aspectos fitogeográficos, edafoclimáticos e geomorfológicos. A região abrange principalmente os biomas da Mata Atlântica e dos Pampas, com uma pequena área de Cerrado no Nordeste do Paraná. Em termos de ecossistemas, encontram-se áreas de Ambientes Marinhos, Restinga, Manguezal, Floresta Atlântica (Floresta Ombrófila Densa), Floresta de Araucária (Floresta Ombrófila Mista), Campos ou Estepes, Cerrados ou Savanas, Floresta Estacional Semidecidual, Rios, Várzeas, Alagados e Cavernas.

Figura 15.1 – Região Sul do Brasil.



Fonte: Autores.

As Florestas Estacionais (Semidecidual e Decidual) estão distribuídas no Centro-Oeste do Paraná, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. A Floresta Ombrófila Mista ocorre especialmente no setor Centro-Sul do Paraná, no Centro de Santa Catarina e Norte do Rio Grande do Sul. A Floresta Ombrófila Densa ocorre particularmente nos setores Leste dos três estados do Sul, sobretudo nos setores de maior altitude regional. Destacam-se ainda as vegetações de Estepe no Centro-Sul do Rio Grande do Sul localizadas em regiões de climas mais amenos. As Formações Pioneiras encontram-se associadas aos ambientes fluviais e marinhos. A rica diversidade e a distribuição fitogeográfica da região apresentam relação com os fatores físico-naturais regionais, com destaque para os aspectos climáticos, topográficos e pedológicos.

A região Sul se destaca pelas atividades agrícolas, pecuárias, fruticultura e silvicultura. O setor urbano abriga regiões metropolitanas expressivas com destaque para Porto Alegre, Curitiba e Florianópolis, além de cidades de médio e pequeno porte.

Nos três estados do Sul do Brasil, os espaços urbanos apresentam importantes e amplas áreas territoriais. No Paraná, os espaços urbanos são equivalentes a 2.742 km², seguido pelo Rio Grande do Sul, com total de 2.386 km² e Santa Catarina 1.900 km² [2]. Essas áreas urbanizadas abrangem o território total de 7.028 km², com diferentes áreas e tipos de edificações urbanas, compreendendo, portanto, um amplo espaço para ampliação da arborização na região Sul do país.

15.3. Representação cartográfica e base de dados

As diversas bases de dados geoespaciais disponíveis oferecem atualmente um conjunto abrangente de informações sobre elementos, como vegetação, relevo, clima, solos, uso e cobertura da terra, entre outros aspectos. Essas bases são fundamentais para o processo de mapeamento e análise, fornecendo dados atualizados que servem como auxílio para estudos, planejamento e gestão em áreas que abrangem desde o meio ambiente e recursos naturais até a infraestrutura urbana e o planejamento territorial.

As representações cartográficas permitem a visualização e comunicação eficaz de informações geográficas complexas, proporcionando um maior entendimento das características do espaço geográfico.

Com o objetivo de ampliar a representação cartográfica da região Sul, foram elaborados mapas temáticos das unidades de vegetação e da distribuição dos solos, além do mapeamento e da análise dos dados de uso e cobertura da terra. Esses documentos cartográficos foram inicialmente produzidos em escalas estaduais e, posteriormente, integrados e apresentados em escala regional.

O mapeamento das unidades de vegetação foi realizado a partir da base de dados do IBGE [3]. Foram selecionadas, inicialmente, as informações referentes às formações vegetais pretéritas e secundárias. Em seguida, os dados foram reclassificados no software QGIS, integrando as principais informações fitogeográficas e permitindo a representação da formação original e da vegetação secundária em dois níveis categóricos: Unidade e Subunidade de Vegetação.

O mapeamento pedológico representa as ordens de solos no primeiro nível categórico de acordo com o SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos) [4]. Os arquivos vetoriais da base de dados do BDIA (Banco de Dados de Informações Ambientais) [3] dos três estados da região Sul foram categorizados em ordens de solos com o uso do software QGIS.

A representação do uso e cobertura da terra baseou-se nos dados da Rede MapBiomias referentes ao ano de 2022, considerando as classes: floresta, formação natural não florestal, agropecuária, área urbanizada, área não vegetada e corpos d'água. Os limites políticos estaduais e regionais foram obtidos a partir da base territorial do IBGE [5]. Esses dados políticos e ambientais fundamentaram as representações cartográficas e quantitativas dos aspectos fitogeográficos, pedológicos e de uso e cobertura da terra na região Sul.

15.4. Mapeamento fitogeográfico da região Sul

As unidades de vegetação da região Sul compõem principalmente as Florestas Ombrófilas, Florestas Estacionais, além de áreas com presença de vegetação Estépica e fragmentos de Savana (Figura 2). No Paraná, a Floresta Ombrófila Mista ocupa 45% do estado e a Floresta Estacional Semidecidual, 38%, considerando-se a formação original. No estado de Santa Catarina, as Florestas Ombrófilas apresentam uma maior distribuição, sendo que as subunidades de Ombrófilas Mista e Densa somam cerca de 73% da formação original do território. No Rio Grande do Sul, a formação de Estepe predomina, ocupando cerca de 46% do território, ao lado de expressivas áreas de Floresta Estacional Decidual e de zonas de contato (Tabela 1).

Tabela 15.1 – Distribuição original dos Sistemas Fisionômico-Ecológicos da região Sul.

Sistema Fisionômico-Ecológico	Paraná		Santa Catarina		Rio Grande do Sul	
	Área km²	Percentual	Área km²	Percentual	Área km²	Percentual
Floresta Ombrófila Densa	8.398	4,21%	28.707	30,12%	892	0,32%
Floresta Ombrófila Mista	90.215	45,26%	41.076	43,10%	25.004	8,88%
Floresta Estacional Semidecidual	77.523	38,89%	-	-	10.728	3,81%
Floresta Estacional Decidual	-	-	6.909	7,25%	31.297	11,11%
Savana	3.446	1,73%	-	-	-	-
Savana-Estépica	-	-	-	-	1.782	0,63%
Estepe	7.753	3,89%	11.798	12,38%	130.770	46,43%
Formação Pioneira	479	0,24%	970	1,02%	18.392	6,53%
Contatos	8.208	4,12%	4.912	5,15%	45.006	15,98%
Corpo d'água continental	3.309	1,66%	933	0,98%	17.777	6,31%
Total	199.331	100%	95.305	100%	281.648	100%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do BDIA (2022).

As Florestas Ombrófilas estão predominantemente localizadas em regiões de maior altitude, abrangendo o Centro-Sul do Paraná, o Centro de Santa Catarina e o Norte do Rio Grande do Sul, sobretudo em áreas situadas ao sul do Trópico de Capricórnio. Essas florestas se desenvolvem em climas amenos, característicos das regiões subtropicais.

As Florestas Estacionais são comuns nas regiões ocidentais do Paraná e de Santa Catarina, assim como no noroeste do Rio Grande do Sul, tendem a ocorrer em altitudes abaixo de 500 metros, em ambientes caracterizados por climas quentes e úmidos, com temperaturas elevadas durante o verão.

No extremo Sul, tem-se a vegetação do tipo Estepe, que ocupa uma extensa área territorial e é composta por gramíneas e pequenos arbustos. Esse tipo de vegetação é resultado de climas moderados, com invernos rigorosos, predominando em áreas de altitudes inferiores a 500 metros.

Regionalmente, observa-se as interações entre a distribuição fitogeográfica e as características altimétricas. As Florestas Ombrófilas Densa e Mista ocorrem predominantemente em altitudes acima dos 800 metros. A Floresta Estacional (Decidual e Semidecidual) encontra-se nas altitudes entre 200 e 800 metros, e as formações de Estepe no Rio Grande do Sul ocorrem em faixas entre 200 e 500 metros de altitude.

Na região, ocorrem fragmentos campestres, formações de Savana no Paraná e de Savana-Estépica no Rio Grande do Sul. As formações pioneiras de caráter fluvial e lacustre estão presentes ao longo das margens de importantes cursos d'água, como os rios Paraná, Jacuí e Ibicuí, enquanto aquelas de influência marinha e fluviomarinha distribuem-se nos setores litorâneos.

PARTE 2

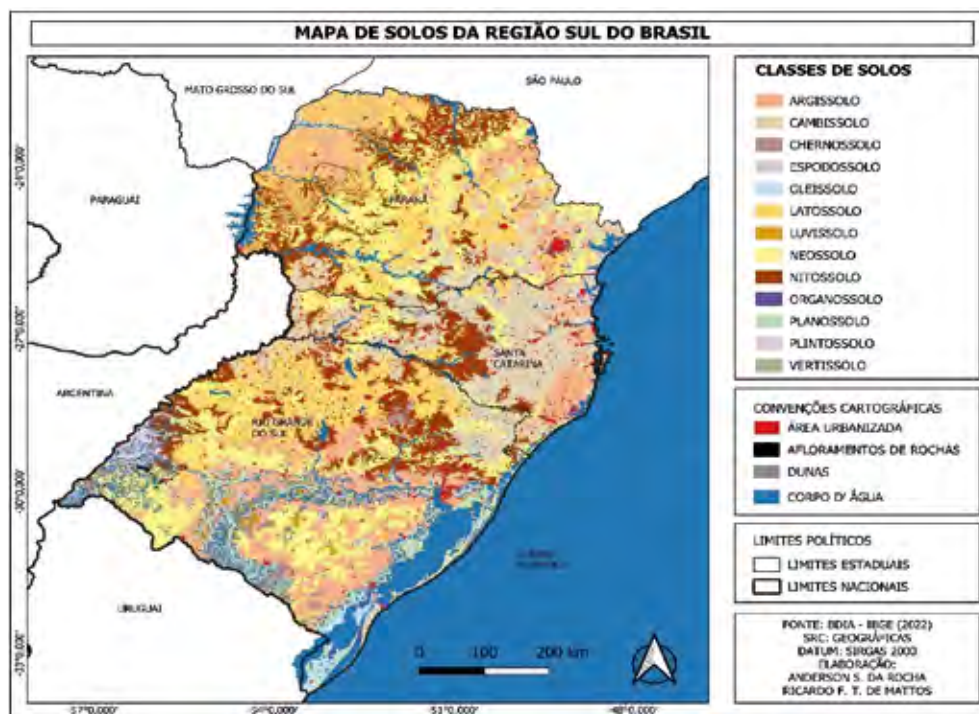


A distribuição espacial dos solos na região Sul do Brasil exibe uma significativa diversidade devido à influência das características geológicas, geomorfológicas, climáticas e topográficas. As principais classes observadas são os Latossolos, Nitossolos, Neossolos, Cambissolos e Argissolos (Figura 3).

As classes de Neossolos e Cambissolos localizam-se predominantemente em áreas com relevos acidentados. São solos pouco profundos e com alto nível de susceptibilidade à erosão. São comuns em áreas de Morros e Serras dos três estados da região Sul, sendo fundamental a presença e/ou a ampliação das áreas de vegetação nesses setores. Em ambientes com condições

topográficas específicas, sobretudo no Rio Grande do Sul, ocorrem também os Plintossolos, Luvisolos e Chernossolos, porém com áreas pouco expressivas, inferiores a 7% do total da área do estado.

Figura 15.3 – Mapa de solos da região Sul do Brasil.



Fonte: Autores.

Os solos hidromórficos, como os Gleissolos, e aqueles com elevada presença de matéria orgânica, como os Organossolos, ocorrem em pequenas áreas da região Sul, geralmente em locais mais frágeis ou em áreas de preservação. Os Espodossolos presentes nos setores litorâneos também ocorrem em ambientes de alta fragilidade e geralmente em solos de texturas arenosas na superfície. Essas três últimas classes de solos podem caracterizar ambientes com necessidade de preservação e constituir ambientes prioritários para a restauração de vegetação, bem como compor áreas importantes para a formação de corredores de biodiversidade integrados em projetos de arborização urbana e proteção de cursos hídricos e fundos de vales. De modo geral, as principais classes de solos encontram-se distribuídas diversamente na região Sul (Tabela 2).

No estado do Paraná, as classes de solos com maior abrangência são os Latossolos (31%), Neossolos (19%), Nitossolos (16%) e os Argissolos e Cambissolos com áreas entre 14 e 13%, respectivamente. Em Santa Catarina, os Cambissolos compreendem a maioria do território, apresentando 52% da área total, seguido pelos Argissolos (~12%), Nitossolos (~12%) e os Latossolos com 7%. O Rio Grande do Sul compreende uma maior variabilidade de classes apresentando um total de 13 ordens. No estado gaúcho, ocorrem principalmente os Argissolos e Neossolos (ambos com 19%), apresentando ainda importantes áreas de Nitossolos (10%) e Cambissolos e Planossolos somando 14% do território.

Tabela 15.2 – Distribuição espacial dos solos nos estados da região Sul do Brasil.

Classes de Mapeamento	Paraná		Santa Catarina		Rio Grande do Sul	
	Área km ²	Percentual	Área km ²	Percentual	Área km ²	Percentual
Argissolo	28.312	14,20%	11.707	12,28%	56.005	19,88%
Cambissolo	26.854	13,47%	49.796	52,25%	18.347	6,51%
Chernossolo	-	-	-	-	11.786	4,18%
Espodossolo	970	0,49%	826	0,87%	693	0,25%
Gleissolo	2.538	1,27%	1.587	1,67%	7.212	2,56%
Latossolo	62.398	31,30%	7.050	7,40%	47.178	16,75%
Luvissolo	-	-	-	-	5.730	2,03%
Neossolo	39.508	19,82%	8.796	9,23%	54.961	19,51%
Nitossolo	32.782	16,45%	12.066	12,66%	28.370	10,07%
Organossolo	459	0,23%	674	0,71%	1.037	0,37%
Planossolo	-	-	-	-	21.248	7,54%
Plintossolo	-	-	-	-	4.482	1,59%
Vertissolo	-	-	-	-	1.830	0,65%
Dunas	-	-	181	0,19%	1.912	0,68%
Outros	2.197	1,10%	1.630	1,71%	3.085	1,10%
Corpo d'água continental	3.313	1,66%	990	1,04%	17.772	6,31%
Total	199.331	100%	95.305	100%	281.648	100%

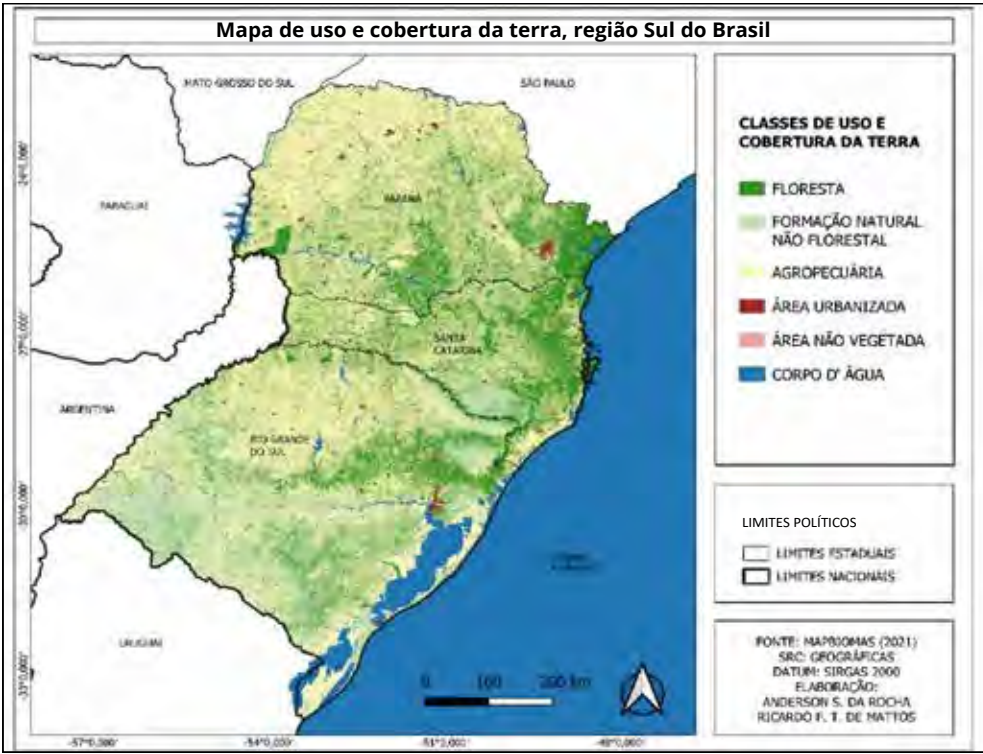
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do BDIA; IBGE (2022).

15.6. Mapeamento de uso e cobertura do solo

O mapeamento de uso e cobertura do solo da região Sul evidencia a predominância de uso agropecuário, seguido do uso de floresta e formações naturais (Figura 4, Tabela 3).

A região Sul é composta por áreas de vegetação florestal e formações naturais não florestais. As áreas florestais predominam em Santa Catarina, ocupando cerca de 39% do território, seguidas pelo Paraná, com 26%, e pelo Rio Grande do Sul, com 17%. Por outro lado, as formações naturais não florestais predominam no Rio Grande do Sul, abrangendo aproximadamente um quarto de seu território.

Figura 15.4 – Mapa de uso e cobertura da terra, região Sul do Brasil.



Fonte: Autores.

Tabela 15.3 – Distribuição espacial do uso e cobertura da terra nos estados da região Sul do Brasil.

Classes de Mapeamento	Paraná		Santa Catarina		Rio Grande do Sul	
	Área km²	Percentual	Área km²	Percentual	Área km²	Percentual
Floresta	52.846	26,52%	37.817	39,68%	49.826	17,69%
Formação natural não florestal	2.184	1,10%	5.191	5,45%	74.565	26,48%
Agropecuária	137.237	68,87%	48.721	51,12%	132.978	47,22%
Área não vegetada (exceto área urbanizada)	408	0,20%	275	0,29%	2.340	0,83%
Área urbanizada	2.742	1,38%	1.900	1,99%	2.386	0,85%
Corpo d'água	3.853	1,93%	1.393	1,46%	19.482	6,92%
Usos não observados	0	0,00%	1	0,00%	49	0,02%
Total	199.270	100%	95.299	100%	281.626	100%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MapBiomas (2021).

A distribuição das áreas florestais e das formações naturais não florestais ocorre principalmente em regiões de relevo acidentado, geralmente associadas à proteção de morros planálticos, áreas serranas e trechos litorâneos. Cabe destacar que essas áreas se apresentam associadas a

importantes áreas de preservação (como parques, áreas de proteção ambiental e refúgios biológicos) de ordem nacional, estadual ou municipal.

Entre os principais exemplos dessas áreas, estão o Parque Nacional de Iguaçu e as Unidades de Guaraqueçaba, Guaratuba, Serra da Esperança e Escarpa Devoniana no Paraná [6], assim como as Serra do Tabuleiro, Serra Furada e Parques de Acaraí e das Araucárias no estado de Santa Catarina [7]. No Rio Grande do Sul, destacam-se também as áreas de proteção e parques do Banhado Grande, Delta do Jacuí, Rota do Sol entre outras unidades [8]. As formações não florestais abrangem, principalmente, as regiões Sudoeste e Sudeste gaúchas.

A agropecuária representa 68% do território paranaense, e 51% e 47% nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, respectivamente. Compreendem principalmente atividades agrícolas temporárias associadas às culturas de soja, milho, trigo, feijão, arroz dentre outras culturas. A região Sul apresenta expressivas áreas de silvicultura, vinculada à indústria de celulose. Na região Sul do país, verificam-se importantes participações na área de fruticultura, com destaque para a produção de uva, banana, maçã, maracujá e algumas variedades de citros.

Em relação às áreas urbanizadas, observam-se cidades de grande e médio porte nas regiões metropolitanas de Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre, além de cidades importantes a nível mesorregional, como Londrina, Maringá, Cascavel, Joinville, Chapecó e Santa Maria.

Na região Sul, aproximadamente 85% da população reside em áreas urbanas [9]. Nos estados, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) indica taxas de urbanização semelhantes: 87% no Paraná, 85% no Rio Grande do Sul e 84% em Santa Catarina.

Embora a região Sul possua grandes e médias cidades de significativa representatividade territorial e econômica, a maioria dos municípios é formada por pequenas cidades com população inferior a 20 mil habitantes.

Essa predominância evidencia a necessidade de planos de arborização em diferentes escalas, visando ampliar os espaços verdes desde os municípios de pequeno porte até as áreas metropolitanas.

15.7. Considerações finais

A representação cartográfica, aliada às bases de dados geoespaciais com foco em fatores físico-naturais, biogeográficos e antrópicos, desempenha um papel crucial na capacidade de compreender o mundo ao nosso redor e enfrentar os desafios ambientais complexos que a sociedade moderna enfrenta.

A região sul do Brasil apresenta uma rica biodiversidade e um sistema fisionômico-ecológico composto pelas unidades de Florestas Ombrófilas (Densa e Mista), Floresta Estacional (Semi-decidual e Decidual), Savanas, Estepes e Formações Pioneiras, além de importantes zonas de contato vegetacional. As variabilidades desses sistemas estão associadas aos fatores climáticos, topográficos e pedológicos dos estados sulinos.

Os mapeamentos temáticos de unidades de vegetação, de solos, relevo e uso e cobertura do solo permitem obter uma distribuição espacial e quantitativa das características ambientais e das

atividades antrópicas presentes na região Sul. O mapa de vegetação desempenha um papel crucial ao proporcionar informações sobre a composição original da vegetação, permitindo assim a correta manutenção e expansão do cultivo de espécies nativas em níveis local, estadual e regional. As observações das classes de solos contribuem para a avaliação da permeabilidade-padrão dos solos e suas interações com a disponibilidade de água, resultando em maior precisão nas técnicas de plantio, na identificação de períodos com escassez de água e na determinação da necessidade de irrigação de espécies arbóreas, sobretudo em solos de textura média e arenosa, durante determinados períodos do ano.

Nesse mesmo contexto, a avaliação do uso e da cobertura do solo, além de permitir observar a localização e a distribuição espacial da vegetação florestal e das formações campestres, também evidencia as possibilidades de formação de corredores ecológicos urbanos interligados com outras áreas de proteção e conservação ambiental.

Em geral, os três estados da região Sul apresentam importantes áreas urbanas representadas por grandes, médias e pequenas cidades, onde residem cerca de 85% da população total regional. Essas áreas urbanizadas apresentam diferentes taxas de arborização e podem ser espaços fundamentais para a implantação e ampliação de espaços verdes, com observação correta de espécies nativas típicas, que possibilitem ampliar a biodiversidade e qualidade ambiental urbana dessa região.

15.8. Referências

- [1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo 2022 [Internet]. 2022. [acesso 11 out. 2023]. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/index.html?localidade=31>
- [2] MapBiomias. Projeto MapBiomias – Coleção 7 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil [Internet]. 2022. [acesso 22 out. 2022]. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>
- [3] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Mapeamento de recursos naturais – base contínua de vegetação do Brasil – escala 1:250.000 [Internet]. 2021. [acesso 10 fev. 2022]. Disponível em: https://metadadosgeo.ibge.gov.br/geonetwork_ibge/srv/por/catalog.search#/metadata/3b3c686e-8c91-41d8-94aa-dd861461f0b0/formatters/xsl-view?root=div&view=advanced
- [4] Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumbreras JF, Coelho MR, Almeida JA, Araújo Filho JC, Oliveira JB, Cunha TJF. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5ª ed. Brasília: Embrapa; 2018.
- [5] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Malha municipal [Internet]. 2021. [acesso 8 set. 2022]. Disponível em: <https://ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&t=o-que-e>
- [6] Instituto Água e Terra (IAT). Dados sobre as unidades de conservação [Internet]. 2022. [acesso 12 out. 2022]. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Dados-sobre-Unidades-de-Conservacao>

- [7] Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA). Unidades de conservação estaduais [Internet]. 2022. [acesso 5 out. 2022]. Disponível em: <https://www.ima.sc.gov.br/index.php/biodiversidade/unidades-de-conservacao>
- [8] Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA). Unidades de conservação [Internet]. 2022. [acesso 21 ago. 2022]. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-2016-10>
- [9] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) [Internet]. 2015. [acesso 3 set. 2021]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/panorama>

Capítulo 16

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO PARANÁ E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

*Por Flávia Gizele König Brun, Eleandro José Brun,
Ciro Duarte de Paula Costa e Valéria Mariano da Silva*

16.1. Destaques deste capítulo

1. O Paraná apresenta ampla diversidade florística devido à sua posição geográfica e às diferentes formações vegetais;
2. A Floresta Ombrófila Mista, marcada pela araucária, é um dos ecossistemas mais emblemáticos do estado;
3. O estado abriga espécies endêmicas e ameaçadas, reforçando a necessidade de estratégias de conservação;
4. Inventários florísticos e planos de arborização urbana têm ampliado o conhecimento sobre o uso de espécies nativas;
5. A fragmentação florestal é um dos maiores desafios para a manutenção da biodiversidade no Paraná.

16.2. Introdução

A escolha de espécies para arborização urbana representa um grande desafio para os profissionais da área. Apesar de o Brasil possuir uma das maiores diversidades de espécies arbóreas do mundo, o desconhecimento sobre o manejo e a silvicultura de grande parte dessas espécies ainda limita bastante seu uso. Muitas vezes, isso leva à escolha de espécies exóticas, que nem sempre são as mais adequadas.

Embora existam espécies exóticas que atendam aos critérios para uso em áreas urbanas, sempre que possível deve-se priorizar espécies nativas. Essa escolha valoriza a biodiversidade regional e transforma as florestas urbanas em importantes conexões com as florestas periurbanas e outras áreas naturais próximas a perímetros urbanos.

A diversidade biológica depende do estímulo e do uso de espécies nativas, um dos principais desafios da arborização urbana no Brasil. Atualmente, mais de 80% das árvores plantadas nas cidades são exóticas [1]. Além disso, existe certa resistência, tanto das gestões públicas quanto da

população, ao uso de espécies nativas, especialmente nas ruas, em parte devido à falta de informações técnicas sobre o crescimento dessas espécies no ambiente urbano.

Mesmo quando espécies adequadas são recomendadas, não há garantia de sucesso se as mudas não forem de qualidade ou se o manejo não for realizado corretamente. O fator genético (a espécie) não se mantém sozinho em ambientes urbanos, frequentemente adversos, sem os cuidados necessários com o local de plantio.

O manejo do ambiente de plantio envolve diversos aspectos. Entre eles, estão: espaço disponível para o tamanho adulto da árvore, largura da calçada e da rua, área livre, presença de fiação aérea ou tubulações subterrâneas, qualidade do solo (física, química e biológica), proteção da árvore, manejo de podas e cuidados nutricionais e fitossanitários.

A escolha da espécie representa apenas uma das etapas de um projeto de arborização urbana. Preocupa o lema usado por alguns setores públicos municipais: “árvore certa para o lugar certo”. Uma mudança de perspectiva sugere: “o lugar certo para a árvore certa”. Quando o ambiente de plantio é preparado corretamente, aumentam significativamente as possibilidades de sucesso de diferentes espécies naquele local.

Uma árvore plantada na cidade gera expectativas de crescimento e de benefícios ambientais, independentemente da espécie. Estudos sobre o crescimento de árvores em áreas urbanas ainda são raros no Brasil, pois poucas cidades monitoram suas árvores com inventários contínuos, seja por conta própria, seja em parceria com universidades e institutos de pesquisa.

Se realizados com maior frequência, esses estudos serviriam como base importante para a seleção de espécies. Neste trabalho, são apresentadas espécies com potencial para uso urbano, incluindo dados sobre seu crescimento nesse ambiente e relacionando-os às práticas de manejo das florestas urbanas onde estão inseridas.

16.3. Espécies nativas recomendadas para o meio urbano

Os fatores-chave na seleção de espécies para o ambiente urbano estão relacionados principalmente àquelas que podem maximizar os benefícios para as pessoas. Entre esses benefícios destacam-se a redução da poluição atmosférica, o sequestro de carbono, o sombreamento, a diminuição da temperatura, a melhoria estética do ambiente, além de impactos positivos na saúde e no bem-estar de pessoas e animais [2].

As condições urbanas diferem substancialmente do ambiente natural e nem todas as espécies conseguem se adaptar a esta condição. Os processos fisiológicos em árvores urbanas ainda precisam ser mais bem estudados, pois podem ser a chave do entendimento e a busca de soluções em manejo destas árvores, tão necessárias para o sucesso e a ampliação dos benefícios das árvores nas cidades.

Atualmente, no estado do Paraná (PR), a seleção e introdução de espécies nativas em áreas urbanas baseia-se principalmente em análises técnico-bibliográficas, fundamentadas em resultados de pesquisas e inventários presentes nos planos municipais de arborização urbana, bem como em plantios experimentais realizados nos municípios.

No Manual para Elaboração de Planos Municipais de Arborização Urbana do Paraná, recomenda-se que, para espécies nativas com potencial relatado para uso em arborização viária, mas com informações limitadas ou inexistentes sobre seu comportamento no meio urbano, sejam realizados plantios experimentais nas vias, acompanhados continuamente. Esses dados servem como base para o uso futuro dessas espécies em larga escala [3].

16.4. Plantios experimentais e campos de teste em arborização urbana: a base de recomendação no estado do Paraná

Os plantios experimentais de espécies nativas com o objetivo de selecionar aquelas mais adequadas para a arborização urbana no estado do Paraná tiveram início no começo da década de 1980, por iniciativa da Prefeitura Municipal de Curitiba, que implantou diversas espécies em suas vias. O pau-ferro (*Libidibia ferrea* var. *parvifolia*) apresentou elevada adaptabilidade ao meio urbano nos canteiros centrais e passeios das vias públicas durante esses plantios experimentais, levando à escolha da espécie para projetos de expansão e revitalização de avenidas, como no caso da Avenida Victor Ferreira do Amaral, que atravessa os bairros Tarumã e Capão da Imbuia e constitui importante ramal de interligação do transporte público da capital às demais cidades da região metropolitana.

Entre as principais características do pau-ferro em Curitiba estão os benefícios climáticos proporcionados pelo seu porte médio, copa ampla e folhagem semicaducifólia, permitindo sombreamento intenso no verão e passagem de raios solares no inverno, garantindo conforto térmico a andantes e edificações. Além disso, a espécie apresenta boa adaptação ao manejo de podas, longevidade e efeito estético marcante, tanto pelas vistosas floradas quanto pela textura das cascas nos troncos [4].

O pau-ferro também foi implantado em outras regiões do estado, incluindo Morretes (Litoral), Maringá (Norte), Telêmaco Borba (Campos Gerais), Leópolis (Norte), Itaúna do Sul (Noroeste), São Mateus do Sul (Campos Gerais), Boa Esperança do Iguaçu (Sudoeste) e Dois Vizinhos (Sudoeste) [5-13]. Outros resultados promissores foram obtidos com espécies como alecrim-de-campinas (*Holocalix balansae*) e caroba (*Jacaranda puberula*), que também passaram a ser adotadas em municípios como Ponta Grossa e Sulina [14-15].

Além das vias públicas, áreas verdes urbanas se mostraram adequadas para plantios experimentais, coleta de sementes e conservação “*ex situ*” de espécies raras, como a murta (*Curitiba prismatica*). Descrita recentemente no estado do Paraná, em 2008, a murta é endêmica do Sul do Brasil, ocorrendo nos planaltos do Paraná e de Santa Catarina, sendo a única espécie de seu gênero, o que reforça sua importância genética. Suas principais áreas de conservação “*in situ*” incluem o Parque Municipal da Barreirinha, e a conservação “*ex situ*” é realizada no Jardim Botânico de Curitiba [16-19].

A murta vem sendo introduzida em arborização urbana de municípios do interior do estado, como São Mateus do Sul e Dois Vizinhos, ampliando áreas para conservação “*ex situ*” no Paraná [20-21]. Outro município de destaque é Maringá, no Noroeste do estado, que desde a década de 1950 introduziu espécies nativas em seus projetos de arborização, como sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*), manduirana (*Senna macranthera*) e diversas espécies de ipês (*Handroanthus* spp.) [22].

Em Maringá, também foram introduzidas espécies ameaçadas de extinção, como peroba (*Aspidosperma polyneuron*), principalmente em regiões estratégicas da Floresta Estacional Semidecidual, fortemente impactada pelo avanço agropecuário. A conservação dessas espécies em áreas urbanas contribui para sua disseminação e proteção em outros municípios da região, preservando a fitofisionomia local.

Outra estratégia para seleção e introdução de espécies, tanto nativas quanto exóticas, é a implantação de “Campos de Teste”. Nesses campos, um número determinado de árvores de diferentes espécies é plantado em variadas condições urbanas, como calçadas, canteiros centrais e parques, permitindo avaliar o crescimento, ocorrência de pragas e doenças, necessidade de podas, vigor nutricional, preferências de solo e demandas de adubação, antes da indicação de espécies para plantios em vias públicas.

A prática de Campos de Teste é amplamente utilizada em universidades internacionais. Um exemplo é o Campo de Teste do Instituto de Horticultura Urbana da Universidade de Cornell, em Ithaca, Nova Iorque, com 1.375,9 ha e 1.106 exemplares de árvores [23].

O comportamento das espécies varia conforme a região fitoecológica, devido às condições edafoclimáticas locais.

Considerando a escassez de plantios experimentais no interior do Paraná, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, a partir de 2010, converteu sua arborização urbana em um Campo de Teste para Seleção de Espécies, com objetivos de:

- Ampliar o conhecimento e gerar informações que viabilizem o uso de espécies nativas na arborização urbana;
- Promover a conservação “*ex situ*” da flora regional e nacional;
- Servir como ferramenta educacional em disciplinas de graduação relacionadas à arborização urbana;
- Constituir uma coleção botânica aberta à visitação pública, divulgando espécies nativas para uso urbano.

Para representar ao máximo as condições urbanas, as espécies testadas foram implantadas tanto em ruas quanto em espaços abertos (parques e praças), com canteiros amplos. Atualmente, são acompanhados 240 exemplares de 30 espécies diferentes.

Os plantios contaram com mudas próprias, produzidas a partir de matrizes urbanas e áreas naturais selecionadas, e com parcerias da COPEL, do Instituto Água e Terra (IAT/PR), da CEMIG/MG e do IPEF, fornecendo mudas e sementes.

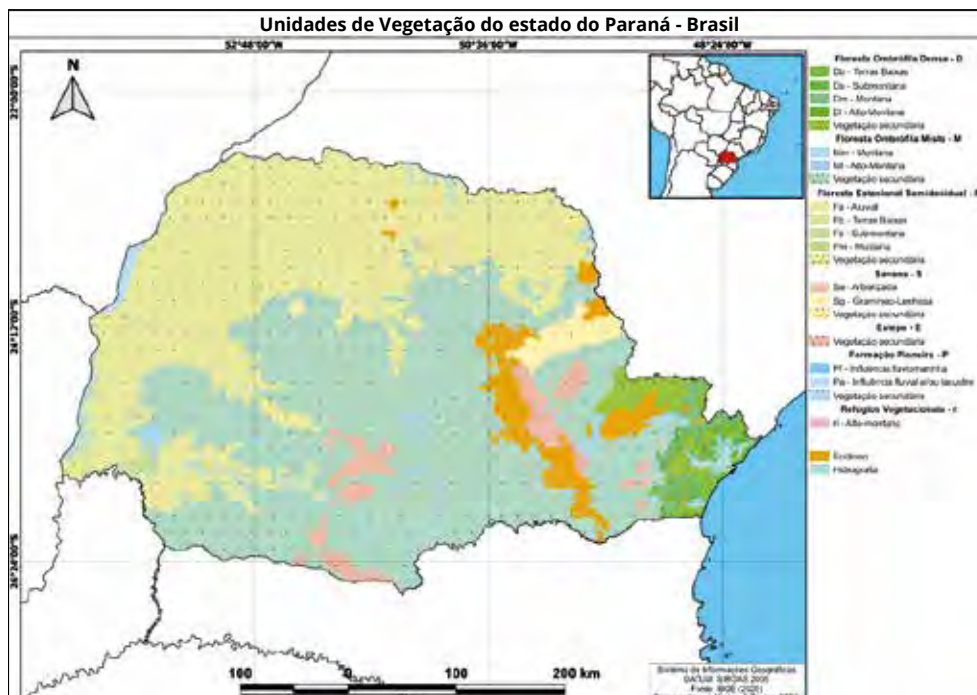
O acompanhamento do Campo de Teste permitiu fornecer recomendações de espécies para arborização a diversos municípios do estado, além de possibilitar visitas técnicas, como a da delegação da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana em 2019, durante o IV ERSU em Dois Vizinhos, e de estudantes de graduação em Engenharia Florestal, Agronomia e Ciências Biológicas de várias instituições do país.

Dada a relevância da contribuição do Campo de Teste para a promoção e disseminação de espécies nativas no estado no ano de 2016, o mesmo foi premiado juntamente com o Programa

de Arborização Participativa de Dois Vizinhos na “Categoria Poder Público” do Prêmio Sesi/ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável), promovido pelo Sesi-PR.

A construção da lista de 99 espécies nativas com potencial para arborização urbana no Paraná partiu, primeiramente, da seleção de espécies nativas do estado, exclusivamente, com base na abrangência de todas as unidades de vegetação, [24] (Figura 1).

Figura 16.1 – Unidades de vegetação do estado do Paraná.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

O segundo momento na elaboração da listagem ocorreu com a definição dos demais parâmetros de seleção das espécies, realizada em conjunto pelos organizadores da coletânea e pelos autores dos capítulos de outras unidades da Federação que integram a obra. Para cada espécie, foram adotados os seguintes critérios:

- Altura total média (ht);
- Diâmetro do caule à altura do peito médio (DAP);
- Local adequado para plantio (AP);
- Densidade da madeira (DM);
- Textura da folha (TexF);
- Persistência das folhas (PF);
- Raiz (R);
- Época de floração (EF);
- Época de frutificação (EFr);
- Dificuldade de produção em viveiro (D);
- Status de conservação (SC);

Além dos critérios já mencionados, definiu-se que as espécies incluídas deveriam ser exclusivamente nativas do Paraná (nativas regionais) e não apresentar princípios tóxicos para seres humanos ou fauna.

A terceira etapa consistiu na coleta de material técnico-científico para a construção da listagem, envolvendo a consulta a 31 Planos Municipais de Arborização Urbana, 40 artigos científicos, 8 trabalhos e monografias de conclusão de curso, além de 5 dissertações e teses, totalizando 84 materiais consultados. Também foram utilizados dados de inventários da arborização urbana de 61 municípios do estado, representando 15,3% do total de municípios do Paraná, assim como informações provenientes do Campo de Teste de espécies da UTFPR-DV.

Com esse conjunto de informações, realizou-se uma análise inicial das espécies nativas mais adaptadas ao meio urbano dos municípios, considerando apenas aquelas isentas de princípios tóxicos e que apresentassem crescimento próximo às condições naturais.

Diante da grande quantidade de dados disponíveis sobre arborização urbana no estado, optou-se por apresentar os dados dendrométricos de altura total (ht) e diâmetro à altura do peito (DAP) para árvores em Via Pública (VP), considerando exemplares implantados em calçadas, e em Ambiente Natural, que inclui Fragmentos Urbanos Naturais, Parques e Praças. Esses dados fornecem base para o planejamento de podas, manejo e avaliação dos benefícios ambientais potenciais gerados pelas árvores.

Das espécies listadas, 39 (36,4%) são recentes, introduzidas em vias públicas no início da segunda década dos anos 2000, com plantios de até 10 anos. Embora em espaços abertos (parques e praças), essas espécies estejam amplamente utilizadas, em vias públicas ainda apresentam alturas médias abaixo de 5,0 m, valor mínimo para serem consideradas árvores adultas [25]. Por esse motivo, não foram incluídos os dados de ht e DAP para VP dessas espécies, porém se mostraram promissoras nos demais critérios e em áreas abertas já atingem ou superam tais dimensões.

O aumento na introdução de espécies nativas e na quantidade de informações sobre seu desempenho na arborização viária, na segunda década dos anos 2000, está relacionado à publicação, em 2012, da 1ª edição do Manual para Elaboração de Planos Municipais de Arborização Urbana, elaborada pelo Comitê de Trabalho Interinstitucional para Análise dos Planos Municipais de Arborização Urbana do Paraná, do Ministério Público do Paraná, em parceria com o Instituto Água e Terra (IAT). O manual trouxe diretrizes para a elaboração dos planos e recomendou o plantio de espécies nativas nas vias públicas, contribuindo para o expressivo aumento da adoção dessas espécies e do conhecimento sobre seu crescimento.

Tabela 16.1 – Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado do Paraná.

Família Espécie	Nome popular	UF	HT		DAP		AP	DM	TexF	PF	R	EFi	EFr	D	DPr	SC
			VP	AN	VP	AN										
Annonaceae																
<i>Annona sylvatica</i> A.St-Hil.	ariticum	D, M, F	6,4	7,3	18,1	23,1	C	Bx	L	P	AP	Set- Out	Jan- Abr	Zoo	Bx	LC

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	HT		DAP		AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
			VP	AN	VP	AN										
Annonaceae																
<i>Porcelia macrocarpa</i> (Warm.) R.E.Fr.	banana-de- macaco	F, M	-	15,0	-	70,0	C	Bx	L	C	AP	Out- Jan	Jun- Jul	Zoo	Me	NE
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	pindaíba	D, M, F	-	7,0	-	30,0	C	Me	L	P	AP	Out- Nov	Nov- Dez	Zoo	Me	NT
Apocynaceae																
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	peroba	F	6,6	15,6	19,9	29,5	C; EA	Al	L	P	AP	Nov- Dez	Jul- Out	Zoo	Al	EN
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	cobrina	F, D	6,2	5,5	24,3	30,0	C	Bx	L	SC	AP	Out- Nov	Mai- Jun	Zoo	Me	LC
Aquifoliaceae																
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	erva-mate	F, S, D	6,4	6,0	18,6	35,0	C	Bx	L	P	AP	Out- Fev	Nov- Dez	Zoo	Me	NT
Araliaceae																
<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J.Wen	gameleiro	F	-	25,0	-	50,0	C	Bx	L	C	AP	Dez- Fev	Mai- Jun	Zoo	Bx	LC
Bignoniaceae																
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	ipê-prateado	M, F	7,9	15,5	25,2	28,1	C	Bx	A	C	AP	Jul- Set	Out- Nov	Ane	Me	LC
<i>Handroanthus avellanae</i> (Lorentz ex Griseb.) Mattos	ipê-roxo	F	6,4	27,5	22,6	27,5	C	Al	A	C	AP	Jun- Ago	Ago- Nov	Ane	Me	NE
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-amarelo	S, F	6,7	7,9	15,7	22,8	C	Al	A	C	AP	Jul- Set**	Set- Nov**	Ane	Me	NE
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	ipê-rosa	F, M	9,0	12,6	30,6	36,1	C	Al	L	C	AP	Abr- Set	Jul- Ago	Ane	Me	LC
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-roxo- de-bola	F, D	6,5	15,6	16,2	42,6	C	Al	A	C	AP	Mai- Nov	Jun- Set	Ane	Me	LC

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	HT		DAP		AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC
			VP	AN	VP	AN										
Bignoniaceae																
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	ipê-do-brejo	F, D	6,3	12,5	42,6	45,0	C	Al	A	C	AP	Jul-Out	Out-Dez	Ane	Me	NE
Bignoniaceae																
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	jacarandá-de-minas	F, D	-	7,5	-	35,0	C	Bx	L	C	AP	Dez-Jan	Set	Ane	Me	LC
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	carobão	F	7,3	10,8	18,2	35,3	C	Bx	L	C	AP	Set-Out	Ago-Set	Ane	Me	LC
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	ipê-branco	F, D, M, Pf	6,7	11,5	19,8	45,0	C	Bx	A	C	AP	Dez-Abr	Mai-Jul	Ane	Me	NE
Canellaceae																
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	pimenteira	F, M, D	-	23,0	-	60,0	C	Bx	L	P	AP	Set-Dez	Dez-Fev	Zoo	Me	NE
Cordiaceae																
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	guajuvira	F, M	9,0	11,0	18,4	40,5	EA	Me	L	C	AP	Out-Nov	Nov-Fev	Ane	Bx	NE
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	café-de-bugre	F, Pf	-	8,7	-	26,4	C	Al	L	P	AP	Set-Fev	Abr-Ago	Zoo	Bx	NE
<i>Cordia superba</i> (Cham.)	babosa-branca	F, S	-	5,8	20,3	14,4	C	Bx	A	SC	AP	Out-Fev	Set-Nov	Zoo	Bx	LC
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	louro-pardo	F, O, S	12,3	18,3	39,2	48,0	C	Me	A	C	AP	Dez-Jun	Mai-Set	Ane	Me	LC
Erythroxylaceae																
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	cocão	M, F	-	6,0	-	27,5	C	Me	L	C	AP	Ago-Out	Out-Jan	Zoo	Me	EN
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	tanheiro	F, D	-	17,6	-	45,1	C	Bx	A	P	AP	Out-Jan	Set-Fev	Zoo	Bx	LC
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	capixingui	F	5,0	8,5	7,3	16,4	C	Bx	A	SC	AP	Out-Dez	Fev-Mar	Aut	Bx	NE

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	HT		DAP		AP	DM	TexF	PF	R	EFi	EFr	D	DPr	SC
			VP	AN	VP	AN										
Erythroxylaceae																
<i>Croton urucurana</i> Baill.	sangra- d'água	S, F	5,3	10,5	17,3	30,0	C	Bx	A	C	AP	Ago- Nov	Ago- Nov	Aut	Bx	NE
<i>Gymnanthes kelotzschiana</i> Müll.Arg. Sin.: <i>Sebastiania commersoniana</i>	branquilha	M, F, Pf	5,4	8,5	10,8	40,0	C	Me	L	C	AP	Out- Fev	Fev	Aut	Bx	LC
Fabaceae																
<i>Jupunba langsdoeffii</i> (Benth.) M.V.B.Souares et al. Sin.: <i>Abarema langsdoeffii</i>	pau-gambá	D, Pf	-	15,0	-	40,0	C	Me	L	P	AP	Out- Mar	Out	Zoo	Me	LC
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	farinha-seca	F	5,0	5,4	15,9	5,4	C	Me	A	SC	AP	Out- Jan	Jul- Out	Aut	Bx	LC
<i>Albizia polyccephala</i> (Benth.) Killip ex Record	monjoleiro	F, D, S	-	7,9	-	27,4	C	Bx	A	SC	AP	Out	Mai- Jun	Ane	Bx	LC
Fabaceae																
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	angico- branco	S, F, D	10,3	15,1	19,4	26,9	C	Me	A	C	AP	Nov- Fev	Jun- Nov	Aut	Bx	LC
<i>Cassia ferrugínea</i> (Schrud.) Schrud. ex DC.	chuva-de- ouro	F	5,7	11,5	22,9	60,0	C	Me	A	C	AP	Set- Dez	Ago- Out	Aut/ Zoo	Bx	LC
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	falso- barbatimão	F, M, D	9,3	7,7	32,6	21,2	C	Me	L	P	AP	Nov- Mar	Jul- Set	Aut	Bx	LC
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis	sibipiruna	D	8,8	10,2	37,8	23,6	C	Me	L	SC	AP	Set- Nov**	Mar- Out**	Aut	Bx	NE
<i>Dablstedtia muehlbergiana</i> (Hassl.) M.J.Silva & A.M.G.Azevedo	rabo-de- bugio	F, M, D	5,0	20,0	13,2	45,0	C	Me	L	P	AP	Dez- Jan	Mai- Jul	Ane	Me	NE

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	HT		DAP		AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC
			VP	AN	VP	AN										
Fabaceae																
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	timbaúva	F, S	7,7	19,0	32,9	68,0	C	Bx	A	C	AP	Out- Mar	Jun- Set	Aut	Me	NE
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	corticeira- do-banhado	D, M	-	8,0	-	35,0	C	Bx	L	C	AP	Out- Jan	Mar- Abr	Bar	Bx	LC
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	corticeira- da-serra	F, M, D	14,0	15,6	64,7	40,3	EA	Bx	L	C	AN*	Ago- Nov	Dez- Jan	Ane	Bx	NE
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	alecrim-de- campinas	F, M, S	6,2	14,9	21,7	40,0	C	Bx	L	SC	AP	Dez- Fev	Jan- Mai	Zoo	Bx	LC
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	F	6,6	13,9	26,3	29,5	C	Al	L	SC	AP	Set- Out	Abr- Mai	Aut	Al	LC
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	ingá-branco	M, F	8,5	15,0	27,5	60,0	C	Me	L	P	AP	Set- Nov	Jan- Abr	Zoo	Me	LC
<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá-feijão	F, D	6,9	7,7	44,8	33,0	C	Bx	L	SC	AP	Ago- dez	Nov- Fev	Zoo	Me	LC
<i>Inga vera</i> Willd.	ingá-banana	F, D, M, S	-	13,0	-	21,6	C	Me	A	SC	AP	Ago- Fev	Mar- Jun	Zoo	Me	LC
<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>parvifolia</i> (Benth.) L.P.Queiroz	pau-ferro	F, M, D	9,4	14,0	38,9	12,5	C	Al	L	SC	AP	Out- Mar	Abr- Out	Aut	Bx	NE
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	canela-do- brejo	F, M, D	7,9	16,1	13,9	36,5	C	Me	L	SC	AP	Dez- Abr	Mai- Jul	Ane	Bx	LC
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	bracatinga	F, D, M, S, Pf	7,0	10,0	12,7	35,0	C	Me	A	SC	AP	Set- Dez	Jan- Fev	Aut	Me	NE
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	cabreúva	F, M, D	13,0	15,9	32,7	42,1	C	Me	L	C	AP	Dez- Fev	Set- Out	Zoo	Bx	DD
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	pau-bálsamo	F, M, D	-	15,0	-	70,0	C	Al	L	C	AP	Ago- Set	Nov- Dez	Ane	Me	LC
Fabaceae																
<i>Parapiptadenia rígida</i> (Benth.) Brenan	angico- vermelho	F, M, D	7,7	25,0	22,6	85,0	C	Me	L	C	AP	Mai- Out	Dez- Fev	Ane	Bx	LC

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	HT		DAP		AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
			VP	AN	VP	AN										
Fabaceae																
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula	F, D, M	7,7	16,1	23,4	36,5	C	Bx	A	C	AP	Out- Dez	Mar- Set	Aut	Bx	LC
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	pau-jacaré	F, M, D	-	13,9	-	24,1	C	Me	A	SC	AP	Nov- Jan	Fev- Mar	Aut	Bx	LC
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	coração-de-negro	M	5,6	15,2	17,8	31,0	C	Al	L	P	AP	Abr- Set	Dez- Fev	Aut	Me	DD
<i>Pterocarpus robrii</i> Vahl	aldrago	D, F, M	10,7	9,9	31,0	25,3	C	Bx	L	P	AP	Jun- Dez	Set- Mar	Ane	Me	NE
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	amendoim-bravo	F, D	21,5	10,9	30,7	30,0	C	Me	L	C	AP	Out- Dez	Mai- Jun	Ane	Me	NT
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	manduirana	M, F	5,7	6,5	14,4	17,5	C	Me	A	SC	AP	Set- Nov	Jan-Abr	Aut	Bx	LC
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	pau-formiga	F, D, Pf	7,2	8,2	23,5	21,9	C	Bx	L	C	AP	Jan- Abr	Mar- Abr	Aut	Bx	NE
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã	F, D, M	6,0	12,5	18,9	50,0	C	Bx	A	C	AP	Out- Jan	Fev- Abr	Zoo	Bx	LC
Lauraceae																
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & Mart	canela-sebo	F, D, M, Pf	8,0	10,8	26,7	42,5	C	Bx	L	P	AP	Dez- Jan/ Jun- Jul	Mar- Abr/ Out- Nov	Zoo	Bx	NE
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	canela-amarela	F, D, M	7,0	12,7	16,4	38,5	C	Bx	A	SC	AP	Mai- Dez	Out- Mar	Zoo	Bx	LC
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canela-preta	F, M, D	5,6	12,5	20,3	27,9	C	Bx	L	P	AP	Set- Dez	Jan- Mar	Zoo	Bx	LC
Lauraceae																
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	imbuia	F, D, M, S, Pf	9,5	12,1	36,2	54,4	EA	Me	L	SC	AP	Fev- Abr	Out- Nov	Zoo	Al	VU

(continua)

(continuação)

Continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	HT		DAP		AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC
			VP	AN	VP	AN										
Lauraceae																
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela- guaicá	M, D	6,5	13,4	10,0	28,1	C	Bx	L	SC	AP	Out- Dez	Fev- Abr	Zoo	Bx	LC
<i>Persea major</i> (Meisn.) L.E.Kopp	abacate- bravo	F	6,7	25	11,3	60,0	C	Bx	A	P	AP	Dez- Mar	Abr- Ago	Zoo	Me	LC
Lythraceae																
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	dedaleiro	D	6,9	10,5	30,1	27,3	C	Me	L	C	AP	Ago- Set	Fev- Mar	Ane	Bx	LC
Malvaceae																
<i>Luebea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	D	8,2	16,1	26,5	36,3	C	Bx	A	C	AP	Jan- Mar	Jul- Set	Ane	Bx	DD
Meliaceae																
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjerana	F, M, D	7,0	17,1	25,1	54,2	C	Bx	L	C	AP	Set- Jan	Jun- Jan	Zoo	Bx	LC
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	F, M, D	8,8	17,2	25,6	43,8	EA*	Bx	A	C	AP	Set- Jan	Jul- Ago	Ane	Me	VU
Myrtaceae																
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	murta	M, D, F	-	10,8	-	19,5	C	Bx	A	P	AP	Out- Fev	Dez- Mai	Zoo	Me	NE
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	capoteira	F, M, D	-	20,0	-	40,0	C	Al	A	C	AP	Set- Nov	Mar- Mai	Zoo	Bx	NE
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	sete-capotes	F, M, D	-	8,0	-	25,0	C	Al	A	C	AP	Set- Nov	Dez- Mai	Zoo	Bx	LC
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	guabirova	F, M, D	7,8	10,4	22,5	23,3	C	Me	L	C	AP	Set- Nov	Nov- Jan	Zoo	Bx	NE
<i>Curitiba prismatica</i> (D.Legrand) Salywon & Landrum	murta	M	-	9,0	-	15,9	C		L	P	AP	Dez- Jan	Fev- Abr	Zoo	Al	VU
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	grumixama	M	-	12,5	-	32,5	C	Me	L	P	AP	Set- Nov	Nov- Dez	Zoo	Me	NE

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	HT		DAP		AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
			VP	AN	VP	AN										
Myrtaceae																
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	cerejeira-do-mato	F, D, M, Pf	5,1	9,0	12,3	20,2	C	Al	L	C	AP	Jul-Out	Set-Nov	Zoo	Me	LC
<i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.	pessegueiro-do-mato	F, D, M	6,6	5,0	8,8	25,0	C	Me	A	C	AP	Ago-Set	Set-Out	Zoo	Me	LC
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	uvaia	M, D	5,9	8,0	10,9	23,0	C	Me	L	SC	AP	Set-Jan	Jan-Fev	Zoo	Me	LC
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	batinga	M,	9,4	15,0	5,7	50,0	C	Me	L	C	AP	Ago-Jan	Set-Dez	Zoo	Me	LC
<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitanga	F, D, M	5,0	9,0	11,0	40,0	C	Al	L	SC	AP	Ago-Nov*	Set-Nov*	Zoo	Me	NE
<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O.Berg	jabuticaba	M, D	5,0	12,5	12,8	35,0	C	Al	L	P	AP	Jun-Set	Dez-Mar	Zoo	Me	NE
Myrtaceae																
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araçá-vermelho-miúdo	F, S	5,0	4,5	11,2	20,0	C	Me	L	P	AP	Ago-Set	Nov	Zoo	Bx	NE
<i>Myrcia neurostrata</i> Sobral	guamirim	M	6,7	12,5	16,6	35,0	C	Al	L	P	AP	Ago-Set	–Set-Nov	Zoo	Me	DD
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	araçá-gigante	F, D, M	-	20,0	-	90,0	C	Me	L	P	AP	Nov-Dez	Jan	Zoo	Me	NE
<i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg	camboim	M, D	-	20,0	-	90,0	C	Al	L	SC	AP	Out-Nov	Dez-Mar	Zoo	Al	VU
<i>Plinia edulis</i> (Vell.) Sobral	cambucá	D, F	-	7,5	-	35,0	C	Al	L	P	AP	Set-Jan	Mai-Set	Zoo	Me	NE
Phytolaccaceae																
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	pau-d'alho	F, D	-	18,0	-	59,2	C	Bx	L	P	AP	Abr-Jul	Mai-Set	Anc	Me	LC

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	HT		DAP		AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC
			VP	AN	VP	AN										
Podocarpaceae																
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	pinheiro- bravo	D, F, M	7,0	11,1	16,4	30,8	C	Bx	L	P	AP	Fev- Abr	Ago- Set	Zoo	Al	NT
Polygonaceae																
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	marmeleiro	M, D, F	7,0	21,2	27,1	90,0	C	Me	A	C	AP	Nov- Fev	Abr- Jul	Ane	Bx	LC
Primulaceae																
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	capororoca	S, F	-	20,0	-	60,0	C	Bx	A	P	AP	Mai- Set	Ago- Dez	Zoo	Bx	NE
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	capororocão	F, M, D	-	20,0	-	50,0	C	Me	L	P	AP	Mar- Jun	Set- Jan	Zoo	Bx	LC
Proteaceae																
<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S.Edwards	carvalho- brasileiro	F, D, S	6,2	21,5	10,0	30,0	C	Me	L	C	AP	Jan- Abr	Mai- Ago	Ane	Al	NE
Rhamnaceae																
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	sobrasil	D	-	10,8	-	28,4	C	Al	A	C	AP	Dez- Mai	Mai- Set	Aut	Me	LC
Rutaceae																
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	pau-marfim	F, S, D	8,4	19,1	17,7	39,0	C	Me	L	SC	AP	Ago- Dez	Jun- Out	Ane	Al	EN
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	canela-de- veado	D	6,3	12,2	26,4	26,0	C	Me	L	P	AP	Ago- Out	Out- Nov	Ane	Bx	NE
Salicaceae																
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga- branca	F, D, M, S	-	6,1	-	17,7	C	Me	L	SC	AP	Jul- Set	Set- Jan	Zoo	Bx	NE
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	guaçatunga- vermelha	M	-	18,0	-	35,0	C	Me	L	C	AP	Nov- Dez	Fev- Mar	Zoo	Bx	LC
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	chá-de- bugre	F, D, M, Pr	7,5	5,0	-	25,0	C	Me	L	P	AP	Jun- Nov	Nov- Dez	Zoo	Bx	LC

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	HT		DAP		AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
			VP	AN	VP	AN										
Sapindaceae																
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	chal-chal	F, D, M, Pr	6,0	8,0	17,0	25,0	C	Bx	L	SC	AP	Jul- Dez	Nov- Mar	Aut	Bx	LC
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	camboatá- vermelho	F, D, M, S	6,7	10,4	11,4	32,0	C	Me	A	SC	AP	Fev- Jul	Ago- Dez	Zoo	Bx	LC
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	maria-preta	F, M, D	-	10,0	-	20,0	C	Me	L	SC	AP	Out	Dez- Jan	Ane	Bx	NE
<i>Matayba eleagnoides</i> Radlk.	camboatá- branco	F, D, M	4,0	7,7	13,9	23,5	C	Bx	L	SC	AP	Dez- Jan	Jan	Zoo	Bx	NE
Verbenaceae																
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	tucaneiro	D, Pf	10,8	13,6	33,3	54,8	C	Bx	L	C	AP	Out- Dez	Jan- Mar	Zoo	Bx	NE

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de [26-124].

Legenda: **UF:** Unidade(s) Fitoecológica(s) do estado – IBGE, 2019; **ht:** Altura média (m), sendo **VP** – em via pública; **NA:** ambiente natural. Estas denominações valem para ht e DAP, as quais se referem aos valores médios atingidos pelas espécies quando implantadas em calçada (VP); parques, praças e fragmentos urbanos naturais (AN); **DAP:** Diâmetro do caule na altura do peito na fase adulta (cm); **AP:** Adequada para; **C:** Calçadas; **EA:** Espaços abertos; **DM:** Densidade da madeira; **Bx:** Baixa (< 0,550 g.cm⁻³); **Me:** Média (entre 0,550 e 0,720 g.cm⁻³) e **Al:** Alta (> 0,730 g.cm⁻³); **TextF:** Textura da folha; **A:** Áspera; **L:** Lisa; **PF:** Persistência das folhas; **Ps:** Persistente/Perenifólia; **C:** Caduca/Caducifólia; **Sc:** Semicaduca/semidecídua; **R:** Tipo de raiz; **AP:** Apropriada para plantio em calçadas; **NA:** Não apropriada para plantio em calçadas; **EFl:** Época de florescimento; **EFr:** Época de frutificação; **D:** Dispersão; **Zoo:** Zoocórica; **Ane:** Anemocórica; **Aut:** Autocórica; **Hid:** Hidrocórica; **DPr:** Dificuldade de produção em viveiro; **Bx:** Baixa; **Md:** Média; **Al:** Alta; **SC:** Status de conservação, segundo IUCN / Raridade; **EN:** em perigo; **VU:** Vulnerável, **NT:** Quase ameaçada; **LC:** Pouco preocupante; **DD:** Deficiente de dados; **NE:** Não avaliada.

Em relação ao local de plantio (AP), observou-se que apenas 3,7% das espécies indicadas (4 espécies) apresentaram restrição quanto a esse critério, sendo, portanto, exclusivas para espaços abertos e não recomendadas para plantio em calçadas. Entre essas espécies, estão guajuvira (*Cordia americana*), corticeira-da-serra (*Erythrina falcata*), cedro (*Cedrella fissilis*) e imbuia (*Ocotea porosa*).

A guajuvira e a corticeira-da-serra, em particular, foram indicadas apenas para áreas abertas, como praças e parques, devido à suscetibilidade de seus sistemas radiculares à compactação do solo urbano e à dificuldade de penetração das raízes em calçadas. Nessas condições, é comum ocorrer afloramento e enovelamento das raízes, resultando em danos ao pavimento, mesmo quando as calçadas possuem largura superior a 3,0 m (Figura 2).

Figura 16.2 – Elevação de raízes e danos ao pavimento em calçadas arborizadas com: a e b) corticeira-da-serra (*Erythrina falcata*) em São Mateus do Sul – PR (elevação da raiz); c e d) guajuvira (*Cordia americana*) em Dois Vizinhos – PR (afioramento da raiz).



Fonte: Autores.

O cedro (*Cedrella fissilis*) tem sua recomendação de plantio restrita a espaços abertos devido a questões fitossanitárias, em especial o ataque da broca-do-cedro (*Hypsypyla grandella*). Esse inseto realiza a oviposição em flores, frutos e ramos jovens da espécie e, após a eclosão das larvas, estas perfuram galerias no lenho juvenil, provocando dessecação e morte dos galhos. Como consequência, aumenta o risco de queda da copa, o que demanda podas de segurança frequentes.

Atualmente, no Brasil, a utilização de produtos agroquímicos no meio urbano é limitada devido aos riscos à saúde humana e à fauna local. Por isso, o controle de pragas ocorre principalmente por métodos biológicos, relacionados ao planejamento do local de plantio das espécies. No caso da broca, que realiza a oviposição atraída pelo odor das brotações jovens, recomenda-se que os plantios sejam feitos em canteiros em formato de bosques ou intercalados com outras espécies, mantendo baixa densidade de indivíduos em praças e em grandes áreas de parques.

Deve-se evitar, sempre que possível, o plantio de exemplares isolados ou de grandes grupos da mesma espécie ao longo das vias.

Em relação à imbuia (*Ocotea porosa*), sua restrição a espaços abertos se deve, principalmente, à suscetibilidade da mesma à ocorrência de intempéries climáticas (geadas) até seus primeiros 03 anos pós-plantio, assim como restrições de desenvolvimento do sistema radicular em solos com alto grau de compactação, como ocorre em solos de vias públicas (Figura 3).

Dentro desse contexto, recomenda-se que o plantio da espécie seja preferencialmente realizado em espaços abertos, como praças e parques, onde a vegetação existente atua como barreira física contra os efeitos adversos da geada. A espécie é moderadamente sensível à geada nos primeiros três anos após o plantio, período em que podem ocorrer perdas de crescimento e até mortalidade em casos de geadas severas. Caso o plantio seja realizado em vias públicas, recomenda-se escolher trechos com edificações de mais de um pavimento, que podem funcionar como proteção natural [125-126].

Figura 16.3 – Indivíduos de imbuia (*Ocotea porosa*) implantados há 06 anos no Campo de Teste de espécies para arborização urbana no Campus da UTFPR-DV: a) Indivíduo em condição de via pública; b) Indivíduo em condição de espaço aberto gramado.



Fonte: Autores.

Outra espécie que apresenta preferência por determinados locais de plantio, dependendo da região, é a peroba (*Aspidosperma polyneuron*). Observou-se que seu crescimento em vias públicas é superior na região Noroeste do estado, quando comparado a exemplares implantados em vias públicas no Sudoeste (Figura 4).

As possíveis causas do crescimento inferior da peroba em vias públicas no Sudoeste do estado estão relacionadas a fatores climáticos e edáficos. A incidência de geadas, menor na região Noroeste, é um fator determinante. Além disso, o tipo de cobertura do canteiro influencia o desenvolvimento: calçadas verdes ou canteiros amplos com gramado proporcionam menor temperatura do solo, maior disponibilidade de água e nutrientes, em comparação a pavimentos rochosos, como o basalto.

Mesmo em plantios no Sudoeste com cobertura gramada, o desenvolvimento da espécie tem sido mais promissor. Essas observações apontam para a necessidade de estudos mais detalhados, fundamentais para a arborização urbana e para a conservação “*ex situ*” da peroba, atualmente classificada como em perigo de extinção (EN).

Um fator-chave para ampliar o uso de espécies nativas na arborização urbana, em nível estadual, é o incremento de plantios experimentais em todas as regiões do Paraná.

Esses experimentos permitem analisar a adaptação das espécies a condições climáticas e de solo variadas. A expansão de Campos de Teste em instituições de ensino e pesquisa possibilita respostas mais precisas para questões como o melhor local de plantio (calçadas ou espaços abertos), tipos e doses de adubação, escolha do pavimento mais adequado, entre outros. Esses ambientes

oferecem maior controle das condições genéticas e ambientais em comparação a plantios extensivos, permitindo gerar especificações técnicas operacionais que podem ser aplicadas de forma segura e eficiente em projetos de arborização urbana.

Figura 16.4 – Exemplares de peroba (*Aspidosperma polyneuron*) implantados em via pública com 07 anos em duas regiões distintas do PR: a) Em canteiro central gramado em Maringá – PR; b) Em estacionamento com basalto em Dois Vizinhos – PR.



Fonte: Autores.

16.5. Considerações finais

O sucesso de qualquer espécie plantada no meio urbano depende não apenas das características da árvore, mas também do manejo adequado do ambiente de plantio. Espaço aéreo, superficial e subterrâneo, nutrição, proteção, controle de pragas e doenças e manejo contínuo são fundamentais para o desenvolvimento saudável das árvores.

- A diversidade de espécies nativas indicadas e apresentadas neste trabalho é considerável, baseada em estudos existentes e no uso registrado em áreas urbanas, mas ainda limitada diante da enorme biodiversidade brasileira. Mesmo assim, é importante reconhecer o avanço recente quanto ao emprego de espécies nativas no meio urbano.
- São necessários mais estudos, especialmente aqueles voltados à dendrometria aplicada à Silvicultura Urbana, para fundamentar a indicação de espécies com dados obtidos diretamente no ambiente urbano, em vez de extrapolações do meio natural ou de plantios comerciais.

- Deve-se incentivar a ampliação de políticas públicas que apoiem a elaboração de planos municipais de arborização urbana, priorizando o uso de espécies nativas e valorizando a biodiversidade regional de cada município.
- É fundamental que os planos de arborização urbana incluam dados dendrométricos obtidos nos inventários das árvores de cada cidade, e não apenas listas de espécies, permitindo avaliações detalhadas sobre o crescimento das árvores em áreas urbanas.
- A produção de mudas de espécies nativas, com porte e qualidade adequados ao meio urbano, deve ser priorizada nos setores público e privado, promovendo maior diversidade e qualidade ambiental.
- A implantação de mais campos de teste e plantios experimentais com espécies nativas deve guiar a atuação dos pesquisadores, gerando informações que subsidiem seu uso com segurança, além de fornecer orientações precisas para a Silvicultura e o manejo dessas espécies.
- Estudos fenológicos aplicados a espécies nativas em ambiente urbano devem ser ampliados, permitindo fundamentar indicações de plantio e identificar variações comportamentais, positivas ou negativas, que possam influenciar a adaptação das espécies ao meio urbano.

16.6. Referências

- [1] Lorenzi H, Bacher LB, Torres MAV. Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2018.
- [2] Fini A, Ferrini F. Influenza dell'ambiente urbano sulla fisiologia e la crescita degli alberi. *Italus Hortus*. 2007;14(1):9-24.
- [3] Ministério Público do estado do Paraná (MP-PR). Manual para elaboração do plano municipal de arborização urbana. 2a ed. Curitiba: Procuradoria Geral de Justiça; 2018.
- [4] Prefeitura Municipal de Curitiba. Conheça a árvore que irá criar em Curitiba o corredor verde da Avenida Victor Ferreira do Amaral [Internet]. 2024. [acesso 7 fev. 2024]. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/conheca-a-arvore-que-ira-criar-em-curitiba-o-corredor-verde-da-avenida-victor-ferreira-do-amaral/73510>
- [5] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas; 2003.
- [6] Prefeitura Municipal de Maringá. Plano municipal de arborização urbana de Maringá. 2019.
- [7] Prefeitura Municipal de Telêmaco Borba. Plano municipal de arborização urbana de Telêmaco Borba. 2017.
- [8] Prefeitura Municipal de Leopólis. Plano municipal de arborização urbana de Leopólis. 2020.
- [9] Moura TA, Gimenes GCS, Pires MMY. Levantamento da arborização das avenidas Brasil e São Paulo do município de Itaúna do Sul, PR. *Terra Cult*. 2013;(59):59-67.
- [10] Prefeitura Municipal de São Mateus do Sul. Plano municipal de arborização urbana de São Mateus do Sul. 2019.
- [11] Prefeitura Municipal de Boa Esperança do Iguaçu. Plano municipal de arborização urbana de Boa Esperança do Iguaçu, PR. 2020.
- [12] Prefeitura Municipal de Dois Vizinhos. Plano municipal de arborização urbana de Dois Vizinhos. 2020.

- [13] Cardoso MVS, Veras MS, Perão CA, Brun FGK, Brun EJ. Crecimiento de granadillo brasileño (*Libidibia ferrea* var. *parvifolia*) con fines de arborización urbana. In: V Congreso Nacional de Ciencias Agrarias. Anais... 2021. p. 190-5.
- [14] Miranda TO, Carvalho SM. Levantamento quantitativo e qualitativo de indivíduos arbóreos presentes nas vias do bairro da Ronda em Ponta Grossa – PR. Rev Soc Bras Arboriz Urbana. 2009;4(3):143-57.
- [15] Holdefer E, Pellizzaro L. Diagnóstico da vegetação das vias urbanas do município de Sulina, Paraná. Saber Cient. 2019;8(2):29-43.
- [16] Prefeitura Municipal de Curitiba. Nova espécie de árvore nativa terá o nome Curitiba [Internet]. 2008. [acesso 31 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/nova-especie-de-arvore-nativa-tera-o-nome-curitiba/12917#:~:text=Uma%20%C3%A1rvore%20nativa%20da%20região%20do%20Sul,adulta%20pode%20atingir%20cinco%20metros>
- [17] Laboratório de Manejo Florestal da Unicentro. Compêndio *online* Gerson Luiz Lopes [Internet]. [acesso 25 jan. 2021]. Disponível em: <https://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/florista-ombrofila-mista/>
- [18] Salywon AM, Landrum LR. *Curitiba* (Myrtaceae): A new genus from the Planalto of Southern Brazil. Brittonia. 2007;59(4):301-7.
- [19] Ribeiro CL, Blum CT. Avaliação do risco de extinção de *Curitiba prismatica* e de *Myrcogenia seriatoramosa* (Myrtaceae) no Brasil [Internet]. 2018. [acesso 1 fev. 2020]. Disponível em: <http://www.engenhariaflorestal.ufpr.br/engflorestalcoord/tcc/048%20-%20CALEB%20DE%20LIMA%20RIBEIRO%20art%20.pdf>
- [20] Prefeitura Municipal de Dois Vizinhos. Plano municipal de arborização urbana de Dois Vizinhos. 2020.
- [21] Cornell University. Urban Horticulture Institute [Internet]. 2021. [acesso 1 fev. 2021]. Disponível em: <https://blogs.cornell.edu/urbanhort/>
- [22] Milan E. Ecótonos campo-floresta na área de proteção ambiental da escarpa devoniana, Campos Gerais do Paraná [dissertação]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2014.
- [23] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 16.246-3: florestas urbanas: manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Parte 3: avaliação de risco de árvores. Rio de Janeiro: ABNT; 2019.
- [24] Almeida AC. Levantamento da arborização urbana no município de Mariluz – PR [monografia]. Cruzeiro do Oeste: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2018.
- [25] Árvores do Bioma Cerrado. Espécies vegetais dos biomas brasileiros [Internet]. 2017. [acesso 29 jan. 2021]. Disponível em: http://www.arvoresdobiomacerrado.com.br/site/2017/09/07/*myroxylon-peruiferumi*-l-f/
- [26] Backes P, Irgang B. Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz; 2002.
- [27] Backes P, Irgang B. Mata Atlântica: as árvores e a paisagem. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz; 2004.
- [28] Bianco R. Estimativa da incorporação de carbono em biomassa arbórea em três trechos da arborização urbana de Londrina – PR [trabalho de conclusão de curso]. Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2015.

- [29] Biondi D, Leal L. Avaliação de espécies plantadas experimentalmente na arborização de ruas da cidade de Curitiba – PR. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2009;4(4):79-99.
- [30] Bobrowski R. Estrutura e dinâmica da arborização urbana de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984-2010 [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2011.
- [31] Bobrowski R, Biondi D. Espécies não tradicionais e espécies indesejáveis na composição da arborização de ruas. *Enciclop Biosfera*. 2013;9(17):1293-305.
- [32] Bonaldi RA, Hasse I. Flora arbórea da arborização urbana da cidade de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2016;11(4):1-17.
- [33] Brun FGK, Longhi SJ, Brun EJ, Freitag AS, Schumacher MV. Comportamento fenológico e efeito de poda em algumas espécies empregadas na arborização do bairro Camobi – Santa Maria, RS. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2007;2(1):44-63.
- [34] Cardoso MVS, Brun FGK, Mendes LGA, Pontes DO, Brun EJ. Crescimento do *Holocalyx balansae* Micheli para a arborização urbana. In: XXV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica. Anais... 2020. [acesso 1 fev. 2020]. Disponível em: <https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2020/paper/viewFile/7459/2385>
- [35] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas; 2003.
- [36] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 2. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas; 2006.
- [37] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 3. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas; 2008.
- [38] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 4. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas; 2010.
- [39] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 5. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas; 2014.
- [40] Carvalho JA, Nucci JC, Valaski JS. Inventário das árvores presentes na arborização de calçadas da porção central do bairro Santa Felicidade, Curitiba – PR. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2010;5(1):126-43.
- [41] Correa CMC, Zanelatto RC, Mlenek DC, Santos CJ. Plano de arborização urbana para o município de Doutor Ulysses, PR. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Anais... 2016.
- [42] Correa JM, Silva VP. Estudo da composição arbórea na área central do município de Medianeira-PR [trabalho de conclusão de curso]. Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2017.
- [43] Correia MV, Fabro VMD. Inventário da arborização urbana no município de Conselheiro Mairinck-PR. In: XIV Congresso de Iniciação Científica. Anais... 2015.
- [44] Costa KJA, Lameira OA, Souza ING, Mavão LS. Aspectos fenológicos do açoita-cavalo – *Luehea speciosa* Willd. (Malvaceae). In: Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental, 21. Anais... 2017. Belém. [acesso 29 jan. 2021]. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076297/aspectos-fenologicos-do-acoita-cavalo---*luehea-speciosa*-willd-malvaceae
- [45] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Espécies arbóreas brasileiras [Internet]. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. [acesso 28 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/especies-arboreas-brasileiras>

- [46] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Base de Dados da Pesquisa Agropecuária – BDPA [Internet]. [acesso 31 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/46/base-de-dados-da-pesquisa-agropecuaria---bdpa>
- [47] Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP). Trilhas da ESALQ [Internet]. [acesso 30 jan. 2021]. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/trilhas/>
- [48] Eurich ZRS, Carneiro DC, Maliski LF, Gonçalves NGT, Carvalho SM. Análise da arborização urbana da área central de Ponta Grossa-PR. *Perspect Geogr.* 2014;9(10):1-16.
- [49] Ferrari M, Cantarelli EB, Souza VQ, Nardino M, Carvalho IR, Pelegrin AJ, et al. Influência de fertilizante de liberação controlada em mudas de *Tabernaemontana catharinensis*. *Pesq Flor Bras.* 2016;36(88):543-7.
- [50] Fioretin CH, Tomé HV. Avaliação qualitativa da arborização urbana de ruas do centro e bairros em Matelândia-PR [trabalho de conclusão de curso]. Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2011.
- [51] Francis JK. *Inga fagifolia* L. (Willd.) – Guamá [Internet]. [acesso 28 jan. 2021]. Disponível em: <https://research.fs.usda.gov/treesearch/30344>
- [52] Freitas MF, Kinoshita LA. *Myrsine* (Myrsinoideae-Primulaceae) no sudeste e sul do Brasil. *Rodriguésia.* 2015;66(1):167-89.
- [53] Gardin E, Watzlawick LF, Giloni-Lima PC. Caracterização morfométrica da *Curitiba prismatica*. *Adv For Sci.* 2020;7(1):881-7.
- [54] GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset [Internet]. [acesso 29 jan. 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/39omei>.
- [55] Instituto Água e Terra do Paraná (IAT-PR). Recomendação n. 02/2007 [Internet]. [acesso 3 fev. 2021]. Disponível em: <https://meioambiente.mppr.mp.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=24>
- [56] Iganci JR. *Abarema Pittier* (Leguminosae, Mimosoideae) no Brasil extra-amazônico [dissertação]. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2008.
- [57] Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Flora do Brasil 2020 [Internet]. [acesso 30 jan. 2021]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>
- [58] Lehn CR, Salis SM, Mattos PP, Damasceno Junior GA. Estrutura e distribuição espacial de *Trichillia elegans* A. Juss. (Meliaceae) em uma floresta semidecídua no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev Biol Neotrop.* 2008;5(2):1-8.
- [59] Locastro JK, Miotto JL, De Angelis BLD, Caxambu MG. Avaliação do uso sustentável da arborização urbana no município de Cafeara, Paraná. *Cienc Flor.* 2017;27(2):549-56.
- [60] Lorenzi H. Árvores brasileiras. 2a ed. Vol. 1. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 1998.
- [61] Lorenzi H. Árvores brasileiras. 3a ed. Vol. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2009.
- [62] Lorenzi H. Árvores brasileiras. 2a ed. Vol. 3. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2016.
- [63] Magalhães JHR. Dinâmica do componente arbóreo e estrutura do estrato de regeneração da floresta estacional semidecidual da Fazenda do Glória, Uberlândia, MG [dissertação]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2014.
- [64] Maiorani E, Wesolowski JB, Melisinas VAPS, Fabrin TMC, Gasques LS. Levantamento da arborização urbana do município de Altônia, PR. *UEPG Cienc Biol Saude.* 2012;18(2):101-8.

- [65] Manfrin J, Escher MAS, Castro GM, Aleixo V, Petry AI, Bueno T. Diagnóstico da arborização urbana do município de Ouro Verde do Oeste, PR. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2018;13(3):49-61.
- [66] Manzano IT, Brun FGK. Growth of pau-marfim (*Balfourodendron ridelianum*) for introduction into urban forestry programs in Brazil. *Pesq Flor Bras*. 2019;39:e20190224.
- [67] Martini A, Biondi D, Batista AC. Fenologia de *Tabebuia chrysotricha* (ipê-amarelo) no ambiente urbano de Curitiba, PR. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2011;6(4):51-67.
- [68] Martini A, Gaspar RGB, Biondi D. Diagnóstico da implantação da arborização de ruas no bairro Santa Quitéria, Curitiba – PR. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2014;9(2):148-67.
- [69] Martins LFV, Andrade HHB, Hanisch RF, De Angelis BLD, Caxambu MG. Análise da compatibilidade da arborização viária com o ambiente construído na cidade de Luiziana, Paraná, Brasil. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2011;6(3):103-27.
- [70] Mendes LGA, Brun FGK, Cardoso MVS, Pontes DO, Brun EJ. Crescimento de carvalho-brasileiro (*Roupala montana* var. *brasiliensis* (Klotzsch.) KS Edwards) em condições de arborização urbana. In: XXV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica. Anais... 2020. [acesso 1 fev. 2020]. Disponível em: <https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2020/paper/viewFile/7550/2387>
- [71] Missio FF, Silva AC, Higuchi P, Longhi SJ, Brand MA, Rios PD, Rosa AD, Buzzi Junior F, Bento MA, Gonçalves DA, Loebens R, Pscheidt F. Atributos funcionais de espécies arbóreas em um fragmento de floresta ombrófila mista em Lages–SC. *Cienc Flor*. 2017;27(1):215-24.
- [72] Moura APC, Gil BV, Salla VP, Rader DR, Oliveira FLR, Danner MA. Fenologia reprodutiva de jabuticabeira em diferentes locais. *Synergismus Sci*. 2018;13(1):29.
- [73] Motta RL, Sanches AC, Santos TG, Sousa RMC, Moura ACA. Manual de campo para a identificação das principais espécies arbóreas do programa de restauração florestal da Fibria Celulose S/A. Aracruz: Fibria; 2013.
- [74] Nascimento IS. A coordenação funcional entre os diferentes órgãos das plantas arbóreas de floresta atlântica varia conforme a estratégia de uso e conservação dos recursos [dissertação]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2016.
- [75] Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA/UNIVASF). Espécies vegetais [Internet]. [acesso 31 jan. 2021]. Disponível em: https://www.nema.univasf.edu.br/site/index.php?page=newspaper&record_id=28
- [76] Nesi J. Componentes arbóreos em vias públicas: análise da floresta urbana de Guarapuava, Paraná [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2020.
- [77] Oliveira GMV. Densidade da madeira em Minas Gerais: amostragem, espacialização e relação com variáveis ambientais [tese]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2014.
- [78] Oliveira M, Schumacher MV, Szymczak DA, Araujo EF, Martins SC, Paciullo DSC, et al. Biomassa e estoques de carbono em diferentes sistemas florestais no sul do Brasil. *Perspectiva*. 2016;40(149):9-20.
- [79] Periotto F, Pituco MM, Helmann AC, Santos TO, Bortolotti SL. Análise da arborização urbana no município de Medianeira, Paraná. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2016;11(2):59-74.
- [80] Pontes CR, Pellizzaro L. Inventário das espécies arbóreas das vias urbanas de Itapejara d'Oeste, Paraná, Brasil. *Saber Cient*. 2019;8(1):50-64.
- [81] Prefeitura Municipal de Bom Sucesso do Sul. Plano municipal de arborização urbana de Bom Sucesso do Sul. 2018.

- [82] Prefeitura Municipal de Ibaiti. Plano municipal de arborização urbana de Ibaiti. 2016.
- [83] Prefeitura Municipal de Japira. Plano municipal de arborização urbana de Japira. 2015.
- [84] Prefeitura Municipal de Japurá. Plano municipal de arborização urbana de Japurá. 2016.
- [85] Prefeitura Municipal de Missal. Plano municipal de arborização urbana de Missal. 2018.
- [86] Prefeitura Municipal de Pinhal de São Bento. Plano municipal de arborização urbana de Pinhal de São Bento. 2019.
- [87] Prefeitura Municipal de Ribeirão do Pinhal. Plano municipal de arborização urbana de Ribeirão do Pinhal. 2016.
- [88] Prefeitura Municipal de Rolândia. Plano municipal de arborização urbana de Rolândia. 2015.
- [89] Prefeitura Municipal de São Jorge d'Oeste. Plano municipal de arborização urbana de São Jorge d'Oeste. 2018.
- [90] Prefeitura Municipal de Toledo. Plano municipal de arborização urbana de Toledo. 2012.
- [91] Prefeitura Municipal de Umuarama. Plano municipal de arborização urbana de Umuarama. 2020.
- [92] Prefeitura Municipal de Vitorino. Plano municipal de arborização urbana de Vitorino. 2017.
- [93] Programa Arboretum. Conservação e restauração da diversidade florestal [Internet]. [acesso 24 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.programaarboretum.eco.br/>
- [94] Ribeiro CL, Blum CT. Avaliação do risco de extinção de *Curitiba prismatica* e de *Myrcogenia seriatoramosa* (Myrtaceae) no Brasil [Internet]. 2018. [acesso 1 fev. 2020]. Disponível em: <http://www.engenhariaflorestal.ufpr.br/engflorestalcoord/tcc/048%20-%20CALEB%20DE%20LIMA%20RIBEIRO%20art%20.pdf>
- [95] Sambugaro-Santos PT, Rosa TAO. Arborização sob a rede elétrica no município de Fênix (PR). Arq Mudi. 2013;17(1):13-4.
- [96] Sampaio ACF, De Angelis BLD. Inventário e análise da arborização de vias públicas de Maringá – PR. Rev Soc Bras Arboriz Urbana. 2008;3(1):37-57.
- [97] Sampaio ACF, Duarte FG, Silva EGC, De Angelis BLD, Blum CT. Avaliação de árvores de risco na arborização de vias públicas de Nova Olímpia, Paraná. Rev Soc Bras Arboriz Urbana. 2010;5(2):82-104.
- [98] Santiago AF. Levantamento da arborização da área central do município de Ivaté – PR [monografia]. Cruzeiro do Oeste: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2018.
- [99] Santos LW. Estudos ecológicos e agrônômicos de *Lafloensia pacari* St.Hil. (Lythraceae) na região de Barra do Garças – MT [dissertação]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; 2006.
- [100] Schallenberger LS, Machado GO. Inventário da arborização na região central do município de Mangueirinha – PR. Rev Soc Bras Arboriz Urbana. 2013;8(1):54-64.
- [101] Schallenberger LS, Araújo AJ, Araújo MN, Deiner LJ, Machado GO. Avaliação da condição de árvores urbanas nos principais parques e praças do município de Irati – PR. Rev Soc Bras Arboriz Urbana. 2010;5(2):105-23.
- [102] Silva MJ. Filogenia e biogeografia de *Lonchocarpus* s.l. e revisão taxonômica dos gêneros *Muelleria* L. f. e *Dahlstedtia* Malme (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2010.
- [103] Shehadeh AAM, Brun FGK, Cardoso MVS, Mendes LGA, Pontes DO, Brun EJ. Desenvolvimento de Tarumã (*Vitex megapotamica* Sprengel.) para fins de arborização urbana. In: XXV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica. Anais... 2020. [acesso 1 fev. 2020]. Disponível em: <https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2020/paper/viewFile/7464/2386>

- [104] Serviço Florestal Brasileiro. Laboratório de Produtos Florestais: Jatobá [Internet]. [acesso 31 jan. 2021]. Disponível em: <https://lpf.florestal.gov.br/pt-br/component/madeirasbrasileiras/especieestudada?especieestudadaid=123&Itemid=>
- [105] Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR). Ficha de espécies do Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira [Internet]. [acesso 30 jan. 2021]. Disponível em: https://ferramentas.sibbr.gov.br/ficha/bin/viewrev/especie/philodendron_spiritus-sancti?rev=6.1
- [106] Silva LM, Hasse I, Cadorin DA, Oliveira KA, Oliveira FAC, Bett CF. Inventário da arborização em duas vias de Mariópolis – PR. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2008;3(1):36-53.
- [107] Silva LM, Rodighiero DA, Hasse I, Cadorin DA. Arborização dos bairros Pinheiros, Brasília e Bancários em Pato Branco – PR. *Sci Agrar*. 2008;9(3):275-82.
- [108] Silva OH, Locastro JK, Sanches SP, De Angelis Neto G, De Angelis BLD, Caxambu MG. Avaliação da arborização viária da cidade de São Tomé, PR. *Cienc Flor*. 2017;29(1):371-84.
- [109] Soares CR, Ferreira MEM. Arborização viária em Maringá-PR de 1940 a 2015: um estudo biogeográfico. *Geoiingá*. 2020;12(2):53-77.
- [110] Soares J, Pellizzaro L. Inventário da arborização urbana do município de Ampére (Paraná – Brasil). *Rev Bras Meio Ambient*. 2019;5(1):111-27.
- [111] Tonetti EL, Nucci JC. Arborização viária na área central de Paranaguá (PR) Brasil. *Geografar*. 2012;7(1):53-67.
- [112] Toscan MAG, Rickli HC, Bartinick D, Santos DS, Rossa D. Inventário e análise da arborização do bairro Vila Yolanda, do município de Foz do Iguaçu – PR. *Rev Soc Bras Arboriz Urbana*. 2010;5(3):165-84.
- [113] Viezzer J, Martini A, Biondi D. Diagnóstico da arborização da Avenida Padre Natal Pigatto em Campo Largo – PR. *Enciclop Biosfera*. 2014;10(18):1251-62.
- [114] Vilela RCF. Biologia reprodutiva e diversidade genética em jabuticabeiras (*Myrviaria* spp., Myrtaceae) [dissertação]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2009.
- [115] Zanne AE, Lopez-Gonzalez G, Coomes DA, Ilıc J, Jansen S, Lewis SL, et al. Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum. *Dryad Dataset* [Internet]. 2009 [acesso 31 jan. 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.5061/dryad.234>
- [116] Oliveira LZ, Teixeira LM, Oliveira M, Vieira FS, Hentz AM, Bianchini E, et al. Towards the fulfillment of a knowledge gap: wood densities for species of the subtropical Atlantic Forest. *Data*. 2019;4(2):104-14.
- [117] Piñerez LMG. *Hypsipyla grandella* (Zeller 1848) (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) en plantaciones de *Cedrela odorata* en Colombia [tese]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2014.
- [118] University of Florida. El taladrador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella* (Zeller) [Internet]. 2014. [acesso 3 fev. 2021]. Disponível em: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/trees/moths/mahogany_borer-spanish.htm
- [119] Prefeitura Municipal de Porto Rico. Plano municipal de arborização urbana de Porto Rico. 2020.
- [120] Prefeitura Municipal de Iguaçu. Plano municipal de arborização urbana de Iguaçu. 2016.
- [121] Prefeitura Municipal de Santa Amélia. Plano municipal de arborização urbana de Santa Amélia. 2017.
- [122] Prefeitura Municipal de Sertaneja. Plano municipal de arborização urbana de Sertaneja. 2019.

- [123] Prefeitura Municipal de Terra Roxa. Plano municipal de arborização urbana de Terra Roxa. 2019.
- [124] Prefeitura Municipal de São Pedro do Paraná. Plano municipal de arborização urbana de São Pedro do Paraná. 2019.
- [125] Carvalho PER. Comparação de espécies nativas em plantio em linhas, em capoeira, na região de Irati – PR: resultados aos sete anos. Bol Pesq Florestal. 1982;(5):53-68.
- [126] Cardoso MVS, Veras MS, Perão CA, Brun FGK, Brun EJ, Gisele F. Análise do crescimento da Imbuia (*Ocotea porosa* (Nees. & Mart.) Barroso) para arborização urbana. In: II Simpósio Potiguar de Pós-graduação em Ciências Florestais. Anais... 2020. p. 118-22.

Capítulo 17

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DE SANTA CATARINA E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Maria Raquel Kanieski, Juliano Pereira Gomes, Jaçanan Eloísa de Freitas Milani, Cláudio Augusto Mondin, Guilherme Diego Fockink e Charline Zangalli

17.1. Destaques deste capítulo

1. Santa Catarina apresenta elevada riqueza de espécies nativas em suas diversas fitofisionomias, mas essa diversidade ainda é pouco aproveitada na arborização urbana;
2. O presente documento indica 149 espécies nativas com potencial para uso em áreas urbanas;
3. Embora muitas das espécies selecionadas já sejam utilizadas na arborização de cidades catarinenses, a lista também inclui espécies pouco conhecidas;
4. A utilização de espécies nativas representa um desafio, pois requer conhecimento sobre sua adaptação ao ambiente urbano e sobre as melhores práticas de produção de mudas;
5. Espera-se que este documento incentive o uso da biodiversidade da flora catarinense na arborização urbana, contribuindo de forma significativa para a conservação dos remanescentes florestais do estado.

17.2. Introdução

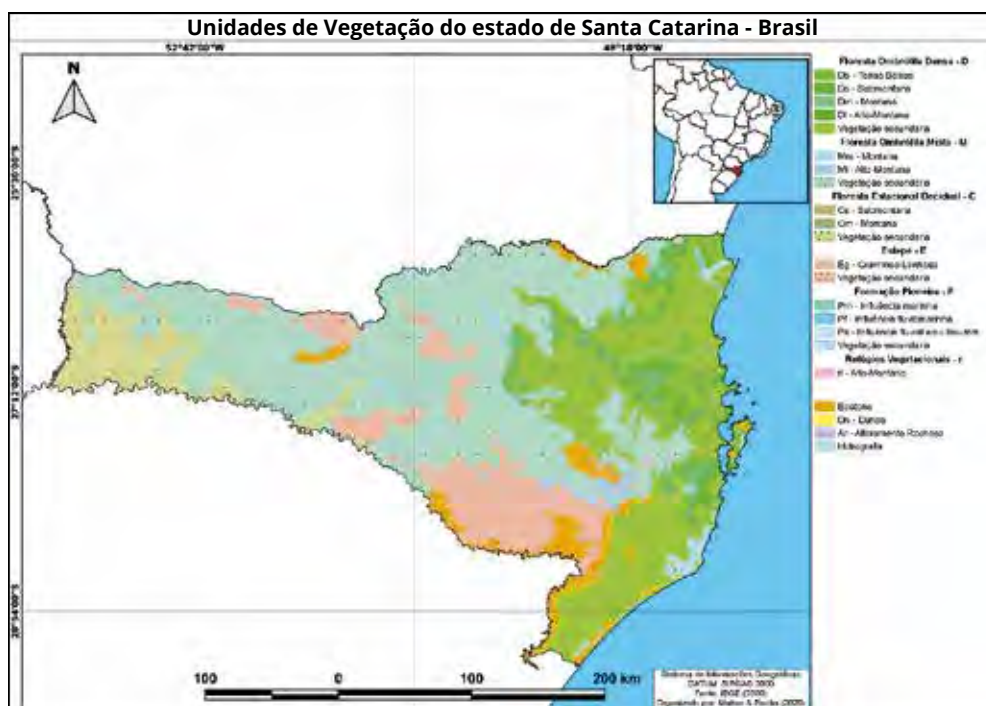
O estado de Santa Catarina está localizado na região Sul do Brasil, com extensão territorial de aproximadamente 95.738 km², 295 municípios e população estimada em 7,6 milhões de habitantes, dos quais cerca de 88% residem em áreas urbanas. O território estadual está integralmente inserido no bioma Mata Atlântica, classificado como área prioritária para conservação em razão da elevada diversidade biológica, ao alto grau de endemismo e ao número expressivo de espécies ameaçadas. Entretanto, o intenso processo de degradação reduziu a cobertura original da Mata Atlântica a apenas 7%, e, em Santa Catarina, esse percentual chega a aproximadamente 5% [1].

De acordo com o mapa de classificação da vegetação brasileira [2] (Figura 1), em Santa Catarina estão presentes as seguintes fitofisionomias: Floresta Ombrófila Densa (D), Floresta Ombrófila Mista (M), Floresta Estacional Decidual (C) e os campos naturais (Estepe Gramíneo-Lenhosa- Eg e Refúgio Vegetacional Altomontano- Rf). Além dessas, ocorrem

também as Formações Pioneiras Restinga (Pm), Manguezal (Pf) e Comunidades Aluviais (Pa), geralmente associadas às áreas de Floresta Ombrófila Densa, bem como as Áreas de Tensão Ecológica Estepe-Floresta (Ecótono), caracterizadas pela transição entre duas ou mais regiões fitoecológicas, formando mosaicos de vegetação.

A Floresta Ombrófila Densa subdivide-se em formações de Terras-Baixas (Db), Submontana (Ds), Montana (Dm) e Altomontana (DI). A Floresta Ombrófila Mista ocorre nas formações Montana (Mm) e Altomontana (MI), além das formações aluviais. Já a Floresta Estacional Decidual compreende as formações Submontana (Cs) e Montana (Cm). Em todo o estado, a vegetação secundária é predominante em ambas as fitofisionomias, resultante de processos naturais de sucessão ecológica após a supressão da vegetação primária por atividades antrópicas.

Figura 17.1 – Distribuição da vegetação natural de Santa Catarina.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

Originalmente, cerca de 45% da superfície do estado era coberta por Floresta Ombrófila Mista, 31% por Floresta Ombrófila Densa, 14% por campos naturais, 8% por Floresta Estacional Decidual e 2% por restingas e manguezais [3]. De acordo com os resultados do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, estima-se que apenas 28,9% da cobertura florestal do estado tenha se mantido, correspondendo a 24,4% da área original da Floresta Ombrófila Mista, 40,5% da Floresta Ombrófila Densa e 16,1% da Floresta Estacional Decidual [4].

A vegetação remanescente apresenta elevada riqueza de espécies nativas distribuídas entre as diferentes fitofisionomias. Entre elas, destacam-se a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Estacional Decidual e a Restinga, que concentram a maior representatividade de espécies com potencial para uso na arborização urbana (Tabela 1).

Tabela 17.1 – Total de espécies lenhosas com ocorrência nas principais fitofisionomias de Santa Catarina.

Fitofisionomias	Total de espécies lenhosas mensuradas		Famílias com maior número de espécies
	DAP≥10cm	DAP<10cm	
Floresta Ombrófila Densa	578	655	Myrtaceae, Melastomataceae, Fabaceae e Lauraceae
Floresta Ombrófila Mista	371	345	Myrtaceae, Asteraceae, Lauraceae e Fabaceae
Floresta Estacional Decidual	216	167	Fabaceae, Myrtaceae, Lauraceae e Rutaceae
Restinga	55	41	Myrtaceae, Primulaceae, Sapindaceae e Aquifoliaceae

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Sistema Florestal brasileiro (2018).

17.2.1. Restinga

As restingas são ecossistemas associados ao bioma Mata Atlântica, formados a partir da deposição de sedimentos arenosos de origem marinha e fluviomarinha. Sua vegetação apresenta diferentes fisionomias organizadas em mosaicos, com elevada diversidade, incluindo formações herbáceas, arbustivas e arbóreas, determinadas pelas características dos solos e pela influência marítima [5]. Reitz [6] registrou 956 espécies vegetais nas restingas de Santa Catarina, estimando que esse número pudesse alcançar até 1.200 espécies. Entre as espécies arbóreas de maior valor de importância destacam-se *Ilex theezans* (caúna), *Guapira opposita* (maria-mole), *Ocotea pulchella* (canela-lageana) e *Clusia criuva* (mangue-formiga), que somam 32,4% do índice de valor de importância para a restinga arbórea, segundo o Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina. Essas espécies possuem maior potencial para uso na arborização urbana. As famílias mais representativas do componente arbóreo e arbustivo são, em ordem decrescente, Myrtaceae, Primulaceae, Sapindaceae, Aquifoliaceae, Asteraceae e Lauraceae [4].

17.2.2. Floresta Ombrófila Densa

A Floresta Ombrófila Densa constitui uma formação vegetal complexa e heterogênea, caracterizada por árvores de copas amplas e densas, além de elevada diversidade de arvoretas, arbustos e ervas. Originalmente, essa fitofisionomia ocupava cerca de 29.282 km² do território catarinense [3-4]. As principais famílias presentes nesse tipo florestal são Fabaceae, Moraceae, Sapindaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrtaceae e Annonaceae [7], sendo a família Myrtaceae a de maior representatividade [8-9]. De acordo com dados do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, as espécies *Alchornea triplinervia* (tanheiro), *Alsophylla setosa* (samambaiáçu), *Cyathea pharelata* (xaxim-espinhento), *Euterpe edulis* (palmito-juçara), *Pycotria vellosiana* (café-do-mato), *Cabralea canjerana* (canjerana), *Casearia sylvestris* (carvalinho), *Cedrela fissilis* (cedro-rosa) e *Hyeronyma alchorneoides* (licurana) concentram 39,5% do valor de importância das espécies registradas nesse tipo florestal [4].

17.2.3. Floresta Ombrófila Mista

As formações da Floresta Ombrófila Mista são fortemente influenciadas pela altitude e por variáveis fisiográficas, o que contribui para sua elevada riqueza vegetal. A denominação “mista” deriva da combinação de duas floras distintas, a tropical afro-brasileira e a temperada austro-brasileira,

favorecida pelas condições ambientais do Planalto Meridional Brasileiro. Nesse contexto, latitude e altitude criam um cenário peculiar na região Neotropical [8]. Essa tipologia apresenta-se em mosaicos de vegetação, nos quais a fisionomia campestre também exerce papel relevante na composição da biodiversidade. Os campos e capões associados formam ecótonos que reúnem espécies com diferentes formas de vida, incluindo ervas, arbustos, árvores e lianas. São comuns elementos tanto da floresta quanto dos campos, como a araucária, palmeiras e plantas pioneiras [3].

Embora diversas espécies sejam típicas da Floresta Ombrófila Mista, historicamente pouco valor ornamental foi atribuído. O interesse concentrou-se principalmente na exploração econômica da madeira, em especial da *Araucaria angustifolia* (pinheiro-brasileiro) e de várias espécies de Lauraceae (canelas). Mesmo diante da intensa exploração, o Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina registrou a presença de populações expressivas de *Dicksonia sellowiana* (xaxim) e *Araucaria angustifolia* (pinheiro-brasileiro), ressaltando a importância da conservação dos remanescentes florestais [10]. O inventário também destacou a representatividade da família Myrtaceae, que inclui espécies frutíferas como a pitangueira (*Eugenia uniflora*). Na Floresta Ombrófila Mista, Myrtaceae ocupa a segunda posição em riqueza florística, com 88 espécies, enquanto Asteraceae é a família mais diversa, com 119 espécies [11].

17.2.4. Floresta Estacional Decidual

A Floresta Estacional Decidual originalmente cobria uma área de aproximadamente 7.946 km², o equivalente a 8% da superfície do estado e atualmente está altamente fragmentada [4]. A Floresta Estacional Decidual, também chamada de Floresta subtropical (“mata branca”), ocorre ao longo do Rio Uruguai e seus afluentes, que imprimem um aspecto típico à região de sua ocorrência [3]. O conceito ecológico da Floresta Estacional Decidual está condicionado pela dupla estacionalidade climática: uma tropical com época de intensas chuvas de verão seguida por estiagens acentuadas, e outra subtropical, sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno [12].

De acordo com dados do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, a família com maior riqueza específica é Fabaceae (42 espécies), seguida de Myrtaceae (36) e Asteraceae (33). Os gêneros com maior riqueza são *Solanum* (17 espécies), *Eugenia* (12), *Peperomia* (8) e *Myrcia* (7). As espécies mais representativas são *Ocotea puberula* (canela-guaicá), *Nectandra megapota mica* (canela-merda), *Luebea divaricata* (açoita-cavalo) e *Nectandra lanceolata* (canela-amarela), essas quatro espécies totalizaram 68% do valor de importância na Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina, destacando-se também pela frequência as espécies *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho) e *Syagrus romanzoffiana* (jerivá) [11].

17.3. Recomendação de espécies nativas para arborização urbana no estado de Santa Catarina

Um total de 149 espécies nativas, distribuídas em 48 famílias botânicas, foi identificado com potencial para arborização urbana (Tabela 2). A seleção considerou atributos como floração (beleza, perfume e atração da fauna) (Figura 2), frutificação (beleza, atração da fauna e adequação ao espaço público) (Figura 3), além da estética da folhagem e da arquitetura de copa, ausência de toxicidade ou acúleos, rusticidade e características do tronco, tipo de sistema radicular e velocidade de crescimento. As informações sobre esses critérios foram obtidas em Flora e Funga do Brasil [13], Carvalho [14–18], Lorenzi [19–21], Saueressig [22] e Dryad Data [23]. O status de conservação das espécies foi definido com base em Flora e Funga do Brasil [13] e na IUCN [27].

Figura 17.2 – Floração de espécies nativas potenciais para a arborização urbana:
a) *Rudgea parquiioides* (jasmim-do-mato); b) *Psidium cattleianum* (araçá); c) *Calliandra brevipes* (caliandra);
d) *Myrrhinium atropurpureum* (carrapateira); e) *Eugenia involucrata* (cerejeira); f) *Eugenia uniflora*
(pitanga); g) *Erythrina crista-galli* (corticeira-do-banhado); h) *Drimys brasiliensis* (casca-d'anta);
i) *Campomanesia guazumifolia* (sete-capotes); j) *Myrcia selloi* (camboi).



Fonte: Autores.

Figura 17.3 – Frutificação de espécies nativas potenciais para a arborização urbana:

- a) *Myrcia oblongata* (guamirim-do-campo); b) *Myrcengenia myrcioides* (guamirim);
c) *Nectandra grandiflora* (canela-fedida); d) *Eugenia pyriformis* (uvaia); e) *Eugenia uniflora* (pitanga);
f) *Myrrhinium atropurpureum* (carrapateira); g) *Eugenia involucrata* (cerejeira).



Fonte: Autores.

Na seleção de espécies para arborização urbana, é fundamental considerar sua ocorrência nas diferentes unidades fitoecológicas do estado, conforme indicado na coluna UF (Tabela 2). Em cidades localizadas em regiões de campos naturais (Eg e Rf) [2] (Figura 1), podem ser utilizadas também espécies da Floresta Ombrófila Mista (M), uma vez que esses ambientes ocorrem em mosaico com áreas florestais. Outro aspecto essencial refere-se à compatibilidade da espécie com o espaço urbano em que será implantada. Para isso, devem ser observados os seguintes critérios: Adequada para (AP), que indica o uso em calçadas (C) ou em espaços abertos (EA); e Raiz (R), que distingue espécies apropriadas (AP) ou não apropriadas (NA) para o plantio em calçadas.

Tabela 17.2 – Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Santa Catarina.

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Anacardiaceae														
<i>Schinus lentiscifolia</i> Marchand	aroeira- branca	M	8 m	15 cm	EA	Al	L	Ps	NA	Out- Nov	Jan- Mar	Zoo	Bx	LC
		Mm												
		ML												
		Eg												
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira- vermelha	D	8 m	20 cm	EA/C	Mc	L	Ps	AP	Nov- Mar	Dez- Jul	Zoo	Bx	NE
		Db												
		Ds												
		Cs												
		M												
		Mm												
		Pm												
		Eg												
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	pindaíba	Db	20 m	60 cm	EA	Me	L	Ps	NA	Nov- Jan	Set- Nov	Zoo	Md	VU
		Ds												
		M												
		Pm												
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	ariticum	D	7 m	15 cm	EA	Me	L	C	NA	Out	Jan- Fev	Zoo	Md	LC/ LC*
		Dm												
		M												
		Mm												
		ML												
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	ariticum	C	7 m	40 cm	C	Bx	A	Ps	AP	Out- Fev	Nov- Mai	Zoo	Md	LC/ LC*
		M												
		Mm												
		D												
		Dm												
Apocynaceae														
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	peroba- branca	C	14 m	60 cm	EA	Al	A	Sc	NA	Set- Dez	Jul- Set	Ane	Bx	LC/ LC*
		D												
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	jasmim- catavento	D	6 m	15 cm	C	Bx*	L	Sc	AP	Ago- Dez	Mai- Jun	Ane	Bx	NE/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Aquifoliaceae														
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	caúna	D	6 m	15 cm	C	Bx	L	Ps	AP	Out- Abr	Dez- Mai	Zoo	Al	NE
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
		Pm												
		Eg												
<i>Ilex brevicauspis</i> Reissek	voadeira	D	15 m	60 cm	EA	Me	L	Ps	NA	Out- Jan	Dez- Mai	Zoo	Al	NE
		Db												
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	erva-mate	M	6 m	40 cm	EA	Me	A	Ps	NA	Set- Dez	Dez- Mar	Zoo	Al	LC/ NT*
		Mm												
		MI												
		D												
		Dm												
		Eg												
Araliaceae														
<i>Didymopanax angustissimus</i> Marchal	aipim-brabo	D	13 m	90 cm	EA	Me	L	Ps	NA	Jan- Mai	Mai- Dez	Zoo	Md	NE/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												
		Pm												
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	mamona- do-mato	D	6 m	35 cm	EA	Me	A	Sc	NA	Dez- Fev	Jun- Jul	Zoo	Md	LC
		Db												
		M												
		Mm												
Araucariaceae														
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	pinheiro- brasileiro	M	30 m	200 cm	EA	Bx	A	Ps	NA	Ago- Out	Mar- Jul	Zoo	Bx	EN/ CR*
		Mm												
		MI												
		Eg												
		C												
		D												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Arecaceae														
<i>Butia eriospatha</i> (Mart. ex Drude) Becc.	butiá	M	8 m	35 cm	EA	NA	A	Ps	NA	Ago- Nov	Jan- Mar	Zoo	Md	EN/ VU*
		Eg												
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	palmito- juçara	D	7 m	15 cm	C	NA	L	Ps	AP	Set- Dez	Abr- Nov	Zoo/ Aut	Bx	VU
		Db												
		Ds												
		Dm												
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassaman	jerivá	D	15 m	60 cm	C	NA	L	Ps	AP	Set- Mar	Nov- Jan	Zoo	Bx	LC/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
		MI												
		C												
		Cs												
		Cm												
Eg														
Asteraceae														
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	cambará	D	15 m	70 cm	EA	Al	A	Sc	NA	Fev- Abr	Mai- Jun	Ane	Md	NE/ LC*
		Db												
		C												
		Cs												
		M												
		Mm												
		MI												
		Eg												
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	vassourão- preto	D	15 m	60 m	EA	Bx	A	C	NA	Jul- Set	Set- Nov	Ane	Bx	NE/ LC*
		M												
		MI												
Bignoniaceae														
<i>Cybistax antispyhilitica</i> (Mart.) Mart.	ipê-verde	M	9 m	40 cm	C	Me	A	C	AP	Nov- Fev	Mar- Set	Ane	Md	NE/ LC*
		D												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DP _r	SC
Bignoniaceae														
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	ipê-amarelo	M	25 m	60 cm	EA/C	Al	A	C	AP	Jul- Set	Out- Nov	Ane	Bx	LC/ LC*
		Mm												
		MI												
		D												
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê- amarelo- miúdo	D	7 m	40 cm	C	Al	A	C	AP	Set- Nov	Fev- Abr	Ane	Bx	NE
		Db												
		Ds												
		Dm												
<i>Handroanthus beptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	ipê-rosa	D	20 m	40 cm	EA	Al	L	C	AP	Jul- Set	Set- Out	Ane	Bx	LC/ LC*
		Cs												
		Cm												
<i>Handroanthus pulcherrimus</i> (Sandwith) Mattos	ipê-da-praia	Pm	10 m	30 cm	C	Al*	L	C	AP	Set- Jan	Nov- Fev	Ane	Bx	NE
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	ipê-do- brejo	D	13 m	50 cm	C	Al	A	C	AP	Ago- Out	Out- Nov	Ane	Bx	LC/ LC*
		Db												
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	carobão	D	17 m	60 cm	EA	Me	A	C	NA	Out- Dez	Jun- Set	Ane	Bx	NE/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												
		C												
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	carobinha	D	9 m	40 cm	C	Me	A	C	AP	Ago- Set	Fev- Mar	Ane	Bx	LC/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
Canellaceae														
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	pimenteira	D	15 m	45 cm	EA	Me	A	Ps	NA	Jun- Nov	Out- Fev	Zoo	Bx	LC/ LC*
		Db												
		MI												
		C												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Clusiaceae														
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	mangue- formiga	D	10 m	30 cm	EA	Me	L	Ps	NA	Nov- Dez	Abr- Set	Zoo	Bx	LC/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												
		Pm												
Combretaceae														
<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo	garajuvinha	D	13 m	30 cm	EA/C	Al	A	C	AP	Set- Out	Fev	Ane	Md	NE/ LC*
		M												
Cordiaceae														
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	guajuvira	Cs	12 m	100 cm	EA	Me	A	Sc	NA	Set- Nov	Nov- Dez	Ane	Bx	NE/ LC*
		Cm												
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	loura-pardo	Cs	14 m	60 cm	EA/C	Me	A	C	AP	Jan- Mar	Abr- Mai	Ane	Bx	NE/ LC*
		Cm												
		D												
		M												
		Mm												
Cunoniaceae														
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	guaperê	M	15 m	80 cm	EA	Me	A	C	NA	Dez	Mar- Abr	Ane	Md	NE/ LC*
		D												
		Ds												
		Dm												
Ebenaceae														
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	maria-preta	M	8 m	15 cm	C	Al	L	Ps	AP	Set- Dez	Jan- Mai	Zoo	Bx	LC/ LC*
		C												
		Pm												
Escalloniaceae														
<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	canudo-de- pito	D	4 m	30 cm	C	Me	A	C	AP	Dez- Abr	Fev	Ane	Bx	NE/ LC*
		Dm												
		M												
		Eg												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Ericaceae														
<i>Agarista eucalyptoides</i> (Cham. & Schltdl.) G.Don	criúva	Eg	3 m	30 cm	EA	Me	A	C	NA	Nov- Dez	Fev- Mar	Aut	Al	NE
Erythropalaceae														
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	gumbijosa	D Pm	12 m	40 cm	EA	Al	A	.Ps	NA	Ago- Dez	Dez- Fev	Zoo	Md	NE/ LC*
Erythroxylaceae														
<i>Erythroxylum argentinum</i> O. E. Schulz	cocão	D Db Ds Dm Pm	8 m	20 cm	C	Al	L	Ps	AP	Jun- Set	Dez- Mar	Zoo	Bx	LC
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	baga-de- pompa	C D M	6 m	35 cm	C	Al	A	C	AP	Ago- Out	Out- Jan	Zoo	Md	LC/ LC*
Fabaceae														
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J.W.Grimes	farinha-seca	Cs Cm M Mm D	16 m	70 cm	EA	Me	A	Sc	NA	Nov	Jan- Mar	Aut	Bx	LC/ LC*
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth.	angelim	D Db Ds Dm Pm	12 m	30 cm	EA	Al	L	Sc	AP	Out- Nov	Fev- Mar	Zoo	Bx	LC/ LC*
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	angelim- doce	D Db	9 m	50 cm	EA	Al	A	Ps	AP	Set- Nov	Mai- Jul	Zoo	Bx	LC/ LC*
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	grápia	C Cs D Ds M	18 m	100 cm	EA	Al	A	C	NA	Ago- Out	Nov- Abr	Ane/ Aut	Bx	VU/ LC*
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	timbó	C D	10 m	30 cm	EA	Me	L	C	NA	Out- Jan	Mar- Mai	Ane	Bx	NE

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Fabaceae														
<i>Bauhinia forficata</i> Link	pata-de- vacca	D	7 m	40 cm	C	Me	L	C	AP	Nov- Mar	Abr- Jul	Aut	Bx	NE/ LC*
		Ds												
		M												
		Cs												
		Cm												
<i>Calliandra brevipes</i> Benth.	caliandra	D	3 m	7 cm	C	Me	L	Ps	AP	Jan- Abr	Fev- Mai	Aut	Bx	NE
		Db												
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	falso- barbatimão	D	10 m	60 cm	EA/C	Me	A	Sc	AP	Nov- Mar	Jul- Set	Aut/ Zoo	Al	LC/ LC*
		M												
		Mm												
<i>Centrolobium microchaete</i> (Mart. ex Benth.) H.C.Lima	araribá- amarelo	D	22 m	80 cm	EA	Me	A	Sc	NA	Nov- Mar	Mar- Jun	Ane	Md	NE/ LC*
		Db												
		Ds												
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	jacarandá	M	10 m	50 cm	C	Al	A	Ps	AP	Nov- Abr	Abr- Ago	Ane	Bx	NE/ VU*
		Mm												
		D												
		Db												
		Ds												
		C												
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	timbaúva	D	20 m	80 cm	EA	Bx	L	C	AP	Nov- Fev	Mai- Jun	Aut	Md	NE/ LC*
		Db												
		Ds												
		Cs												
		Cm												
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	corticeira- do-banhado	D	8 m	40 cm	EA	Bx	A	C	NA	Out- Jan	Mar- Abr	Aut	Bx	NE/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Fabaceae														
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	corticeira- da-serra	D	25 m	90 cm	EA	Bx	A	C	NA	Ago- Nov	Dez- Jan	Ane	Bx	NE/ LC*
		Cs												
		Cm												
		M												
		Mm												
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	alecrim	C	20 m	80 cm	EA	Al	L	Ps	NA	Set- Out	Mar- Abr	Zoo	Bx	NE/ LC*
<i>Inga edulis</i> Mart.	ingá-cipó	Pm	15 m	60 cm	EA	Al	L	Sc	NA	Nov- Abr	Dez- Jan	Zoo	Bx	NE/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												
<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá-feijão	D	10 m	50 cm	EA	Bx	L	Sc	NA	Out- Fev	Mar- Mai	Zoo	Bx	NE/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												
<i>Inga virescens</i> Benth.	ingá-verde	Cm	7 m	40 cm	EA	Me	A	C	NA	Out- Dez	Dez- Mar	Zoo	Bx	LC/ LC*
		D												
		Dm												
		M												
		Mm												
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	falso-timbó	D	12 m	50 cm	EA	Me	L	Sc	NA	Nov- Jan	Jan- Fev	Aut	Bx	NE
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	farinha-seca	Cs	12 m	80 cm	EA	Me	L	Sc	NA	Dez- Jan	Abr- Jul	Ane	Bx	LC/ LC*
		D												
		Db												
		Dm												
		M												
		Mm												
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	sapuva	D	13 m	60 cm	EA	Me	A	Ps	NA	Jan- Fev	Jun- Jul	Ane	Bx	NE
		Db												
		Ds												
		M												
		Mm												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Fabaceae														
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	cabriúva	Cs	18 m	60 cm	EA	Al	A	C	NA	Ago- Out	Nov- Fev	Ane	Bx	LC/ DD*
		Cm												
		D												
		M												
		Mm												
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico- vermelho	Cs	25 m	110 cm	EA	Al	A	C	NA	Nov- Dez	Mai- Ago	Aut	Bx	NE/ LC*
		Cm												
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	pau-jacaré	C	14 m	50 cm	EA	Al	A	Sc	NA	Ago- Fev	Mai- Set	Aut/ Ane	Md	LC/ LC*
		D												
		Db												
		Ds												
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafistula	D	25 m	70 cm	EA	Me	L	C	AP	Dez- Fev	Mar- Abr	Ane	Bx	NE/ LC*
		M												
		Cm												
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	manduirana	D	7 m	30 cm	C	Bx	L	Sc	AP	Dez- Abr	Jun- Jul	Aut	Md	NE/ LC*
		Dm												
		M												
		Pm												
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	aleluia	D	8 m	40 cm	C	Bx	L	C	AP	Dez- Abr	Abr- Jul	Aut	Bx	NE/ LC*
		Db												
		Dm												
		Pm												
<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	ponçada	C	12 m	30 cm	C	Bx	L	Sc	AP	Fev- Abr	Abr- Jun	Aut	Bx	NE/ LC*
		D												
		Pm												
Lamiaceae														
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã	Cs	12 m	25 cm	EA	Me	L	C	AP	Out- Dez	Dez- Abr	Zoo	Md	NE/ LC*
		Cm												
		D												
		Db												
		Ds												
		Dm												
		M												
		Pm												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Lauraceae														
<i>Aiunea amoena</i> (Nees & Mart.) R.Rohde	canela-alho	D	25 m	70 cm	EA	Bx	A	Ps	NA	Out- Dez	Dez- Mar	Zoo/ Aut	Md	NE/ LC*
		M												
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	canela-fogo	C	20 m	90 cm	EA	Me	A	Ps	NA	Ago- Out	Fev- Abr	Zoo	Md	NE/ LC*
		D												
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & Mart	canela- fedida	C	15 m	70 cm	EA	Al	L	Ps	NA	Mai- Dez	Nov- Fev	Zoo	Md	LC
		D												
		Mm												
		MI												
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	canela- amarela	M	20 m	80 cm	EA	Me	A	Sc	NA	Out- Jan	Jan- Mar	Zoo	Al	NE/ LC*
		Cs												
		D												
		Ds												
<i>Nectandra megapota mica</i> (Spreng.) Mez	canela- merda	Cs	20 m	60 cm	EA	Al	L	Ps	AP	Abr- Mai	Out- Nov	Zoo	Md	NE/ LC*
		Cm												
		D												
		M												
		Mm												
		Pm												
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	canela- ferrugem	D	12 m	30 cm	EA	Bx	A	Ps	AP	Mar- Mai Set- Out	Jun- Ago Nov- Dez	Zoo	Bx	NE/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												
		Pm												
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela- guaicá	M	20 m	60 cm	EA/C	Bx	A	Sc	AP	Mar	Dez- Fev	Zoo	Al	NT/ LC*
		Mm												
		D												
		Ds												
		Dm												
		Cs												
		Cm												
		Pm												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DP	SC
Lauraceae														
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	canela- lageana	D	25 m	80 cm	EA	Me	A	Sc	AP	Nov- Fev	Mar- Mai	Zoo	Md	LC/ LC*
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
Lecythidaceae														
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	jequitibá- branco	D	25 m	80 cm	EA	Al	A	Sc	NA	Out- Jan	Jul- Set	Ane	Bx	NE
		Db												
		Ds												
Magnoliaceae														
<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	bagaçu	D	10 m	80 cm	EA	Me	L	Ps	NA	Nov- Dez	Ago- Out	Aut	Bx	LC/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												
Malpighiaceae														
<i>Byrsonima ligustrifolia</i> A. Juss.	baga-de- tucano	D	5 m	10 cm	C	Me	L	Ps	AP	Nov- Dez	Jan- Mai	Zoo	Md	LC/ LC*
Malvaceae														
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita- cavalo	M	18 m	80 cm	EA	Al	A	C	NA	Jan- Mar	Mai- Jul	Ane	Md	NE/ DD*
		Mm												
		D												
		Db												
		Cs												
		Cm												
Melastomataceae														
<i>Pleroma raddianum</i> (DC.) Gardner	manacá-da- serra	D	8 m	30 cm	C	Bx	A	Ps	AP	Dez- Mar	Mar- Mai	Ane	Md	LC
<i>Pleroma sellowianum</i> (Cham.) P.J.F.Guim. & Michelang.	quaresmeira	D	10 m	40 cm	EA/C	Me	A	Ps	AP	Fev- Jun	Mai- Ago	Ane	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Meliaceae														
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjerana	D	25 m	120 cm	EA	Me	A	C	NA	Set- Out	Ago- Nov	Zoo	Md	NE/ LC*
		Db												
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
		Cs												
		Cm												
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro-rosa	D	18 m	40 cm	EA	Me	A	C	NA	Set- Dez	Jul- Ago	Ane/ Aut	Bx	VU/ VU*
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
		MI												
		Cs												
		Cm												
<i>Trichilia claussoni</i> C.DC.	catiguá- vermelho	D	9 m	30 cm	C	Me	L	Sc	AP	Ago- Out	Jan- Mar	Zoo	Md	LC
		M												
		C												
Moraceae														
<i>Ficus arpaizusa</i> Casar.	figueira	D	5 m	40 cm	EA	Me	A	Ps	NA	Set- Nov	Dez- Fev	Zoo	Bx	NE
		Pm												
<i>Ficus cestrifolia</i> Schott ex Spreng.	figueira- branca	D	18 m	90 cm	EA	Bx	A	Sc	NA	Dez- Fev	Fev- Mai	Zoo	Bx	NE/ LC*
		Db												
		Pm												
Myristicaceae														
<i>Virola biculhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	bocuva	D	25 m	90 cm	EA	Me	A	Sc	NA	Jan- Mai	Jul- Nov	Zoo	Md	EN
		Db												
		Ds												
Myrtaceae														
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	murta	D	20 m	40 cm	EA	Al	A	Ps	NA	Out- Dez	Jan	Zoo	Bx	LC
		M												
		Mm												
		C												
		Pm												
		Eg												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Myrtaceae														
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	guavirobão	Cs	8 m	30 cm	EA/C	Al	A	Ps	AP	Out- Dez	Mar	Zoo	Md	NE
		M												
		Mm												
		D												
		Db												
		Ds												
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	sete-capotes	Dm	8 m	30 cm	EA	Me	L	C	NA	Out- Dez	Dez- Mai	Zoo	Md	NE/ LC*
		D												
		C												
		M												
		Mm												
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	guabirola	C	15 m	45 cm	EA	Al	A	Sc	NA	Set- Out	Dez- Jan	Zoo	Bx	LC
		D												
		Ds												
		Dm												
		M												
<i>Eugenia astringens</i> Cambess.	bagaçu	D	8 m	25 cm	C	Me	L	Ps	AP	Fev- Abr	Jul- Out	Zoo	Bx	LC/ LC*
		Pm												
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	guamixama	D	12 m	40 cm	C	Me	A	Ps	AP	Set- Nov	Nov- Dez	Zoo	Al	LC
		Db												
		Ds												
		Dm												
		M												
<i>Eugenia catharinae</i> O.Berg	guamirim- mole	Pm	3 m	8 cm	C	Al*	L	Ps	AP	Out- Mar	Nov- Abr	Zoo	Bx	NE
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	guamirim	D	14 m	50 cm	EA	Me	A	Ps	NA	Mar- Abr	Ago- Out	Zoo	Bx	LC
		Pm												
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	cerejeira	D	15 m	40 cm	C	Al	L	Ps	AP	Set- Nov	Nov- Dez	Zoo	Md	NE/ LC*
		M												
		Cs												
		Eg												
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	jabuticaba- do-mato	C	18 m	50 cm	EA	Al	L	Sc	NA	Out- Dez	Fev- Abr	Zoo	Bx	LC
		M												
		Mm												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Myrtaceae														
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	uvaia	M	6 m	30 cm	C	Al	A	C	AP	Dez- Fev	Out- Dez	Zoo	Md	NE/ LC*
		Mm												
		MI												
		Cs												
		Cm												
<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitanga	Mm	6 m	15 cm	C	Al	L	Sc	AP	Ago- Nov	Out- Jan	Zoo	Bx	NE/ LC*
		Cs												
		Cm												
		D												
		Db												
<i>Feijoa sellowiana</i> (O.Berg) O.Berg	goiaba- serrana	M	7 m	20 cm	C	Al	A	Sc	AP	Set- Nov	Mar- Mai	Zoo	Bx	LC/ LC*
		Mm												
		MI												
		Eg												
<i>Myrcogenia euosma</i> (O.Berg) D.Legrand	guamirim- do-branco	D	3 m	40 cm	C	Me	A	Ps	AP	Nov- Jan	Jan- Mar	Zoo/ Aut	Md	LC
		M												
		MI												
		Eg												
<i>Myrcogenia miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	guamirim	Eg	4 m	25 cm	C	Me	A	Sc	AP	Out- Nov	Fev- Mar	Zoo	Md	LC/ NT*
		D												
		M												
<i>Myrcia brasiliensis</i> Kiaersk.	guamirim- araçá	D	10 m	30 cm	EA	Al*	L	Ps	AP	Dez- Fev	Mar- Out	Zoo	Bx	NE
		Pm												
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	cambuí	D	6 m	15 cm	C	Al*	L	Ps	AP	Nov- Jan	Fev- Abr	Zoo	Bx	NE/ LC*
		M												
<i>Myrcia oblongata</i> DC.	guamirim- do-campo	D	7 m	8 cm	C	Me	L	Ps	AP	Nov- Dez	Mai- Jun	Zoo	Bx	LC/ LC*
		M												
<i>Myrcia palustris</i> DC.	pitangueira- do-mato	D	4 m	10 cm	C	Bx	L	Ps	AP	Nov- Jan	Fev- Jun	Zoo	Bx	NE/ LC*
		M												
		Pm												
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N.Silveira	cambuí	M	5 m	10 cm	C	Al	L	Sc	AP	Out- Dez	Jan- Mar	Zoo	Bx	NE/ LC*
		D												
		Eg												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Myrtaceae														
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	guamirim- da-folha- fina	D	8 m	25 cm	C	Me	L	Sc	AP	Nov- Dez	Dez- Fev	Zoo	Bx	NE/ LC*
		M												
		Pm												
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	araçá-do- mato	D	12 m	60 cm	EA	Al	L	Sc	NA	Nov, Dez	Fev, Mar	Zoo	Md	LC
		M												
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand	guabiju	M	15 m	40 cm	EA	Al	L	Ps	NA	Set- Nov	Jan- Mar	Zoo	Bx	LC/ EN*
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg	cambuí	M	8 m	30 cm	C	Al	L	Sc	AP	Abr- Set	Dez- Mar	Zoo	Md	NE/ LC*
		Mm												
		MI												
		D												
<i>Myrciaria plinioides</i> D.Legrand	cambuí	D	4 m	20 cm	C	Al	L	Sc	AP	Out- Nov	Fev- Mar	Zoo	Md	EN/ EN*
		Db												
		Ds												
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg	camboim	D	5 m	30 cm	C	Al	L	Sc	AP	Dez- Fev	Set- Out	Zoo	Md	DD/ LC*
		M												
		Pm												
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	carrapateira	D	10 m	25 cm	EA	Al	L	Ps	NA	Ago- Nov	Fev, Mai	Zoo	Md	NE/ LC*
		M												
		Mm												
		MI												
		Pm												
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	jabuticaba	M	20 m	35 cm	EA	Al	L	Sc	NA	Set- Nov	Out- Dez	Zoo	Bx	LC
		D												
<i>Psidium cattleyanum</i> Sabine	araçá	D	5 m	25 cm	C	Al	L	Ps	AP	Jun- Dez	Set- Mar	Zoo	Bx	LC
		Ds												
		Dm												
		Db												
Ochnaceae														
<i>Ouratea parviflora</i> (A.DC.) Baill.	canela-de- veado	D	4 m	6 cm	C	Me*	L	Sc	AP	Dez- Jan	Fev- Mar	Zoo	Bx	NE/ LC*

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Pentaphylacaceae														
<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	pinta-moça	D	6 m	15 cm	C	Me	L	Sc	AP	Out- Dez	Mar- Abr	Zoo	Bx	LC/ LC*
		Dm												
		M												
		MI												
		Pm												
		Eg												
Primulaceae														
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	capororoca	M	9 m	40 cm	C	Me	L	Ps	AP	Mar- Mai	Nov	Zoo	Md	NE/ LC*
		D												
		Ds												
		Dm												
		Pm												
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	capororoca- branca	D	6 m	30 cm	C	Me	A	Ps	AP	Jun- Jul	Out- Dez	Zoo	Md	NE/ LC*
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	capororocão	Cs	4 m	50 cm	EA	Al	A	Ps	NA	Mai- Ago	Out- Fev	Zoo	Md	NE/ LC*
		Cm												
		D												
		Db												
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
Podocarpaceae														
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	pinheiro- bravo	D	15 m	120 cm	EA	Bx	L	Ps	NA	Mar- Abr	Jan	Zoo	Md	LC/ NT*
		M												
		Mm												
		MI												
Proteaceae														
<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S.Edwards	carvalho- brasileiro	M	20 m	60 cm	EA	Al	L	C	NA	Dez	Abr- Jul	Anc	Al	NE/ LC*
		Mm												
		D												
<i>Roupala pallida</i> K. Schum.	carvalho	Pm	6 m	10 cm	C	Al	L	Ps	AP	Dez- Jan	Jun- Ago	Anc	Bx	EN

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Rubiaceae														
<i>Alseis floribunda</i> Schott	aramação- da-serra	M	10 m	60 cm	EA	Al	L	C	NA	Ago- Set	Nov- Jan	Ane	Md	NE/ LC*
		D												
		Pm												
<i>Contarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	quina	D	5 m	15 cm	C	Me	A	Sc	AP	Jul- Ago	Set- out	Ane	Al	NE/ LC*
		C												
		M												
<i>Rudgea parquoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	jasmim-do- mato	D	1,5 m	2 cm	C	Me	L	Ps	AP	Out- Dez	Jan- Mar	Zoo	Md	CR
Rutaceae														
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	guatambú	D	20 m	50 cm	EA	Me	L	C	AP	Out- Dez	Jan- Set	Ane	Bx	NT/ EN*
		C												
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de- cadela	D	15 m	40 cm	EA	Me	L	C	NA	Set- Jan	Jan- Abr	Zoo	Md	NE/ LC*
		Dm												
		Pm												
Salicaceae														
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga- miúda	M	7 m	40 cm	C	Me	A	C	AP	Jul- Ago	Out	Zoo	Md	NE/ LC*
		D												
		C												
		Pm												
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	carvalinho	M	8 m	40 cm	C	Al	A	Sc	AP	Jul- Set	Set- Dez	Zoo	Md	NE/ LC*
		C												
		D												
		Pm												
Salicaceae <i>Casearia obliqua</i> Spreng.	guaçatunga- vermelha	C	12 m	40 cm	EA	Me	A	C	NA	Nov- Fev	Fev- Abr	Zoo/ Aut	Md	LC/ LC*
		M												
		D												
		Pm												
<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	cuiteleiro	M	4 m	25 cm	C	Me	A	Sc	AP	Out- Dez	Jan- Fev	Zoo	Md	NE/ LC*
		Mm												
		D												
		Dm												
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	salseiro	M	9 m	50 cm	EA	Bx	A	C	NA	Set- Nov	Dez- Jan	Ane	Md	LC/ LC*
		D												
		C												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Sapindaceae														
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	chal-chal	C	8 m	25 cm	C	Me	L	Ps	AP	Set- Nov	Nov- Dez	Zoo	Bx	NE/ LC*
		D												
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	camboatá- vermelho	C	25 m	80 cm	EA	Me	A	.Ps	NA	Fev- Set	Out- Dez	Zoo	Bx	NE/ LC*
		D												
		Ds												
		Dm												
		M												
		Mm												
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	maria-preta	C	23 m	70 cm	EA	Al	A	Sc	NA	Set- Out	Out- Nov	Ane	Md	NE
		M												
		D												
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	vassoura- vermelha	Pm	4 m	25 cm	C	Me	L	C	AP	Mai- Ago	Set- Nov	Ane	Bx	NE/ LC*
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	camboatá- branco	C	13 m	50 cm	EA	Me	L	Ps	NA	Out	Nov	Zoo	Md	NE/ LC*
		D												
		Dm												
		M												
		Mm												
Sapotaceae														
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	aguaí	D	10 m	80 cm	C	Me	A	Sc	AP	Set- Nov	Ago- Out	Zoo	Bx	NE/ LC*
Solanaceae														
<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D.Don	manacá-da- serra	D	3 m	5 cm	C	Me	A	Ps	AP			Aut	Bx	NE/ LC*
		M												
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	caixeta	C	10 m	30 cm	C	Bx	A	Sc	AP	Set- Nov	Jan- Mar	Zoo	Bx	LC
		D												
		M												
		Pm												

(continua)

(continuação)

Família Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Styracaceae														
<i>Styrax acuminatus</i> Pohl	pau-de-remo	C	8 m	30 cm	EA	Me	A	Ps	NA	Set-Out	Set-Nov	Aut/Zoo	Md	LC
		M												
		Mm												
		D												
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	carne-de-vaca	M	11 m	35 cm	EA	Bx	A	Ps	NA	Dez-Mar	Jan-Mai	Zoo	Bx	NE/LC*
		D												
Symplocaceae														
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	sete-sangrias	C	5 m	25 cm	C	Bx	L	C	AP	Out-Nov	Jan-Fev	Zoo	Bx	NE/LC*
		D												
		M												
<i>Symplocos glandulosomarginata</i> Hoehne	canela-falsa	D	8 m	40 cm	C	Bx	L	Ps	AP	Jun-Jul	Fev-Mar	Zoo	Md	LC
		Ds												
		M												
		Mm												
		Eg												
Theaceae														
<i>Laplacea fruticosa</i> (Schrad.) Kobuski	juruvoça	D	15 m	50 cm	EA	Me	L	Ps	NA	Mai-Out	Fev-Jul	Ane	Bx	NE/LC*
		Dm												
		M												
		Mm												
		MI												
		Eg												
		Pm												
Verbenaceae														
<i>Citbarexylum myrianthum</i> Cham.	tarumã-branco	D	12 m	60 cm	EA	Me	A	C	NA	Nov-Dez	Fev-Mar	Zoo	Bx	NE
		Db												
		M												
<i>Duranta vestita</i> Cham.	fruta-de-jacu	D	4 m	20 cm	C	Bx	A	C	AP	Out-Dez	Fev-Abr	Zoo	Md	NE/LC*
		M												
Winteraceae														
Winteraceae <i>Drimys brasiliensis</i> Miers	casca d'anta	C	4 m	40 cm	C	Me	L	Ps	AP	Jul-Ago	Out-Nov	Zoo	Md	LC
		D												
		M												

Fonte: Lista elaborada a partir de dados do Flora e Funga do Brasil [13],
Carvalho [14–18], Lorenzi [19–21], Saueressig [22] e Dryad Data [23].

Nota: Unidades Fitoecológicas do estado – IBGE, 2004 (**UF**); Floresta Ombrófila Densa (D); Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Db); Floresta Ombrófila Densa Submontana (Ds); Floresta Ombrófila Densa Montana (Dm); Floresta Ombrófila Mista (M); Floresta Ombrófila Mista Montana (Mm); Floresta Ombrófila Mista Altomontana (Ml); Floresta Estacional Decidual (C); Floresta Estacional Decidual Submontana (Cs); Floresta Estacional Decidual Montana (Cm); Formação Pioneira de Influência Marinha – Restinga (Pm); Estepe Gramíneo-lenhosa (Eg); Altura média (**AM**); Diâmetro do caule na altura do peito (**DAP**); Adequada para (**AP**); **C**: Calçadas; **EA**: Espaços abertos; Densidade da madeira (**DM**); **Bx**: Baixa ($< 0,550 \text{ g.cm}^{-3}$); **Me**: Média (entre $0,550$ e $0,720 \text{ g.cm}^{-3}$) e **Al**: Alta ($> 0,730 \text{ g.cm}^{-3}$), NA: não se aplica (Arecaceas); DM*: Dryad Data [23] (média densidade do gênero); Textura de folha (**TexF**): **A**: Áspera; **L**: Lisa; Persistência das folhas (**PF**): **Ps**: Persistente (*perenifolia*); **C**: Caduca (*caducifolia*); **Sc**: Semi-caduca (*semidecídua*); Raiz (**R**): **AP**: Apropriada para plantio em calçadas; **NA**: não apropriada para plantio em calçadas; Época de florescimento (**EFl**); Época de frutificação (**EFr**); Dispersão (**D**): **Zoo**: Zoocórica; **Ane**: Anemocórica; **Aut**: Autocórica; **Hid**: Hidrocórica; Dificuldade de produção em viveiro (**DPr**): **Bx**: Baixa; **Md**: Média; **Al**: Alta; Status de conservação (**SC**) Flora e Funga do Brasil [13]: **NA**: Não ameaçada; **LC**: Pouco preocupante; **NT**: quase ameaçada; **VU**: Vulnerável; **DD**: Dados insuficientes; **NE**: Não avaliada; **EN**: em perigo; **CR**: criticamente em perigo; *IUCN [27].

Muitas espécies listadas são comuns na arborização de cidades do estado, como por exemplo *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo), *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo), *Jacaranda puberula* (carobinha), *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva), *Calliandra brevipes* (caliandra), *Peltophorum dubium* (canafístula), *Senna multijuga* (aleluia), entre outras espécies, que já têm sua adaptação a ambientes urbanos testada e conhecida (Figura 4). Muitas dessas espécies são facilmente encontradas em viveiros e floriculturas locais. Entretanto, parte significativa da lista foi selecionada pelo elevado potencial de uso em ambientes urbanos, embora ainda sejam pouco conhecidas quanto à adaptação às condições urbanas e à sua produção em viveiros. Outro aspecto relevante é que, mesmo quando disponíveis no comércio, as mudas frequentemente não apresentam o padrão e a qualidade exigidos para a arborização urbana.

Nesse sentido, torna-se fundamental incentivar a produção de mudas de espécies nativas com diversidade e qualidade adequadas, de modo a garantir sua utilização de forma eficiente e planejada na arborização das cidades.

Figura 17.4 – Espécies nativas utilizadas na arborização urbana em Santa Catarina.

- a) *Butia eriospatha* (butiá); b) *Araucaria angustifolia* (pinheiro-brasileiro); c) *Peltophorum dubium* (canafístula);
d) *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba); e-f) *Syagrus romanzoffiana* (jerivá);
g) *Erythrina crista-galli* (corticeira-do-banhado); h) *Jacaranda puberula* (carobinha).



Fonte: Autores.

Entre as espécies com potencial para arborização urbana, a família Myrtaceae se destaca pela riqueza, representando aproximadamente 20% da lista. A elevada representatividade das mirtáceas nativas se justifica pelas características favoráveis à arborização urbana, embora seu uso ainda seja

limitado. As espécies dessa família incluem plantas frutíferas, muitas com frutos de sabores exóticos e propriedades nutraceuticas, consumíveis in natura ou utilizados em geleias e sorvetes, e grande parte apresenta potencial fitoterápico, com eficácia já comprovada. Além disso, possuem alto valor ornamental, com floração abundante, diferentes arquiteturas de copa, texturas visuais atrativas, sombra generosa e portes variados, tornando-as versáteis para utilização em diferentes espaços urbanos (Figura 5).

Figura 17.5 – Espécies de Myrtaceae com ocorrência natural em Santa Catarina e potencial para arborização urbana. Cada espécie tem o seu caule, as suas flores e os seus frutos representados em cada linha da prancha. a) *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba); b) *Eugenia pluriflora* (papa-gueia); c) *Feijoa sellowiana* (goiaba-serrana); d) *Myrcia palustris* (pitanga-do-mato); e) *Myrcianthes gigantea* (araçá-do-mato).



Fonte: Autores.

As mirtáceas com ocorrência natural em Santa Catarina constituem importantes componentes da biodiversidade do Bioma Mata Atlântica, desempenhando funções e serviços ecossistêmicos essenciais. Além disso, essas espécies atuam como bioindicadoras de fertilidade e acidez do solo [24], indicam estágios sucessionais mais avançados na Mata Atlântica [25] e são estratégicas na seleção de áreas para proteção de uso sustentável [26]. Dessa forma, as Myrtaceae se destacam pelas diversas possibilidades de uso, configurando-se como um grupo relevante para a conservação da diversidade florística em áreas urbanas.

A lista de espécies também inclui nativas classificadas quanto ao risco de extinção: crítico (*Rudgea parquiioides*); em perigo (*Araucaria angustifolia*, *Balfourodendron riedelianum*, *Butia eriospatha*, *Myrciaria plinioides*, *Roupala pallida*, *Virola bicubhyba*); vulnerável (*Apuleia leiocarpa*, *Cedrela fissilis*, *Dalbergia brasiliensis*, *Euterpe edulis*, *Myrcianthes pungens*, *Xylopia brasiliensis*) e outras como menos preocupantes.

A inclusão de espécies ameaçadas de extinção no planejamento da arborização urbana em cidades catarinenses é essencial, não apenas para garantir sua conservação e integração com os ambientes naturais circundantes, mas também para promover seu conhecimento e apreciação pela população, fortalecendo o senso de proteção nos centros urbanos.

17.4. Considerações finais

A vegetação nativa de Santa Catarina representa um patrimônio biológico singular, resultado da interação de diferentes fitofisionomias que compõem o bioma Mata Atlântica. Essa riqueza florística, entretanto, ainda não encontra a devida expressão no planejamento e na prática da arborização urbana. A carência de mudas de qualidade, somada à limitada disponibilidade de espécies nativas no mercado, contribui para a manutenção de um modelo de arborização pouco diverso e frequentemente baseado em espécies exóticas.

A valorização da flora local, com o incentivo à produção e uso de espécies nativas, constitui estratégia essencial para fortalecer a identidade paisagística das cidades catarinenses, ampliar a provisão de serviços ecossistêmicos e contribuir para a conservação dos remanescentes florestais. Para isso, é fundamental o engajamento de instituições públicas, universidades, setor privado e sociedade civil, de modo a criar uma rede de cooperação que estimule pesquisas, produção de mudas, difusão de conhecimento técnico e sensibilização da população.

Avançar na integração entre arborização urbana e conservação da biodiversidade significa não apenas embelezar os espaços públicos, mas também promover resiliência ambiental e qualidade de vida. Nesse sentido, a adoção planejada e criteriosa de espécies nativas deve ser vista como um compromisso com o futuro das cidades e com a proteção da diversidade biológica que caracteriza Santa Catarina.

17.5. Referências

- [1] Campanili M, Schäffer WB. Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2010.
- [2] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Mapa de classificação da vegetação brasileira [Internet]. 2004 [acesso 22 set. 2020]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/10872-vegetacao.html>
- [3] Klein RM. Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina. In: Reitz R, editor. Flora ilustrada catarinense. Parte V: mapa fitogeográfico. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues; 1978.
- [4] Vibrans AC, Sevegnani L, Gasper AL, Lingner DV. Inventário florístico florestal de Santa Catarina. Vol. 1. Diversidade e conservação dos remanescentes florestais. Blumenau: Edifurb; 2012.
- [5] Thomazi RD, Rocha RT, Oliveira MV, Bruno AS, Silva AG. Um panorama da vegetação das restingas do Espírito Santo no contexto do litoral brasileiro. Nat Online. 2013;11(1):1-6.
- [6] Reitz PR. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. Sellowia. 1961;13(13):17-117.
- [7] Silva WC, Marangon LC, Ferreira RLC, Feliciano ALP, Costa Júnior RF. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, zona da mata sul de Pernambuco. Cienc Flor. 2007; 17(4):321-31.
- [8] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira [Internet]. Florianópolis; 2012 [acesso 22 set. 2020]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>
- [9] Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE; 1991.
- [10] Vibrans AC, Sevegnani L, Gasper AL, Lingner DV. Inventário florístico florestal de Santa Catarina. Vol. 3. Floresta Ombrófila Mista. Blumenau: Edifurb; 2013.
- [11] Gasper AL, Uhlmann A, Sevegnani L, Lingner DV, Rigon-Júnior MJ, Verdi M, et al. Inventário florístico florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Estacional Decidual. Rodriguésia. 2013;64(3):427-43.
- [12] Serviço Florestal Brasileiro (SFB). Inventário florestal nacional: principais resultados: Santa Catarina. Brasília: SFB; 2018.
- [13] Flora e Funga do Brasil [Internet]. [acesso 1 jul. 2024]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- [14] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 1. Brasília: Embrapa; 2003.
- [15] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 2. Brasília: Embrapa; 2006.
- [16] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 3. Brasília: Embrapa; 2008.
- [17] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 4. Brasília: Embrapa; 2010.
- [18] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 5. Brasília: Embrapa; 2014.
- [19] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 1. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 1992.
- [20] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 1998.
- [21] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 3. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2009.

- [22] Saueressig D. Plantas do Brasil: árvores nativas. Vol. 1. Irati: Plantas do Brasil; 2014.
- [23] Dryad. Dryad database [Internet]. [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://datadryad.org/stash>
- [24] Gomes JP, Stedille LIB, Milani JEF, Montibeller-Silva K, Mantovani A, Bortoluzzi RLC. Beta diversity as an indicator of priority areas for Myrtaceae assemblage conservation in subtropical Araucaria Forest. *Biodivers Conserv*. 2020;29:1361-79.
- [25] Brancalion PHS, Holl KD. Functional composition trajectory: a resolution to the debate between Suganuma, Durigan, and Reid. *Restor Ecol*. 2016;24:1-3.
- [26] Gomes JP, Stedille LIB, Milani JE, Montibeller-Silva K, Costa NCF, Gatiboni LC, et al. Edaphic filters as abiotic drivers of Myrtaceae assemblages in subtropical Araucaria Forest. *Plant Soil*. 2020;454:187-206.
- [27] International Union for Conservation of Nature (IUCN). The IUCN Red List of Threatened Species [Internet]. [acesso 1 jul. 2024]. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>

Capítulo 18

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO RIO GRANDE DO SUL E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

*Por Maria do Carmo Conceição Sanchotene (in memoriam),
Bibiana Cassol, Flávio Barcelos Oliveira e Paulo Renato Backes*

18.1. Destaques deste capítulo

1. O território do Rio Grande do Sul é marcado pela presença de dois biomas, Mata Atlântica e Pampa, sendo este último predominante e ocupando cerca de 63% da área estadual, compondo paisagens singulares de campos, capões e banhados;
2. A Mata Atlântica no estado encontra-se altamente reduzida e fragmentada, restando aproximadamente 7,5% de sua cobertura original, o que evidencia a necessidade de ações voltadas à conservação e ao manejo;
3. São indicadas 157 espécies arbóreas nativas com potencial de aplicação em áreas urbanas, reunindo conhecimentos técnicos, bibliográficos e de campo;
4. As famílias botânicas Myrtaceae, Fabaceae e Bignoniaceae concentram grande parte das espécies mais empregadas na arborização urbana, tanto pelo valor ornamental quanto pelo papel ecológico que desempenham;
5. A cidade de Porto Alegre consolidou-se como referência nacional no uso de espécies nativas em áreas urbanas, experiência iniciada ainda na década de 1940 e intensificada a partir dos anos 1980.

18.2. Introdução

O estado do Rio Grande do Sul apresenta clima com quatro estações bem definidas, caracterizado por invernos rigorosos e verões quentes, sendo influenciado pelo vento Minuano, que intensifica a sensação térmica de frio. A região apresenta variações climáticas significativas em relação a outros estados do Brasil, o que impacta diretamente na distribuição da vegetação e nos sistemas produtivos [1].

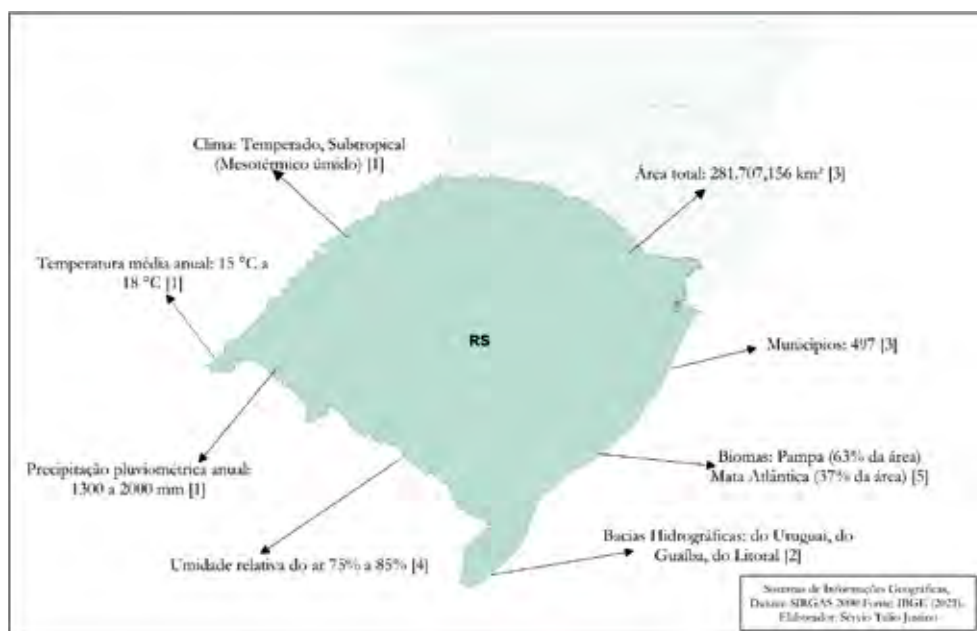
O território é rico em recursos hídricos, com três grandes bacias hidrográficas e mais de 80 rios, destacando-se o rio Uruguai, seguido pelos rios Pelotas, Ijuí, Ibicuí, Camaquã, Jacuí e Taquari-Antas. Entre os principais corpos d'água encontram-se o Lago Guaíba, a Lagoa Mirim

e a Laguna dos Patos. Além disso, o estado possui importantes reservas de águas subterrâneas, incluindo parte do Aquífero Guarani [2].

A vegetação natural é composta principalmente por campos nativos, Floresta Estacional Decidua, Floresta Ombrófila Mista e restingas, com áreas de transição entre biomas, formando mosaicos vegetacionais. Grande parte do território é destinada à agricultura e à pecuária, sendo o estado referência nacional na produção de grãos e carnes. Entretanto, a expansão agrícola e urbana tem provocado fragmentação da vegetação nativa, afetando a biodiversidade e a disponibilidade hídrica.

Nos últimos anos, a distribuição das chuvas tem se tornado irregular, com picos de inundações e períodos de estiagem, impactando tanto o setor produtivo quanto a conservação das florestas e ecossistemas aquáticos. A Figura 1 apresenta um panorama geral das características territoriais do Rio Grande do Sul, integrando informações sobre relevo, hidrografia e uso do solo.

Figura 18.1 – Dados territoriais gerais do Rio Grande do Sul.



Fonte: Sérgio Justino; IBGE; Zabotto Ambiental.

O estado do Rio Grande do Sul abriga dois biomas: a Mata Atlântica e o Pampa, este último predominante, ocupando cerca de 63% do território estadual, e se estendendo ainda para o Uruguai e a Argentina. O Pampa apresenta alta biodiversidade e uma estrutura paisagística característica, formada por campos, banhados, extensos trechos de matas ciliares, capões e caponetes, além de coxilhas, serranias e grandes áreas planas.

A Mata Atlântica ocupa cerca de 37% da área do Rio Grande do Sul e constitui o principal bioma florestal do estado. Entre suas formações destacam-se as florestas de araucária, presentes principalmente na Serra Gaúcha. Atualmente, restam apenas 7,5% das áreas remanescentes de Mata Atlântica no estado, apresentando elevado grau de fragmentação em relação à cobertura original [6].

18.3. As florestas sul brasileiras no Rio Grande do Sul

A cobertura florestal original do Rio Grande do Sul, estimada em aproximadamente 40% da área do estado [7], reduziu-se para menos de 10% na década de 1970, ou cerca de 2% quando consideradas apenas as florestas primárias remanescentes. Atualmente, a cobertura florestal nativa, composta principalmente por matas secundárias, corresponde a aproximadamente 15% do território [8].

Do ponto de vista fitogeográfico, a região Sul do Brasil apresenta quatro grandes tipos de formações florestais predominantes na paisagem: Mata Atlântica, Mata com Araucária, Mata Subtropical da Bacia Cisplatina e Mata Subxerófila (Tabela 1).

Tabela 18.1 – Correspondência das formações florestais existentes no estado do Rio Grande do Sul com as Unidades Fitoecológicas (Figura 2) onde são encontradas, conforme classificação IBGE [10].

Formação Florestal	Unidade Fitoecológica
Mata Atlântica	Floresta Ombrófila Densa
Mata de Araucária	Floresta Ombrófila Mista
Mata Subtropical da Bacia Cisplatina (Rios Paraná e Uruguai)	Florestas Estacional Decidual e Semidecidual
Mata Subxerófila	Savana Estépica

Figura 18.2 – Unidades Fitoecológicas [10] presentes no estado do Rio Grande do Sul e cidades referência para demais municípios gaúchos em relação ao tipo de vegetação.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

A Mata Subxerófila [9] é uma formação arbórea específica do Bioma Pampa, de caráter savanoide, composta por bosques de espécies adaptadas a solos bem drenados e condições climáticas

com secas periódicas, ainda que sem uma sazonalidade regular. Difere do Cerrado ou da Caatinga por ocorrer em regiões com índices pluviométricos anuais mais elevados, embora tenha várias espécies em comum com esses biomas. Trata-se de uma flora remanescente de climas semiáridos que se adaptou ao clima subtropical do Rio Grande do Sul.

Cada formação ocupa territórios distintos, determinados pelas condições morfoclimáticas locais, como geologia, relevo e clima. Nas áreas de transição entre essas formações, conhecidas como zonas de tensão ecológica, ocorre mistura das florestas, gerando mosaicos de vegetação. As três primeiras formações predominam nos domínios do Bioma Mata Atlântica, enquanto a Mata Subxerófila está concentrada principalmente no Bioma Pampa.

18.4. Espécies nativas do Rio Grande do Sul com potencial para arborização urbana

A floresta urbana, definida como toda cobertura vegetal situada dentro do perímetro urbano, inclui tanto áreas públicas quanto privadas, abrangendo espécies arbóreas presentes em bosques e jardins residenciais, na arborização de ruas e em áreas verdes [11]. Quando inserida na paisagem urbana por ação antrópica, a árvore deve ser planejada, e o ambiente ao seu redor preparado para receber seu desenvolvimento.

A escolha da espécie depende do local de implantação, seja em vias públicas (calçadas e canteiros centrais), espaços abertos (praças e parques), unidades de conservação ou áreas privadas.

Nesse contexto, os critérios de seleção consideram fatores associados ao local, garantindo melhor integração da árvore com o meio físico, maior sucesso no estabelecimento, pleno desenvolvimento morfológico e menor necessidade de podas.

Com diretrizes de planejamento bem definidas, aplicadas regionalmente ou pontualmente, é possível adotar o conceito da “árvore certa para o local certo”. Embora as espécies nativas sejam geralmente mais adequadas ao território, nem todas se adaptam às condições urbanas. Por isso, é fundamental considerar as características abióticas dos ambientes de ocorrência natural das espécies.

A listagem proposta inclui 157 espécies arbóreas nativas do Rio Grande do Sul (Tabela 2). Sua elaboração baseou-se tanto na literatura quanto na experiência de campo dos técnicos envolvidos neste estudo, abrangendo conhecimentos botânicos e práticas relacionadas à aplicação e manejo das espécies em ambientes urbanos.

Tabela 18.2 – Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado do Rio Grande do Sul – Lista Aberta

Atributos ecológicos, morfológicos, fenológicos, reprodutivos e de adequação de plantio às cidades.

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DP	SC
Anacardiaceae														
<i>Schinus molle</i> L.	aroeira-salso	E	4-8,20	15-35	C, EA	Bx	L	Ps	AP	Ago- Nov	Dez- Mar	Zoo, Hid	Bx	NA
		C												

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DP _r	SC
Anacardiaceae														
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira- vermelha	D	5-10,15	10- 30,60	C, EA	Al	L	Ps	AP	Jul-Set/ Nov- Mar	Dez- Jul	Zoo	Bx	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Astronium balansae</i> Engl.	pau-ferro, urunday	E	12-20,25	20- 40,60	C, EA	Al	L	C	AP	Nov- Jan	Jan- Fev	Ane	Bx	EN
		C												
Annonaceae														
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	araticum	D	7-14	30-40	C, EA	Bx	L	C	AP	Set-Out	Nov- Mar	Zoo	Md	NA
		C												
		F												
<i>Annona sylvatica</i> A. St.-Hil.	araticum	M	6-8,15	30-40	C, EA	Bx	A	Ps	AP	Set-Dez	Jan- Abr	Zoo	Md	NA
		D												
Apocynaceae														
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	peroba-rosa, guatambu	D	10-15,30	40-60	C, EA	Al	L	Ps, Sc	AP	Ago- Nov/ Out-Jan	Jul- Ago/ Out- Nov	Zoo	Md	NA
Aquifoliaceae														
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	caúna	D	4-9,17	25-45	C, EA	Bx	L	Ps	AP	Out- Abr	Set- Out	Zoo	Bx	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	erva-mate	M	4-10,15	30-40	C, EA	Bx	L	Ps	AP	Out- Dez	Jan- Mar	Zoo	Bx	NA
		C												
		F												
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	caúna	D	12-18	30-50	C, EA	Me	L	Ps	AP	Set-Dez	Mai- Jun	Zoo	Md	NA
		M												
Araliaceae														
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	pau-tamanco	D	6-14	25-35	C, EA	Bx	L	Ps	AP	Mai-Jul	Jul- Set	Zoo	s/d	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	caixeta	D	20-30,35	60-90	EA	Me	L	Ps	AP	Nov- Mai	Jul- Out	Zoo	Bx	NA
		C												
		F												
Araucariaceae														
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	araucária, pinheiro- brasileiro	M	10-20,35	50-120	EA	Bx	L	Ps	AP	Set- Out/ Ago- Dez	Abr- Jun/ Fev- Dez	Zoo	Bx	VU

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DP _r	SC
Arecaceae														
<i>Bactris setosa</i> Mart.	tucum	P D	2-6	3-4	EA*	s/d	L	Ps	AP	Nov- Dez	Jan- Mar	Zoo	Al	NA
<i>Butia odorata</i> (Barb.Rodr.) Noblick	butiazeiro	E P D	3-6,8	20- 30,60	C, EA	s/d	L	Ps	AP	Out- Abr	Fev- Mar	Zoo	Al	EN
<i>Enterpe edulis</i> Mart.	palmito-juçara	D	8-15,20	5-15	EA	s/d	L	Ps	AP	Out- Nov	Jul- Ago/ Mar- Jun	Zoo, Aut	Md	EN
<i>Syagrus romanoffiana</i> (Cham.) Glassman	jerivá	D C F E	7-15	20-30	C, EA	Al	L	Ps	AP	Jan- Fev/ Set-Out	Fev- Jun/ Out- Nov	Zoo	Md	NA
<i>Trithrinax brasiliensis</i> Mart.	carandá	P E	8-12,15	35	EA*	Al	L	Ps	AP	Out- Nov	Dez- fev	Zoo	Al	CR
Asteraceae														
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	cambará	D C F M E P	5-10,12	20-40	EA **	Me	A	Ps	AP	Out- Fev/ Jul-Abr	Dez- Mai/ Mar- Jul	Ane	Md	NA
Bignoniaceae														
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	ipê-verde	D C F	6-12,18	15-40	C, EA	Me	L	C	AP	Dez- Mar	Mai- Out	Ane	Md	NA
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	ipê-da-serra	M	15-20,30	40-80	C, EA	Al	A	C	AP	Jul- Dez/ Ago- Nov	Out- Dez/ Out- Jun	Ane	Md	NA
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	ipê-roxo	C	8-20,35	30-60	C, EA	Al	L	C	AP	Jun- Ago/ Set-Fev	Ago- Nov/ Out- Nov	Ane	Md	NA
<i>Handroanthus pulcherrimus</i> (Sandwith) Mattos	ipê-da-praia	P D C	6-10	20- 40,60	C, EA	Al	A	C	AP	Nov- Jan	Jan- Mar	Ane	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DP	SC
Bignoniaceae														
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	ipê-da-várzea	D	10-15,20	40-50	C, EA	Al	A	C	AP	Ago- Nov	Out- Nov	Ane	Md	NA
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	caroba	D C	10-20,25	30-50	C, EA	Bx	L	C	AP	Out- Dez/ Mai-Jan	Jul- Set/ Jun- Out	Ane	Md	NA
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	carobinha, caroba-roxa	D P	4-7,15	30-40	C, EA	Me	L	C	AP	Ago- Dez	Fev- Mar	Ane	Md	NT
Cordiaceae														
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	guajuvira	D M C F	10-15,25	20-40	C, EA	Al	L	C, Sc	AP	Jul-Nov	Out- Fev	Ane	Bx	NA
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	louro-mole	D C	8-12,20	30-40	C, EA	Al	L	Ps	AP	Out-Jan	Jan- Mar	Zoo	Md	NA
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	louro-pardo	D C F	8-20,30	40-60	C, EA	Me	A	C	AP	Fev- Abr/ Dez-Jul	Mai- Jul/ Abr- Dez	Ane	Bx	NA
Cannabaceae														
<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	grandiúva	D C F M E P	5-15	20-40	EA	Bx	A	Ps, Sc	AP	Set-Dez	Jan- Mai	Zoo, Aut	Md	NA
Cardiopteridaceae														
<i>Citronella gongonba</i> (Mart.) R.A.Howard	congonha	C F	4-5,8	25-30	EA*	Me	L	Ps	AP	Ago- Out	Nov- Jan	Zoo	Bx	NA
Chrysobalanaceae														
<i>Hirtella bebedada</i> Moric. ex DC.	cinzeiro, uvá-de-facho	D C F	10-15,18	30-40	C, EA	Me	A	Ps	AP	Set-Fev	Jan- Mar	Zoo	Md	NA
Clusiaceae														
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	bacupari	D F	5-12,16	15- 25,30	C, EA	Al	L	Ps	AP	Jun-Jan	Nov- Mai	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Cunoniaceae														
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	guaperê	M F	5-15,30	20- 40,60	C, EA	Me	A	C	AP	Out- Fev/ Ago- Fev	Jun- Ago/ Dez- Mar	Anc	Md	NA
Ebenaceae														
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	maria-preta	D M C F	6-9,12	20-40	C, EA	Al	L	Ps	AP	Set- Mai/ Set- Nov	Jan- Mai/ Set- Mai	Zoo	Bx	NA
Ericaceae														
<i>Agarista eucalyptoides</i> (Cham. & Schltdl.) G.Don	criúva	E	3-6	20-30	C, EA	Me	L	C	AP	Nov- Dez	Fev- Mar	Zoo	Al	NA
Erythroxylaceae														
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E.Schulz	cocão	C F D P	5-8	25-35	C, EA	Al	L	Ps, Sc	AP	Jun-Set	Dez- Mar	Zoo	Md	NA
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	cocão	C	4-8	20-35	C, EA	Al	L	C	AP	Ago- Out	Out- Jan	Zoo	Md	NA
Escalloniaceae														
<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	canudo-de-pito	D M C F	3-5,7	5-15	EA	Me	L	Ps	NA	Dez- Abr	Fev	Aut	Md	NA
Euphorbiaceae														
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	laranjeira-do-mato	C F	8-12	20-30	EA*	s/d	L	Ps	AP	Set- Nov	Dez- Mar	Aut	s/d	NA
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	tanheiro	D M C F	15-30	30-60	EA	Bx	L	Ps, Sc	AP	Mai- Jun/ Out- Mar	Abr- Ago/ Dez- Jan	Zoo	Bx	NA
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	branquilho	D M C F	5-15	20-30	EA*	Me	L	C	AP	Out- Mai/ Set-Fev	Jan- Jun	Zoo, Aut, Hid	Bx	NA

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DP _r	SC
Euphorbiaceae														
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	leiteiro, pau-de-leite	D	5-12,20	30-50	C, EA	Bx	L	C	AP	Out-Jan	Jan-Mar	Zoo, Aut	Bx	NA
		M												
		C												
		F												
Fabaceae														
<i>Albizia edwallii</i> (Hoechne) Barneby & J.W.Grimes	pau-gambá	C	8-15,20	70	EA	Me	L	Sc	AP	Nov	Mai-Jun	Aut	Md	NA
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	grápia	C	15-25,35	60-90	EA	Al	L	C	AP	Ago-Nov	Dez-Mai	Ane, Aut	Md	CR
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	timbó	C	5-15,20	20-30	C, EA	Me	L	C	AP	Out-Jan	Mar-Jul	Ane	Bx	NA
<i>Bauhinia forficata</i> Link	pata-de-vaca	D	4-10	10-20	EA*	Me	A	C	AP	Set-Mai	Abr-Dez	Aut	Bx	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> (Hassl.) M.J.Silva & A.M.G.Azevedo	rabo-de-bugio	D	15-25,30	40-50	C, EA	Al	L	C	AP	Out-Jan	Jul-Ago	Ane, Aut	Bx	NA
		C												
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	timbaúva	D	10-20	40-120	EA	Bx	L	C, Sc	AP	Jun-Mar/ Set-Nov	Jun-Jul/ Nov-Fev	Aut, Zoo	Bx	NA
		C												
		F												
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	corticeira-do-banhado	D	6-15	30-40	C, EA	Bx	L	C	AP	Set-Dez	Jan-Fev	Aut	Bx	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	corticeira-da-serra	C	10-20,30	30-70,90	C, EA	Bx	L	C, Sc	AP	Jun-Nov	Set-Abr	Aut	Md	NA
		F												
<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub.	sucará, coronda	C	5-10,15	20-35	EA*	Al	L	C, Sc	AP	Set-Out/ Dez	Jan-Fev/ Mai-Jun	Aut	Bx	EN
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	alecrim, pau-alecrim	C	10-15,20	20-60	C, EA	Al	L	Ps, Sc	AP	Mai-Dez/ Out-Nov	Set-Jun/ Dez-Fev	Zoo	Md	NA
<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá-feijão	D	8-15	30-60	C, EA	Bx	L	Ps	AP	Out-Fev	Mar-Mai	Zoo	Bx	NA
		C												
		F												

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DP	SC
Fabaceae														
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	ingá-ferradura	C	12-15	20-30;75	EA	Me	A	Ps, Sc	AP	Ago- Nov/ Mar- Abr	Dez- Fev, Mar / Abr e Set	Zoo	Bx	NA
		D												
		M												
		F												
<i>Inga vera</i> Willd.	ingá-banana													
<i>Inga virescens</i> Benth.	ingá-verde	M	4-15	40	EA	Me	A	C	AP	Out- Dez	Dez- Mar	Zoo	Bx	NA
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	canela-do-brejo	C	5-8,15	40	C, EA	Al	L	Sc	AP	Dez- Fev	Dez- Mar	Zoo	Bx	NA
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	farinha-seca, pau-de-malho	D	5-8,15	30-40	C, EA	Me	L	Sc	AP	Dez- Jan	Abr- Jun	Ane	Bx	NA
		F												
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	farinha-seca, pau-de-malho	C	10-20,30	40-80	C, EA	Me	L	Ps	AP	jan-Fev	Jun- Jul	Ane	Bx	NA
		F												
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	bracatinga	M	5-15,20	30-40	C, EA	Me	A	Ps	AP	Jun- Out	Nov- Mar	Aut	Bx	NA
<i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	rabo-de-bugio	C	5-12,20	30-50	C, EA	Al	A	C	AP	Out- Dez	Jun- Jul	Aut	Bx	NA
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	cabreúva	C	10-20,30	30-60	C, EA	Al	L	C	AP	Mai- Nov	Set- Mai	Ane	Md	VU
		F												
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	pau-ripa, olho-de-cabra	D	15-18,20	50-70	C, EA	Me	L	Sc	AP	Out- Nov	Set- Out	Zoo	Md	NA
		F												
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico- vermelho	C	10-20,35	40-70	EA	Al	A	C, Sc	AP	Set-Mar	Mar- Nov	Ane, Aut, Hid	Bx	NA
		E												
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	cina-cina	E	5-10,12	20-30	EA*	Me	L	PS	AP	Ago- Set	Out- Jan	Hid, Zoo	Bx	NA
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula	C	15-25,30	35-90	EA	Al	L	C	AP	Set- Ago	Abr- Dez	Ane, Aut	Bx	NA
Lamiaceae														
<i>Vitex megapota mica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã-preto	D	5-12,20	10- 35,90	C, EA	Al	L	C	AP	Out- Dez	Fev- Abr	Zoo	Md	NA
		C												
		F												

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DP _r	SC
Lauraceae														
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	canela-vermelha	D	12-18	20-30	C, EA	s/d	L	Ps	AP	Jan-Out	Fev- Jun/ Nov- Dez	Zoo	Md	NA
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	canela-fogo	D	15-25	70-90	EA	Me	L	Ps	AP	Ago- Out	Fev- Abr	Zoo, Aut, Hid	Md	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & Mart.	canela-fedida	C	10-15,20	40-70	C, EA	Me	L	Ps	AP	Mar- Nov	Out- Mar	Zoo	Md	NA
		F												
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	canela-amarela	D	10-15,25	40-80	C, EA	Bx	A	Ps	AP	Set- Dez/ Ago- Jan	Jan- Mar/ Out- Jul	Zoo	Md	NA
		C												
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	canela-ferrugem	D	8-20,30	50-70	C, EA	Bx	A	Ps	AP	Fev- Mai/ Set-Out	Jul- Ago/ Nov- Jan	Zoo	Md	NA
		C												
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	canela-sassafrás	D	6-15,25	30-60	C, EA	Al	L	Ps	AP	Dez- Fev/ Ago- Set	Abr- Jun/ Mai- Dez	Zoo	Md	CR
		M												
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela-guaicá	D	10-15,25	40-60	C, EA	Bx	L	Ps	AP	Mar- Out	Nov- Abr	Zoo	Md	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	canela-lageana, canela-do-brejo	D	20-30	50-80	EA	Me	A	Ps	AP	Nov- Jan/ Dez- Mar	Mai- Jul/ Jun- Jan	Zoo	Md	NA
		M												
		C												
		F												
Lythraceae														
<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schltdl.	dedaleiro	F	10-15	10-30	C, EA	Al	L	Ps, Sc	AP	Nov- Jan/ Abr- Ago	Fev- Jun/ Abr- Out	Ane, Aut	Bx	NA
Magnoliaceae														
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	baguaçu	D	20-30	60- 90,130	EA	Me	L	Ps	AP	Ago- Jan	Jul- Dez	Zoo, Aut	Bx	EN

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Malvaceae														
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	paineira	C	8-16,30	30- 60,120	EA	Bx	L	C	NA	Fev- Abr	Jul- Set	Ane	Bx	VU
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	D	6-15,20	50-60	C, EA	Me	A	C	AP	Dez-Jul	Abr- Out	Ane	Md	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	embiruçu	D	15-25	50-80	EA	Bx	L	C	AP	Jun-Set	Set- Out	Ane	Bx	LC
		F												
Melastomataceae														
<i>Pleroma sellowianum</i> (Cham.) P.J.F.Guim. & Michelang.	quaresmeira	D	4-6,12	20-40	C, EA	Me	A	Ps	AP	Dez- Mai	Mai- Ago	Ane	Md	NA
M														
Meliaceae														
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	cangerana	C	8-15,20	40-70	C, EA	Me	L	C	AP	Set-Jan	Jun- Jan	Zoo	Md	NA
		F												
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	D	10-25,40	40-80	C, EA	Me	A	C	AP	Nov- Mai/ Ago- Set	Mar- Out/ Nov- Fev	Ane	Bx	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	pau-d'arco, peloteira	D	6-10	15-25	C, EA	Me	A	Ps, Sc	AP	Out- Fev	Jun- Out	Zoo	Bx	NA
		C												
		F												
<i>Trichilia claussemi</i> C.DC.	catiguá	D	6-12	20-30	C, EA	Me	L	Ps	AP	Ago- Nov	Nov- Mai	Zoo	Md	NA
		C												
		F												
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	pau-de-ervilha	D	3-6	10-20	EA	Me	L	Ps	AP	Set-Out	Abr- Mai	Zoo	Al	NA
		M												
		C												
		F												
Monimiaceae														
<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.	canema, gema- de-ovo	D	4-10,16	25-35	C, EA	Me	L	Sc	AP	Ago- Dez	Jan- Mar	Zoo	Al	NA
		C												
		F												

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DP _r	SC
Moraceae														
<i>Ficus cestrifolia</i> Schott ex Spreng.	figueira-de- folha-miúda	P	10-15,30	60-150	EA	Bx	L	Sc	NA	Jan- Dez	Jan- Dez	Zoo	Bx	NA
		D												
		F												
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	figueira- mata-pau	F	10-25,30	60-90	EA	Bx	L	C	NA	Ago- Set	Jan- Mar	Zoo	Bx	NA
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	tajuva	D	10-20	50-100	EA*	Al	L	Ps	AP	Ago- Jan/ Set-Out	Jan- Fev/ Dez- Jun	Zoo	Bx	NA
		F												
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	cincho	D	4-10,15	10-20	EA*	Me	L	Ps	AP	Jul-Set	Nov- Dez	Zoo	Md	NA
		F												
Myristicaceae														
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	bicuiba, virola	D	20-30	40- 70,90	EA	Me	L	Sc	AP	Jan-Mai	Jul- Out	Zoo	Bx	EN
Myrtaceae														
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	guamirim- murta	D	4-6,20	10- 15,30	C, EA	Al	L	Ps	AP	Out- Fev	Nov- Mai	Zoo	Bx	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	sete-capotes	F	6-10,15	20-30	C, EA	Me	A	C	AP	Set- Nov	Set- Jan	Zoo	Bx	NA
		C												
<i>Campomanesia rhombea</i> O.Berg	guabirola- miúda	D	3-8,15	20-30	C, EA	Al	L	Ps	AP	Set-Out	Jan	Zoo	Md	NA
		F												
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	guabirola	D	8-12,25	20-50	C, EA	Al	L	Sc	AP	Set-Jun	Set- Jan	Zoo	Bx	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Eugenia bacopari</i> D.Legrand	guamirim	D	4-6	10-15	C, EA	s/d	L	Ps	AP	Set-Fev	Dez- Fev	Zoo	s/d	NA
		C												
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	guamirim- burro, aberta-cu	D	3-5,10	10-20	C, EA	Me	L	Ps	AP	Mar-Jul	Jul- Dez	Zoo	Bx	NA
		M												
		C												
		F												
<i>Eugenia involuta</i> DC.	cerejeira-do- mato	C	5-10,15	30-40	C, EA	Al	L	Ps	AP	Set-Jan	Out- Dez	Zoo	Bx	NA
		F												

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DP _r	SC
Myrtaceae														
<i>Eugenia multicostata</i> D.Legrand	araçá-piranga	D	10-20,30	40-60	C, EA	Al	L	Sc	AP	Jul	Dez	Zoo	Bx	NA
<i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.	pessegueiro- do-campo	E P	4-6,10	20-30	C, EA	Me	A	C	AP	Set-Dez	Nov- Mar	Zoo	Bx	NA
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	uvaia	C F M	6-10,15	30-40	C, EA	Al	A	Ps, Sc	AP	Nov- Dez	Jan	Zoo	Bx	NA
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	batinga- vermelha	C F M	10-20,25	40-60	C, EA	Al	L	Ps, Sc	AP	Nov- Dez	Abr- Ago	Zoo	Md	NA
<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira	D M C F	6-12	20-40	C, EA	Al	L	Ps	AP	Ago- Out	Jun- Dez	Zoo	Bx	NA
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	guamirim	D M C F E	4-7,15	10- 20,30	C, EA	Al	L	C	AP	Ago- Out/ Dez- Jan, Mar	Abr- Jun/ Set- Dez	Zoo	s/d	NA
<i>Eugenia verticillata</i> (Vell.) Angely	guamirim, uvá	M F	3-7,12	8-15	C, EA	Al	L	Ps	AP	Mar- Mai	Jul- Set	Zoo	s/d	NA
<i>Feijoa sellowiana</i> (O.Berg) O.Berg	goiabeira- serrana	M	3-6	15-20	C, EA	Al	A	Sc	AP	Out-Jan	Fev	Zoo	Bx	NA
<i>Myrcia glabra</i> (O.Berg) D. Legrand	uvá-facho	D F C	8-15	30-40	C, EA	Al	L	Ps	AP	Nov- Mai	Abr- Jul	Zoo	Md	NA
<i>Myrcia glomerata</i> (Cambess.) G.P.Burton & E.Lucas	guamirim-ferro	D	4-8	20-30	EA	Al	L	Ps	AP	Ago- Fev	Jul- Set	Zoo	s/d	NA
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	camboim, pedra-ume-caá	D E F C P	5-10	20-40	C, EA	Al	L	C	AP	Nov- Fev	Nov- Jan	Zoo	s/d	NA
<i>Myrcia oblongata</i> DC.	guamirim	M C F	6	15-20	C, EA	Al	L	Ps	AP	Nov- Jan	Fev- Abr	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DP	SC
<i>Myrcia palustris</i> DC.	guamirim, pitangueira-do- mato	D	3-8	15-20	C, EA	Al	A	Ps	AP	Out-Jan	Mar- Mai	Zoo	Md	NA
		M												
		F												
		C												
		P												
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	araçazeiro-do- mato	M	10-15,20	20-40	C, EA	Al	L	Sc, C	AP	Nov- Dez	Set, Nov	Zoo	Md	NA
		F												
		C												
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	guabiju	D	7-10;20	30-40	C, EA	Al	L	Ps	AP	Set-Jan	Fev	Zoo	Bx	NA
		E												
		F												
		C												
<i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg	camboim	F	2-5,7	10-20	C, EA	Al	L	Sc	AP	Jan-Abr	Jul- Ago, Out- Dez	Zoo	Md	NA
		E												
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg	camboim	M	4-10	10-20	C, EA	Al	L	Ps, Sc	AP	Abr, Jun, Set, Dez	Dez, Jan	Zoo	Md	NA
		C												
<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willd.) O. Berg	camboim	M	3-15	30-40	C, EA	Al	L	Sc,C	AP	Dez- Jan	Jul- Out	Zoo	Md	NA
		D												
		P												
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	camboim	C	3-6	15-30	C, EA	Al	L	Ps	AP	Dez, Mai	Set	Zoo	Md	NA
		F												
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	guamirim-pau- ferro	D	5-10	20-30	C, EA	Al	L	Sc	AP	Mar, Ago- Nov	Ago- Dez	Zoo	s/d	NA
		M												
		F												
		C												
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	jabuoticabeira	C	6-14	30-40	C, EA	Al	L	Ps, Sc	AP	Jul- Ago/ Nov- Dez	Out, Dez	Zoo	Md	NA
		M												
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	guapuriti	C	6-10,15	25-40	C, EA	Al	L	Ps	AP	Jul, Set	Out	Zoo	Md	NA
		F												
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araçazeiro	D	3-6,10	15-25	C, EA	Al	L	Ps	AP	Nov, Dez	Out, Jan, Mar	Zoo	Md	NA
		F												
		P												

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DP	SC
Nyctaginaceae														
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	maria-mole	D F	6-20	40-60	C, EA	Al	L	Ps	AP	Jul-Out	Nov- Fev	Zoo	Bx	NA
Phyllanthaceae														
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	sobragirana	D	8-15, 20	40-70	C, EA	Bx	L	C	AP	Ago- Set	Dez*	Zoo	s/d	EN
Phytolaccaceae														
<i>Phytolacca dioica</i> L.	umbu	D M F C	15-25,30	80-150	EA	Bx	L	C	NA	Set-Out	Jan- Fev	Zoo	Md	NA
Picramniaceae														
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	cedrinho, pau- amargo	C M	3-6	15-25	EA **	Al	L	Sc	AP	Set-Dez	Dez- Mar	Zoo	Al	VU
Podocarpaceae														
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	pinheiro-bravo	M F	8-15,30	20-50	C, EA	Bx	L	Ps	AP	Abr- Jun/ Set-Mai	Dez- Mai	Zoo	Bx	NA
Polygonaceae														
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	marmeleiro-do- mato	D M F C	10-20,30	30-60	C, EA	Me	L	Sc	AP	Set-Out	Out- Nov/ Jul- Ago	Anc	Bx	NA
Primulaceae														
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	capororoquinha	D M F C P	5-12	30-40	C, EA	Me	A	Ps	AP	Mar- Jun/ Jul-Out	Set- Jan	Zoo	Md	NA
<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.	capororoca-do- brejo	D M F C P	6-12	40-50	C, EA	Me	L	Ps	AP	s/d	s/d	Zoo	s/d	NA
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	capororocão	D M F C P	6-15	30-50	C, EA	Me	L	Ps	AP	Dez- Jan/ Jun-Jul	Mar- Dez	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DP _r	SC
Proteaceae														
<i>Roupala montana</i> Aubl.	carvalho- brasileiro	D	9-20,30	30-60	C, EA	Al	A	Sc	AP	Out- Fev	Abr- Jun	Ane	Md	NA
		M												
		F												
		C												
Quillajaceae														
<i>Quillaja lancifolia</i> D.Don	pau-de-sabão, sabão-de- soldado	M	6-10,20	20-40	C, EA	Me	L	Ps	AP	Dez- Mar	Abr- Jun	Ane	Md	NA
		F												
		E												
Rhamnaceae														
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	sobragi	D	10-20,25	40-60	C, EA	Al	L	Sc, C	AP	Out- Dez/ Nov- Set	Abr- Dez/ Dez- Fev	Aut	Bx	VU
		F												
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	coronilha	D	4-7,20	20-30	EA*	Al	L	Ps, Sc	AP	Out- Dez	Jan- Mar	Zoo	Md	NA
		E												
		P												
Rosaceae														
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	pessegueiro- bravo	D	10-15,25	30-40	EA **	Al	L	Ps	AP	Ago- Mar/ Dez- Fev	Jan- Out/ Jun- Ago	Zoo	Md	NA
		M												
		F												
		C												
Rubiaceae														
<i>Posoqueria acutifolia</i> Mart.	baga-de-macaco	D	4-8	10-20	C, EA	Me	L	Ps	AP	Out- Dez	Jun- Set	Zoo	Md	NA
Rutaceae														
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	guatambu, pau- marfim	C	6-20,35	30- 50,90	C, EA	Al	L	C, Sc	AP	Ago- Abr/ Set- Nov	Mai- Dez/ Ago- Se	Ane	Md	NA
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de- cadela	D	6-15,20	30-40	EA*	Bx	L	Sc	AP	Out- Nov	Mar- Jun	Zoo	Al	NA
		M												
		F												
		C												
		P												
Salicaceae														
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	farinha-seca	D	10-15,20	15 - 25	C, EA	Me	L	Ps	AP	Nov- Jan	Mar- Mai	Zoo	s/d	NA
		M												
		F												
		C												

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFi	EFr	D	DP _r	SC
Salicaceae														
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga	D	5-10,15	20-40	C, EA	Mc	L	C	AP	Jul- Ago/ Set-Out	Out/ Mar- Abr	Zoo	Bx	NA
		M												
		F												
		C												
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	chá-de-bugre	D	5-10,15	20- 35,60	C, EA	Al	L	Ps	AP	Jul- Ago/ Set-Out	Set- Nov/ Dez- Jan	Zoo	Al	NA
		M												
		F												
		C												
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	salseiro	D	10-15,20	40-60	EA	Bx	L	C	NA	Ago- Nov	Fev- Abr/ Out- Jan	Ane, Hid	Bx	NA
		M												
		F												
		C												
		P												
		M												
		F												
		C												
		P												
		M												
		F												
		C												
Sapindaceae														
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	chal-chal	D	5-10	20- 30,45	C, EA	Bx	L	Ps	AP	Jun- Nov/ Set-Out	Nov- Dez	Zoo	Bx	NA
		M												
		F												
		C												
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	camboatá- vermelho	D	8-15,25	40- 50,80	C, EA	Mc	A	Ps	AP	Mar- Ago	Set- Dez	Zoo	Md	NA
		M												
		F												
		C												
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	camboatá- branco	D	6-15,20	30-50	C, EA	Al	L	Ps	AP	Set- Nov	Dez- Jan	Zoo	Md	NA
		M												
		F												
		C												
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	camboatá- branco	D	6-15,25	30-60	C, EA	Al	L	Sc	AP	Out- Dez	Nov- Jan	Zoo	Md	NA
Sapotaceae														
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	aguaí-da-serra	D	10-20,25	50-80	C, EA	Mc	L	Ps	AP	Set- Nov	Ago- Out	Zoo	Bx	NA
		M												
		F												
		C												
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	aguaí-mirim	P	5-10,12	20-40	C, EA	Al	L	Ps, Sc	AP	Dez- Abr	Jul- Out	Zoo	Bx	NA
		M												
		D												

(continua)

(continuação)

Família/ Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DP _r	SC
Sapotaceae														
<i>Pouteria gardneriana</i> (A.DC.) Radlk.	aguaí-mata-olho	C F	8-15	40-50	C, EA	Me	L	C	AP	Out- Nov	Jan- Abr	Zoo	Bx	NA
<i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.	aguaí-folha-de- salso	D M F C	5-10	15-25	C, EA	Me	L	Ps	AP	Out- Nov	Mar- Abr	Zoo	Bx	NA
Styracaceae														
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	carne-de-vaca	D M F C	5-10,15	20- 35,50	C, EA	Bx	A	Ps	AP	Dez- Mar	Dez- Mai	Zoo	Md	NA
Symplocaceae														
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	sete-sangrias	D M F C E	4-6,10	15-25	C, EA	Bx	L	C, Sc	AP	Set-Jan	Dez- Mar	Zoo	Md	NA
Urticaceae														
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúva, embaúba	C D	8-15,20	15-40	C, EA	Bx	A	Ps	AP	Set-Out	Mai- Jun	Zoo	Bx	NA
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	mata-pau	D P F C	8-15	50-80	EA	Me	L	Ps	NA	Nov- Jan	Abr- Mai	Zoo	Md	NA
Verbenaceae														
<i>Citharexylum monteridense</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã-de- espinho	F	6-15	15-30	EA*	Me	L	C	AP	Set-Out	Nov- Jul	Zoo	Md	NA
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	tucaneira, tarumã-do- banhado	D P C	10-15,25	40-60	EA	Bx	A	C	NA	Nov- Dez	Jan- Abr	Zoo	Bx	NA

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de Backes e Irgang [12,13], Lorenzi [14-16], Carvalho [17-20] e Sanchotene [21].

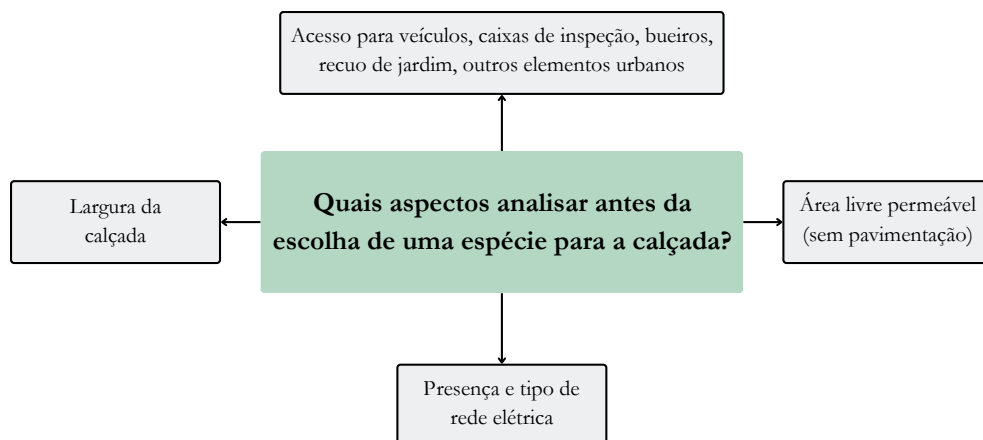
Legenda: Unidade Fitoecológica (UF): **E** - Estepe, **C** - Floresta Estacional Decidual, **F** - Floresta Estacional Semidecidual, **D** - Floresta Ombrófila Densa, **M** - Floresta Ombrófila Mista, **P** - Áreas de Formação Pioneira; **Altura média (AM)** em metros (faixa da altura encontrada em média e altura máxima); **Diâmetro do caule na altura do peito (DAP)** em centímetro (faixa do diâmetro na altura do peito encontrada em média e DAP máximo); **Adequada para (AP):** **C** - calçadas, **EA** - espaços abertos; **Densidade da madeira**

(DM): Bx - Baixa ($< 0,550 \text{ g.cm}^{-3}$), **Me** - Média (entre $0,550$ e $0,720 \text{ g.cm}^{-3}$), **Al** - Alta ($> 0,730 \text{ g.cm}^{-3}$); **Textura de folha (TexF): A** - Áspera; **L** - Lisa; **Persistência das folhas (PF): Ps** - Persistente (perenifólia), **C** - Caduca (caducifólia), **Sc** - Semicaduca (semidecídua); **Raiz (R): AP** - Adequada para plantio em calçadas, **NA** - Não adequada para plantio em calçadas; Época de florescimento (**EFl**): **Jan-Mar**: Janeiro a Março, etc.; Época de frutificação (**EFr**): **Jan-Mar**: Janeiro a Março, etc.; **Dispersão (D): Zoo** - Zoocórica; **Ane** - Anemocórica, **Aut** - Autocórica, **Hid** - Hidrocórica; **Dificuldade de produção em viveiro (DPr): Bx** - Baixa, **Md** - Média, **Al** - Alta; **Status de conservação (Sc): NA** - não ameaçada, **LC** - Preocupação menor, **NT** - Quase ameaçada, **VU** - Ameaçada - Vulnerável, **EN** - Ameaçada - Em perigo, **CR** - Ameaçada - Criticamente em perigo. (*) Espinescentes, (**) Algum grau de toxicidade, s/d – sem dados.

18.5. Principais atributos destacados na Tabela 2

- As espécies indicadas para arborização urbana tendem a apresentar redução na altura média em comparação com seu desenvolvimento em áreas naturais.
- A experiência de campo mostra que bosques naturais de espécies arbóreas no Rio Grande do Sul, de modo geral, apresentam porte significativamente menor do que bosques com as mesmas espécies em outros estados.
- O diâmetro do caule à altura do peito (DAP) é um atributo importante para o dimensionamento de canteiros em áreas pavimentadas. Quanto maior o DAP, maior deve ser a área de plantio, permitindo que as raízes estruturantes se desenvolvam em solo permeável.
- Todas as espécies listadas podem ser utilizadas em grandes espaços abertos.
- A maioria das espécies é adequada para calçadas, mas é fundamental considerar as características físicas e os elementos urbanos do local, bem como a disponibilidade de área livre permeável. Além disso, deve-se avaliar a largura da pista, o fluxo de veículos e de pedestres. Espécies de maior porte ou com elevado potencial de crescimento devem ter seus locais de plantio escolhidos com cautela, observando a infraestrutura aérea e subterrânea, para evitar impactos negativos na arborização, sejam diretos ou indiretos (Figura 3).

Figura 18.3 – Aspectos para analisar antes da escolha de uma espécie para o plantio na calçada.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

- Algumas espécies exigem manutenções frequentes quando plantadas em calçadas ou canteiros centrais. A escolha dessas espécies deve ser feita pelo órgão gestor do verde urbano, considerando a disponibilidade de recursos materiais e humanos para a manutenção futura.
- Após o plantio, o manejo permanece necessário até que a planta alcance autonomia suficiente, geralmente entre 3 e 5 anos, permitindo manutenções mais espaçadas posteriormente.
- O plantio de palmeiras, especialmente com mudas de pequeno ou médio porte em calçadas e canteiros centrais, normalmente requer manutenção constante, pois as folhas podem pender e obstruir a visão de pedestres e motoristas. Espécies como *Schinus molle* e *S. terebinthifolia*, se não forem manejadas adequadamente nos primeiros anos, tendem a entouceirar, tornando-se inadequadas para esses ambientes.
- Os conflitos entre árvores e redes aéreas não são necessariamente causados por espécies de grande porte. Dependendo da estrutura da copa e das condições de desenvolvimento do indivíduo, a convivência pode ser harmônica e a manutenção facilitada.
- No Brasil, país de clima predominantemente tropical, a arborização deve promover conforto ambiental. Quanto maior a cobertura de copa, maiores são os benefícios ecossistêmicos. Para isso, é fundamental contar com indivíduos com copas bem formadas e investir em redes ecológicas (cabos isolados ou protegidos) para reduzir a necessidade de podas.
- Espécies armadas (espinescentes) devem ser preferencialmente plantadas em espaços abertos, de preferência em locais com menor circulação de pedestres. Algumas, como *Parkinsonia aculeata* (cina-cina), podem ser utilizadas em canteiros centrais amplos.
- Quanto à textura foliar, consideram-se lisas as folhas totalmente glabras e ásperas as folhas tomentosas, seja na face adaxial (“de cima”) ou abaxial (“de baixo”), ou em ambas. Para ruas com grande movimentação de veículos ou lombas, recomenda-se o uso de árvores com folhas inteiras, numerosas e pequenas, ou folhas compostas com pequenos folíolos, especialmente ásperos (tomentosos) e persistentes, garantindo maior eficiência na retenção de partículas poluentes.
- Variações climáticas podem influenciar o comportamento de espécies caducas, fazendo com que algumas folhas permaneçam mesmo no inverno.
- O desenvolvimento das raízes é condicionado pelo tipo e pela qualidade física do solo. Por isso, é fundamental dimensionar corretamente a área e a profundidade da cova, preparar adequadamente o substrato e garantir espaço livre de pavimentação (canteiro). Também é essencial manter distância de obstáculos como meio-fios, caixas de inspeção e de drenagem pluvial.
- Informações sobre a época de frutificação são essenciais para orientar a coleta de sementes pelos viveiristas. Para paisagistas, esses dados ajudam a planejar corredores de atração para a fauna, considerando a diversidade e concentração de frutos ao longo do ano. No entanto, períodos de floração e amadurecimento variam conforme o clima, podendo mudar de estado para estado, de região para região e até de ano para ano.
- A dispersão das sementes ocorre por diferentes mecanismos: animais (zoocoria), vento (anemocoria), água (hidrocoria) ou pela própria planta (autocoria). A lista inclui diversas frutíferas nativas que promovem a atração da fauna, destacando a dispersão zoocórica.

- A dificuldade de produção de mudas varia entre as espécies. Para classificá-las como de baixo, médio ou alto grau de dificuldade, consideram-se aspectos como coleta de sementes, taxa de germinação e perdas nos primeiros meses após germinação. A resistência das plantas à repicagem e a facilidade de transplante também são avaliadas. Algumas espécies podem ser propagadas por métodos alternativos à semente, o que também influencia a classificação do grau de dificuldade. Entre elas estão *Coussapoa microcarpa*, *Ficus adhatodifolia*, *Ficus cestrifolia*, *Sapium glandulosum* e outras.

As informações para o preenchimento deste item foram obtidas com o viveirista e Eng. Agr. Ricardo Senger, com base na experiência dos autores e em referências bibliográficas, como Backes e Irgang [12-13], Lorenzi [14-16], Carvalho [17-20] e Sanchotene [21].

- Quanto ao *status* de conservação, segundo a classificação da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), das 157 espécies listadas, 90,4% não estão ameaçadas (NA), enquanto 9,6% se distribuem nas demais categorias de risco, refletindo diferentes graus de ameaça à extinção decorrentes da intervenção humana na natureza.

É relevante destacar que, entre as 17 espécies nativas ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul [22], cerca de 50% (9 espécies) apresentam baixo grau de dificuldade para produção de mudas.

18.6. Espécies nativas em áreas urbanas no município de Porto Alegre

A capital do estado é referência nacional no uso de espécies nativas em áreas urbanas, prática iniciada na década de 1940 e intensificada a partir de 1985. Os parques da cidade sempre priorizaram o plantio de árvores nativas, exibindo vegetação exuberante. O Parque Farroupilha, localizado no centro da capital e um dos mais conhecidos do país, abriga um número expressivo de espécies arbóreas nativas e tem sido palco de inúmeras atividades relacionadas à observação de aves. Funciona como um verdadeiro laboratório a céu aberto para técnicos e estudantes, especialmente aqueles dedicados ao estudo da flora e fauna.

Ao longo dos anos, a prefeitura de Porto Alegre adotou uma postura inovadora, plantando e monitorando espécies pouco conhecidas em vias públicas. Essa iniciativa influenciou o mercado produtor de mudas do estado, que gradativamente passou a incluir espécies nativas em suas linhas de produção.

Destacam-se as espécies nativas mais utilizadas em calçadas, canteiros centrais e passeios próximos à orla do Guaíba. A maioria dessas espécies é frutífera, contribuindo para a atração da avifauna e desempenhando papel importante na composição da floresta urbana. Predominantemente, pertencem às famílias Bignoniaceae, Fabaceae e Myrtaceae.

Os ipês (*Handroanthus* spp.) são apreciados mundialmente. No Rio Grande do Sul, recomenda-se incentivar a produção e o plantio de *H. pulcherrimus* e *H. umbellatus*, ipês de flores amarelas cuja distribuição no Brasil se limita aos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

As espécies de Myrtaceae utilizadas em Porto Alegre e em outras cidades do estado são exemplos de sucesso. Destaca-se o baixo número de solicitações de manejo junto ao órgão municipal responsável, exceto para *Feijoa sellowiana*, o que demonstra a adaptabilidade dessas espécies ao ambiente urbano.

Algumas espécies do gênero *Pouteria* foram plantadas pela primeira vez em 1988. Nos primeiros anos, sua frutificação despertava grande curiosidade nos transeuntes e motoristas que circulavam pelas avenidas Padre Cacique e Praia de Belas, vias de tráfego intenso. As pessoas chegavam a estacionar e atravessar a pista para observar os frutos de perto. Atualmente, essas espécies já são bem conhecidas pelo público.

No bairro residencial Vila IAPI, de relevância arquitetônica e histórica, existem plantios que datam da década de 1950, como a *Parapiptadenia rigida*, alinhadas ao passeio público e projetadas para o recuo dos jardins do conjunto habitacional, mantendo até hoje bom estado fitossanitário.

Apesar desses exemplos de sucesso, ainda há um longo caminho a percorrer para a ampliação do plantio de espécies nativas nas cidades do Rio Grande do Sul.

18.7. Considerações finais

A recomposição da Floresta Urbana é uma prioridade urgente diante da significativa degradação observada ao longo dos anos. É necessário investir na produção de mudas de espécies nativas, garantindo qualidade e adequação para plantios em calçadas, canteiros centrais e espaços abertos, fortalecendo a biodiversidade urbana e os serviços ecossistêmicos associados.

O simples plantio de árvores não é suficiente. É fundamental adotar estratégias de plantio consorciado que reproduzam, na medida do possível, as associações naturais das espécies. Esse cuidado é especialmente relevante em áreas urbanas, onde o equilíbrio entre vegetação, infraestrutura e circulação humana deve ser preservado. Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente desempenham papel crucial como elementos estruturantes da rede verde, sendo prioritárias para ações de proteção e recomposição.

O estado deve criar mecanismos de fomento para viabilizar pesquisas, cultivo e manejo de espécies nativas, capacitando profissionais e fortalecendo a ciência aplicada à arborização urbana. A comunidade científica, por sua vez, deve produzir conhecimento a respeito de germinação, dendrologia e manejo de espécies nativas, fornecendo subsídios técnicos a viveiristas e gestores públicos.

A preservação da vegetação existente torna-se ainda mais essencial em face das mudanças climáticas. Projetos urbanos devem integrar planejamento paisagístico de baixo impacto, garantindo a permanência das árvores e a oferta de sombra, habitat e recursos para a fauna urbana. Cada árvore preservada contribui para o equilíbrio ambiental e a qualidade de vida nas cidades.

O uso de tecnologias e métodos de arboricultura de precisão permitem otimizar o manejo do verde urbano, promovendo cidades mais sustentáveis, resilientes e capazes de conciliar urbanização, conservação da flora e bem-estar da população.

18.8. Referências

- [1] Rio Grande do Sul. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão. Atlas econômico do Rio Grande do Sul: clima, temperatura e precipitação [Internet]. 7a ed. 2022 set. [acesso 17 jul. 2024]. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>

- [2] Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul [Internet]. 2020 ago. [acesso 9 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/bacias-hidrograficas>
- [3] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades: Rio Grande do Sul [Internet]. 2017 [acesso 9 jan. 2021]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>
- [4] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Clima [Internet]. s.d. [acesso 15 jan. 2021]. Disponível em: <http://coralx.ufsm.br/ifcrs/clima.htm#:~:text=No%20Rio%20Grande%20do%20Sul%20o%20valor%20de%20umidade%20relativo,as%20diferentes%20esta%C3%A7%C3%B5es%20do%20ano>
- [5] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Biomas: Rio Grande do Sul [Internet]. 2019 [acesso 9 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomas.html?=&t=o-que-e>
- [6] Rio Grande do Sul. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul: Mata Atlântica [Internet]. 5a ed. 2020 jul. [acesso 14 jan. 2021]. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/mata-atlantica>
- [7] Campanili M, Prochnow M. Mata Atlântica: uma rede pela floresta [Internet]. Brasília: RMA; 2006 [acesso 28 jan. 2025]. p. 39-44. Disponível em: <https://apremavi.org.br/wp-content/uploads/2022/04/mata-atlantica-uma-rede-pela-floresta.pdf>
- [8] Serviço Florestal Brasileiro (SFB). Inventário florestal nacional: principais resultados: Rio Grande do Sul [Internet]. Brasília: MMA; 2018 [acesso 24 jul. 2024]. (Série Relatórios Técnicos – IFN). Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201902/18180500-ifn-rs-2018.pdf>
- [9] Brack P, Rodrigues RS, Sobral M, Leite SLC. Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Sér Bot.* 1998;51(2):144-5.
- [10] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE; 2019.
- [11] Biondi D. Floresta urbana [Internet]. Curitiba: O Autor; 2015. Capítulo 1, Floresta urbana: conceitos e terminologia. p. 11-28. [acesso 9 jan. 2025]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/375449857_Floresta_Urbana
- [12] Backes P, Irgang B. Árvores do sul: guia de identificação e interesse ecológico. Porto Alegre: Paisagem do Sul; 2002.
- [13] Backes P, Irgang B. Mata Atlântica: as árvores e a paisagem. Porto Alegre: Paisagem do Sul; 2004.
- [14] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Vol. 1. 4a ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2008.
- [15] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Vol. 2. 2a ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 1998.
- [16] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 3. 1a ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2009.
- [17] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas; 2003.
- [18] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 2. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas; 2006.

- [19] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 3. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas; 2008.
- [20] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. Vol. 4. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas; 2010.
- [21] Sanchotene MC. Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana. Porto Alegre: Sagra; 1989.
- [22] Rio Grande do Sul. Decreto n. 52.109, de 1 de dezembro de 2014. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no estado do Rio Grande do Sul. Diário Oficial do estado do Rio Grande do Sul. 2014 dez 2;233:2-11.





PART 3

Apresentação

POLÍTICAS PÚBLICAS E ARBORIZAÇÃO URBANA NO BRASIL

Todos sabemos que em nosso país megadiverso e urbanizado, precisamos trabalhar para o fortalecimento da arborização urbana. Há muitas comprovações de benefícios à saúde das pessoas, à redução das ilhas de calor urbana, enfim, de melhorias fortes na qualidade de vida da população. Entretanto, estas questões óbvias não fazem parte de políticas públicas municipais na maior parte das cidades brasileiras.

A *Coletânea Brasileira de Arborização Urbana* é uma obra de fôlego, com participação de mais de 600 pesquisadores de todas as regiões do país. Importante salientar também que a obra está sendo elaborada em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente no âmbito do Programa Cidades Verdes Resilientes do Governo Federal. Isso é importante, pois esta extensa coletânea de 5 livros contém sugestões concretas de implementação de políticas públicas e aspectos técnicos para cada região brasileira. Soluções para a região Nordeste são necessariamente diferentes da região Centro-Oeste, bem como das demais regiões brasileiras. Esta conceitualização na elaboração da proposta é muito importante, se efetivamente quisermos fornecer sugestões concretas a esta importante questão.

A Parte III deste esforço monumental dedica-se às políticas públicas e às perspectivas futuras de melhorarmos a qualidade de vida da população urbana de nosso país por meio da arborização em larga escala. Nossas cidades são essencialmente desenvolvidas sem um planejamento em relação às essenciais áreas verdes, pois a maior parte dos planos diretores se ocupa dos interesses das grandes companhias imobiliárias, sem estudos técnicos efetivos que priorizem o bem-estar das pessoas, e em geral sem a participação da população.

As mudanças climáticas causam impactos importantes em todas as áreas urbanas e rurais do Brasil. Ondas de calor, inundações, deslizamentos de terra e outros eventos climáticos extremos estão aumentando muito em frequência e intensidade. E a população de baixa renda é sempre a mais impactada. Em algumas cidades brasileiras, já observamos aumento médio de temperatura de 2,2 a 2,4 graus. A falta de arborização intensifica a ilha de calor urbana, aumentando ainda mais este valor em 2 a 3 graus, dependendo da cidade. Nossas áreas urbanas não possuem redes de drenagem projetadas para dar vazão às chuvas mais intensas que estamos observando. Na cidade de São Paulo, por exemplo, o número de dias em que chove mais de 100 milímetros por dia aumentou

por fator 4 nos últimos 30 anos. Entretanto, a rede de drenagem da cidade foi projetada com a chuva que caía 50-70 anos atrás. Isso causa inundações que paralisam a cidade, e a população mais vulnerável é atingida. Precisamos de estratégias de adaptação climática para nossas cidades, que podem ser desenhadas com o auxílio da excelente plataforma Adapta Brasil. Uma das estratégias de adaptação é o efetivo aumento de áreas verdes em nossas cidades.

A obra discute vários casos de sucesso, de implementação de instrumentos e políticas públicas voltadas à arborização urbana. Os capítulos desta parte da obra oferecem um respaldo teórico sobre como direcionar gestores públicos de todo o Brasil a executar ações voltadas à sustentabilidade ambiental das cidades por meio da arborização. Tarefa estratégica para nossas áreas urbanas, a implementação de políticas públicas baseadas em ciência é fundamental.

Prof. Dr. Paulo Artaxo
Universidade de São Paulo (USP)

Capítulo 19

ARBORIZAÇÃO URBANA E POLÍTICAS PÚBLICAS NA REGIÃO NORTE DO PARANÁ

Por Maurício Bonesso Sampaio

19.1. Destaques deste capítulo

1. Este capítulo trata da arborização urbana na região Norte do Paraná, onde vários centros urbanos foram implantados por empresas privadas colonizadoras entre 1920 e 1950;
2. Nesta região, Maringá e Cianorte se destacaram pelo planejamento urbanístico inspirado no modelo de cidade-jardim e possuem arborização mais exuberante;
3. Em Maringá, houve alto investimento pela empresa colonizadora na implantação da arborização, que foi originalmente planejada para ser contínua ao longo das vias públicas e com floração durante todo o ano;
4. Com o tempo, os municípios passaram a compartilhar diversos problemas como predomínio de poucas espécies; podas excessivas e mal executadas; introdução de espécies exóticas invasoras, dentre outros;
5. Soluções para esses problemas, como a seleção de espécies adequadas, o aumento de espécies nativas na arborização, o controle de espécies exóticas invasoras e investimentos em pessoal e infraestrutura para a manutenção, têm potencial para melhorar a arborização e a qualidade de vida da população nesta região.

19.2. Introdução

A arborização urbana desempenha papel fundamental ao fornecer inúmeros serviços ecossistêmicos, como a mitigação das ilhas de calor, o aumento da umidade atmosférica, a valorização estética das paisagens urbanas, a oferta de espaços para convivência social e a ampliação do valor econômico e cultural das cidades. A qualidade ambiental dos centros urbanos tem se tornado cada vez mais relevante à medida que o adensamento populacional e a expansão das edificações se intensificam.

Entretanto, o poder público e o setor privado nem sempre realizam o planejamento adequado ou destinam os investimentos necessários para a implantação e manutenção da arborização.

O planejamento da arborização viária nos projetos urbanísticos é relativamente recente e, em muitos casos, recebe menos atenção do que outras obras de infraestrutura.

Na região Norte do Paraná, diversas cidades foram planejadas e implantadas entre as décadas de 1920 e 1950. Entre elas, Maringá se destacou pelo elevado investimento realizado por uma companhia colonizadora privada na implantação da arborização urbana no final da década de 1950.

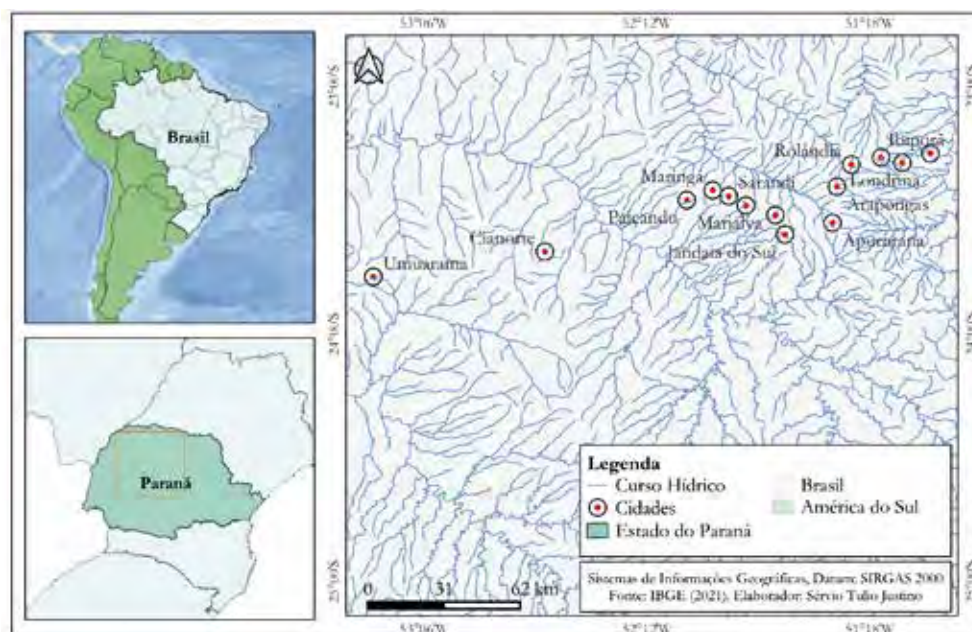
Ainda hoje, os habitantes de Maringá usufruem dos benefícios da arborização consolidada nesse período, embora a manutenção desse legado exija esforços contínuos. Em contrapartida, a maioria das demais cidades da região recebeu investimentos iniciais mais modestos, o que resultou em um patrimônio arbóreo urbano menos expressivo e com desafios que atualmente recaem sobre a população e a gestão municipal.

19.3. Caracterização da região

A parte da região Norte do Paraná que será abordada neste capítulo abrange a área compreendida entre as cidades de Ibiporã e Umuarama (Figura 1). Esta região está localizada no Planalto Arenítico-Basáltico, denominado localmente como Terceiro Planalto Paranaense e que faz parte da formação Serra Geral, originada essencialmente por derrames basálticos [1].

Os processos de intemperismo deram origem aos solos vulgarmente conhecidos como “terras roxas”. Estes solos são profundos, argilosos, com elevado teor de ferro e macronutrientes, classificados como Nitossolos Vermelhos e Latossolos Vermelhos, sendo estes os tipos de solo com maior frequência na região.

Figura 19.1 – Localização da faixa de terras compreendidas entre as cidades de Ibiporã e Umuarama, na região Norte do estado do Paraná, com a localização das bacias hidrográficas e dos cursos hídricos no mapa de escala maior.



Fonte: Sérgio Justino; IBGE; Zabotto Ambiental.

O clima da região é subtropical úmido, classificado como Cfa segundo Köppen, de caráter mesotérmico. O verão apresenta temperaturas altas e elevada pluviosidade, enquanto o inverno é relativamente mais seco, embora não sejam comuns períodos prolongados de estiagem ou déficit hídrico. A precipitação média anual varia entre 1.500 e 1.600 mm, a umidade relativa média situa-se abaixo de 75% e a temperatura máxima média anual oscila entre 27 °C e 28 °C [2]. Durante o inverno, a entrada de massas de ar polar provoca quedas bruscas de temperatura, podendo ocasionar geadas ocasionais [3].

As condições edafoclimáticas da região possibilitaram o desenvolvimento de uma vegetação florestal natural dominada por árvores de grande porte, pertencentes a espécies como (Figura 2): peroba-rosa – *Aspidosperma polyneuron*, cedro – *Cedrela fissilis*, pau-d’alho – *Gallsia integrifolia*, gurucaia – *Parapiptadenia rigida*, ipê-roxo – *Handroanthus heptaphyllus*, canafístula – *Peltophorum dubium*, pau-marfim – *Balfourodendron riedelianum*, figueira-branca – *Ficus guaranitica*, alecrim-de-campinas – *Holocalyx balansae* e guaritá – *Astronium graveolens* [4]. O estrato superior dessa vegetação apresenta deciduidade devido à estiagem moderada no inverno. Assim, há predomínio na região das fitofisionomias Floresta Estacional Semidecidual Montana e Submontana, dependendo da altitude.

Figura 19.2 – Árvores: a) peroba-rosa; b) cedro; c) pau-d’alho; d) ipê-roxo; e) canafístula e f) figueira-branca.



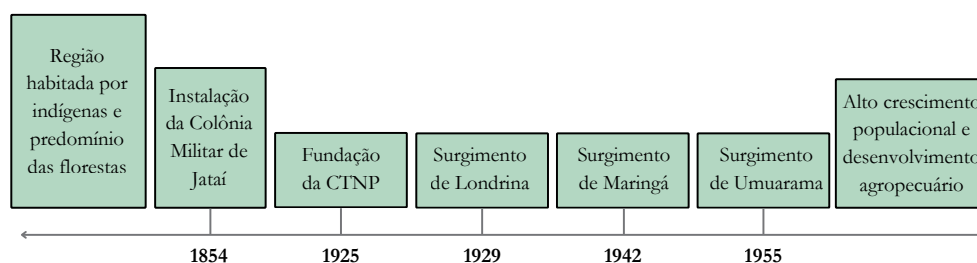
Fonte: Ísis Medri.

As Florestas Estacionais Semidecíduais cobriam originalmente quase toda a extensão da região. Povos indígenas de diferentes etnias ocupam essa área há pelo menos 7.000 anos [5], em estreita relação com a vegetação nativa (Figura 3). A substituição mais expressiva dessas formações florestais por atividades agropecuárias iniciou-se no século XVII, com as missões jesuíticas e as incursões dos bandeirantes paulistas [3].

Em 1854, foi criado o primeiro núcleo urbano da região, a Colônia Militar de Jataí, localizada 24 km a leste de Londrina, no atual município de Jataizinho. Posteriormente, em 1925, foi fundada a Companhia de Terras Norte do Paraná (CTNP), que adquiriu do estado aproximadamente 13.200 km² de terras no Norte do Paraná, com o objetivo de fomentar o desenvolvimento regional [6].

Londrina foi o primeiro centro urbano implantado pela CTNP, tornando-se referência para o planejamento e a implantação de um eixo de colonização na região. Ao longo desse eixo (Figura 1), foram construídas ferrovias, estradas e 62 núcleos urbanos, entre os quais se destacam Apucarana, Maringá, Cianorte e Umuarama [3].

Figura 19.3 – Linha do tempo do processo de colonização da região Norte do Paraná.



Fonte: Autor; Zabotto Ambiental.

19.4. Planejamento urbano

Companhia de Terras Norte do Paraná (CTNP), além de realizar o planejamento regional de colonização, foi responsável pelo desenho urbanístico das cidades da região [7]. Os projetos de Maringá e Cianorte se diferenciaram dos demais por terem sido elaborados pelo engenheiro civil e urbanista Jorge de Macedo Vieira, de ampla experiência na área. Segundo Rego e Mene-gueti [7], Londrina, por ter sido a primeira cidade projetada, apresentou um desenho mais modesto, enquanto Umuarama, a última, contou com um traçado mais elaborado, resultado das experiências acumuladas pelos engenheiros da CTNP.

Os projetos de Maringá e Cianorte foram inspirados no conceito de cidade-jardim, proposto em 1898 pelo inglês Ebenezer Howard, cujo objetivo era aproximar a cidade do campo. A proposta buscava oferecer às pessoas os benefícios tanto do meio urbano quanto do meio rural, configurando-se como uma alternativa ao caos urbano já presente em Londres à época [8].

Com base nessa inspiração, em 1945, foram traçadas para Maringá vias com desenho orgânico, considerando elementos preexistentes, como as curvas de nível do terreno, a disposição da ferrovia já projetada e os cursos d'água [10]. As avenidas principais foram arquitetadas com calçadas de 4 m de largura e canteiros centrais de até 10 m (Figura 4), conectando os bairros ao centro e integrando praças e rótulas ao longo do percurso. Houve também a preocupação em

conferir caráter artístico à malha urbana e em incorporar o verde como elemento fundamental de composição do espaço [11].

No planejamento da cidade, foram mantidos três fragmentos de floresta nativa na zona urbana de Maringá, o Parque do Ingá (47,3 ha), o Bosque II (59,4 ha) e o Horto Florestal (36,8 ha) (Figura 5), sendo que os dois primeiros são de propriedade da Prefeitura Municipal de Maringá e o último ainda pertence à CTNP.

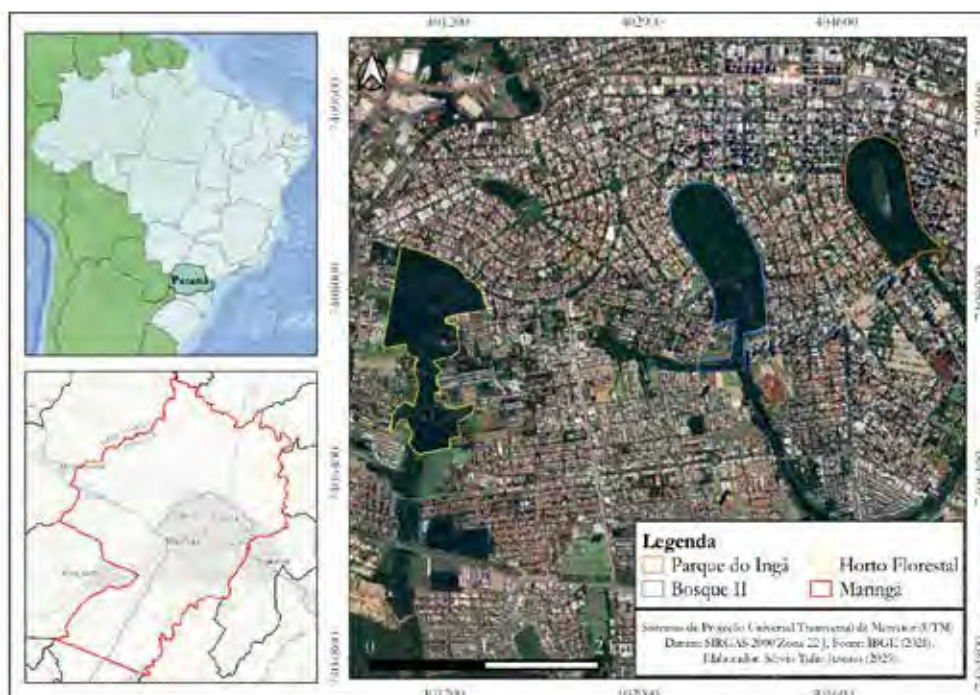
Esses três fragmentos são os mais relevantes da zona urbana e proporcionam importantes serviços ecossistêmicos, como a redução das ilhas de calor [12], a infiltração e drenagem das águas pluviais, a oferta de áreas de lazer e contemplação, a manutenção da biodiversidade, entre outros.

Figura 19.4 – Canteiro central da Avenida Dr. Luiz Teixeira Mendes em Maringá (PR), com largura suficiente para acomodar o sistema radicular de figueiras-brancas (*Ficus guaranitica*).



Fonte: Autor.

Figura 19.5 – Localização dos remanescentes urbanos mais significativos: Parque do Ingá, Bosque II e Horto Florestal.



Fonte: Sérgio Justino; IBGE; Zabotto Ambiental.

O Parque do Ingá e o Bosque II estão localizados no centro da cidade (Figura 5), e são duas áreas estratégicas para proteção do manancial hídrico, haja vista que nelas estão localizadas as nascentes principais dos córregos Moscados e Cleópatra.

Além desses remanescentes florestais, em Maringá a legislação que regula o uso e a ocupação do solo proíbe edificações nas áreas consideradas como fundos de vale, correspondentes a uma faixa mínima de 60 m a partir das margens dos córregos e nascentes. Essa norma foi uma inovação no município, não adotada em nenhuma outra cidade da região, e é fundamental para a preservação dos corpos hídricos, para a manutenção das áreas permeáveis no entorno dos cursos d'água, para o estabelecimento de corredores ecológicos e para a conservação da biodiversidade local.

19.5. Implantação da arborização viária

Em 1948, a população urbana de Maringá já era de aproximadamente 5.000 habitantes. A paisagem era marcada pela poeira e pela lama, somadas à fumaça proveniente dos desmatamentos no entorno da cidade. O calor era intenso, pois a vegetação original havia sido quase totalmente removida e não existiam árvores ao longo das vias recém-implantadas (ANEXO 1 do Decreto Municipal nº 172/2020).

Diante desse cenário inóspito e desolador, a CTNP contratou o engenheiro agrônomo Luiz Teixeira Mendes para elaborar e implementar o primeiro Plano de Arborização de Maringá.

No Horto Florestal (Figura 5), a CTNP construiu um viveiro para o armazenamento e a produção das mudas que seriam plantadas em Maringá e nas cidades vizinhas. Em 1957, o viveiro do Horto Florestal chegou a ter 120.000 mudas (ANEXO 1 do Decreto Municipal 172/2020).

Na arborização viária foram plantadas espécies arbóreas nativas e exóticas, de modo a garantir a presença de árvores floridas ao longo de todo o ano, com cores distintas e texturas variadas. Algumas das espécies utilizadas (Figura 6) foram sibipiruna – *Cenostigma pluviosum*, tipuana – *Tipuana tipu*, ipê-roxo – *Handroanthus heptaphyllus*, ipê-branco – *Handroanthus roseo-albus*, jacarandá-mimoso – *Jacaranda mimosifolia*, alecrim-de-campinas – *Holocalix balansae*, flamboyant – *Delonix regia*, pau-ferro – *Libidibia ferrea*, grevêlea – *Grevillea robusta*, figueira-branca – *Ficus guaranitica*, palmeira-imperial – *Roystonea oleracea* e tamareira – *Phoenix dactylifera*.

A CTNP realizou, entre 1952 e 1958, o plantio de mudas na maioria das vias existentes da cidade. Em cada avenida foram utilizadas apenas duas espécies: uma no canteiro central e outra nas calçadas de ambos os lados da via. Um exemplo é a Avenida Duque de Caxias, onde se iniciou o processo de arborização, com o plantio de tamareiras (*Phoenix dactylifera*) no canteiro central e de jacarandás-mimosos (*Jacaranda mimosifolia*) nas calçadas, em toda a sua extensão (ANEXO 1 do Decreto Municipal nº 172/2020).

O projeto de arborização viária reforçou o caráter artístico do desenho urbanístico. As espécies escolhidas e a sua continuidade ao longo das vias contribuíram para conferir identidade e individualidade, sobretudo às avenidas (ANEXO 1 do Decreto Municipal nº 172/2020). Nas ruas, os túneis verdes e simétricos que se formaram encantam moradores e visitantes.

Figura 19.6 – Árvores nas vias públicas de Maringá: a) sibipiruna; b) tipuana; c) ipê-branco; d) flamboyant; e) palmeira-imperial e f) tamareira.



Fonte: Ísis Medri (s.d), Sert Maria (s.d).

Ao longo do tempo, a paisagem urbana de Maringá adquiriu elevado valor estético, cultural e histórico. Esses valores tornam-se ainda mais significativos quando se considera o conjunto arbóreo de uma via ou de um bairro, em vez de cada árvore isoladamente [13]. Além da beleza proporcionada pela simetria da arborização ao longo das vias (Figura 7), essa continuidade facilita tanto as operações logísticas durante o plantio quanto a execução dos serviços de manutenção, principalmente as podas de condução. Dessa forma, qualquer iniciativa de arborização em Maringá deve contemplar esses aspectos paisagísticos e operacionais do planejamento original.

Nas calçadas de algumas avenidas e de diversas ruas foram plantadas sibipirunas (*Cenostigma pluviosum*) ou tipuás (*Tipuana tipu*), espécies de crescimento rápido que proporcionam bom sombreamento. Além disso, essas mudas são de fácil produção, pois suas sementes germinam com facilidade.

A manutenção da arborização da cidade permaneceu sob os cuidados da CTNP até 1971, quando a Prefeitura Municipal de Maringá passou a ter papel significativo na execução dos serviços de poda, supressão e plantio (ANEXO 1 do Decreto Municipal nº 172/2020).

Ao longo do tempo, as árvores cresceram e passaram a interagir com a rede elétrica e a encobrir as luminárias dos postes com galhos e folhas. Na década de 1980 e início da década de 1990, era frequente a queda de energia durante os vendavais. A Companhia Paranaense de Energia (COPEL) realizava podas intensivas para afastar a vegetação da rede elétrica e reduzir a ocorrência de curtos-circuitos, porém, eram frequentes as intervenções mal executadas, que acabavam causando danos às árvores.

Com o desenvolvimento da rede de alta tensão compacta e protegida, que reduz significativamente a necessidade de podas, a COPEL firmou parceria com a Prefeitura de Maringá para substituir toda a rede elétrica do município. Entre 1994 e 1996, quase 100% da fiação da cidade foi substituída, resultando em uma redução de 82% nos episódios de queda de energia (ANEXO 1 do Decreto Municipal nº 172/2020).

Figura 19.7 – Floração dos ipês-roxos (*Handroanthus heptaphyllus*) no canteiro central da Avenida Colombo em Maringá, PR.



Fonte: Autor.

19.6. Diagnóstico da arborização viária

A composição florística e a qualidade da arborização viária de Maringá foram objeto de três principais estudos. O primeiro deles fez um inventário quantitativo por amostragem [2], enquanto o segundo estudo realizou um censo da arborização [14]. No terceiro estudo, foi realizado o georreferenciamento de todas as árvores das vias pela Prefeitura Municipal de Maringá, conforme o anexo I do Decreto Municipal nº 172/2020 (Figura 8).

Nos demais municípios da região, os estudos disponíveis concentraram-se apenas em algumas vias, praças ou bairros, faltando diagnósticos mais abrangentes e sistematizados.

Com os resultados desses estudos realizados em Maringá (Tabela 1), verificou-se um aumento expressivo no número de árvores, de 62.818 em 1988 para 142.765 em 2020, refletindo a expansão do sistema viário com o surgimento de novos bairros. A riqueza de espécies também cresceu ao longo do tempo (Tabela 1), passando de 75 espécies em 1988 para 152 em 2020.

A riqueza registrada em 1988 já superava o número de espécies utilizado pela CTNP na arborização original. As espécies adicionais tiveram origem principalmente em plantios irregulares realizados voluntariamente pelos munícipes, que, em 1988, representavam cerca de 20% das árvores existentes nas calçadas [2].

Figura 19.8 – Árvores georreferenciadas na área central de Maringá (parte das Zonas 1 e 2), localizadas entre o Parque do Ingá (à direita) e o Bosque 2 (à esquerda).



Fonte: Prefeitura Municipal de Maringá (s.d.).

O aumento na riqueza de espécies continuou ao longo do tempo, contribuindo para reduzir a frequência acumulada das cinco espécies mais comuns de 82% em 1988 para 54% em 2020. Entretanto, em 2020, as frequências de sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*) e oiti (*Moquilea tomentosa* Benth.) permaneciam acima de 15%, valor que corresponde à frequência máxima recomendada para uma espécie na arborização urbana [16].

Essas duas espécies também são as mais frequentes na arborização viária de Umuarama [17]. Em Rolândia, as espécies dominantes são a sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*) e a falsa-murta (*Muraya paniculata*) [18].

Em 1988, 14% das árvores existentes nas vias de Maringá estavam classificadas como “ruins” [2], ou seja, apresentavam estado geral de declínio e poderiam sofrer danos severos por pragas, doenças ou lesões físicas avançadas, embora muitas vezes não demonstrassem risco de morte iminente. Em 2008, esse percentual aumentou para 36% [14], evidenciando uma piora significativa em relação ao valor registrado cerca de 10 anos antes.

A disseminação de pragas possivelmente contribuiu para essa rápida degradação das árvores. No centro da cidade (Zona 1), foi detectada a presença de cupins da espécie *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) em aproximadamente 15% das 2.821 árvores existentes, com maior incidência registrada em sibipirunas (*Cenostigma pluviosum*) [15].

O cancro, que é uma lesão necrótica, causada por fungos, nos tecidos corticais do caule, foi detectado em 14% das 4.446 árvores existentes nas Zonas 1 e 2 de Maringá. A maior incidência de cancro também foi em sibipiruna [19].

Tabela 19.1 – Número total de árvores, riqueza de espécies, frequência de cada uma das cinco espécies mais abundantes e frequência acumulada das cinco espécies mais abundantes encontradas na arborização viária de Maringá em três estudos. Relação dos nomes: sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*), tipuana (*Tipuana tipu*), jacarandá-mimoso (*Jacaranda mimosifolia*), ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*), flamboyant (*Delonix regia*), oiti (*Moquilea tomentosa*), falsa-murta (*Murraya paniculata*) e aroeira-salsa (*Schinus molle*).

Parâmetro	Milano [2]	Sampaio; De Angelis [14]	Pref. Mun. Maringá
Nº de árvores	62.818	93.261	142.765
Riqueza	75	113	152
1ª espécie (freq.)	sibipiruna (50%)	sibipiruna (39%)	sibipiruna (24%)
2ª espécie (freq.)	tipuana (11%)	ipê-roxo (10%)	oiti (15%)
3ª espécie (freq.)	jacarandá-mimoso (9%)	tipuana (7%)	ipê-roxo (7%)
4ª espécie (freq.)	ipê-roxo (8%)	oiti (3%)	aroeira-salsa (4%)
5ª espécie (freq.)	flamboyant (4%)	falsa-murta (3%)	tipuana (4%)
Freq. acumulada	82%	62%	54%

Fonte: Autor.

19.7. Propostas de soluções para problemas comuns

19.7.1. Alta frequência de poucas espécies

A elevada frequência de árvores de poucas espécies em uma cidade pode favorecer a propagação de fitopatologias, contribuindo para o aumento do número de árvores comprometidas. Em Maringá, o plantio de mudas realizado pela população contribuiu para ampliar a diversidade de espécies e reduzir a incidência de doenças e pragas indesejadas.

No entanto, esse plantio foi realizado sem considerar critérios técnicos na escolha das espécies, o que também contribuiu para a introdução de espécies exóticas invasoras nas vias públicas, como a falsa-murta (*Murraya paniculata*), frequentemente encontrada em fragmentos florestais e em Áreas de Preservação Permanente de Maringá. Assim, recomenda-se estimular o plantio de mudas de forma a diversificar a arborização, garantindo que a escolha das espécies seja planejada e criteriosa.

O plantio deve ser preferencialmente executado pela administração pública, exceto em loteamentos novos, nos quais essa responsabilidade deve ser assumida pelo empreendedor. Um exemplo de planejamento do plantio de mudas foi adotado no Plano de Gestão da Arborização Urbana de Maringá (PGAU), em que uma equipe multidisciplinar elaborou uma tabela indicando espécies selecionadas de acordo com critérios técnicos, para cada logradouro da cidade (ANEXO 2 do Decreto Municipal nº 172/2020).

A tabela tem o potencial de contribuir para o aumento da diversidade de espécies, especialmente das nativas, sem comprometer os valores estéticos, culturais e históricos da arborização originalmente implantada pela CTNP, conforme sugerem [13]. Desde 2018, essa indicação de espécies tem sido fielmente seguida pelo Viveiro Municipal nos plantios de mudas nas vias da cidade.

19.7.2. Espécies exóticas invasoras

Entre as espécies encontradas nas vias públicas de Maringá, 75% são exóticas, sendo que dessas há pelo menos 16 consideradas invasoras [22]. Resultados semelhantes ocorrem em Campo Mourão [15] e em Umuarama [17]. Algumas dessas espécies possuem alto potencial invasivo na região, e causam perda de biodiversidade, visto que se dispersam facilmente da arborização viária para os fragmentos florestais, como leucena – *Leucaena leucocephala*, falsa-murta – *Murraya paniculata* e citrus – *Citrus* spp.

Assim, além do planejamento das ações de plantio, é fundamental que sejam executadas urgentemente medidas adequadas de controle das espécies exóticas invasoras na arborização de vias, parques, unidades de conservação e áreas de preservação permanente.

19.7.3. Falta de árvores em loteamentos novos

O centro e os bairros mais antigos das cidades da região tendem a ter maior número de árvores remanescentes dos plantios iniciais realizados pela colonizadora, porém os loteamentos mais recentes apresentam deficiência de arborização (ANEXO 1 do Decreto Municipal nº 172/2020 [15]). Essa situação decorre da ausência ou falhas no planejamento da arborização dos novos loteamentos; da execução inadequada dos plantios; do uso de mudas pequenas ou com sistema radicular pouco desenvolvido; da falta de manutenção após o plantio pelo poder público; da ausência de fiscalização; e da depredação das mudas pelos munícipes.

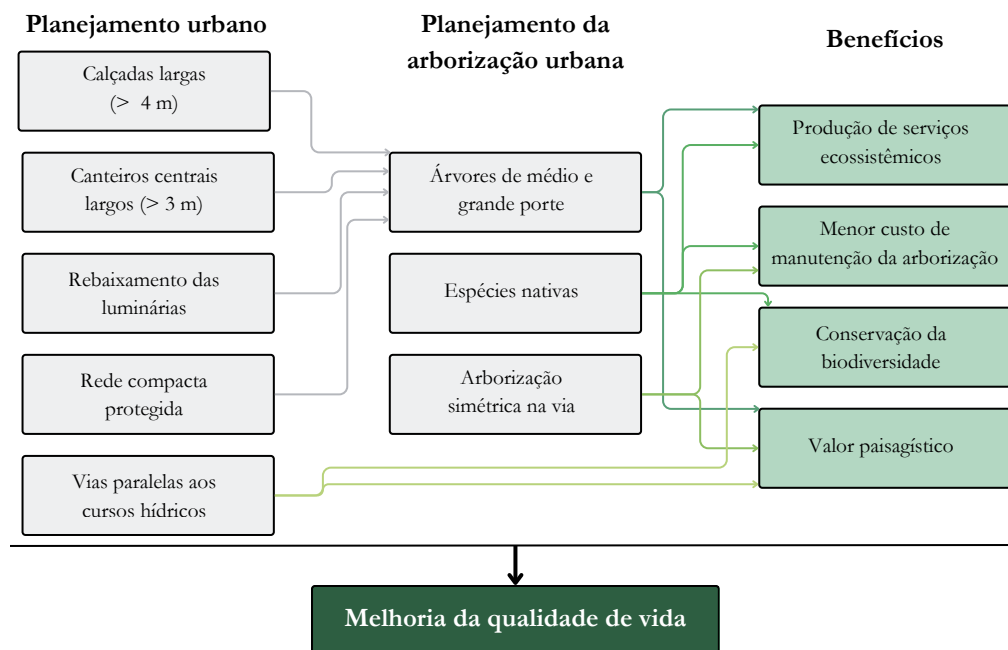
A obrigatoriedade de apresentação do projeto de arborização dos loteamentos novos pelo empreendedor, com análise e aprovação pela administração municipal, é fundamental para garantir a implantação adequada das árvores, utilizando espécies apropriadas. Em Maringá, a partir de 2020, além da exigência do projeto de arborização, a responsabilidade pela manutenção das mudas por dois anos após o plantio passou a ser do empreendedor, com fiscalização da prefeitura (Decreto Municipal nº 172/2020).

19.8. Planejamento urbanístico e infraestrutura adequada

O exemplo de sucesso obtido no planejamento urbanístico das cidades da região Norte do Paraná, promovido pela CTNP, principalmente em Maringá, Cianorte e Umuarama, deve ser seguido na implantação de novas cidades e de bairros novos em cidades já existentes. Estas cidades são reconhecidas por suas grandes áreas verdes e arborização viária exuberante na zona central.

Alguns elementos do planejamento urbano usados nessas cidades foram preponderantes para o sucesso da arborização e para a qualidade de vida dos moradores (Figura 9), tais como: 1) as vias com calçadas e canteiros centrais largos; 2) a simetria da arborização ao longo das vias; 3) o traçado de vias paralelas aos cursos hídricos, com função de proteção das Áreas de Preservação Permanente; 4) o uso de espécies arbóreas de médio e grande porte; 5) o rebaixamento das luminárias em vias bem arborizadas; e 6) a instalação da rede primária compacta protegida de transmissão de energia.

Figura 19.9 – Fluxograma mostrando os benefícios da integração entre o planejamento urbano e o planejamento da arborização na qualidade de vida da população.



Fonte: Autor; Zabotto Ambiental.

Essas características urbanísticas citadas acima possibilitam o uso de espécies de médio e grande porte, o que promove o desenvolvimento de arborização exuberante ao longo das vias. Isso é importante, pois sabemos que as vias bem arborizadas fornecem mais benefícios à população do que as vias não arborizadas, ou arborizadas com espécies de pequeno porte [20].

As condições edafoclimáticas da região Norte do Paraná favorecem o crescimento das árvores, assim, as espécies de médio e grande porte, tais como sibipiruna, tipuana, ipê-roxo e alecrim-de-campinas, permanecem com a copa acima da rede de transmissão de energia durante a maior parte do seu ciclo de vida (Figura 10), o que reduz a necessidade de podas e os custos de manutenção da arborização.

Entretanto, as espécies que são reconhecidamente de menor porte em outras regiões do país, como aroeira-salsa, quaresmeira e munguba, acabam permanecendo com a rede elétrica localizada no centro da copa durante a maior parte do ciclo de vida, o que implica elevados custos de manutenção devido à necessidade de podas frequentes (Figura 10).

Além dos custos decorrentes da manutenção de mudas em loteamentos recentes e da presença de redes elétricas no centro da copa (Figura 10), o porte das árvores nas vias públicas influencia diretamente o risco de acidentes e danos a bens materiais. Quanto maior o tamanho de uma árvore, maior seu potencial de causar problemas em caso de queda. Por isso, quando se opta por manter o predomínio de espécies de grande porte na arborização viária, a administração municipal precisa garantir agilidade na execução dos serviços de poda de galhos e na remoção de árvores condenadas ou com risco iminente de queda, prevenindo acidentes. A complexidade e os custos da remoção aumentam proporcionalmente ao porte da árvore, já que o corte de grandes exemplares frequentemente exige a interrupção da transmissão de energia,

bloqueio prolongado do tráfego e uso de equipamentos especiais, exigências desnecessárias para árvores de pequeno porte.

Figura 19.10 – a) Quaresmeira (*Pleroma granulosum*) com a copa interferindo na rede de energia e b) Tipuana (*Tipuana tipu*) com a copa acima da rede primária compacta (à direita).



Fonte: Autor.

19.9. Inércia na execução de serviços de manutenção

O grande número de árvores “ruins” encontradas em Maringá [17] é um reflexo de investimentos insuficientes pela Prefeitura Municipal na manutenção da arborização, o que vem ocorrendo há pelo menos duas décadas. Faltam profissionais treinados e equipamentos adequados para realizar os serviços de poda e remoção de árvores.

Atualmente há apenas quatro equipes da Prefeitura e duas equipes de uma empresa terceirizada contratada. De acordo com dados disponíveis no *website* da Ouvidoria 156 da Prefeitura Municipal de Maringá, em janeiro de 2025 havia 5.490 solicitações de corte de árvores condenadas contendo laudo técnico emitido por profissional habilitado recomendando a supressão e aguardando a execução do serviço. Dentre essas solicitações, 306 eram emergenciais, ou seja, árvores com risco iminente de queda; e 2.511 solicitações eram urgentes, ou seja, árvores com risco de causar danos materiais graves.

Esta inércia do poder público, causada pela falta de investimento na manutenção de árvores de grande porte gera profunda sensação de insegurança aos munícipes, que passam a temer a queda de galhos ou da árvore sobre o seu patrimônio. Assim, a remoção ou poda dessas árvores acaba sendo feita de forma ilegal, por pessoas incapacitadas e sem equipamentos adequados, colocando em risco a população, a própria arborização e bens públicos e privados.

Após a supressão, o munícipe, na tentativa de evitar novos problemas, frequentemente planta no local uma palmeira, uma espécie arbustiva ou uma árvore de pequeno porte. Essa substituição pode comprometer o potencial futuro de fornecimento de serviços ecossistêmicos pela arborização, uma vez que o porte das árvores influencia diretamente a magnitude desses serviços [20].

A solução deste problema depende do investimento de recursos para a contratação de técnicos capacitados e da aquisição de equipamentos adequados para tornar mais ágil a execução dos serviços de poda de galhos, supressão de árvores condenadas e plantio de mudas de espécies apropriadas.

19.10. Aproveitamento da madeira produzida

A madeira proveniente de galhos, troncos e raízes, assim como as folhas das árvores das vias públicas que são suprimidas ou podadas, constitui um material de alta qualidade com diversas aplicações nobres. A madeira pode ser utilizada, por exemplo, na fabricação de móveis, laminados, mobiliário para parques e praças, objetos de decoração, instrumentos musicais, portas, janelas, brinquedos e outros pequenos artefatos [21].

Em pequena escala de uso, as Prefeituras Municipais podem manter suas próprias serrarias equipadas para o aproveitamento da madeira gerada pela arborização viária na infraestrutura de equipamentos públicos.

Em larga escala, a madeira de troncos e galhos que não tiver destino mais nobre pode ser processada em cepilho ou cavacos, ou ainda transformada em briquetes. Esses subprodutos podem ser utilizados na produção de energia em siderúrgicas, usinas termelétricas e caldeiras industriais próximas à cidade, bem como em fornos à lenha de padarias, *pizzarias* e restaurantes.

Os galhos finos e folhas secas podem ser triturados e usados na compostagem para a produção de adubo orgânico de alta qualidade para uso em hortas comunitárias, ou até no próprio Viveiro Municipal. O aproveitamento de todos esses materiais resultantes da poda e da remoção da arborização viária pode ser viabilizado com baixos investimentos em equipamentos e mão de obra e é viável para cidades de qualquer porte.

As prefeituras podem realizar de forma simples e pouco burocrática o leilão de toras, lenha, cepilho e de outros subprodutos da madeira. Além de reduzir os custos e os impactos ambientais que seriam gerados com a deposição desses materiais em aterros sanitários, o recurso financeiro obtido pode ser reinvestido na própria arborização urbana pelas Prefeituras Municipais, gerando retroalimentação do sistema.

19.11. Considerações finais

As cidades da região Norte do Paraná são, em geral, bem arborizadas. Em algumas delas, a implantação das árvores existentes é ainda um resultado dos investimentos da empresa colonizadora. Porém, alguns problemas comuns da arborização dessas cidades são a alta frequência de algumas poucas espécies arbóreas, a proliferação de espécies exóticas invasoras, baixo investimento nas podas de manutenção e remoção de árvores condenadas, substituição indiscriminada

das árvores de grande porte pelas de pequeno porte, falta de planejamento do plantio em loteamentos novos e pouco esforço para realizar o aproveitamento dos materiais vegetais gerados pelas árvores urbanas.

A solução desses problemas é complexa e exige muito investimento de recursos e envolvimento da população. Esses recursos necessários podem ser gerados pela comercialização da madeira de qualidade, ou dos seus subprodutos, que são produzidos pela própria arborização.

A busca das melhores soluções deve ser feita sem descaracterizar os esforços iniciais de implantação da arborização que foram desprendidos originalmente pelos colonizadores, de forma a potencializar os inúmeros benefícios ambientais, históricos, culturais, sociais e econômicos das árvores existentes nas cidades.

Os investimentos de recursos devem ser feitos de forma planejada na manutenção das árvores já existentes e na expansão da arborização para as zonas periféricas. O planejamento da arborização deve ocorrer em conjunto com o planejamento urbanístico, de forma a possibilitar a introdução de espécies de médio e grande porte no sistema viário. Essas e outras ações citadas neste capítulo contribuirão para tornar as cidades da região Norte do Paraná ainda mais arborizadas, belas, sustentáveis e com melhor qualidade de vida para a população.

19.12. Referências

- [1] Palhares JM. Superfícies aplanadas do planalto de Guarapuava: transecto leste-oeste de Guarapuava a Foz do Iguaçu entre os rios Iguaçu e Piquiri [tese]. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 2011.
- [2] Milano MS. Avaliação qualiquantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá-PR [tese]. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 1988.
- [3] Müller NL. Contribuição ao estudo do Norte do Paraná. Geografia. 2001;10(1):89-118.
- [4] Roderjan CV, Galvão F, Kuniyoshi YS, Hatschbach GG. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. Cienc Ambient. 2002;24:75-92.
- [5] Sampaio ACF. O processo de degradação e o estado de conservação da flora nos fragmentos florestais da área rural do município de Maringá, Paraná [tese]. Maringá (PR): Universidade Estadual de Maringá; 2013.
- [6] Oliveira NM, Crestani LA, Strassburg U. Ocupação territorial e as transformações econômicas no Norte do Paraná. Cienc Soc Apl Rev. 2016;16(30):131-50.
- [7] Rego RL, Meneguetti KS. A forma urbana das cidades de médio porte e dos patrimônios fundados pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná. Acta Sci. 2006;28(1):93-103.
- [8] Howard E. Cidades-jardins de amanhã. Estudos urbanos. Série arte e vida urbana. São Paulo: Hucitec; 1996.
- [9] Prefeitura Municipal de Jataizinho. História do município [Internet]. 2020 [acesso 12 jun. 2022]. Disponível em: <https://www.jataizinho.pr.gov.br/?pag=T1RjPU9EZz1PVFU9T0d-VPU9HST1PVEE9T0dFPU9HRT0=&idmenu=214>
- [10] Meneguetti KS. Cidade-jardim, cidade sustentável: a estrutura ecológica urbana e a cidade de Maringá. Maringá: Eduem; 2009.
- [11] Rego RL. O desenho urbano de Maringá e a ideia de cidade-jardim. Acta Sci. 2001;23(6):1569-77.

- [12] Germano PJMMT. Investigação multitemporal de ilhas de calor e de frescor em Maringá, Paraná, utilizando imagens do satélite Landsat 5 – 2000 a 2010 [dissertação]. Maringá (PR): Universidade Estadual de Maringá; 2012.
- [13] Gonçalves A, Meneguetti KS. Projeto de arborização como patrimônio da cidade. *Ambiente Constr.* 2015;15(1):99-118.
- [14] Sampaio ACF, De Angelis BLD. Inventário e análise da arborização de vias públicas de Maringá-PR. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2008;3(1):37-57.
- [15] Duarte FG, Santos GA, Rosado FR, Delariva RL, Sampaio ACF. Cupins (Insecta: Isoptera) na arborização urbana da Zona 1 de Maringá-PR. *Rev Agroneg Meio Ambient.* 2008;1(1):87-99.
- [16] Grey GW, Deneke FJ. *Urban forestry*. New York: John Wiley and Sons; 1978.
- [17] Prefeitura Municipal de Umuarama. Minuta de projeto de Lei Complementar de Umuarama [Internet]. 2020 [acesso 12 jun. 2022]. Disponível em: <http://www.umuarama.pr.gov.br/files/ArquivoDiversos/arquivo/caderno-e-minuta-1591123124.pdf>
- [18] Prefeitura Municipal de Rolândia. PMAU – Plano municipal de arborização urbana de Rolândia-PR [Internet]. 2013 [acesso 12 jun. 2022]. Disponível em: <https://www.rolandia.pr.gov.br/uploads/PLANODEARBORIZACAO-R1.pdf>
- [19] De Angelis BLD, De Castro RM, De Angelis Neto G. Ocorrência do cancro de tronco em árvores de acompanhamento viário na cidade de Maringá, Paraná. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2007;2(2):31-44.
- [20] Roy S, Byrne J, Pickering C. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban For Urban Green.* 2012;11(4):351-63.
- [21] Martins CH. O aproveitamento de madeiras das podas da arborização viária de Maringá-PR. *Rev Verde Agroecol Desenvol Sustent.* 2013;8(2):257-67.
- [22] Blum CT, Borgo M, Sampaio ACF. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2008;3(2):78-97.

Capítulo 20

POLÍTICAS PÚBLICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA EM SANTA CATARINA

*Por Charles Costa Coelho, Gabriel Mancini Antunes da Silva,
Ana Carolina Boschetti, Karin Esemann de Quadros e Flávia Gizele König Brun*

20.1. Destaques deste capítulo

1. Em Santa Catarina, ainda há carência de legislações e planos estruturados de arborização urbana, com forte desigualdade entre as mesorregiões;
2. O primeiro Plano Diretor de Arborização Urbana foi elaborado em Chapecó em 2020, seguido por outras iniciativas recentes em municípios do estado;
3. Alguns municípios apresentam legislações e programas consolidados, enquanto outros ainda contam com iniciativas pontuais ou estão em fase inicial de planejamento;
4. O Projeto de Lei nº 0039/2025, que institui a Política Estadual de Arborização Urbana, surge como oportunidade para uniformizar diretrizes, incentivar espécies nativas e adotar soluções baseadas na natureza.

20.2. Introdução

A legislação é essencial para que o Poder Público estabeleça normas de gestão dos bens e serviços sob sua responsabilidade. Desde que a arborização urbana passou a ser competência municipal, os municípios estão elaborando projetos de arborização de acordo com seus próprios princípios e critérios [1-2]. Assim, estabeleceu-se uma verdadeira confusão na utilização de conceitos relacionados à arborização urbana, às vezes empregados erroneamente, dificultando a realização de comparativos entre municípios e o incentivo a novas leis de fomento [3].

A arborização urbana pode ser definida como o conjunto de áreas públicas e privadas de uma cidade que possuem vegetação predominantemente arbórea, plantada ou em estado natural, incluindo árvores de ruas e avenidas, parques públicos e outras áreas verdes [4]. Quando planejada de forma adequada, a arborização urbana pode gerar diversos benefícios à sociedade, incluindo a estabilização do solo, a atuação como barreira contra o vento, a prevenção da infiltração de poluentes nos cursos d'água e a filtragem do ar [5-6].

Na esfera do poder municipal, o planejamento e a gestão das áreas verdes urbanas estão previstos no Plano Diretor, definida segundo critérios de desenvolvimento e expansão urbana.

Neste contexto, possui um caráter abrangente e comumente refere-se ao espaço onde há predomínio de vegetação, englobando praças, jardins, unidades de conservação, canteiros centrais, trevos e rotatórias de vias públicas [7]. A adoção de políticas públicas torna-se essencial na administração municipal para a gestão mais efetiva da arborização.

O Brasil possui 5.570 municípios, dos quais 74,2% têm até 25.000 habitantes; 19,4% apresentam população entre 25.001 e 100.000 habitantes, e apenas 5,9% possuem mais de 100.000 habitantes. Na região Sul, esses percentuais se modificam para 81,8%, 13,9% e 4,4%, respectivamente [8]. O reflexo direto deste cenário incide no planejamento e gestão da arborização urbana. Por serem municípios majoritariamente com economia focada na produção rural, seus recursos financeiros e humanos se voltam para atender a agricultura. Assim, nas prefeituras existem secretarias de agricultura englobando os setores de meio ambiente e arborização urbana, tratando-os apenas como prioridades secundárias em relação à atividade agrícola.

O planejamento da arborização urbana também é influenciado pelo histórico de formação do “povoamento sede” dos municípios do Sul do Brasil. Nos municípios mais populosos, como as capitais, há forte influência dos colonizadores, das oportunidades econômicas e das conexões com outras regiões do país. Já nos municípios de menor porte, a arborização tende a se formar de maneira mais aleatória, em razão da falta de técnicos especializados e de infraestrutura urbanística adequada.

A arborização é, em grande parte, realizada por iniciativa dos próprios moradores, que plantam árvores em frente às suas residências, enquanto áreas verdes, praças e parques são criadas conforme a expansão urbana ou a demanda da população. Esse processo provoca, muitas vezes, problemas de incompatibilidade entre a infraestrutura urbana e as espécies escolhidas, que podem ser de porte inadequado, tóxicas ou invasoras.

O Plano Municipal de Arborização Urbana é um documento oficial do município que legitima e descreve ações referentes à gestão, implantação, plantio, manutenção e monitoramento das árvores no território.

O plano é aplicável tanto a áreas ainda não arborizadas quanto à intervenção na arborização existente. Além de cumprir uma obrigação legal e servir como instrumento eficiente de gestão municipal, promove a melhoria da qualidade de vida por meio da aplicação responsável dos recursos públicos, reduzindo eventuais indenizações por queda de árvores e galhos, bem como os custos de manutenção de ruas e calçadas, de iluminação pública e de energia elétrica em prédios públicos, entre diversos outros benefícios, tanto tangíveis quanto intangíveis [9].

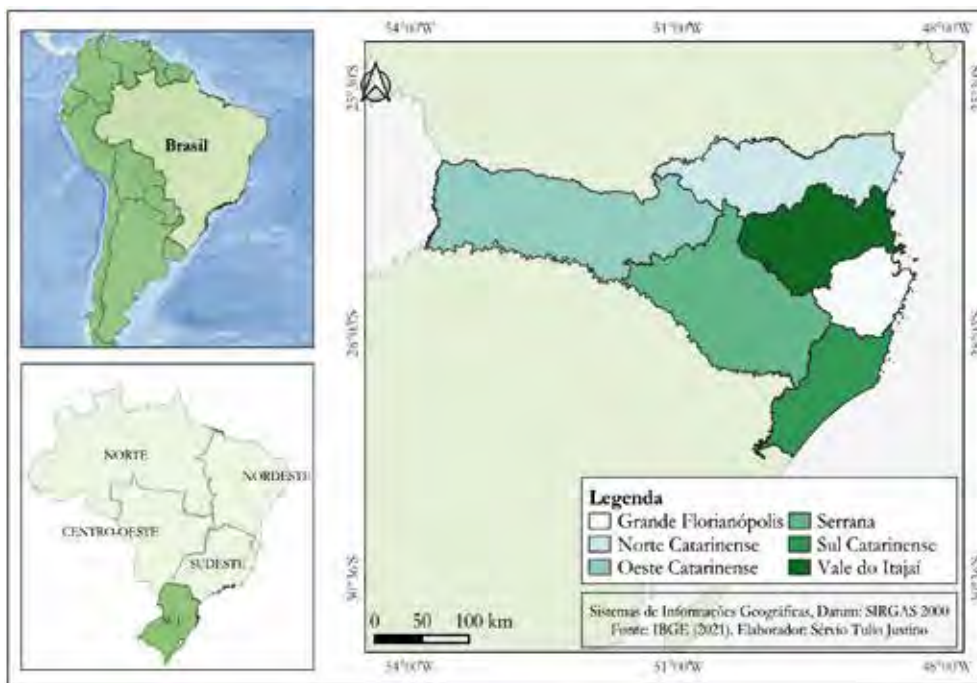
Este capítulo visa analisar as políticas públicas de arborização urbana em Santa Catarina, destacando os desafios enfrentados, as práticas adotadas nos diferentes municípios e as perspectivas para o futuro.

20.3. O estado da arte em Santa Catarina

A legislação específica voltada para a arborização urbana de forma estruturada e planejada, destinada a melhorar a qualidade ambiental nos centros urbanos, está presente em poucas

cidades brasileiras. A maioria dos municípios, por outro lado, não possui qualquer tipo de controle ou diretriz a respeito da arborização urbana [8]. Um exemplo é o estado de Santa Catarina, onde o tema recebe pouca atenção nos 295 municípios, distribuídos pelas seis mesorregiões (Figura 1).

Figura 20.1 – Mesorregiões do estado de Santa Catarina.



Fonte: Sérgio Justino; IBGE; Zabotto Ambiental.

O primeiro Plano de Arborização Urbana – PDAU, realizado em Santa Catarina, ocorreu no município de Chapecó, em 2020, localizado na região Oeste do estado, que atualmente concentra o maior número de PDAUs, incluindo o da cidade de Concórdia (2022). Em seguida, aparece a região do Vale do Itajaí, com o PDAU da cidade de Indaial (2024). Nas demais regiões, o documento ainda não está presente nos municípios.

Os aspectos geológicos e geomorfológicos da evolução resultaram nas atuais condições climáticas e paisagísticas do estado [10]. Embora todo o estado esteja incluído no Bioma Mata Atlântica, na Costa Leste predominam as formações vegetacionais de Floresta Ombrófila Densa, no Planalto Sedimentar predomina a Floresta Ombrófila Mista, que também se faz presente no Planalto Vulcânico, juntamente com formações de estepe (campos) e Floresta Estacional Decidual [11].

Esse panorama paisagístico está diretamente relacionado à colonização do estado de Santa Catarina, a qual determinou a distribuição atual da população nos diversos municípios. As principais correntes de conquista e colonização (Figura 2) tiveram início no século 17, com a chegada de vicentinos provenientes de São Vicente (SP), seguidos, no século 18, por açorianos e madeirenses [12]. Esses grupos se estabeleceram no litoral, onde se encontram as cidades mais antigas: São Francisco do Sul (1658), Desterro (atual Florianópolis – 1673) e Laguna (1676).

Figura 20.2 – Principais correntes de conquista e colonização do estado de Santa Catarina.



Fonte: Atlas Geográfico de Santa Catarina [13].

Ainda no século 18, chegaram também paulistas e tropeiros pelo interior, que se estabeleceram em grandes latifúndios destinados à criação de gado nos campos do Planalto, concentrando-se principalmente na mesorregião Serrana. No século 19 ocorreu a colonização europeia, principalmente por alemães, italianos e eslavos, que se estabeleceram ao longo da planície litorânea, na Costa Leste, em pequenas propriedades, nas mesorregiões Norte Catarinense, Vale do Itajaí, Grande Florianópolis e Sul. A expansão colonial continuou no século 20, a partir da Costa Leste e do Rio Grande do Sul, ocupando o Planalto Vulcânico, o Centro e o Oeste do Estado, expandindo a agricultura [12].

As políticas de arborização urbana estão relacionadas tanto às formações vegetacionais de cada grande região, quanto à formação da população que se estabeleceu nas diversas regiões do estado.

Fatores como a grande diversidade de espécies da Floresta Ombrófila Densa, temperaturas médias mais elevadas, a ação dos ventos, e a maior precipitação, combinados à cultura dos povos que se fixaram na planície litorânea da Costa Leste, especialmente ao longo das principais bacias hidrográficas que deságuam no oceano Atlântico, contribuíram e continuam contribuindo para uma arborização urbana mais rica e diversificada nas cidades dessa região.

20.4. A situação atual nas mesorregiões de Santa Catarina

As discussões e debates voltados à arborização urbana em Santa Catarina são recentes. Existe uma carência de legislações direcionadas para a temática no estado, como já apontado anteriormente no texto. Um marco importante a ser destacado foi a criação, em 2019, do GT – ArborizaSC, um grupo de trabalho envolvendo universidades, gestores municipais e empresas privadas voltado ao setor da arboricultura, que tem como propósito promover discussões, eventos técnicos e científicos, ações práticas pelas melhorias da arborização urbana.

Embora recente, a criação do GT é uma forma de incentivar e estimular o desenvolvimento da arborização em Santa Catarina.

A seguir são apresentados alguns casos de municípios catarinenses que possuem programas ou legislações a respeito de arborização. Foram priorizados, no mínimo, os dois municípios mais populosos de cada mesorregião [8].

20.4.1. Mesorregião do Oeste-Catarinense

Chapecó (224.013 habitantes), município localizado no extremo Oeste do estado, possui poucas leis sobre arborização, embora todas sejam relativamente bem desenvolvidas em comparação com diversos outros municípios catarinenses. Destaca-se o Plano Diretor de Arborização Urbana, publicado em 2020, que representa um marco histórico por se tratar do primeiro plano desse tipo em Santa Catarina.

O plano aborda o planejamento da arborização, contemplando espécies nativas e exóticas, espaçamento entre árvores e equipamentos urbanos, implantação, manutenção, época de plantio, entre outras informações técnicas, visando assegurar a adequada execução da arborização urbana.

Caçador (79.313 habitantes), município localizado no meio oeste, também possui poucas leis relacionadas à arborização urbana. Entretanto, o município lançou em 2024 o processo licitatório para a elaboração do PDAU, que se encontra em fase de desenvolvimento.

Dentre as legislações, destaca-se a Lei Complementar nº 3.233/2015, que permite a adoção e a gestão de praças, parques, jardins e áreas verdes de uso público incluindo rótulas e canteiros divisores do sistema viário por empresas estabelecidas no município, bem como por entidades civis e órgãos de classe. Entretanto, o município ainda não dispõe de um Plano Diretor de Arborização.

Xanxerê (51.642 habitantes), apesar de não ser um dos dois municípios mais populosos dessa mesorregião, possui política bem desenvolvida em relação à temática, mesmo não tendo o Plano de Arborização Urbana. Merece destaque o Guia de Manejo da Arborização da cidade elaborado em 2009; e ainda está em trâmite o Projeto de Lei nº 12/2020, para instituir o IPTU verde na cidade.

20.4.2. Mesorregião do Norte-Catarinense

Joinville (597.658 habitantes) é o município mais populoso do estado e possui um número considerável de leis referentes à arborização urbana. Destacam-se a Lei Complementar nº 29/1996, que institui o Código Municipal do Meio Ambiente; a Lei nº 11.428/2006, que define o Plano Municipal da Mata Atlântica, com objetivos e metas para Arborização Urbana; a Lei Complementar nº 277/2008; a Portaria nº 07/2008, sobre a arborização do município, a Lei Complementar nº 261/2008, que dispõe sobre as diretrizes estratégicas e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do município e regulamenta os Instrumentos de Promoção ao Desenvolvimento Sustentável. Vale destacar que o Plano Diretor de Arborização da cidade foi lançado no primeiro semestre de 2021, já incluindo propostas de intervenções para novos plantios [14].

Jaraguá do Sul (181.173 habitantes): O município possui três leis relacionadas à arborização urbana, que apresentam critérios técnicos direcionados às necessidades da cidade. Dentre elas destacam-se a Lei Complementar nº 219/2018, que dispõe sobre a revisão do Plano Diretor de Organização Físico Territorial; a Lei Complementar nº 234/2019, que regulamenta as Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIAs), parte integrante do Plano Diretor de Organização Físico Territorial do município; e a Lei nº 8459/2020, que institui o Código de Arborização Urbana da cidade.

Mafra (56.561 habitantes) possui poucas leis relacionadas à arborização, com destaque para a Lei nº 2505/2005, que dispõe sobre a proteção das árvores plantadas em logradouros públicos, calçadas e canteiros de vias públicas da cidade, e as Leis Complementares nºs 23/2011 e 63/2019, que autorizam a redução do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) aos proprietários de imóveis residenciais e terrenos que adotem medidas que estimulem a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente (projeto selo verde).

Canoinhas (54.480 habitantes) possui três leis sobre arborização: a Lei nº 3403/2001, que institui normas para implantação do Programa Municipal de Arborização Urbana; a Lei Complementar nº 61/2017, que institui o novo Plano Diretor do município; e a Lei Ordinária nº 6226/2018, que autoriza o poder executivo municipal a firmar parceria com o Departamento de Administração Prisional (DEAP) e a empresa Westrock, para o desenvolvimento do “Projeto para apoio na produção de árvores nativas e frutíferas para a arborização municipal e incentivo à implantação de hortas urbanas comunitárias e institucionais”.

20.4.3. Mesorregião Serrana

Lages (157.349 habitantes) possui oito leis relacionadas à arborização, mas sua implementação, atualização e fiscalização são limitadas. Dentre as quais destacam-se a Lei nº 57/1962, que autoriza a arborização de ruas; a Lei Complementar nº 118/1999, que protege e conserva a

vegetação de porte arbóreo no perímetro urbano do município; e a Lei nº 4030/2014, que institui o Programa de Adoção de Áreas Verdes Urbanas.

Curitibanos (39.893 habitantes), município localizado no Planalto Vulcânico catarinense, possui cinco leis relacionadas à temática, ressaltando-se a Lei Complementar nº 51/2006, que dispõe sobre a elaboração de Estudos de Impacto de Vizinhança em Curitibanos; a Lei Complementar nº 46/2006, que dispõe sobre a utilização do espaço do município e o bem-estar público; e a Lei Complementar nº 184/2017, acrescida da Lei Complementar 219/2019, que tratam sobre o Código Tributário do município, mencionando no artigo 18, inciso 4, as áreas verdes urbanas.

20.4.4. Mesorregião do Vale do Itajaí

Blumenau (361.855 habitantes) é o maior município do Vale do Itajaí, e possui nove leis em relação à arborização.

Destacam-se a Lei nº 6.336/2003, que institui o projeto “Adote uma área verde na cidade”; a Lei Complementar nº 550/2005, que regulamenta a construção de passeios públicos e calçadas; a Lei nº 11.428/2006, que estabelece o Plano Municipal da Mata Atlântica, com objetivos e metas para a arborização urbana; a Lei Complementar nº 1.174/2018, que dispõe sobre a utilização de “telhados verdes” nas edificações do município; e o Decreto nº 12.152/2019, que define regras para o corte, poda e transplante de árvores. Todas essas ações estão inseridas no programa Cidade Jardim, voltado à promoção da qualidade de vida dos blumenauenses.

Indaial (71.549 habitantes) possui o PDAU, elaborado em 2024, sendo o primeiro do município e responsável por desenvolver o plano para a mesorregião a que pertence. O documento aponta de modo simples e direto orientações de plantio, indicação de espécies nativas, ações de manejo para a poda e transplante de árvores urbanas, distância adequada para o plantio do mobiliário urbano. O destaque do documento é a proposta de declarar a Palmeira Indaiá (*Attalea dubia*) como imune ao corte em todo o território do município, já que essa planta deu origem ao nome da cidade e representa um importante marco histórico para a população.

Itajaí (223.112 habitantes) possui apenas duas leis relacionadas à arborização da cidade: a Lei Complementar nº 94/2006, que institui o Plano Diretor de Gestão e Desenvolvimento Territorial; e a Lei Complementar nº 129/2008, que disciplina a arborização no município.

20.4.5. Mesorregião da Grande Florianópolis

Florianópolis (508.826 habitantes), a capital do estado, possui diferentes legislações e programas direcionados para o fomento à arborização urbana, entre as quais se destacam o programa Árvores Nativas de Floripa, desenvolvido pela Fundação Municipal de Meio Ambiente de Florianópolis - FLORAM, cujo objetivo é promover o plantio de espécies nativas da ilha na malha viária, com foco principalmente nas espécies de restinga. No site encontram-se informações detalhadas de como realizar o plantio e os cuidados que devem ser tomados.

O programa também é utilizado como referência para processos de compensação ambiental, indicando medidas como a doação de mudas das espécies listadas no site, com porte e padrão adequados para a arborização urbana.

Florianópolis ainda não possui o Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU). Entretanto, outro marco relevante foi a aprovação do Decreto nº 096/1995, que estabelece que todo serviço de poda ou corte de árvore deve ser autorizado pelo órgão ambiental. Quem descumprir a norma está sujeito a penalidades, incluindo multas de R\$ 1.000,00 a R\$ 10.000,00 por exemplar arbóreo podado ou cortado sem autorização prévia. As penalidades também se aplicam quando a poda não respeitar a norma ABNT NBR 16.246 – Manejo de Florestas Urbanas, Parte 1: Poda, referente à poda drástica ou à poda que exceda 25% da copa.

Por fim, destacam-se o Decreto nº 21.723/2020, que institui o Programa Municipal de Agricultura Urbana – Programa Cultiva Floripa, e o Decreto nº 21.909/2020, que regulamenta a rede de espaços públicos, definindo procedimentos para intervenções em áreas livres e regulamentando a Lei nº 2.668/1987, a qual autoriza o Poder Executivo a conceder, por meio de adoção, a administração de áreas públicas a instituições públicas ou privadas.

São José (250.181 habitantes), município localizado na região metropolitana de Florianópolis, possui apenas uma lei específica sobre arborização. Entre as principais normas estão a Lei nº 1.605/1985, que trata do zoneamento de uso e ocupação do território de São José; a Lei Ordinária nº 2.512/1993, que institui a arborização em vias públicas; e o Projeto de Lei Ordinária nº 069/2014, que autoriza o Poder Executivo a criar o programa “IPTU Verde”, destinado a incentivar ações de preservação, proteção e recuperação do meio ambiente por meio da concessão de benefícios tributários aos contribuintes.

20.4.6. Mesorregião do Sul Catarinense

Criciúma (217.311 habitantes), o município mais populoso do Sul Catarinense, possui seis leis, algumas delas regidas pela Fundação do Meio Ambiente de Criciúma - FAMCRI, como a Lei nº 2507/1990, que dispõe sobre o plantio de árvores em logradouros públicos; a Lei nº 3900/1999, que institui a Lei do Zoneamento de Uso do Solo do município; a Lei nº 4400/2002 e a Lei Complementar nº 62/2008, que dispõem sobre a política de proteção e controle da conservação da qualidade do meio ambiente; o Decreto nº 184/SA/2008, que determina a padronização dos passeios públicos nos logradouros pavimentados; a Lei nº 5265/2009, que institui o Programa de Adoção de Logradouros Públicos e dispõe sobre a permissão de uso para publicidade, com encargos de conservação de logradouros públicos; a Lei nº 5849/2011, que disciplina o corte de árvores no município; a Lei Complementar nº 95/2012, que institui o Plano Diretor Participativo do Município – PDPM; a Instrução Normativa nº 1/2018, que estabelece parâmetros para a conversão de multas em prol da preservação do meio ambiente; e a Lei Complementar nº 319/2019, que determina a criação de zoneamento de áreas específicas.

Tubarão (106.422 habitantes) possui oito leis relacionadas à arborização, porém não possui um Plano de Arborização.

Destacam-se o Decreto nº 739/1982, que trata da destinação e uso de áreas verdes; as Leis nº 1405/1989 e nº 2736/2003, que autorizam o Poder Executivo a conceder autorização para entidades públicas ou privadas que adotem áreas verdes urbanas para fins de manutenção, conservação e melhorias; a Lei nº 2065/1997, que dispõe sobre a utilização de áreas verdes e terrenos baldios para implantação de áreas esportivas de lazer; a Lei nº 3016/2006, que autoriza o Poder Executivo a instituir o Programa Municipal de Arborização Urbana com árvores frutíferas ou

floríferas, permitindo ainda a substituição das espécies mortas ou danificadas por árvores nativas da região; a Lei nº 3182/2008, que institui o programa “Adote um parque infantil no nosso município”; a Lei Ordinária nº 3339/2009, que estabelece a obrigatoriedade da arborização de vias públicas e áreas verdes nos planos de parcelamento do solo, abrangendo loteamentos e desmembramentos; a Lei nº 3859/2013, que institui o Código Ambiental de Tubarão; a Lei nº 3875/2013, que dispõe sobre a utilização de espécies nativas da flora regional nos projetos de arborização do município; a Lei nº 5314/2020, que autoriza corte, remoção e replantio de árvores no passeio público que estejam em conflito com a acessibilidade e com demais equipamentos de infraestrutura urbana; e a Lei nº 5259/2020, que dispõe sobre a regulamentação dos controles relacionados ao impacto de drenagens urbanas.

20.5. Considerações finais

Ao longo deste capítulo, foi possível observar um crescente interesse por parte dos municípios de Santa Catarina em desenvolver políticas públicas voltadas à arborização urbana. Cidades como Chapecó, Joinville, Concórdia e Indaial têm se destacado na elaboração de Planos de Arborização Urbana.

Entretanto, apesar dos avanços, ainda existem desafios significativos a serem superados. A falta de regulamentação uniforme, problemas de implementação e a desigualdade entre as regiões do estado limitam a eficácia das políticas públicas de arborização urbana.

Uma oportunidade promissora para superar esses desafios é o Projeto de Lei nº 0039/2025, a Política Estadual de Arborização Urbana (PEAU), que visa instituir diretrizes estaduais para o planejamento, implementação e gestão da arborização urbana, promovendo a cooperação entre os entes federados e a sociedade civil. A PEAU propõe a criação de planos de arborização para todos os municípios, incentivo ao uso de espécies nativas, estabelecimento de corredores ecológicos e a implementação de soluções baseadas na natureza, como jardins filtrantes e agroflorestas urbanas.

É importante destacar a importância dos gestores públicos na adoção de medidas práticas e principalmente capacitação técnica dos profissionais envolvidos com a temática. Além disso, é essencial fomentar a participação da comunidade e universidades nas decisões relacionadas à arborização urbana, garantindo que as políticas atendam às necessidades reais que cada município encontra.

Embora os desafios sejam consideráveis, as iniciativas em andamento e a proposta da PEAU representam passos em todo o território de Santa Catarina. A implementação efetiva dessas políticas dependerá do comprometimento dos gestores públicos, da colaboração interinstitucional e da participação ativa da sociedade.

20.6. Referências

- [1] Duarte TEP, Angeoletto F, Santos JWM, Silva FF, Bohrer JFC, Massad L. Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. *Rev Agronegócio Meio Ambiente*. 2018;11(1):327-41.

- [2] Paiva HN, Gonçalves W. Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida. Viçosa, MG: Aprenda Fácil; 2002.
- [3] Nucci JC, Cavalheiro F. Cobertura vegetal em áreas urbanas: conceito e método. Geousp. 1999;6(6):29-36.
- [4] Milano MS. Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá-PR [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1988.
- [5] Cabral PID. Arborização urbana: problemas e benefícios. Rev Online IPOG – Especialize. 2013;1(6):1-15.
- [6] Shams JCA, Giacomeli DC, Sucomine NM. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2009;4(4):1-16.
- [7] Londe PR, Mendes PC. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. Rev Bras Geogr Médica Saúde – Hygeia. 2014;10(18):264-72.
- [8] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estimativas da população [Internet]. 2020 [acesso 12 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>
- [9] Ministério Público do Estado do Paraná (MP-PR). Manual para elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana. 2. ed. Curitiba: Procuradoria Geral de Justiça; 2018.
- [10] Aumond JJ. As grandes unidades da paisagem e a biodiversidade de Santa Catarina. In: Sevegnani L, Schroeder E, organizadores. Biodiversidade catarinense: características, potencialidades, ameaças. Blumenau: Edifurb; 2013.
- [11] Sevegnani L, Schroeder E. A vegetação no contexto brasileiro e catarinense: uma síntese. In: Sevegnani L, Schroeder E, organizadores. Biodiversidade catarinense: características, potencialidades, ameaças. Blumenau: Edifurb; 2013.
- [12] Pereira RMFA, Vieira MGED. Gênese da formação econômica e social. In: Santa Catarina. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Estatística e Cartografia. Atlas geográfico de Santa Catarina: população – fascículo 3. Rocha IO, organizadora. Florianópolis: Ed. UDESC; 2018. p. 1-176. doi:10.5965/97885830215203201816.
- [13] Santa Catarina. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Estatística e Cartografia. Atlas geográfico de Santa Catarina: população – fascículo 3. Rocha IO, organizadora. Florianópolis: Ed. UDESC; 2018. doi:10.5965/978858302152032018.
- [14] Prefeitura Municipal de Joinville. Portal institucional [Internet]. 2024. [acesso 15 jan. 2024] Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/>
- [15] Prefeitura Municipal de Indaial. Portal institucional [Internet]. 2024. [acesso 15 jan. 2024] Disponível em: <https://indaial.atende.net/>

Capítulo 21

ARBORIZAÇÃO URBANA – POLÍTICAS PÚBLICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS NO RIO GRANDE DO SUL

*Por Maria do Carmo Conceição Sanchotene (in memoriam),
Bibiana Cassol, Flávio Barcelos Oliveira e Paulo Renato Backes*

21.1. Destaques deste capítulo

1. As cidades gaúchas possuem um padrão arbóreo predominantemente composto por espécies exóticas, embora haja um movimento crescente de valorização do plantio de espécies nativas;
2. Porto Alegre, conhecida como a “cidade das árvores”, se destaca nacionalmente na arborização urbana e tem servido de referência para avanços na arboricultura em todo o Brasil;
3. A existência de Planos Diretores de Arborização Urbana (PDAUs) é enfatizada, ressaltando a necessidade de que tenham força de lei para assegurar uma gestão eficaz e consistente;
4. O manejo adequado dos resíduos provenientes das árvores e a implementação do Programa Espécies Invasoras – RS são fundamentais para reduzir impactos ambientais e proteger a biodiversidade urbana;
5. O uso de tecnologias especializadas e a formação de equipes treinadas e capacitadas são essenciais para garantir uma gestão eficiente, segura e de qualidade do verde urbano.

21.2. Introdução

A arborização urbana no Rio Grande do Sul foi fortemente influenciada por acontecimentos ocorridos, sobretudo, na capital do estado. O primeiro deles ocorreu em 1971, com a criação da Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural (AGAPAN), que marcou o início de um intenso movimento ativista em defesa do meio ambiente.

Um episódio marcante aconteceu em 1975, quando um estudante mineiro de engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) impediu o corte de uma tipuana (*Tipuana tipu*) por equipes da Prefeitura de Porto Alegre, em frente à Faculdade de Direito. Após tentativas frustradas de negociação, o jovem subiu na árvore e permaneceu em sua copa, garantindo sua preservação. O fato ganhou repercussão nacional e desencadeou um processo notório de

conscientização da população a respeito da importância do verde urbano no Brasil, em plena segunda metade do século 20.

Outro marco relevante foi a criação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAM), por meio da Lei nº 4.235/1976, sendo a primeira secretaria no país destinada especificamente à proteção e ao controle ambiental. A SMAM influenciou a criação de órgãos semelhantes em outros municípios e estados. Em 1985, a Secretaria promoveu o Primeiro Encontro Nacional a respeito da arborização urbana, reunindo 888 participantes de diversas regiões do Brasil, um evento transformador para a arboricultura no país.

A fundação da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), em 1992, também tem forte ligação com Porto Alegre, já que a primeira diretoria foi instalada na capital gaúcha, consolidando sua relevância na história da arborização brasileira.

Além dos fatos históricos, o Rio Grande do Sul abriga árvores notáveis que constituem a memória viva de suas cidades. Entre os exemplos, destacam-se figueiras nativas do gênero *Ficus*, algumas localizadas até mesmo no centro de vias públicas, possivelmente em virtude de leis de proteção específicas. Em Porto Alegre, conjuntos expressivos de *Washingtonia robusta* (palmeira-da-califórnia), plantados nos anos 1920, ainda embelezam avenidas importantes, como a João Pessoa, que, no trecho da ponte sobre o Arroio Dilúvio, tornou-se cartão-postal da cidade. Já o jacarandá (gênero *Jacaranda*) encanta moradores e visitantes com suas flores roxas, que colore ruas e calçadas, formando os famosos e tombados “túneis verdes” junto a tipuanas e plátanos.

Em outras cidades gaúchas, árvores simbólicas também se destacam. Em Guaíba, encontra-se o imponente Cipreste Farroupilha (*Cupressus sempervirens*), associado a reuniões da Revolução Farroupilha em 1835 e hoje símbolo municipal, presente inclusive na bandeira e no brasão da cidade. Em Rio Grande, um eucalipto plantado em 1877 é considerado o primeiro exemplar da espécie no estado, e os extensos plantios de eucaliptos na Praia do Cassino marcam a paisagem do balneário. Em Pelotas, a Praça Coronel Pedro Osório abriga um expressivo exemplar de pau-brasil (*Paubrasil echinata*), de tronco avermelhado e escamoso, que integra o patrimônio histórico, cultural e ambiental da cidade.

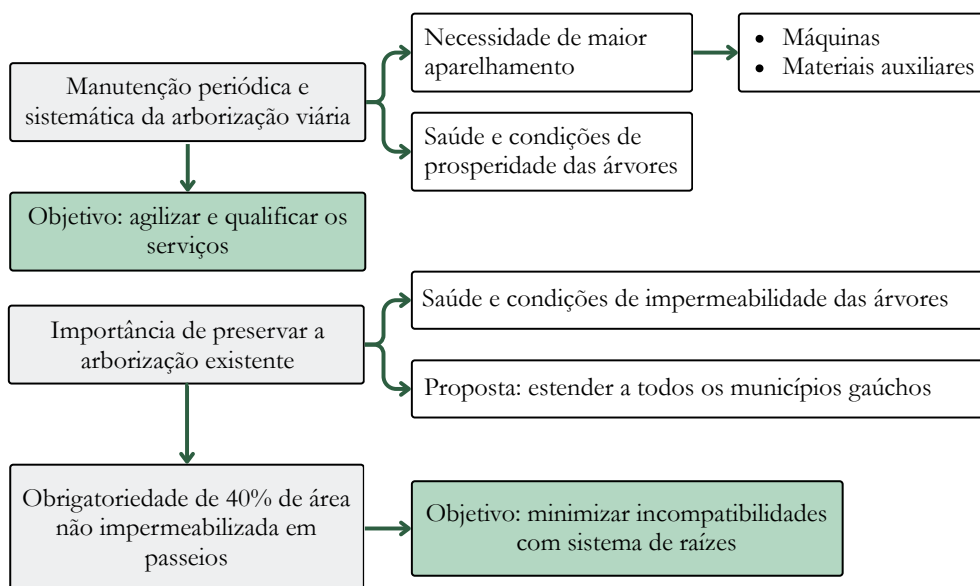
Outro exemplo singular é a Árvore Lunar, de *Liquidambar styraciflua*, em Santa Rosa. Plantada em 1971 durante a Feira da Soja, a muda se originou de uma semente que germinou após ter sido levada ao solo lunar pela missão da NASA e foi plantada pelo então presidente João Batista Figueiredo. Em Canela, o monumental Pinheiro de Canela, uma *Araucaria angustifolia* com mais de 40 metros de altura e idade estimada entre 500 e 700 anos, é protegido pelo Decreto Estadual nº 31.277/1983 [1] e considerado patrimônio histórico, cultural e ambiental da cidade.

No que se refere à composição arbórea, grande parte dos municípios gaúchos apresenta predomínio de *Ligustrum lucidum*, que chega a representar mais de 50% da população arbórea urbana. Espécie exótica de origem asiática, teria sido introduzida em larga escala no estado no período em que Getúlio Vargas era presidente da República, favorecida por sua alta capacidade reprodutiva. De acordo com inventário publicado pela SMAM em 2000, cerca de 50% das árvores viárias de Porto Alegre pertencem a apenas três espécies: *Lagerstroemia indica*, *Ligustrum lucidum* e *Jacaranda mimosifolia*. No total, aproximadamente 70% da arborização da cidade é composta por espécies exóticas e apenas 30% por nativas.

21.3. Principais problemáticas da arborização no Rio Grande do Sul

Os problemas observados na arborização urbana das cidades do Rio Grande do Sul são semelhantes aos verificados em outras regiões do país. O conflito entre árvores e redes aéreas permanece um desafio complexo, sobretudo pela presença de cabos de energia sem proteção ou isolamento. Nesse contexto, algumas espécies de grande porte, como jacarandás e tipuanas, têm apresentado melhor convivência com a rede elétrica do que espécies de médio porte, em razão da maior resistência à poda e à capacidade de adaptação da copa, inclusive em redes convencionais. Em menor escala, também se verificam incompatibilidades das copas com fachadas e telhados, bem como interferências em semáforos e transformadores. Outro problema recorrente é a condução inadequada das árvores, muitas vezes não realizada com a frequência necessária, o que resulta em exemplares projetando-se sobre calçadas e vias, prejudicando a circulação de pedestres e veículos. Esses aspectos reforçam a necessidade de planejamento adequado e de ações contínuas para o manejo da arborização urbana no estado.

Figura 21.1 – Fluxograma de perspectivas futuras nos desafios da arborização no Rio Grande do Sul.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

O baixo controle municipal de infestações por hemiparasitas (erva-de-passarinho) é um problema sério que debilita a arborização e vem visivelmente se agravando ao longo do tempo, inclusive, podendo ocasionar a morte de exemplares pertencentes a espécies consideradas raras, além de colocar em risco espécimes da via pública, às vezes, abandonados à própria sorte. Os indivíduos localizados em calçadas, sob redes aéreas, e que sofrem podas sistemáticas, são mais vulneráveis à infestação por erva-de-passarinho, especialmente se pertencerem a espécies que naturalmente demonstram mais suscetibilidade. Em Porto Alegre, destacam-se em primeiro plano as incompatibilidades entre calçadas e os sistemas de raízes (46,80%), em função da escassa área livre, em geral, concedida às árvores para acomodação, ventilação e percolação de água, conforme demonstrado em inventário realizado e publicado no início deste século [2]. A atualização do Plano Diretor de Arborização Urbana – PDAU [3] tem como diretriz manter 40% da metragem quadrada das

calçadas com vegetação na tentativa de contribuir para a solução deste problema. Árvores com indicativo de remoção por razões diversas representam cerca de 12,86% dos problemas registrados pelo referido inventário. Árvores com risco iminente de queda representam menos de 1%.

21.4. Unidades de conservação e o conforto ambiental em cidades gaúchas

O Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) do Rio Grande do Sul foi instituído pelo Decreto nº 34.256/1992. A partir de consulta feita ao site da SEMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura [4], é possível concluir que o referido sistema abrange 23 Unidades de Conservação Estaduais (UCs) de Proteção Integral. As UCs estão distribuídas em 41 municípios totalizando 256.208,74 hectares, sendo que seis deles estão guarnecidos por mais de uma UC. O município de Itati possui quatro UCs estaduais em seu território. Os municípios de Porto Alegre, Viamão, Canoas, Eldorado e Nova Santa Rita possuem duas UCs cada um. A maioria das UCs Estaduais, totalizando 52,17%, fazem parte do bioma Mata Atlântica; 30,43% estão no bioma Pampa e 17,39% em ambos os Biomas.

Cabe destacar que a UC Parque Estadual de Espigão Alto (415 ha), localizada no município de Barracão, no bioma Mata Atlântica, entre outras funções, cumpre a missão de proteger as espécies *Cedrela fissilis* (cedro), *Cordia trichotoma* (louro) e *Parapiptadenia rigida* (angico), além de várias espécies de canela. A UC Parque Estadual do Espinilho (1.617,14 ha), localizada na Barra do Quaraí, no Bioma Pampa, realiza a proteção das espécies *Acacia caven* (espinilho), *Prosopis nigra* (algarobo) e *Prosopis affinis* (inhanduvai). A UC Parque Estadual do Ibitirí, localizada nos municípios de Vacaria e Bom Jesus, na Mata Atlântica, é uma das áreas de ocorrência da espécie *Tritbrinax brasiliensis* (buriti).

O poder público conta, ainda, com 25 Unidades de Conservação Municipais, com 15 localizadas no bioma Pampa e 10 na Mata Atlântica. Ao todo são 8 de uso sustentável e 17 de proteção integral distribuídas em 30 municípios. Porto Alegre e São Francisco de Paula possuem três UCs municipais, totalizando, respectivamente, 453,87 ha e 1.455,16 ha. São Leopoldo possui duas UCs e totaliza 158,92 ha.

O Rio Grande do Sul possui três UCs classificadas como Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Estadual, que são a Barba Negra, com 2.379,44 ha, localizada na Barra do Ribeiro, a Boa Vista, com 243,28 ha, localizada em Santana da Boa Vista e a Mo'ã (significa proteger, em tupi-guarani) com 2,01156 ha, localizada no Rincão dos Minellos, em Itaara.

O Rio Grande do Sul abriga 32 Unidades de Conservação (UCs) do tipo Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Federal, distribuídas em 23 municípios, com área total de 1.919,52 ha (Figura 2). Entre os municípios com maior representatividade, destacam-se: Passo Fundo, com duas UCs que somam 73,77 ha; Dom Pedrito, com três UCs e 69,11 ha; Viamão, também com três UCs, totalizando 22,98 ha; e Porto Alegre, que concentra quatro UCs em uma área de 39,11 ha.

As Unidades de Conservação (UCs) estaduais, municipais, além das RPPNs estaduais e federais, estão distribuídas em 97 municípios gaúchos, o que representa aproximadamente 20% das cidades do estado. Essas áreas verdes preservadas desempenham papel fundamental na melhoria das condições de conforto ambiental e na promoção da saúde das populações urbanas.

Em Porto Alegre, além do Parque Estadual Delta do Jacuí, da APA do Delta do Jacuí e da área do extinto Jardim Botânico, encontram-se importantes UCs pertencentes às esferas

PARTE 3

Outro exemplo relevante é a Floresta Nacional de São Francisco de Paula (Flona-SFP), localizada no município de mesmo nome, na região dos Campos de Cima da Serra. A área, marcada pela presença de matas com araucária (Floresta Ombrófila Mista) e elevada umidade (pluviosidade superior a 2.000 mm/ano), possui clima caracterizado por temperatura média anual em torno de 14,5 °C. A Flona-SFP possui 1.606 hectares, com altitudes acima de 900 metros, e integra a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica como Área Núcleo, sendo considerada de alta a altíssima prioridade para conservação. Além disso, está estrategicamente inserida no Corredor Ecológico do Rio dos Sinos, conectando-se aos corredores dos rios Caí e Tainhas.

Essas iniciativas reforçam a importância das Unidades de Conservação na proteção das florestas urbanas e de espécies arbóreas nativas no Rio Grande do Sul. Nesse sentido, os Planos Municipais de Arborização e Áreas Verdes devem integrar as UCs existentes em seus territórios, reconhecendo-as como elementos estratégicos para o conforto ambiental urbano, independentemente de sua jurisdição (municipal, estadual ou federal).

21.5. Proteção e gestão de Corredores Ecológicos

Conforme a Resolução do CONAMA n.º 9, de 24/10/1996 [5], Corredores Ecológicos são “a faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes, sendo que os mesmos podem ser constituídos pelas matas ciliares em toda a sua extensão e pelas faixas marginais definidas por lei; pelas faixas de cobertura vegetal existentes nas quais seja possível a interligação de remanescentes, em especial às unidades de conservação e áreas de preservação permanente”.

Os Corredores Ecológicos são reconhecidos como Unidades de Planejamento na Lei do SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei nº 9.985/2000), que os conceitua em seu artigo 2º como “porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais”. No Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas, Decreto Federal nº 5.758, de 13 de abril de 2006 [6], os Corredores Ecológicos são entendidos como instrumentos de gestão territorial de grandes paisagens.

A Mata Atlântica originalmente ocupava 39,7% do território do Rio Grande do Sul, mas atualmente restam apenas 2,69% [4]. A supressão da vegetação para implantação de lavouras, seguida pelo abandono dessas áreas, permitiu a regeneração natural da floresta, porém de forma fragmentada. Esse processo resultou na formação de manchas isoladas de mata, o que compromete a sobrevivência da flora e fauna em razão do isolamento ecológico. Nesse contexto, destaca-se a importância da criação de Corredores Ecológicos, capazes de restabelecer a conectividade entre os fragmentos florestais. Muitas Unidades de Conservação encontram-se inseridas em áreas urbanas, o que torna mais complexo o planejamento desses corredores, frequentemente exigindo ações de recuperação de áreas degradadas ou restauração de ecossistemas em paisagens ainda menos impactadas, de modo a viabilizar a sua integração.

No Rio Grande do Sul, são destaques:

- Corredor Ecológico da Quarta Colônia (124.947 ha), inserido nos biomas Mata Atlântica e Pampa, constituído por nove municípios, que são: “Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivora, Nova Palma, Pinhal Grande, Restinga Seca, São João do Polêsine e Silveira Martins; e, além destes, o corredor contemplou também os municípios lindeiros de Santa Maria e Itaara” [7]. Foram alvos de conservação, para implantação do Corredor Ecológico, as UCs estaduais Parque Estadual da Quarta Colônia, Reserva Biológica do

Ibicuí Mirim e Parque Natural Municipal de Sobradinho. A expectativa é que o Corredor Ecológico da Quarta Colônia, além de promover a conservação da natureza e da biodiversidade, oportunize a geração de emprego e renda às comunidades do entorno, incluídas nos municípios referidos.

- Corredores Ecológicos identificados no município de Esperança do Sul, sete, os quais precisam ser legalmente mapeados e analisadas as relações com os municípios fronteiriços para que sejam efetivamente implantados, conectando fragmentos em processo de regeneração da Floresta Estacional Semidecídua – Mata Atlântica [6].

O Corredor Ecológico do Parque Natural Morro do Osso (Porto Alegre, criado em 1994): ocupa 127 ha e, junto à mata natural particular adjacente, totaliza 220 ha. Segundo a SMAMS, abriga espécies características da Mata Atlântica, como *Myrsine umbellata* (capororoca), *Lithraea brasiliensis* (aroeira-brava), *Gymnanthes klotzschiana* (branquilha), *Myrciaria cuspidata* (camboim), *Ficus insipida* (figueira-purgante), *Nectandra oppositifolia* (canela-ferrugem) e *Erythrina falcata* (corticeira-da-serra). Espécies escassas no município, como *Ocotea catharinensis* (canela-preta) e *Colubrina glandulosa* (sobraji), também estão presentes. Localizado em área urbana, circundado por vias de grande tráfego, o Parque conecta-se a um fragmento de mata secundária contíguo, que margeia o loteamento Cavallhada e se estende às matas ciliares dos afluentes do arroio Cavallhada. Essa continuidade permite deslocamento de animais e dispersão de sementes, favorecendo trocas genéticas e a preservação de várias espécies [3].

Desde 2020, vem sendo estudada a definição de um Corredor Ecológico, na Região Metropolitana de Porto Alegre, nos municípios de Canoas e Cachoeirinha, entre os arroios Brigadeira e Sapucaia, que deverá ligar as áreas rurais, dos municípios envolvidos, com o Rio Gravataí, conforme matéria divulgada no Jornal do Comércio [8].

Conforme disposições da Lei nº 15.434 de 09/01/2020, em seu Artigo 42, as Unidades de Conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, devem possuir uma Zona de Amortecimento (ZA) e, quando conveniente, corredores ecológicos. E em seu Parágrafo primeiro, o órgão responsável pela administração da unidade estabeleceu normas específicas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos da ZA e dos corredores ecológicos de uma Unidade de Conservação. Segundo o Ministério Público Estadual, “a não implantação do regime urbanístico para os corredores ecológicos inviabiliza a implementação da política urbano-ambiental constitucionalmente desejável e adequada” [9].

Os Corredores Ecológicos no Rio Grande do Sul carecem da definição de um Programa de expansão, proteção e gestão, atrelado aos Planos de Manejo das Unidades de Conservação e de fragmentos dispersos originários dos biomas Mata Atlântica e Pampa, prevenindo novas fragmentações, promovendo a biodiversidade e a utilização sustentável dos recursos naturais, a partir do envolvimento de instituições públicas e particulares e das comunidades do entorno das áreas protegidas.

Corredores Ecológicos em fase de estudo ou de operação devem integrar os Planos Municipais de Arborização Urbana, especialmente se considerarmos que os parques, praças e até mesmo a arborização viária estabelecida podem ser considerados significativos alvos no processo de seu mapeamento. Quando os corredores ecológicos atravessam áreas privadas, cabe ao poder público adotar ações, como a concessão de incentivos fiscais, que favoreçam o estabelecimento adequado desses corredores. Além disso, é fundamental investir no treinamento de equipes técnicas para realizar diagnósticos da vegetação urbana, identificando áreas e fragmentos que precisam

ser conectados para restaurar o sistema verde perdido ao longo do tempo, garantindo o fluxo gênico, a mobilidade da fauna e a promoção da biodiversidade.

21.6. Gestão de Áreas de Preservação Permanente – APPs

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são conceituadas como “áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” [10]. O modelo de urbanização adotado ao longo dos anos, aliado à ocupação irregular de áreas verdes, ao uso inadequado do solo e ao desmatamento urbano, tem impactado fortemente as Áreas de Preservação Permanente, comprometendo a segurança ambiental, promovendo a perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos e, ainda, expondo pessoas a riscos, incluindo desabrigo e até mesmo perda de vidas.

Em 2007, a SEMA (Secretaria Estadual do Meio Ambiente) publicou as “Diretrizes Ambientais para Restauração de Matas Ciliares”, bibliografia com excelente conteúdo norteador para a recuperação da vegetação ciliar e outros trabalhos de recuperação de áreas degradadas [11]. A legislação vigente contempla, sobretudo, as áreas rurais. O Decreto nº 47.137 de 30/03/2010 instituiu o Programa Estadual de Recuperação de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal, denominado “Ambiente Legal” [12], cujo objetivo é promover a recuperação das áreas de preservação permanente degradadas até 24 de agosto de 2001, harmonizando a preservação ambiental com o desenvolvimento social e econômico das populações rurais, e constituir as Reservas Legais”. A Resolução CONSEMA (Conselho Estadual de Meio Ambiente) nº 360/2017 [13], “estabelece diretrizes ambientais para a prática da atividade pastoril sustentável sobre remanescentes de vegetação nativa campestre em Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal no bioma Pampa”, mas trata especificamente das APPs em áreas rurais. O Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012), em seu artigo 4º, dá destaque às APPs em áreas urbanas [10].

O desenvolvimento de Programas de Conservação e Recuperação das APPs é fundamental, especialmente para garantir a proteção daquelas que ainda estão em bom estado de conservação e promover a restauração dos ecossistemas das que tiveram sofrido processos de degradação mais agressivos. Cada APP tem suas características e deve ser objeto de detalhado estudo com vistas a permitir a composição de plano de restauração que compatibilize a implementação de espécies nativas adequadas, a conservação de vegetais porventura ainda existentes, e os usos que são dados às áreas pelas comunidades do entorno. O tema é complexo, e o que se observa é que, apesar da incontestável importância ambiental das APPs, essas ainda não conquistaram a posição de prioridade que lhes cabe, o que representa inegável perda de qualidade de vida no meio urbano.

O Decreto nº 47.137 de 2010, que instituiu o Programa “Ambiente Legal”, harmoniza a preservação ambiental com o desenvolvimento social e econômico das populações rurais e constitui as Reservas Legais.

O Novo Código Florestal (Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012) prevê, em seu artigo 25º no inciso II, a transformação das Reservas Legais em áreas verdes nas expansões urbanas, o que poderá oportunizar a criação de novos parques e praças em cidades.

Além disso, criou o CAR (Cadastro Ambiental Rural) que “é um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais referentes à situação das Áreas de Preservação Permanente, das áreas de Reserva Legal, das florestas e dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento” [10]. Nos municípios, especialmente em áreas urbanas de ocupação extensa e em faixas periurbanas, existem diversas propriedades rurais, cadastradas no CAR, que contêm importantes Áreas de Preservação Permanente, as quais, em princípio, já estariam sob fiscalização da União.

Programas de recuperação de APPs devem ser ações prioritárias, coordenadas e realizadas de forma conjunta pelas esferas municipal, estadual e federal, com a participação da sociedade. Iniciativas dessa magnitude demandam projetos elaborados por profissionais de diferentes áreas, com o objetivo de promover a recuperação ambiental e reduzir desigualdades sociais. Nesse contexto, a arborização com espécies nativas constitui um importante instrumento de transformação, contribuindo para a recuperação de paisagens degradadas e beneficiando diversos tipos de APPs, inclusive garantindo a preservação dos recursos hídricos urbanos.

Nos últimos anos, o Rio Grande do Sul vem enfrentando uma frequência grave de eventos climáticos extremos, como ondas de calor prolongadas, chuvas intensas e enchentes históricas. Tais fenômenos, potencializados pelas mudanças climáticas globais, têm provocado danos significativos à infraestrutura urbana, afetando sensivelmente a saúde da população e impactando a segurança alimentar e hídrica do estado. As cidades gaúchas, muitas vezes marcadas por alta densidade urbana e impermeabilização excessiva do solo, tornam-se ainda mais vulneráveis a esses episódios, evidenciando a necessidade urgente de estratégias de adaptação e mitigação.

Nesse contexto, as áreas verdes urbanas desempenham papel fundamental para reduzir os impactos dos extremos climáticos. Árvores, parques e corredores ecológicos ajudam a regular a temperatura local, reduzir a formação de ilhas de calor e facilitar a drenagem das águas pluviais, diminuindo o risco de alagamentos. Além dos benefícios ambientais, esses espaços promovem bem-estar físico e mental, fortalecem a biodiversidade e contribuem para a resiliência das cidades. Investir em infraestrutura verde, portanto, não é apenas uma medida estética ou recreativa, mas uma estratégia essencial para tornar as cidades gaúchas mais seguras e preparadas para os desafios climáticos do futuro.

Assim sendo, a construção de parques lineares, protegendo cursos d’água e nascentes, ampliando áreas permeáveis, além de promover a recuperação de áreas degradadas, poderá contribuir para a segurança ambiental e melhoria da qualidade de vida de comunidades envolvidas.

21.7. Programa de controle de espécies exóticas invasoras

Plantas exóticas são espécies que ocorrem fora de suas áreas de distribuição natural. Elas são transportadas pelo homem de suas regiões de origem e introduzidas em locais onde não ocorrem naturalmente, podendo atravessar continentes, países, estados ou até diferentes regiões dentro de um mesmo estado. Essas espécies podem ou não apresentar comportamento invasor nos ambientes em que são introduzidas. Quando invasivas, possuem grande capacidade de propagação, podendo ocupar extensos fragmentos de vegetação nativa, comprometendo sua integridade e colocando em risco a biodiversidade local.

“A invasão biológica altera ciclos ecológicos, dificulta a recuperação de ecossistemas naturais e provoca a eliminação de espécies nativas” [4]. Espécies invasoras são consideradas por especialistas uma das mais graves causadoras de perda de diversidade.

Há, portanto, que se proceder ao seu controle, o que não equivale dizer que devam ser sumariamente removidas, quando ocupando áreas estranhas à origem delas, mas sim avaliadas e analisadas de forma crítica no ambiente em que se apresentam. A Portaria nº 79/2013 da SEMA reconhece a lista de espécies invasoras do estado.

Logo após a divulgação da primeira relação de espécies que fariam parte da Portaria da SEMA, houve uma grande reação de produtores de mudas e varejistas do mercado gaúcho, pois alguns tinham razoáveis estoques de mudas dessas espécies. Paisagistas, por sua vez, habituados ao uso em projetos de algumas espécies figurantes da listagem, também reagiram.

A experiência de campo em Arborização Urbana evidencia, a confirmar, que espécies exóticas invasoras aparentam ter menor potencial invasor em vias públicas, devendo-se avaliar o local e suas imediações associadamente ao tipo de dispersão. A tipuana (*Tipuana tipu*), por exemplo, consta da portaria da SEMA, entretanto, entre as décadas de 1980 e início dos anos 2000, não foi evidente o comportamento invasor dessa espécie em Porto Alegre.

O Rio Grande do Sul desenvolveu o Programa Estadual de Controle de Espécies Exóticas Invasoras – Invasoras RS, com o objetivo de “atuar na prevenção, monitoramento e controle das invasões biológicas no Rio Grande do Sul” [14]. O Programa conta com uma rede de colaboradores oriundos de órgãos públicos, universidades e da sociedade civil em geral. A SEMA, em conjunto com órgãos federais e estaduais de Santa Catarina e Paraná, desenvolveu o primeiro “Relatório da Estratégia Regional com ações de controle e monitoramento de Espécies Exóticas Invasoras (EEI)”, em 2020, onde se destacam as seguintes políticas públicas:

- Criação de um banco regional de informações sobre exóticas invasoras em toda a região Sul;
- Elaboração de um protocolo para orientar decisões sobre licenciamento ambiental;
- Criação de um fórum de discussão e de iniciativas conjuntas de controle e monitoramento” [14].

21.8. Tratamento e destinação de resíduos decorrentes do manejo da arborização

Materiais resultantes de podas e remoções de árvores e da manutenção de parques, praças e jardins são gerados em grandes volumes, geralmente, pelas prefeituras municipais e concessionárias de energia. A contribuição de propriedades privadas é bem menos expressiva. O estado dispõe do PERS-RS – Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul 2015-2034 [15], “que permite aos estados o conhecimento do panorama atual e o planejamento de ações visando a atender às metas imediatas e de curto, médio e longo prazos para a gestão adequada de resíduos sólidos”, onde os resíduos verdes são contemplados.

Entretanto, o manejo dos resíduos provenientes da arborização tem ficado a cargo das prefeituras, variando conforme as condições ambientais, sociais e econômicas de cada município. Alguns municípios do interior, como Três de Maio, Chiapetta, Farroupilha, Caxias do Sul e Campo Bom, dispõem de trituradores, às vezes acoplados aos caminhões de serviço, e outros estacionados em seus próprios municípios. Esses equipamentos são utilizados para fragmentar galhos e outros resíduos vegetais, que posteriormente passam por processo de compostagem. O adubo gerado é geralmente destinado à agricultura familiar, hortas comunitárias e projetos de educação ambiental.

Na capital do estado, os resíduos das atividades de poda e remoção de árvores em áreas públicas são descartados na UTC – Unidade de Triagem e Compostagem da Lomba do Pinheiro. Desde 2014 foi firmado convênio entre a Prefeitura Municipal e a Companhia de Energia Elétrica do Estado – CEEE, que adquiriram tecnologia apropriada para efetuar a trituração e compostagem do material, com posterior reaproveitamento na forma de composto orgânico. A redução do volume verde proporciona menor utilização de espaço na UTC, onde a CEEE descarta cerca de 60 toneladas de material verde por mês. A prefeitura de Porto Alegre descarta o produto resultante de aproximadamente 1,4 mil serviços executados por mês, entre podas e remoções de árvores [16].

“A CEEE-D (empresa pertencente à CEEE) tem ações semelhantes com as prefeituras de Butiá, Charqueadas, Eldorado do Sul, Guaíba e Viamão, e está em negociação com o município de Alvorada. No interior, há também parcerias similares que tratam desse assunto” [17].

Em Porto Alegre, profissionais e empresas de manejo de arborização urbana, em áreas particulares, podem utilizar as áreas administradas pelo poder público para a recepção de materiais. Na elaboração do laudo técnico que justifica a realização do serviço é encaminhado ao órgão licenciador competente, o profissional informa onde será descartado o material que resultar da atividade de poda ou remoção da(s) árvore(s) em questão. Os resíduos verdes provenientes das residências, como aparas de jardins, podem ser recolhidos pelo poder público e encaminhados aos ecopontos administrados pelo município, mediante pagamento da taxa correspondente.

A Resolução CONSEMA nº 358/2017 estabelece critérios para o licenciamento da manutenção da vegetação nativa e exótica em faixas de segurança das redes de distribuição de energia elétrica. Ela cria o documento denominado “Licença Única para licenciamento do manejo de vegetação nativa e exótica, para a manutenção das faixas de segurança das Redes de Distribuição de Energia Elétrica”, abrangendo todas as redes de distribuição de até 38 kW em áreas rurais ou urbanas do estado do Rio Grande do Sul. A resolução determina que, ao final do serviço, devem ser recolhidos os resíduos gerados no local, exceto os resíduos vegetais, que podem ser depositados ao longo das redes de distribuição em áreas não urbanizadas, desde que não obstruam cursos d’água.

O estado dispõe do PERS-RS – Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul 2015-2034 [15]. O poder público precisará criar áreas destinadas ao acolhimento de resíduos verdes. Seria recomendável fomentar a cessão de áreas particulares em cidades, com condições adequadas para recebimento, armazenamento e compostagem do material proveniente do manejo da floresta urbana, reduzindo tempo e custos de transporte e criando espaços para atividades de educação ambiental.

As áreas verdes públicas, por sua vez, que possuam condições de absorver e tratar os resíduos decorrentes de sua própria manutenção, poderiam ser utilizadas como alternativa técnica, destinando o adubo gerado para aplicação nas próprias áreas ou em atividades comunitárias. A criação de programas de adubação periódica da arborização pública poderia ser estruturada a partir da compostagem dos resíduos resultantes das podas realizadas em cada município.

Além disso, a madeira proveniente do manejo arbóreo, quando apresentar condições adequadas, poderia ser empregada na indústria moveleira rústica, na produção de peças artesanais e artísticas, cabendo a elaboração de protocolos que regulamentem administrativa e juridicamente essa operação.

21.9. Tecnologias adotadas para o trato da arborização e áreas verdes públicas

Modernamente, as cidades, por meio do uso das tecnologias disponíveis, estão buscando o status de cidades inteligentes. A escassez de recursos dificulta muito o caminho que conduz a este patamar. A capital do estado utiliza câmeras de alta resolução para videomonitoramento de ruas, parques e praças. O Parque Farroupilha utiliza câmeras de videomonitoramento. Os Parques Maurício Sirotski Sobrinho e Moinho de Ventos possuem videomonitoramento e *wireless* gratuita. O Parque Marinha do Brasil e a Praça da Alfândega têm *wireless* gratuita e cercamento eletrônico. O Chalé da Praça XV tem internet *wireless* gratuita e videomonitoramento por meio do convênio Procempa (Central de Processamento de Dados de Porto Alegre) com a Coca-Cola. Essas áreas verdes estão localizadas na área central da cidade. Os municípios de Pinhal, Caxias, Canoas, Bento Gonçalves, São Leopoldo e outros já possuem câmeras fixas e internet em algumas áreas verdes. A tendência é que, gradativamente, os parques e praças sejam equipados com novas tecnologias e proporcionem mais tempo de permanência aos seus usuários. A experiência tem mostrado que o uso mais intenso das áreas verdes diminui situações de depredação, o que sugere a necessidade de investimentos na requalificação dos espaços públicos de lazer.

No que se refere à conservação da vegetação, tanto em vias públicas quanto em áreas verdes, é fundamental investir em novas tecnologias de manejo, capazes de tornar os serviços mais qualificados, minimizando riscos de acidentes e perdas de vegetais em virtude de tratos inadequados. Novos resultados exigem novos métodos, e os rumos observados indicam que, sem tecnologia, os desafios se ampliam, tornando o futuro do ambiente urbano, especialmente na capital e nas maiores cidades do estado, potencialmente empobrecido ambientalmente. A contínua redução das áreas verdes reforça a necessidade de avançar, possivelmente, rumo à Arboricultura de Precisão.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) desenvolveu, no curso de pós-graduação em Agricultura de Precisão, o aplicativo *C7 Lignum Urban*, “ferramenta móvel, vinculada ao Sistema Android de *smarthphones* e *tablets*, de planejamento da arborização urbana através do cadastramento e avaliação de exemplares, da implantação e manejo da vegetação de áreas públicas e emissão de relatórios, que permitem a tomada de decisões em grupos. O *C7 Lignum Urban* permite maior agilidade nos processos de obtenção e difusão de dados em virtude da capacidade de espacializar dados e enviar relatórios em formato CSV e PDF, que podem ser editados e ocupam menor espaço” [18]. A cidade de Bagé desenvolveu uma metodologia para inventariar árvores em área de praça (Praça da Estação), através do uso de *QR code*, promovendo o registro de dados dos espécimes e a interação com os usuários da área verde [19].

O Rio Grande do Sul é um dos grandes núcleos de inovação do país e do mundo. Conta com diversos polos, parques e incubadoras em diversos municípios do estado, portanto tem as condições necessárias para desenvolver um programa de fomento e incentivo ao surgimento de empresas de base tecnológica que busquem obter produtos que favoreçam a gestão e o manejo do verde urbano, promovendo desenvolvimento econômico e social em cidades gaúchas, gerando empregos e renda.

21.10. Mão de obra para serviços em árvores urbanas / Terceirização / Responsabilidade técnica/ Segurança no trabalho – situação e perspectivas

Os serviços de manejo da arborização urbana até a década de 1990 eram, preferencialmente, realizados por equipes próprias das prefeituras municipais. Realizavam as podas de árvores, na baixa tensão, e as concessionárias de energia na média tensão. A partir do ano 2000, a terceirização se intensificou. Atualmente, a grande maioria dos serviços são terceirizados, principalmente na capital. No interior do estado, apesar das limitações estruturais, os municípios mantêm a execução dos serviços por meio de equipes próprias. A expectativa é que a terceirização avance também nos municípios do interior.

A poda é uma atividade de alto risco, o que exige dos gestores públicos plena consciência da responsabilidade ao autorizar a execução desses serviços. Não basta a presença de um responsável técnico: é indispensável garantir condições de segurança às equipes e disponibilizar equipamentos adequados, assegurando a qualidade do trabalho e a preservação das árvores urbanas.

É fundamental que tanto empresas privadas como públicas possuam quadro de funcionários comprovadamente capacitados e periodicamente treinados para o manejo da arborização urbana. O PDAU, em Porto Alegre, estabelece que, além da certificação profissional, os trabalhadores devem possuir, no mínimo, o ensino fundamental completo e perfil adequado para atividades em altura.

Desde a criação da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), em 1992, passou a ser utilizado, no Brasil, o termo “arborista”, que se aplica a profissionais de diferentes níveis de escolaridade e que exercem atividades em diferentes setores que envolvem o manejo arbóreo, denominados Arboristas Municipais, Arboristas de Concessionárias de Energia Elétrica, Arboristas de Empresas Particulares, Arboristas Professores e Pesquisadores, muito por influência da participação na *ISA – International Society of Arboriculture*. A SBAU, ao longo dos anos, trabalhou para que a responsabilidade técnica passasse a ser exigida para execução de serviços em arboricultura. A grande maioria dos municípios do estado tem, pelo menos, um responsável técnico encarregado da gestão do manejo da arborização. Técnicos municipais devem emitir a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de cargo ou função nos termos de seu respectivo conselho de classe. As prefeituras municipais aceitam como responsáveis técnicos por serviços particulares de poda, transplante e remoção de árvores, profissionais biólogos, agrônomos ou engenheiros florestais. É notório o aumento do número de empresas privadas no setor da arboricultura no Rio Grande do Sul e no Brasil. A Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), durante anos, liderou a distribuição de energia no estado até a privatização parcial da empresa, em 1997. A SBAU, a SMAM e a CEEE, na década de 1990, formaram grande parceria e, desde logo, a Companhia optou pela exigência da Responsabilidade Técnica em Arboricultura, com a correspondente ART, para acompanhamento das turmas de poda da própria CEEE e das empresas terceirizadas, o que contribuiu notavelmente para melhoria da qualidade dos serviços prestados.

A SBAU, a SMAM e a CEEE promoveram, durante muitos anos, cursos conjuntos de capacitação para mão de obra de empresas terceirizadas e para equipes próprias da CEEE e da SMAM,

sempre com acompanhamento de seus respectivos responsáveis técnicos. Esses cursos tiveram ampla aprovação e foram replicados em diversas cidades do Rio Grande do Sul e em outras regiões do Brasil.

Atualmente, 93% do estado é atendido por duas empresas, sendo 381 municípios pela RGE (CPFL Energia) e 73 pela CEEE-D. A distribuição de energia nos 7% restantes dos municípios é atendida por 5 concessionárias de pequeno porte e 15 permissionárias ou autorizadas. Essa realidade sugere o desenvolvimento de um programa permanente de capacitação de mão de obra em Serviços de Arborização Urbana a ser desenvolvido no estado. Treinamentos periódicos para profissionais de todos os níveis são fundamentais, pois é preciso prevenir intervenções equivocadas em árvores urbanas, o que poderá ter consequências desastrosas e irreversíveis, penalizando o poder público com expressivos custos diretos e indiretos na medida em que podem causar o desaparecimento de serviços ecossistêmicos, patrimônio invisível e extremamente valioso, que deve ser tenazmente conservado, para a proteção da saúde da população.

Uma interessante forma de capacitação que vem ocorrendo é a participação em cursos de escalada em árvores. A escalada veio para o Brasil, trazida pela ISA, em 1998, no Congresso Anual da SBAU, que se realizou em Porto Alegre, mas apenas com caráter demonstrativo. Com o passar do tempo, a SBAU realizou o Primeiro Campeonato de Escalada no Brasil, durante o Congresso de 2008, ocorrido em Manaus. Os campeonatos, além de seu caráter esportivo, e os cursos de escalada têm como objetivo demonstrar a importância do uso de técnicas com cordas para o trabalho em altura. Essas técnicas permitem o resgate seguro de arboristas em situações de dificuldade e facilitam o acesso de profissionais a locais de difícil alcance, seja pelas condições físicas do terreno, seja pelo tráfego intenso em ruas e avenidas, que muitas vezes inviabiliza a execução dos serviços de manejo.

Empresas terceirizadas pelo poder público para a prestação de serviços em arborização e áreas verdes urbanas devem, periodicamente, apresentar comprovação de qualificação, atualização e treinamento dos profissionais envolvidos com a atividade.

A instituição de um programa permanente de capacitação de mão de obra para serviços em arborização urbana, abordando aspectos teóricos e a execução orientada de práticas de manejo é uma necessidade em nível de estado e que viria em benefício da qualificação do patrimônio arbóreo em cidades.

21.11. Aspectos da produção de mudas de árvores no Rio Grande do Sul – Viveiros em atividade

As mudanças climáticas exigem ações urgentes e transformadoras para assegurar a integridade das florestas e promover a recuperação significativa da vegetação, especialmente em áreas urbanas, onde se concentra a maior parte da população. A recomposição do verde deve ser constante, mas não pode ocorrer de forma desordenada, sem planejamento, projetos adequados ou utilização criteriosa de mudas disponíveis de maneira oportunista. Ao realizar o plantio, é fundamental buscar equilíbrio, observando as demandas e indicações apontadas pela própria natureza, a fim de proteger a saúde humana e garantir a permanência do homem no planeta. É necessário resgatar a diversidade biológica e os serviços ecossistêmicos perdidos,

investindo prioritariamente em espécies nativas, aplicadas de acordo com a região, o estado e o município, sempre considerando a compatibilidade entre as espécies e os locais de plantio.

Os municípios do Rio Grande do Sul, em geral, carecem de programas de plantio, os quais deveriam ser construídos para períodos de, pelo menos, 20 anos, acompanhados das relações de espécies a serem utilizadas e de banco de projetos de plantio, conforme suas realidades, amparados em inventários e em planos diretores de arborização urbana, especialmente para aqueles que possuem viveiros próprios. Os municípios que utilizam mudas provenientes de viveiros privados devem comunicar seus programas de plantio, permitindo que esses viveiros produzam de forma planejada as mudas de espécies nativas de interesse urbano. Para garantir diversidade nos plantios, é necessário produzir diversas espécies nativas, o que depende da capacidade e das condições de cada unidade de produção. Por essa razão, a criação de consórcios de viveiros é fundamental para aumentar a eficiência e celeridade na produção. No estado, já é possível identificar polos produtores, e seria interessante que o poder público estadual atuasse nesses locais. Outra estratégia viável seria criar uma rede de cooperação entre unidades de produção na região Sul do Brasil ou organizar associações de viveiros públicos por região do estado.

Outro aspecto relevante, atualmente em destaque internacional, refere-se ao desenvolvimento e ao melhoramento genético de espécies nativas, voltado ao enfrentamento das adversidades típicas do meio urbano. Entre essas adversidades estão: o estresse hídrico constante, especialmente em mudas plantadas em passeios públicos; a exposição a geadas e temperaturas extremas; a vulnerabilidade a pragas e doenças; e o crescimento em solos alterados e espaços restritos, comuns em áreas urbanas. Essas características exigem estudos, pesquisas e testes detalhados. Trata-se de uma tarefa complexa, que demandará vários anos até a obtenção de resultados consistentes e satisfatórios.

Espécies exóticas, por sua vez, foram amplamente utilizadas no passado e fazem parte da memória histórica das cidades gaúchas. Por esse motivo, a gestão e o manejo técnico da arborização devem levar em conta essa característica, adotando cuidados para não comprometer essa herança histórica. Dessa forma, é importante que a produção de espécies exóticas continue, de modo a complementar os conjuntos históricos existentes.

A produção de mudas de qualidade para arborização urbana é uma tarefa complexa, tanto para espécies nativas quanto para exóticas, pois é fundamental garantir que apresentem padrão estrutural e sanitário adequado para enfrentar as adversidades do meio urbano. Atualmente, há consenso a respeito da importância de investir em mudas altas, mas a altura isoladamente não é suficiente. É necessário observar a proporcionalidade entre a altura, a envergadura e a organização da futura copa, o diâmetro do caule e a distribuição adequada das raízes, acondicionadas em embalagens apropriadas. O produtor deve conhecer a arquitetura da copa das espécies que cultiva e conduzir o manejo em viveiro com cuidados específicos para proteger os tecidos meristemáticos, garantindo árvores saudáveis, fiéis às características da espécie e capazes de prosperar no ambiente urbano.

As diferentes espécies exigem formas específicas de cultivo, considerando as necessidades de água, adubação, exposição solar, podas, entre outros fatores.

A tendência é que, cada vez mais, sejam utilizadas plantas de maior porte em plantios urbanos, uma vez que o crescimento das cidades e as grandes obras de engenharia civil demandam

paisagismos de impacto, construídos com plantas que proporcionem esse efeito, o que tem alterado o conceito tradicional de muda. Vale destacar que mudas altas e com maior envergadura apresentam maior resistência a depredações e, geralmente, dispensam o uso de escoras, permitindo que cresçam de forma mais livre. Nos casos em que o tutoramento é necessário, ele pode interferir na fixação da muda ao solo, prejudicando a resistência da futura árvore, sobretudo perante eventos climáticos adversos.

“A SEMA tem 356 viveiros particulares cadastrados, 83 continuam ativos produzindo mudas de espécies nativas, estando distribuídos em 53 municípios, de um total de 497. 16 viveiros estão localizados no Bioma Pampa, 34 no Mata Atlântica e 35 em municípios situados na zona de transição entre os dois biomas” [20].

O Rio Grande do Sul carece de um cadastro abrangente de viveiros e hortos municipais. O mais conhecido viveiro público é o da prefeitura de Porto Alegre, localizado no Parque Saint-Hilaire, que já se destacou na produção de diversas mudas, tanto no Brasil quanto no exterior, com ênfase em espécies nativas autóctones. O viveiro contava com o prestigiado Banco de Sementes e era um excelente espaço para o desenvolvimento de pesquisas e programas de educação ambiental. Atualmente, suas atividades encontram-se paralisadas.

O Grupo Viveiros Comunitários (GVC), denominado Professor Bruno Irgang, está sediado no Campus da UFRGS e é parte do programa de extensão da Universidade Federal, desde o final da década de 1990 e entre suas atividades destaca-se a produção de espécies nativas regionais.

Uma pesquisa expedita e incompleta permitiu identificar cerca de 80 municípios possuidores de Viveiros e Hortos Florestais Municipais. As informações encontradas deixam transparecer que a maioria das áreas estão dedicadas à produção de mudas de árvores e outras plantas ornamentais, porém, não necessariamente no padrão preconizado para mudas com condições de serem aplicadas em logradouros públicos e não tem foco na biodiversidade do estado.

Essas unidades destacam-se, de forma quase unânime, pelas atividades educacionais e ambientais. Além da relevância da educação, é necessário realinhar o foco para garantir que a segurança e o conforto ambiental nas cidades estejam associados à diversidade de espécies nativas autóctones na composição da floresta urbana, devidamente identificadas do ponto de vista botânico, com origem conhecida e condições sanitárias adequadas.

Vale destacar o Projeto Embrapa Clima Temperado – SEMA/RS intitulado “Valorização e restauração da vegetação nativa na região Noroeste do Rio Grande do SUL [21]: apoio à coleta, à produção de mudas e à formação de viveiros comunitários”, que tem como objetivo “estimular a valorização e a restauração da vegetação nativa na região Noroeste do Rio Grande do Sul por meio da articulação das redes sociotécnicas, para a coleta de sementes, viveirismo e apoio à cadeia produtiva das mudas de espécies florestais nativas, bem como estimular a adequação ambiental das unidades de produção agrícola familiar, por meio de ações de capacitação e pesquisa, e da troca de conhecimentos em recuperação ambiental de áreas de preservação permanente e uso e manejo sustentável da sociobiodiversidade em reservas legais.

As administrações municipais estão cientes da necessidade de utilização de mudas com padrão adequado para uso no meio urbano, e a expectativa é que os viveiros e hortos florestais passem a melhorar o padrão da produção. É fundamental intensificar estudos e pesquisas em torno do que realmente seria um padrão adequado para áreas públicas e se esse padrão pode ser diferente para diferentes espécies. Os viveiros privados e públicos precisam dessa diretriz para efetivamente contribuírem com a conservação e restauração dos ecossistemas urbanos.

21.12. Área periurbana e a preservação do verde privado: produção agroecológica de alimentos e fomento a tecnologias agroecológicas – situação e perspectivas na capital e no interior

Atualmente, o conceito de arborização ou floresta urbana vai além dos limites da cidade, abrangendo também a área periurbana, que atua como faixa de proteção e amortecimento para a infraestrutura verde urbana. Essas áreas periurbanas são caracterizadas por ocupação extensiva e atividades rurais, especialmente aquelas vinculadas à agricultura familiar, e são fundamentais para a proteção ambiental e para o controle de riscos de acidentes naturais.

Em Porto Alegre, a área média por propriedade rural era de 17 hectares em 1970, enquanto atualmente é de 2,5 hectares, segundo informações do Sindicato Rural da cidade. O Censo Agropecuário de 2006 aponta uma área média de 16 hectares para propriedades familiares em todo o Rio Grande do Sul. De modo geral, os pequenos produtores levam uma vida modesta, enfrentando diversos problemas relacionados à produção e, sobretudo, à falta de segurança para manter suas áreas. As faixas periurbanas próximas à capital e às principais cidades do estado, entretanto, tornam-se atrativas para a implantação de empreendimentos imobiliários, geralmente na forma de condomínios horizontais. Essas propostas são financeiramente atraentes e frequentemente resultam na venda dos sítios. Quando um produtor rural vende sua propriedade, quem perde é a cidade e a população.

Cabe ao governo definir políticas públicas que incentivem a permanência do produtor na área periurbana com vocação rural, considerando que o teto produtivo é limitado, entre outras razões, pelas pequenas dimensões das propriedades.

É necessário investir em tecnologia para aumentar a produtividade em áreas reduzidas, oferecendo perspectivas financeiras mais atraentes para os proprietários, mesmo considerando que o Rio Grande do Sul é o estado que recebe o maior volume de crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).

Além disso, é fundamental prestar assistência técnica com vistas não apenas ao aspecto produtivo, mas também ao setor ambiental, orientando quanto ao tratamento a ser dispensado, por exemplo, às APPs, aos cuidados com as águas urbanas que perpassam as propriedades, com a vegetação nativa e com valores históricos e culturais pertinentes. O poder público deve considerar que a segurança alimentar passou a ser uma preocupação mundial, o interesse por produtos orgânicos vem crescendo, sendo que a produção no estado corresponde a 6% do total nacional.

O turismo rural cresce a uma taxa de 30% ao ano no Brasil, e o Rio Grande do Sul apresenta grande potencial nesse setor. Novas trilhas precisarão ser abertas para que os municípios consigam conter a expansão urbana sobre os tecidos periurbanos, contribuindo para a manutenção da faixa de amortecimento que favorece a preservação da floresta em áreas urbanas.

21.13. Aspectos da educação ambiental e sensibilização comunitária para a importância da arborização urbana

A educação ambiental e a sensibilização comunitária deveriam ser o eixo central de qualquer atividade desenvolvida pelos órgãos ambientais. É reconhecido que a educação deve ocorrer em

todos os níveis. Em 2020, a SEMA – Secretaria Estadual do Meio Ambiente constituiu um Comitê Gestor para implementar o Programa de Gestão de Responsabilidade Socioambiental, com o objetivo de tornar efetivas as ações de educação ambiental. O programa integra práticas concretas de sustentabilidade aos processos institucionais, reduzindo despesas e promovendo mudanças de comportamento nos diferentes núcleos de gestão, servindo como exemplo para a sociedade. Sua finalidade é “promover a gestão participativa de recursos naturais, apoiando ações de sustentabilidade e de conservação da biodiversidade” [22].

Os municípios gaúchos, por meio de suas unidades de educação ambiental desenvolvem programas, projetos e atividades voltados à arborização urbana, como trilhas ecológicas e safáris botânicos em unidades de conservação e parques urbanos; plantios em áreas verdes urbanas em parceria com comunidades e escolas das redes municipal e estadual; produção de materiais didáticos para facilitar a transmissão de conteúdo e, mais recentemente, o uso intensivo das mídias sociais como ferramenta de educação ambiental.

As praças e parques funcionam como laboratórios a céu aberto, permitindo o ensino de diversas disciplinas escolares. Em Matemática, por exemplo, podem ser exploradas formas geométricas, perímetros e áreas a partir de canteiros de plantas. Em História, é possível abordar a origem das áreas, seus nomes e monumentos existentes. Em Ciências Biológicas, há inúmeros temas que podem ser estudados, assim como em outras disciplinas. Cabe ao poder público, seja o gestor dos espaços verdes, seja o gestor da educação, estabelecer parcerias para o desenvolvimento de materiais pedagógicos específicos a respeito de arborização e áreas verdes urbanas, destinados ao uso nas redes de ensino em seus diferentes níveis.

A Lei nº 11.730, de 9 de janeiro de 2002 [23], dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Estadual de Educação Ambiental, cria o Programa Estadual de Educação Ambiental, e complementa a Lei Federal nº 9795, de 27 de abril de 1999, no âmbito do estado do Rio Grande do Sul. Art. 7º – A Política Estadual de Educação Ambiental engloba o conjunto de iniciativas voltadas para a formação de cidadãos e comunidades capazes de tornar compreensíveis a problemática ambiental e de promover uma atuação responsável para a solução dos problemas socioambientais.

A criação de um programa estadual permanente de educação ambiental para a conservação da arborização e áreas verdes urbanas é fundamental, envolvendo prefeituras municipais, escolas, universidades e a sociedade em geral, partindo da premissa de que parques, praças e jardins são laboratórios a céu aberto. É necessário desenvolver materiais didáticos com conteúdo a respeito de arborização para uso no ambiente urbano em atividades de educação ambiental, em diferentes níveis das redes públicas e particulares de ensino.

21.14. Arboricultura como negócio e geradora de empregos

A arboricultura no Brasil se consolidou como setor de negócios a partir da fundação da SBAU. Os congressos anuais da instituição refletem esse crescimento por meio de seu conteúdo programático, das feiras de máquinas, equipamentos, ferramentas, materiais auxiliares e insumos, da adoção de padrões diferenciados de mudas por alguns municípios, e das tecnologias que contribuem de forma significativa para estudos e pesquisas em prol das florestas urbanas, além de promover a profissionalização dos arboristas em diferentes níveis de atuação.

No Rio Grande do Sul, o arboregocio poderia estar mais incorporado, tendo em vista que foi pioneiro na luta pela preservação e conservação das árvores urbanas e possui inúmeras legislações de proteção que estão entre as mais restritivas do país. A capital foi uma das primeiras a elaborar e implantar o Plano Diretor de Arborização Urbana, tem importantes livros didáticos de nível superior relacionados ao estudo e à pesquisa de espécies nativas para uso em arborização urbana, possui expressivo número de arboristas especializados que contribuíram com igualmente expressivo número de trabalhos técnicos e científicos a respeito das melhores práticas de manejo e, ao longo dos 28 anos de SBAU, contribuiu com três ex-presidentes.

O Rio Grande do Sul conta com 27 polos, 16 parques tecnológicos e 28 incubadoras distribuídos em municípios como Porto Alegre, Caxias do Sul, Bento Gonçalves, Bom Princípio, Novo Hamburgo, Campo Bom, Santo Ângelo, Erechim, entre outros que oferecem cursos de nível superior. Fomentar o surgimento de startups com base científico-tecnológica voltadas ao desenvolvimento de produtos que impulsionem a arborização urbana no estado pode ser uma estratégia para gerar soluções inovadoras, fortalecer a participação do Rio Grande do Sul no arboregocio, integrar a cadeia produtiva e criar oportunidades de emprego e renda. Entre as medidas de fomento, destaca-se a inclusão de disciplinas com foco em arborização urbana nas grades curriculares de cursos superiores e de pós-graduação que formam os profissionais da área.

21.15. Instituições privadas que atuam em arborização urbana no RS

Algumas instituições se destacaram no manejo da arborização urbana no estado. A FAMURS – Federação das Associações de Municípios do Rio Grande do Sul – representa 27 associações regionais que abrangem os 497 municípios gaúchos e atua em prol dos interesses das populações locais, promovendo eventos, colaborando na produção de materiais de apoio e oferecendo orientações sobre questões relacionadas à arborização urbana.

A AFLORI – Associação Riograndense de Floricultura (1987) tem contribuído com a Floresta Urbana no estado, por meio de seus núcleos de paisagismo e produção, seja debatendo conteúdos sobre mudas de espécies nativas, ou participando de discussões junto ao poder público sobre projetos, legislações, espécies invasoras e outras.

AGAPAM – Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural (1971) é uma instituição que tem história e tradição, influenciou as questões ambientais e contribuiu com o poder público na busca de soluções para problemas enfrentados na proteção ao verde urbano.

INGÁ – Instituto Gaúcho de Estudos Ambientais (1999) é uma “associação civil não governamental, sem fins lucrativos, de caráter ambientalista, científico, cultural e educativo, com sede em Porto Alegre/RS”. Trata-se de instituição constituída por biólogos que tem conquistado resultados positivos em favor das árvores urbanas.

A participação dessas e de outras instituições mostrou-se fundamental ao longo do tempo, pois, ao questionarem decisões do poder público, estimulam a reflexão e incentivam o aprofundamento de estudos e pesquisas sobre o desenvolvimento da arboricultura no Rio Grande do Sul.

21.16. Considerações finais

O Rio Grande do Sul, na sua essência, é conservacionista. A sociedade é atenta e a comunidade científica atuante e produtiva. A sua trajetória em prol da Floresta Urbana é forte e reconhecida no país. As prefeituras municipais, de modo geral, demonstram interesse em se posicionarem nas atividades de gestão e manejo do verde nas cidades. As políticas públicas estão bem definidas em alguns aspectos e, em outros, estão sendo construídas, à medida que alguns conceitos estão sendo mais bem compreendidos e os obstáculos contornados.

A arborização e as áreas verdes urbanas devem ser tratadas como um sistema contínuo entremeadado no espaço urbano e periurbano. As administrações que, periodicamente, se sucedem precisam compreender a necessidade de preservar a integridade desse sistema. Para isso, devem ser construídos planejamentos bem embasados, passíveis de replanejamento na medida em que as cidades se transformam e que possam ser contínuas e tecnicamente implementados de forma a serem definidas as mais adequadas e promissoras políticas públicas que permitam prosperidade à vegetação urbana.

21.17. Referências

- [1] Rio Grande do Sul. Decreto nº 31.277, de 23 de setembro de 1983. Declara imune ao corte espécime de *Araucaria angustifolia* localizada no município de Canela. 1983 [acesso 23 nov. 2020]. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rs/decreto-n-31277-1983-rio-grande-do-sul-declara-imune-ao-corte-especime-de-araucaria-angustifolia-localizada-no-municipio-de-canela>
- [2] Porto Alegre. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Plano diretor de arborização de vias públicas. Porto Alegre: SMAM; 2000.
- [3] Porto Alegre. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Resolução COMAM nº 05, de 28 de setembro de 2006. Porto Alegre: SMAM; 2006.
- [4] Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Unidades de conservação estaduais. Porto Alegre: SEMA; 2016 [acesso 23 nov. 2020]. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-estaduais>
- [5] Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 09, de 24 de outubro de 1996. Dispõe sobre o licenciamento de empreendimentos de irrigação. Diário Oficial da União. 1996 out 28; Seção 1.
- [6] Brasil. Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Aprova o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP e dá outras providências. Diário Oficial da União. 2006 abr 14; Seção 1.
- [7] Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Corredor ecológico da Quarta Colônia. Porto Alegre: SEMA; 2014 [acesso 16 nov. 2020]. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/corredor-ecologico-da-quarta-colonia>
- [8] Jornal do Comércio. Canoas e Cachoeirinha devem ter corredor ecológico entre arroios. Jornal Cidades – Meio Ambiente. 2020 jun 5 [acesso 10 jan. 2020]. Disponível em: https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/jornal_cidades/2020/06/742057-canoas-e-cachoeirinha-devem-ter-corredor-ecologico-entre-arroios.html
- [9] Rio Grande do Sul. Ministério Público. MP ajuíza ação para implantação de corredores ecológicos em Porto Alegre. Porto Alegre: MPRS; 2017 [acesso 16 nov. 2020]. Disponível em: <https://www.mprs.mp.br/noticias/ambiente/45316/>

- [10] Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União. 2012 maio 28 [acesso 10 jan. 2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm
- [11] Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Diretrizes ambientais para restauração de matas ciliares. Porto Alegre: SEMA; 2007.
- [12] Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Unidades de conservação municipais. Porto Alegre: SEMA; 2010 [acesso 23 nov. 2020]. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-municipais>
- [13] Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Resolução Consema nº 360, de 2017. Porto Alegre: SEMA; 2017 [acesso 14 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201709/26103019-360-2017-diretrizes-atividade-pastoril-em-rl-e-app.pdf>
- [14] Revista News. Estados do Sul no combate a espécies invasoras. 2020 abr 21 [acesso 16 nov. 2020]. Disponível em: <https://revistanews.com.br/2020/04/21/estados-do-sul-no-combate-a-especies-invasoras/>
- [15] Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) 2015–2034. Porto Alegre: SEMA; 2015 [acesso 16 nov. 2020]. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/plano-estadual-de-residuos-solidos>
- [16] Porto Alegre. Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. Resíduos de poda da capital passarão por processo de trituração. 2019 jun 6 [acesso 10 jan. 2021]. Disponível em: <https://prefeitura.poa.br/smsurb/noticias/residuos-de-podas-da-capital-passarao-por-processo-de-trituracao>
- [17] Rio Grande do Sul. Governo do Estado. Projeto de podas ajuda a diminuir desligamentos de energia na área da CEEE. Porto Alegre: Palácio Piratini; 2017 [acesso 16 nov. 2020]. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/projeto-de-podas-ajuda-a-diminuir-desligamentos-de-energia-na-area-da-cee>
- [18] Ramos RR. Desenvolvimento de aplicativo de tecnologia móvel para arborização urbana [dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2017 [acesso 14 jan. 2021]. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/13002>
- [19] Brasil. Universidade Federal do Pampa (Unipampa). Redescobrimo as árvores através do QR Code. Bagé, RS: Unipampa; 2018 [acesso 16 nov. 2020]. Disponível em: <https://unipampa.edu.br/portal/arborizacao-urbana-inova-com-tecnologia-para-dar-voz-arvores>
- [20] Munhóz E, Spiering V, Freitas TC, Molina AR, Noronha AH, Sousa LP. Mapeamento dos viveiros produtores de espécies nativas cadastrados na Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Rio Grande do Sul. Cadernos de Agroecologia. 2018;13(1).
- [21] Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura; Embrapa Clima Temperado. Valorização e restauração da vegetação nativa na região Noroeste do Rio Grande do Sul: apoio à coleta de sementes, à produção de mudas e à formação de viveiros comunitários. Porto Alegre: SEMA; 2017 [acesso 14 jan. 2021]. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202001/03170619-04105829-restauracao-da-vegetacao-nativa-na-regiao-noroeste-do-rs.pdf>
- [22] Rio Grande do Sul. Assembleia Legislativa. Lei nº 15.434, de 9 de janeiro de 2020. Código Estadual de Meio Ambiente. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul. 2020 jan 10;(7) [acesso 14 nov. 2020]. Disponível em: <https://www.al.rs.gov.br>
- [23] Rio Grande do Sul. Casa Civil. Lei nº 11.730, de 9 de janeiro de 2002. Dispõe sobre a Política Estadual de Educação Ambiental. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul. 2002 jan 10;(7).

Capítulo 22

POLÍTICAS PÚBLICAS NACIONAIS RELACIONADAS À ARBORIZAÇÃO URBANA

*Por Jennifer Viezzer, Juliane Porto Cruz de Medeiros,
Ana Luisa Teixeira de Campos e Carlos Mauricio da Fonseca Guerra*

22.1. Destaques deste capítulo

1. A elaboração de políticas públicas de arborização urbana deve envolver diferentes setores, com participação ativa da sociedade civil. Isso garante decisões democráticas que contemplem diversas perspectivas;
2. O Programa Cidades Verdes Resilientes é a principal política pública nacional para arborização urbana. Seu foco é melhorar a qualidade ambiental e mitigar os efeitos das mudanças climáticas, especialmente em áreas metropolitanas vulneráveis;
3. O Plano Nacional de Arborização Urbana (PlaNAU), parte do Programa Cidades Verdes Resilientes, está em elaboração pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima e parceiros. Ele inclui oficinas regionais para definir diretrizes nacionais de arborização urbana;
4. A falta de recursos financeiros e de infraestrutura é um dos principais desafios para expandir a arborização urbana, sobretudo em periferias de grandes cidades. Além das políticas nacionais, esforços locais são indispensáveis para uma implementação adequada;
5. Uma gestão eficaz da arborização urbana exige mudança cultural no planejamento das cidades. Isso envolve revisar políticas ambientais e urbanas e investir continuamente na capacitação de gestores, técnicos e cidadãos.

22.2. Introdução

A arborização urbana é estratégia essencial para a promoção de cidades mais justas, sustentáveis, verdes e resilientes, por responder a crescentes desafios, entre outros, os decorrentes da degradação ambiental, da urbanização e da emergência climática.

Quando bem distribuída e equitativa, a arborização urbana é uma ferramenta poderosa de promoção de justiça social e ambiental e de inclusão urbana, fazendo parte da garantia do acesso à cidade pelas pessoas e gerando aspectos paisagísticos, estéticos, identitários, comunitários,

culturais, espirituais, inspiracionais, de pertencimento, de promoção da cidadania, e de conexão com a natureza.

Além disso, a arborização urbana gera benefícios econômicos diretos, como a geração de emprego e renda resultante de sua cadeia produtiva, que envolve etapas, como: planejamento, produção de sementes e mudas, construção e adequação de infraestruturas, plantio, manutenção e poda, e monitoramento, abrangendo trabalhadores especializados, entre eles, técnicos e gestores municipais, viveiristas, arboristas e prestadores de serviços. De maneira indireta, cidades arborizadas atraem investimentos e geram valorização imobiliária, redução da necessidade de condicionamento térmico de edificações, promoção da visitação e do turismo, além de custos evitados graças aos seus benefícios ambientais – como aqueles para a saúde pública, defesa civil e reconstrução de infraestruturas.

Entre os benefícios ambientais da arborização urbana, estão a conservação da biodiversidade e a geração de serviços ecossistêmicos como ar limpo, produção da água, proteção do solo, fixação de carbono, regulação do clima, atenuação de eventos climáticos extremos, redução do risco de desastres, prevenção de doenças, produção de alimentos, ciclagem de nutrientes, polinização – tudo isso promovendo segurança climática, hídrica e alimentar para a população. E, embora a degradação ambiental, a urbanização e a emergência climática nas cidades imponham desafios principalmente para a conservação da biodiversidade e a proteção de habitats, existem evidências de que árvores urbanas armazenam e sequestram mais carbono, pois podem crescer mais e mais rápido, acima e abaixo do solo, do que indivíduos da mesma espécie em áreas naturais e rurais; além de proverem mais serviços ecossistêmicos culturais para as pessoas [1-3].

O Art. 225 da Constituição Brasileira diz 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” [4]. Adicionalmente, o Estatuto da Cidade-, Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que regulamenta a Constituição, estabelece o direito das pessoas a cidades sustentáveis, inclusive buscando a proteção, conservação e recuperação do meio ambiente urbano [5].

Em um país onde a maioria das pessoas (87,4%) vive em áreas urbanas, com tendência de crescimento desta população ao ritmo de 0,82% ao ano [6], a arborização das cidades torna-se imprescindível para garantir o direito ao meio ambiente e a cidades sustentáveis para todos. Ainda assim, cerca de um terço dos domicílios urbanos brasileiros não tinham árvores no seu entorno em 2010 [7].

A arborização urbana, ao mesmo tempo em que deve ser entendida como direito para as cidadãs e os cidadãos, deve ser considerada dever e compromisso coletivo de toda a sociedade, principalmente do poder público por meio do pacto federativo – entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios – que possui responsabilidade compartilhada sobre as políticas públicas ambientais (no geral) e as relacionadas à arborização urbana (em específico). As políticas públicas devem ser construídas, implementadas e monitoradas com a participação dos demais setores, como as empresas privadas, as organizações da sociedade civil, e as instituições de ensino e pesquisa, além de toda a população.

Nesse sentido, cabe destacar a sociedade civil como segmento de alta relevância no controle social das políticas públicas de cunho socioambiental. É este controle que assegura decisões democráticas e permite a consideração de diferentes perspectivas (em especial as de comunidades carentes de benefícios ambientais) nos processos de planejamento urbano. O envolvimento da sociedade nestes processos zela, acima de tudo, para que as políticas ambientais respeitem os direitos humanos e, mais do que isto, para que os cidadãos assumam sua parte na responsabilidade compartilhada, atuando como agentes de transformação social e ambiental.

No âmbito nacional, a arborização urbana é importante para a gestão da paisagem de forma mais ampla, inclusive conectando e integrando áreas urbanas, rurais e naturais, e como infraestrutura base para o desenvolvimento urbano sustentável do país. Para que a arborização urbana possa promover todos os seus benefícios potenciais e para todos, é necessário o fortalecimento de políticas públicas nacionais que a incentive, inclusive aquelas sobre soluções baseadas na natureza e sobre mitigação e adaptação à mudança do clima baseadas em ecossistemas, para que seja possível alcançar um país mais justo, verde e resiliente.

Nos últimos anos, diversas políticas públicas ambientais existentes no âmbito nacional foram revisadas e atualizadas, enquanto novas iniciativas vêm sendo desenvolvidas. Além da criação de políticas públicas específicas para a arborização urbana, com o crescente reconhecimento da importância desse tema, políticas com outros focos também passaram a incorporar ações sobre arborização urbana em seus escopos. Seguem informações sobre algumas dessas políticas.

22.3. Programa Cidades Verdes Resilientes

A principal política pública nacional específica para a arborização urbana que existe atualmente no Brasil é o Programa Cidades Verdes Resilientes, instituído pelo Decreto nº 12.041, de 5 de junho de 2024 [8]. O Programa Cidades Verdes Resilientes (daqui para a frente, PCVR) é uma iniciativa dos Ministérios do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), das Cidades (MCID), e da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O processo de construção participativa da estratégia e do plano de ação do PCVR foi apoiado pelo Projeto de Apoio à Agenda Nacional de Desenvolvimento Urbano Sustentável no Brasil (ANDUS) e pela Rede para Desenvolvimento Urbano Sustentável (ReDUS).

O PCVR visa aumentar a qualidade ambiental e fomentar a mitigação e a adaptação à mudança do clima em áreas urbanas, priorizando Regiões Metropolitanas e os municípios com alta vulnerabilidade social e climática, principalmente nos territórios mais vulneráveis das cidades, para reduzir desigualdades sociais e riscos climáticos.

O Programa atua por meio de ações de articulação institucional; orientações técnicas e normativas; capacitação, educação ambiental e informação; fomento à elaboração de diagnósticos, planos, projetos e intervenções; e ampliação e facilitação do acesso a mecanismos de financiamento. Abrange seis temas de atuação, um deles específico de Áreas Verdes e Arborização Urbana. Além do tema específico, a arborização urbana tem sinergias com os demais temas do PCVR:

uso e ocupação sustentável do solo; soluções baseadas na natureza; tecnologias de baixo carbono na construção civil; mobilidade urbana sustentável; e gestão de resíduos urbanos.

Entre as ações do tema de Áreas Verdes e Arborização Urbana, estão: ampliar a utilização do Cadastro Ambiental Urbano (CAU) nos municípios; instituir o Sistema Nacional de Áreas Verdes Urbanas (SNAVU) com critérios e normas para o planejamento, a implantação e a gestão de áreas verdes urbanas nas cidades brasileiras; realizar cursos de educação à distância e materiais informativos sobre arborização urbana para gestores e técnicos estaduais e municipais e para a sociedade civil; regulamentar a Lei nº 13.731, de 8 de novembro de 2018, que dispõe sobre mecanismos de financiamento para a arborização urbana e a recuperação de áreas degradadas [9]; fomentar a elaboração e implementação de Planos Municipais, Metropolitanos ou Estaduais de Arborização Urbana (ou similares); e elaborar o Plano Nacional de Arborização Urbana (PlaNAU).

22.4. Plano Nacional de Arborização Urbana

Parte da implementação do Programa Cidades Verdes Resilientes, o Plano Nacional de Arborização Urbana (PlaNAU) está em elaboração pelo MMA e parceiros conforme sugerido nos Projetos de Lei nº 4.309/2021 [10] na Câmara dos Deputados e nº 3.113/2023 [11] no Senado Federal, ainda em tramitação, que propõe instituir uma Política Nacional de Arborização Urbana. O PlaNAU terá um processo de construção participativa por meio de oficinas regionais para desenvolver diretrizes para o planejamento, para a implementação, gestão (inclusive regionalizada, consorciada ou compartilhada), monitoramento e expansão da arborização urbana no Brasil, além de incluir medidas para incentivar a biodiversidade urbana e a promoção de serviços ecossistêmicos nas cidades.

22.5. Programa Agricultura Urbana e Periurbana

O Decreto nº 11.700, de 12 de setembro de 2023 [12], institui o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana e seu Grupo de Trabalho, executado pelos Ministérios do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA), do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS), do Trabalho e Emprego (MTE) e do MMA. Essa política contempla atividades desenvolvidas nas áreas urbanas e periurbanas de produção, processamento, distribuição e comercialização de alimentos, de plantas medicinais, de plantas aromáticas e ornamentais, de fitoterápicos e de insumos, para o autoconsumo ou a comercialização, e os processos de gestão de resíduos orgânicos. Entre suas linhas de ação, estão a proteção e conservação do meio ambiente, da biodiversidade e dos mananciais para a promoção da qualidade ambiental em áreas urbanas e periurbanas; e a recuperação de áreas degradadas e manutenção e manejo sustentável de áreas verdes integradas à produção de alimentos.

22.6. Programa Periferia Viva

O Programa Periferia Viva, instituído pelo Decreto nº 12.260, de 28 de novembro de 2024 [13] e liderado pelo MCID, visa reduzir as desigualdades socioterritoriais em territórios periféricos.

Embora esta não seja uma política pública específica para a arborização urbana, o programa oferece oportunidades para o tema, uma vez que entre seus objetivos há a melhoria das condições de vida e do acesso a bens e serviços públicos, a redução de riscos de desastres e a adaptação dos territórios periféricos à mudança do clima – todos benefícios da arborização urbana. Seu plano de ação prevê o fomento a áreas verdes e à agricultura urbana, à recuperação de áreas degradadas e à promoção de soluções baseadas na natureza nas periferias.

22.7. Plano Clima

Conduzido pelo Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, integrado por representantes de 23 ministérios, pela Rede Clima e pelo Fórum Brasileiro de Mudança do Clima, e instituído pelo Decreto nº 11.550, de 5 de junho de 2023 [14], o Plano Clima vem sendo elaborado composto por estratégias transversais para a ação climática e por duas estratégias nacionais, de Mitigação e de Adaptação. Cada estratégia nacional é formada por planos setoriais, ambas possuindo planos específicos para cidades. Foram propostas ações de arborização urbana para os dois planos setoriais de cidades: na estratégia de mitigação, ações de conservação de remanescentes de vegetação nativa para manutenção dos estoques de carbono armazenado e ações de recuperação da vegetação nativa e plantio de árvores para a captura de carbono; e, na estratégia de adaptação, ações de gestão e expansão da arborização urbana com foco na promoção de serviços ecossistêmicos e na redução do risco de desastres.

22.8. Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa

O Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg), realizado pelo MMA, visa ampliar e fortalecer políticas públicas e outras medidas necessárias para a recuperação de 12 milhões de hectares até 2030 [15]. Composto por quatro arranjos de implementação, dois deles estabelecem ações relacionadas à arborização urbana e conectadas ao Programa Cidades Verdes Resilientes. O primeiro trata da recuperação da vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL) e de Uso Restrito (AUR), tendo entre suas ações a criação de redes metropolitanas de corredores ecológicos ou de biodiversidade, conectando áreas urbanas e periurbanas, por meio da recuperação de APP, áreas verdes e arborização urbana, de forma integrada ao Programa Cidades Verdes Resilientes e ao Plano Nacional de Arborização Urbana. O segundo arranjo fala da recuperação da vegetação nativa em áreas públicas, com uma ação de instituir o Programa Cidades Verdes Resilientes, o Plano Nacional de Arborização Urbana e o Sistema Nacional de Áreas Verdes Urbanas para ampliar a cobertura vegetal das cidades, por meio de soluções baseadas na natureza, de áreas verdes e da arborização urbana.

22.9. Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade

À luz do Marco Global de Kunming-Montreal para a Biodiversidade [16], o MMA conduziu processo participativo para a adequação da sua Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a

Biodiversidade (EPANB) e para a construção das Metas Nacionais de Biodiversidade para 2030, publicadas pela Resolução Conabio nº 9, de 28 de novembro de 2024 [17]. Entre elas, a Meta 12¹ visa ampliar e fortalecer os espaços verdes e azuis urbanos e explicita o Programa Cidades Verdes Resilientes como instrumento para a sua implementação. A EPANB prevê ações para a promoção da recuperação da vegetação nativa por meio de unidades de conservação, áreas verdes e arborização urbanas, em municípios de regiões metropolitanas e aqueles mais vulneráveis aos impactos da mudança do clima, priorizando a conectividade em recortes metropolitanos; e para a implementação do Programa Cidades Verdes Resilientes como um todo.

22.10. Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Manguezais do Brasil

O Decreto nº 12.045, de 5 de junho de 2024, institui o Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Manguezais do Brasil – ProManguezal [18]. Ele não explicita áreas urbanas, mas seu plano de ação publicado pela Portaria MMA nº 1.167, de 2 de outubro de 2024 [19] possui ações que se conectam ao Programa Cidades Verdes Resilientes, como explicitar os manguezais como ecossistemas importantes para o Plano Nacional de Arborização Urbana e para as ações do PCVR, principalmente do tema de Áreas Verdes e Arborização Urbana.

22.11. Novo Brasil Plano de Transformação Ecológica e Novo PAC

O Novo Brasil, liderado pelo Ministério da Fazenda (MF), é o Plano de Transformação Ecológica com políticas públicas e ações estratégicas distribuídas em seis eixos temáticos. Entre eles, há um eixo de nova infraestrutura verde e adaptação, voltado para segurança, prevenção e adaptação às crises e mudanças climáticas, com novas infraestruturas e qualidade de vida nas cidades. Este eixo viabiliza mecanismos para o financiamento privado e público de novas obras de infraestrutura e relaciona-se com o Programa de Aceleração do Crescimento (Novo PAC), coordenado pela Casa Civil. O Novo PAC está organizado em nove eixos de investimento, que são as grandes áreas de organização do programa que reúne todas as obras e serviços destinados à população, como o eixo de cidades sustentáveis e resilientes, com os subeixos minha casa, minha vida; financiamento habitacional; periferia viva – urbanização de favelas; mobilidade urbana sustentável; gestão de resíduos sólidos; prevenção a desastres – contenção de encostas e drenagem; e esgotamento sanitário.

1. Ampliar, até 2030, a área, a qualidade, a conectividade, o acesso e os benefícios de espaços verdes e azuis nas cidades, com uso de espécies nativas, priorizando municípios de regiões metropolitanas e aqueles mais vulneráveis aos impactos da mudança do clima, e especialmente incentivando intervenções nas áreas densamente povoadas, periferias e bairros com déficit de áreas verdes e de arborização urbana, por meio da implementação e monitoramento do Programa Cidades Verdes Resilientes e da difusão, aprimoramento e ampliação do Cadastro Ambiental Urbano; e garantir, até 2030, meios para que os espaços verdes e azuis sejam integrados a planejamentos urbanos inclusivos e participativos, potencializando a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos, o bem-estar e o bem-viver em áreas urbanas e periurbanas, reduzindo a vulnerabilidade aos impactos da mudança do clima, respeitando territórios e conhecimentos tradicionais.

22.12. Considerações finais

Com o conjunto de políticas públicas nacionais em elaboração, instituídas e em andamento, observa-se um cenário promissor para o avanço da arborização urbana nas cidades, levando em consideração a premissa da justiça social, ambiental e climática.

No entanto, existem desafios significativos para a implementação efetiva dos programas e planos nacionais, bem como para o monitoramento dos seus resultados. Diante de tantas políticas, a integração entre elas é fundamental. O principal desafio aqui é, em primeiro lugar, garantir que essas políticas estejam bem articuladas não só em sua concepção, mas principalmente em sua implementação, de modo a potencializar os resultados sobre a arborização urbana. Em segundo lugar, é essencial fortalecer essa integração para que as políticas sejam perenes, independentemente de mudanças nas prioridades governamentais.

Ainda, um dos maiores obstáculos à expansão da arborização urbana no Brasil é a dificuldade de direcionamento de recursos financeiros para o tema e a falta de infraestrutura adequada nas cidades, especialmente nas áreas periféricas, além da grande diversidade entre municípios. Embora programas e planos nacionais ofereçam suporte, a aplicação efetiva das políticas públicas depende também da capacidade de estados e municípios mobilizarem recursos próprios, inclusive humanos, ou buscarem parcerias para viabilizar a implementação das ações no nível local.

Cabe destacar que algumas das políticas aqui citadas promovem ações de fortalecimento institucional e de atuação em rede, com previsão de apoio continuado entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios, para ações coordenadas e eficazes na gestão das áreas verdes e da arborização urbana. Esse apoio, na maioria das vezes, é de natureza técnica e informacional, mas novos caminhos vêm sendo abertos para facilitar o acesso a linhas de financiamento que podem apoiar planos e projetos de arborização urbana.

Observa-se um esforço coletivo na captação de recursos não reembolsáveis visando apoiar as cidades brasileiras, especialmente na estruturação de planejamentos que considerem as dimensões urbana, ambiental e climática. No que tange às possibilidades de implementação desses programas e planos, a Mensagem Presidencial [20], referente ao Projeto de Lei Orçamentária Anual de 2025, por exemplo, prevê aproximadamente R\$ 20 bilhões para financiamentos reembolsáveis via Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC), cuja operacionalização é responsabilidade do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Em 2025, a expectativa é captar até R\$ 20 bilhões no mercado financeiro, por meio da emissão de títulos verdes (*green bonds*) para fomentar investimentos em descarbonização.

O momento político atual, marcado por catástrofes climáticas, como as secas nas cidades amazônicas, o aumento da aridez no Nordeste, as ondas de calor no Sudeste e Centro-Oeste, e as inundações no Sul, Sudeste e Nordeste, traz à tona a necessidade e urgência de buscar recursos e realizar esforços em ações de mitigação e adaptação à mudança do clima. A intensificação da emergência climática deixa claro que é necessário romper com o paradigma de que as cidades são perenes e imutáveis, e que os modelos de desenvolvimento urbano anteriores podem ser mantidos. É preciso respostas rápidas dos gestores públicos e o engajamento da sociedade como agentes de transformação.

A gestão eficaz da arborização urbana requer uma mudança cultural no planejamento das cidades, com uma maior valorização dos ecossistemas urbanos e adaptação da infraestrutura urbana para a conservação e a recuperação da vegetação nativa. Isso implica em revisar políticas ambientais e urbanas, e promover esforços contínuos para educar gestores, técnicos e cidadãos sobre a importância da arborização urbana para o bem-estar coletivo.

22.13. Referências

- [1] Pretzsch H, Biber P, Uhl E, Dahlhausen J, Schütze G, Perkins D, et al. Climate change accelerates growth of urban trees in metropolises worldwide. *Sci Rep.* 2017;7(1):15403. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14831-w>
- [2] Rötzer T, Moser-Reischl A, Rahman MA, Grote R, Pauleit S, Pretzsch H. Modelling urban tree growth and ecosystem services: review and perspectives. *Prog Bot.* 2020;82:405-64. https://doi.org/10.1007/124_2020_46
- [3] Berglihn EC, Gómez-Baggethun E. Ecosystem services from urban forests: the case of Oslomarka, Norway. *Ecosyst Serv.* 2021;51:101358. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101358>
- [4] Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 [Internet]. Brasília: Diário Oficial da União; 1988. [acesso 10 nov. 2022] Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
- [5] Brasil. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana. Diário Oficial da União. Brasília; 2001. [acesso 10 nov. 2022] Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm
- [6] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo 2022 [Internet]. 2022. [acesso 15 jul. 2023] Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>
- [7] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo 2010 [Internet]. 2010. [acesso 15 jul. 2023] Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>
- [8] Brasil. Decreto nº 12.041, de 5 de junho de 2024. Institui o Programa Cidades Verdes Resilientes. Diário Oficial da União. Brasília; 2024a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12041.htm
- [9] Brasil. Lei nº 13.731, de 8 de novembro de 2018. Dispõe sobre mecanismos de financiamento para a arborização urbana e a recuperação de áreas degradadas. Diário Oficial da União. Brasília; 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13731.htm
- [10] Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 4.309/2021 [Internet]. [acesso 10 dez. 2024] Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2310535>
- [11] Senado Federal. Projeto de Lei nº 3.113/2023 [Internet]. [acesso 10 dez. 2024] Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/158198>
- [12] Brasil. Decreto nº 11.700, de 12 de setembro de 2023. Institui o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana e o Grupo de Trabalho do Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana. Diário Oficial da União. Brasília; 2023a. [acesso 10 dez. 2024] Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11700.htm
- [13] Brasil. Decreto nº 12.260, de 28 de novembro de 2024. Institui o Programa Periferia Viva. Diário Oficial da União. Brasília; 2024b. [acesso 10 dez. 2024] Disponível em: https://www.planalto.gov.br/CCivil_03/_Ato2023-2026/2024/Decreto/D12260.htm
- [14] Brasil. Decreto nº 11.550, de 5 de junho de 2023. Dispõe sobre o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima. Diário Oficial da União. Brasília; 2023b. [acesso 10 dez. 2024] Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11550.htm

- [15] Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). PLANAVEG: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa: rota estratégica para recuperação de 12 milhões de hectares 2025-2028 [Internet]. Brasília; 2024a. [acesso 12 dez. 2024] Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/sbio/dflo/plano-nacional-de-recuperacao-da-vegetacao-nativa-planaveg/planaveg_2025-2028_2dez2024.pdf
- [16] Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). Decisão 15/4 do Marco Global da Biodiversidade Kunming-Montreal. Kunming-Montreal; 2022. [acesso 12 dez. 2024] Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/convencao-sobre-diversidade-biologica/decisao-15-4.pdf>
- [17] Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), Comissão Nacional de Biodiversidade (Conabio). Resolução Conabio nº 9, de 28 de novembro de 2024. Dispõe sobre as Metas Nacionais de Biodiversidade para 2030. Diário Oficial da União. Brasília; 2025.
- [18] Brasil. Decreto nº 12.045, de 5 de junho de 2024. Institui o Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Manguezais do Brasil – ProManguezal. Diário Oficial da União. Brasília; 2024c. [acesso 12 dez. 2024] Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12045.htm
- [19] Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). Portaria nº 1.167, de 2 de outubro de 2024. Institui o Plano de Ação do Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Manguezais do Brasil – ProManguezal. Diário Oficial da União. Brasília; 2024b.
- [20] Brasil. Mensagem presidencial: Projeto de Lei Orçamentária Anual 2025. Brasília; 2024d. [acesso 12 dez. 2024] Disponível em: https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/orcamento/orcamentos-anuais/2025/ploa/ploa_2025_mensagem_presidencial_2024_08_30

Capítulo 23

POLÍTICAS PÚBLICAS INTERNACIONAIS EM ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Luiz Octavio de Lima Pedreira

23.1. Destaques deste capítulo

1. Existem exemplos internacionais de políticas públicas, programas, projetos e iniciativas de vários países, estados e cidades na gestão da arborização urbana;
2. Recursos financeiros, tomada de decisão baseada em dados e metas, uso de critérios e indicadores, objetivos definidos são fundamentais para a boa gestão das florestas urbanas, garantindo serviços ecossistêmicos e a manutenção da resiliência urbana;
3. A participação da sociedade civil, ciência cidadã e o manejo florestal urbano adaptativo são temas importantes na gestão das florestas urbanas;
4. Agentes públicos, empresas, instituições de ensino e pesquisa, organizações da sociedade civil e cada cidadão têm o dever e a responsabilidade de atuar em parceria para uma melhor gestão das florestas urbanas.

23.2. Introdução

A ligação emocional dos seres humanos com outros organismos vivos e a natureza que está em nossos genes e se tornou hereditária, é denominada biofilia, estando inscrita em nosso cérebro, expressando dezenas de milhares de anos de experiência evolutiva [1]. Esse desejo inato de estar perto dos elementos naturais, como as árvores e outras formas de vegetação, explica em parte porque mesmo após o advento da urbanização ainda mantemos o desejo de estarmos cercados por árvores e plantas.

No contexto da tradição cultural da civilização ocidental, podemos considerar que o uso de árvores nas cidades se caracteriza por quatro principais configurações da paisagem: jardins privados residenciais; vias arborizadas; pequenas praças; e grandes parques [2].

Na atualidade, pesquisadores, gestores e ativistas vêm tratando dessa necessidade objetiva e subjetiva da presença das árvores e do verde em ambiente urbano, e que recebem diferentes denominações como arborização urbana e floresta urbana, mas cujo princípio fundamental é conformar espaços com desempenho estratégico no que diz respeito à infraestrutura das cidades,

construindo paisagens mais atraentes para o descanso e lazer, mais saudáveis e promotoras de resiliência frente às mudanças climáticas contemporâneas [3].

23.3. As florestas urbanas e a arborização urbana

Discutimos a seguir algumas definições dos termos: arborização urbana e floresta urbana, suas diferenças e semelhanças.

Uma das definições de florestas urbanas mais clássicas considera a soma de toda a vegetação lenhosa e associada dentro e ao redor de assentamentos humanos adensados, variando de pequenas comunidades rurais a áreas metropolitanas [4]. Outra mais moderna é a da Estratégia Canadense de Florestas Urbanas [5], que define as florestas urbanas como as árvores, florestas, áreas verdes e componentes abióticos, bióticos e culturais relacionados em áreas que se estendem do centro urbano à periferia urbano-rural.

As florestas urbanas podem ser definidas como redes ou sistemas que compreendem grupos de árvores e árvores individuais localizadas em áreas urbanas e periurbanas; elas incluem, portanto, árvores nas ruas, árvores em parques e jardins e árvores em quaisquer outros lugares na malha urbana, representando um ecossistema formado por árvores e outros tipos de vegetação lenhosa em associação com pessoas e suas infraestruturas [6].

O Plano Diretor de Arborização Urbana da cidade de Porto Alegre [7] define a arborização urbana como o conjunto de exemplares arbóreos que compõem a vegetação localizada em área urbana. Para outros autores, a arborização urbana tem como conceito toda a vegetação, independentemente de porte (plantas lenhosas e herbáceas), que compõe o cenário ou a paisagem urbana, sendo um dos componentes bióticos mais importantes da cidade por estar diretamente relacionado ao conforto ambiental [8]. Para alguns autores no Brasil, o termo Florestas Urbanas pode ser considerado como sinônimo para Arborização Urbana [9] e [10].

Considerando que o termo Arborização Urbana não é empregado em países e publicações que utilizam a língua inglesa, que se referem às *Urban Forests*, *Urban and Peri-urban Forests* na Europa e *Urban and Community Forests* nos Estados Unidos da América, e que países que usam o idioma espanhol empregam os termos *Bosques Urbanos* e *Arbolado Urbano*, doravante iremos empregar esses termos como sinônimos.

23.4. Casos de sucesso em políticas públicas em arborização urbana

Apresentaremos alguns exemplos internacionais de políticas públicas, programas, projetos e iniciativas de vários países, estados e cidades, na gestão da arborização urbana. São casos que se referem a diferentes escalas de abordagem, contemplando: Governança, Programas Internacionais, Federais e Estaduais, Diagnósticos, Inventários, Planos Diretores de Arborização Urbana, Estratégias em Arborização Urbana, Legislação, Projetos e Melhores Práticas.

Governança diz respeito a uma estratégia na qual atores governamentais compartilham a tomada de decisão e o estabelecimento de regras com a sociedade civil e empresas, envolvendo decisões, negociações e relações de poder entre as partes interessadas. Atualmente na gestão da

Arborização Urbana observa-se um crescimento dessa forma que transforma o modelo de governo em governança [11].

Recente estudo sobre quais fatores de sucesso da governança em relação às florestas urbanas são considerados mais importantes por especialistas canadenses apontou os recursos financeiros, a tomada de decisão baseada em dados, e metas, objetivos e foco. Os maiores desafios que o modelo de governança enfrenta são o financiamento para várias etapas de planejamento e implementação, a obtenção de apoio de terceiros, incluindo instâncias da própria gestão, como outros departamentos, a comunidade em geral, bem como organizações não governamentais, as pressões do desenvolvimento urbano sobre as áreas verdes e o estabelecimento de leis e políticas [12].

Um caso exemplar de como isso pode se organizar regionalmente é a Parceria Estratégica de Silvicultura Urbana Regional para a região metropolitana de Portland-Vancouver, do Departamento de Florestas do Estado do Oregon e do Departamento de Recursos Naturais do Estado de Washington, em coordenação com vários parceiros regionais, em resposta à recomendação nº 6 do programa *Vibrant Cities; Urban Forests*, do Serviço Florestal norte-americano (USDA-FS), que propõe a criação de Planos de Recursos Naturais Urbanos Regionais abrangentes e multijurisdicionais. O objetivo dessa parceria é ajudar as administrações locais a realizarem programas de silvicultura urbana bem-sucedidos, que aumentem a cobertura das copas, garantam a saúde futura das florestas urbanas e permitam o equilíbrio entre os requisitos de densidade urbana e as metas de cobertura de copas das árvores. Essa estratégia serve como um plano regional de recursos naturais urbanos para a região de Portland-Vancouver [13].

Uma experiência de governança urbana na América Latina vem da Cidade de Medellín, na Colômbia, com o estabelecimento de sistemas de informação que contribuem para o manejo e proteção da arborização urbana. Em 2010, a Secretaria do Meio Ambiente de Medellín desenvolveu o *Sistema de Árbol Urbano* (SAU), uma ferramenta tecnológica digital, acessível pela internet, que permite o monitoramento de cada árvore, fornecendo informações sobre a espécie, localização, estado fitossanitário e intervenções sofridas, como poda ou fertilização. O sistema considera as árvores localizadas em espaços públicos, e permitirá, com o tempo, a criação de um histórico para cada indivíduo, bem como o cálculo dos custos e valores associados a cada árvore [14] e [15].

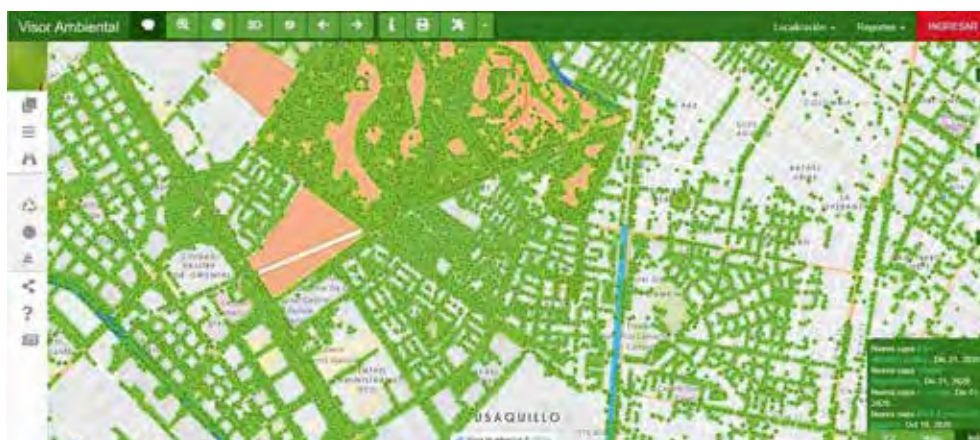
Figura 23.1 – Tela do *Sistema de Árbol Urbano* de Medellín.



Fonte: *Secretaría de Medio Ambiente de Medellín* [15].

Com objetivo de difundir informações que permitam uma maior participação do cidadão na gestão das florestas urbanas, a Secretaria Distrital de Meio Ambiente da Cidade de Bogotá criou um *Visor Geográfico para la Difusión Ambiental y Participación Ciudadana*, ou Visor Geográfico Ambiental, uma ferramenta para disponibilizar ao cidadão, ao meio acadêmico, aos setores público e privado informações ambientais da cidade, que faz parte do Sistema de Informação Ambiental da Secretaria, e tem entre seus objetivos a divulgação de informações institucionais georreferenciadas, destinadas a fornecer acesso e consultar o público sobre o estado ambiental da cidade, apoiado por um histórico de dados coletados e analisados pela entidade. A ferramenta permite que os cidadãos participem na geração dos dados geográficos, apoiados em ferramentas *online* na plataforma Web e em dispositivos móveis [16].

Figura 23.2 – Tela do Visor Geográfico Ambiental da cidade de Bogotá.



Fonte: *Secretaría Distrital de Ambiente* [16].

Alguns recursos simples como o infográfico das florestas urbanas da cidade de Melbourne, Austrália, podem ajudar não só a informar os cidadãos de forma simples e rápida, como a mobilizar seus habitantes sobre desafios e ações que devem ser tomadas para garantir os benefícios proporcionados por suas árvores [17].

Essas ações potencialmente estabelecem situações nas quais as informações e a gestão das florestas urbanas podem ser compartilhadas garantindo uma forma contemporânea de pensar e agir sobre o território.

23.5. Programas internacionais, federais e estaduais

Um exemplo de programa desenvolvido a nível internacional, que visa gestão e utilização das florestas urbanas como patrimônio natural nas cidades do Rio Danúbio (com a sigla *URBforDAN*), é um projeto cofinanciado pela UE, que foi concebido para promover uma mudança na gestão das florestas urbanas e na utilização dos serviços dos ecossistemas. Esse projeto está sendo implementado em sete cidades do Danúbio. Sua implementação é observada de perto por três cidades parceiras associadas: Praga na República Tcheca; Sarajevo na Bósnia; e Podgorica em

Montenegro, bem como pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO. O programa pretende mobilizar atores-chave dessas cidades para garantir sua participação ativa no planejamento e gestão integrada, por meio de um processo participativo para fornecer Planos de Gestão Integrada Multiuso para as Florestas Urbanas e Periurbanas em nível estratégico e operacional [18].

Na América do Norte, o governo dos Estados Unidos, por meio do USDA-FS, possui um Programa de Florestas Urbanas e Comunitárias que, em conjunto com os estados, fornece informações, ferramentas e recursos financeiros, apoiando práticas recomendadas baseadas na ciência, em diálogo com comunidades e cidades, mantendo, restaurando e melhorando os mais de 140 milhões de acres de terras florestais comunitárias. O programa reúne 63 agências florestais de estados e territórios, mais de 30 parceiros nacionais e 150 grupos comunitários de defesa das árvores fornecendo recursos e apoio técnico para agências florestais estaduais e organizações sem fins lucrativos, ajudando comunidades a realizarem inventários arbóreos, elaborarem planos diretores de arborização urbana e políticas públicas, além de capacitar equipes do setor público e moradores a plantar e cuidar das árvores [19].

Por sua vez, a organização não governamental *American Forests* desenvolve o programa *Community ReLeaf* com objetivo de chamar a atenção nacionalmente para o valor das florestas urbanas e alcançar comunidades geograficamente distribuídas e culturalmente diversificadas nos Estados Unidos. Ela desenvolve e realiza planos de plantio e cuidados com as árvores nas cidades. A abordagem do *Community ReLeaf* é focar os bairros da cidade que mais precisam de árvores, partindo do princípio de que um mapa de cobertura arbórea das cidades americanas é muitas vezes um mapa de renda e raça. A partir da constatação de que em muitas cidades as árvores são esparsas em bairros de baixa renda e em alguns bairros afro-americanos, foi desenvolvida a iniciativa *Tree Equity* – árvores em todas as partes de cada cidade. Por meio do índice desenvolvido pela *American Forests*, o *Tree Equity Score* para áreas urbanas de cidades com pelo menos 50.000 habitantes nos Estados Unidos, é possível avaliar o número certo de árvores por bairro, para que todas as pessoas tenham os benefícios que as árvores oferecem. Baseado em fatores como a cobertura arbórea existente, densidade populacional, renda, emprego, raça e etnia, idade e efeito da ilha de calor urbana, seus resultados podem ser utilizados pelos tomadores de decisão para identificar onde os recursos devem ser aplicados a fim de tornar mais equitativa a distribuição espacial da cobertura arbórea entre os bairros [20].

O Departamento de Silvicultura e Proteção contra Incêndios da Califórnia desenvolve o Programa de Florestas Urbanas, em apoio ao desenvolvimento de florestas urbanas e comunitárias sustentáveis, administrando subsídios estaduais e federais em todas as comunidades da Califórnia para promover as boas práticas em silvicultura urbana. O programa fornece suporte especializado em silvicultura urbana para comunidades, grupos sem fins lucrativos e governos municipais para a gestão de florestas urbanas sustentáveis. Seus especialistas administram e fornecem suporte técnico para atividades relacionadas aos subsídios, como plantio de árvores, inventários de árvores municipais e planos de manejo, esforços educacionais em florestas urbanas e projetos inovadores de silvicultura urbana [21].

O Serviço Florestal do Estado do Texas (*Texas A&M Forest Service* – TFS) desenvolve um programa de Florestas Urbanas e Comunitárias, com florestais urbanos atuando como



facilitadores, reunindo as partes interessadas para encontrar soluções para os problemas locais das árvores. Ao se reunir e treinar líderes locais, os florestais urbanos do TFS ajudam a aumentar a consciência pública sobre o valor das árvores urbanas, elevar o nível de habilidade dos trabalhadores florestais locais, definir padrões de qualidade para o plantio e cuidado de árvores e orientar as comunidades no manejo sustentável de suas florestas urbanas e comunitárias [22].

O Instituto de Ciências da Agricultura e Alimentação da Universidade da Flórida desenvolve desde 2005 o Programa de Recuperação de Furacões das Florestas Urbanas, financiado pela Divisão Florestal da Flórida e pela Regional Sul do USDA-FS, com o objetivo principal de fomentar uma floresta urbana saudável e mais resistente ao vento, direcionado a cidadãos e comunidades que buscam reconstruir e estabelecer melhores práticas de gestão para que futuras tempestades sejam menos devastadoras [23]. O Wisconsin é outro estado americano que, por meio do Departamento de Recursos Naturais, mantém vários programas de florestas urbanas, como a concessão de subsídios, apoio financeiro, para cidades, vilas, condados, tribos e organizações sem fins lucrativos [24] e [25].

Aprovada por unanimidade pelo Conselho de Supervisores da cidade de São Francisco, em 18 de abril de 2018, a Resolução nº 107-18 direciona quinze departamentos municipais a fortalecer a colaboração em nome da Visão de Biodiversidade da Cidade, como parte da implementação da Política de Biodiversidade de São Francisco, realizando pesquisas no âmbito de cada departamento e assumindo compromissos públicos para apoiar a biodiversidade por meio de ações e responsabilidades das agências [26]. Com base em anos de cooperação entre agências, a implementação dessa política foi um passo significativo para alinhar ainda mais as agências sob uma visão, agenda e objetivos comuns. O Programa de Biodiversidade reúne periodicamente funcionários de vários órgãos municipais para colaborar na implementação das metas de biodiversidade da cidade [27].

23.6. Diagnósticos e Inventários

Para desenvolver políticas, programas, planos e projetos, é fundamental realizar um consistente processo de diagnóstico acerca das problemáticas presentes na realidade. O modelo mundialmente mais utilizado para diagnosticar a estrutura, os benefícios e os valores das florestas urbanas e periurbanas é o *i-Tree*, um conjunto de ferramentas disponíveis gratuitamente, desenvolvido pelo Serviço Florestal dos Estados Unidos (USDA-FS) por meio de uma parceria público-privada [28].

Toronto avaliou sua Floresta Urbana em 2008 utilizando o *i-Tree Eco*, um dos módulos do *i-Tree*, com objetivo de descrever a composição, estrutura e distribuição de suas florestas urbanas, quantificar os serviços ecológicos e benefícios que elas fornecem, e definir uma linha de base das condições de suas florestas para monitorar o progresso rumo aos objetivos de gestão florestal estabelecidos [29].

A cidade de Nova Iorque também utilizou o *i-Tree Eco* na avaliação de suas florestas urbanas em 2013, com a mensuração de 296 parcelas, resultando em uma estimativa de 6.977.000 de árvores, com uma cobertura de copas de 21%, estimada com base em um voo com sensor *LiDAR* de 2012, com árvores com DAP (diâmetro à altura do peito – 1,3 m) entre 2,5 cm e 15 cm

representando quase 70% das árvores, e um valor monetário das árvores estimado em \$5,7 bilhões de dólares americanos, equivalentes a aproximadamente R\$ 33 bilhões [30].

Londres utilizou o *i-Tree Eco*, para conhecer melhor a estrutura (os atributos físicos, como densidade de árvores, saúde das árvores, área foliar e biomassa), composição e distribuição de sua floresta urbana, a fim de obter uma linha de base a partir da qual definir metas e monitorar o progresso, e com esses dados, determinar os benefícios da floresta urbana e o valor desses benefícios calculados e expressos em termos monetários. A avaliação da floresta urbana de Londres foi um dos maiores projetos que utilizaram o *i-Tree*, com mais de 700 parcelas mensuradas na cidade e em sua região periurbana. Aqui estão alguns dos serviços ecossistêmicos e valores fornecidos pelas aproximadamente 8,4 milhões de árvores na floresta urbana de Londres: 2,4 milhões de toneladas de carbono armazenado avaliado em £146,9 milhões; 77.000 toneladas de carbono sequestradas anualmente avaliadas em £4,79 milhões por ano; 2.241 toneladas de poluição removidas anualmente avaliadas em £126,1 milhões por ano; 3,5 milhões de metros cúbicos de escoamento de águas pluviais evitados avaliados em £2,8 milhões por ano; e £260.600,0 por ano de economia de energia atribuída às árvores em relação aos edifícios. O valor total dos benefícios fornecidos pelos serviços ecossistêmicos das árvores de Londres foi calculado em £132,7 milhões por ano, equivalentes a aproximadamente R\$ 950 milhões em valores atualizados [31].

A cidade de Tampa, na Flórida, em conjunto com universidades locais, tem investigado uma série de métodos de avaliação da cobertura vegetal de suas florestas urbanas para apoiar seu manejo sustentável. Por meio de imagens de satélite *LANDSAT*, foi realizado o mapeamento e identificadas tendências das últimas quatro décadas. Aerofotos em preto e branco foram sendo digitalizadas para identificar tendências de longo prazo (60 anos) [32]. Avaliações complementares detalhadas são realizadas a cada cinco anos, conforme seu Plano de Manejo da Floresta Urbana. Essas ferramentas de avaliação agora permitem que a cidade exija a mitigação da perda da copa das árvores urbanas em até 5 anos após sua remoção [33].

Em relação à realização dos processos de inventariar, alguns casos são exemplares. O USDA-FS disponibilizou um conjunto de documentos (Guia de Recursos, Guia de Campo, Ficha de Campo e Instruções de Preenchimento da Ficha de Campo) e vídeos sobre o monitoramento de árvores urbanas, visando atender à necessidade de protocolos padronizados de monitoramento de árvores urbanas. O monitoramento de campo de árvores urbanas pode servir a vários objetivos, entre os quais: a avaliação do desempenho do plantio; a compreensão dos fatores ecológicos e sociais que ajudam a prever a mortalidade, o crescimento e a saúde das árvores; envolvimento das comunidades locais, inclusive em projetos de ciência cidadã; gerenciamento de ciclos de poda e risco de árvores; geração de dados empíricos para projeções populacionais e modelos de serviços ecossistêmicos; detecção de ameaças emergentes de pragas e doenças; e avaliação dos resultados do plantio experimental de árvores. Esses documentos apresentam estratégias gerais para monitoramento de árvores urbanas, o planejamento para coleta, gerenciamento e análise de dados, o gerenciamento do trabalho de campo, treinamento das equipes de campo, equipamentos de campo, conjuntos de dados para monitoramento de árvores urbanas, gerenciamento de árvores jovens e dados da comunidade [34].

Desde 1995, a cidade de Nova Iorque realiza inventários de suas árvores de rua com a participação de centenas de voluntários treinados. O Censo de Árvores de Rua de 1995-1996 forneceu informações detalhadas sobre o número, tamanho e espécies de árvores de

rua na cidade de Nova Iorque pela primeira vez. O censo também revelou que a cidade tinha mais de 10.000 árvores mortas nas ruas. Foi criado um programa de manutenção de árvores de poda em bloco e assumido um compromisso de remover todas as árvores mortas dentro de 30 dias da solicitação inicial. Dez anos depois, foi realizado o Censo de Árvores de Rua de 2005-2006 que encontrou 592.130 árvores crescendo ao longo das ruas de Nova Iorque – um aumento de 19 por cento em relação ao censo de 1995-1996. Com base nos dados obtidos, foi possível estimar os valores dos serviços ambientais fornecidos pelas árvores, num total de quase \$ 122 milhões anuais. A partir dessas informações, foi lançada a iniciativa *MillionTrees NYC* – com a promessa de plantar e cuidar de um milhão de árvores e envolver e aumentar o número de voluntários e adotantes de árvores na cidade. Entre os anos de 2015-2016, um novo inventário superou todos os esforços anteriores em tamanho e escopo. Foram mapeadas 666.134 árvores de rua. Os 2.241 voluntários que participaram desse censo representaram o dobro do número de participantes em 2006. Os voluntários foram responsáveis por 34% do censo. O uso de tecnologia geoespacial inovadora e um forte processo de revisão de qualidade gerou um inventário excepcionalmente preciso das árvores nas ruas [35].

Figura 23.3 – Mapa interativo das árvores das ruas de Nova Iorque.



Fonte: *EveryTreeSF* [35].

Como uma necessidade no Plano da Floresta Urbana (Fase 1: Árvores de Rua) de São Francisco, uma estratégia municipal para melhorar a sustentabilidade da floresta urbana da cidade, o *EveryTreeSF* foi o primeiro censo de árvores de rua da cidade. Realizado entre os anos de 2016 e 2017, foi um esforço colaborativo entre os setores de Planejamento e de Obras Públicas da prefeitura de São Francisco, a organização sem fins lucrativos Amigos da Floresta Urbana (*Friends of the Urban Forest*) e os especialistas em inventário de árvores da empresa *ArborPro*. Uma equipe de arboristas certificados mapeou e registrou todas as árvores das ruas da cidade, identificando a localização exata, espécie e condição atual de cada uma das 124.795 árvores de rua, num total de 628 taxa, além de apontar 40.000 locais de plantio potenciais para futuros plantios. Esses dados estão sendo usados pelo Escritório de Florestas Urbanas da municipalidade para realizar a manutenção das árvores e atividades de plantio como parte do Programa *StreetTreeSF* [36].

Figura 23.4 – Mapa interativo das árvores das ruas de São Francisco.



Fonte: Jardín Botánico de Bogotá [36].

Na América do Sul, a Secretaria Distrital de Meio Ambiente da cidade de Bogotá, em parceria com o Jardim Botânico de Bogotá, utiliza o SIGAU, o *Sistema de Gestión del Arbolado Urbano*, em ambiente *SIGWEB ESRI ARCGIS*, que permite aos gestores públicos acesso a dados de tratamentos silviculturais e fitossanitários, plantios, quedas de árvores e galhos, ciclos de poda, entre outros dados, além de disponibilizar ao cidadão informações sobre a espécie, dados dendrométricos, coordenadas e data de atualização [37].

Figura 23.5 – Tela do Sistema de Gestão da Arborização Urbana da cidade de Bogotá.



Fonte: Kenney WA, Van Wassenae PJE, Satel AL [37].

23.7. Planos Diretores de Arborização Urbana

Um estudo propõe um conjunto abrangente de critérios e indicadores para avaliação do sucesso do planejamento e da gestão estratégica da floresta urbana, baseados no desempenho relativo do

recurso de vegetação da comunidade, da estrutura da comunidade e da abordagem de gestão de recursos. Com base em trabalho realizado nas cidades de Oakville e Ajax, no Canadá, entre os anos de 2008 e 2010, foram apontados 25 critérios e indicadores de longo prazo, com o objetivo de contribuir para a avaliação da eficiência da gestão da arborização urbana. As medidas podem ser classificadas em 3 áreas principais: A) Recursos vegetais: 1) cobertura do dossel relativa; 2) distribuição de idade de árvores na comunidade; 3) adequação das espécies ao habitat; 4) composição de espécies; 5) condição das árvores públicas plantadas e manejadas intensivamente; 6) condição das árvores públicas em áreas naturais e manejadas extensivamente; e 7) áreas naturais; B) Estrutura da comunidade: 8) cooperação de agências públicas; 9) envolvimento de grandes empresas privadas e proprietários institucionais; 10) cooperação da indústria verde; 11) ação de bairro; 12) interação empresarial cidadão-município; 13) consciência geral das árvores como um recurso da comunidade; e 14) cooperação regional; e C) Abordagem de gestão de recursos: 15) inventário das árvores; 16) inventário da cobertura de copas; 17) plano de gestão municipal; 18) orçamento municipal; 19) pessoal municipal; 20) planejamento e implementação do plantio; 21) adequação das árvores plantadas ao habitat; 22) manutenção das árvores públicas plantadas e manejadas intensivamente; 23) manejo de risco de árvores; 24) política de proteção e fiscalização de árvores; e 25) planejamento e implementação do manejo de árvores públicas em áreas naturais. Essa lista de critérios e indicadores pode ser aplicada em qualquer fase do manejo florestal urbano, desde a identificação de objetivos até a comunicação com as partes interessadas. Devido ao sucesso do processo, essa experiência é considerada um modelo a seguir para o desenvolvimento do planejamento e da gestão com níveis semelhantes de recursos florestais urbanos em outras partes do mundo [38].

Como ação exemplar no que tange a iniciativas não governamentais, o *Inland Urban Forest Council*, uma rede de defensores das árvores que trabalha para promover as áreas verdes urbanas e o manejo sustentável das florestas urbanas e comunitárias do interior do sul da Califórnia, desenvolveu uma “caixa de ferramentas”, hospedada em um *site* que fornece uma abordagem “como fazer” para o desenvolvimento de um Plano Diretor de Arborização Urbana. Essa “caixa de ferramentas” se propõe a orientar membros da comunidade por meio do processo de desenvolvimento de um plano estratégico para o manejo de árvores urbanas e infraestrutura verde. As decisões de manejo influenciarão os tipos e a quantidade de benefícios derivados da floresta urbana para as gerações futuras [39].

23.8. Manejo, Gestão e Estratégias para consolidação de Florestas Urbanas

As florestas urbanas são sistemas ecológicos complexos e dinâmicos, cujo manejo deve se dar de acordo com as constantes mudanças econômicas, sociais e ambientais que ocorreram ao longo do processo, visando atingir objetivos preestabelecidos. Nesse contexto, o manejo adaptativo ativo, um processo sistemático de melhoria contínua das políticas e práticas de gestão, aprendendo com os resultados das políticas e práticas anteriormente utilizadas, sendo o manejo tratado como um experimento deliberado de aprendizagem, pode fornecer as ferramentas para garantir o desenvolvimento bem-sucedido das florestas urbanas ao longo do tempo. Essa abordagem reduz a incerteza monitorando sistematicamente as metas, por meio da coleta, análise e uso de informações sobre as florestas urbanas, para otimizar as ações de manejo [40].

A cidade de Portland no Oregon, EUA, atualizou seu plano de manejo da floresta urbana, elaborado em 1995, no ano de 2004, com três objetivos principais, proteger, preservar, restaurar e expandir sua floresta urbana, promover o manejo da floresta urbana e fornecer serviços ecossistêmicos das florestas urbanas de forma equitativa para todos os residentes da cidade. Como recomendações, foram apontadas a necessidade de coordenar as funções, responsabilidades, políticas e projetos de diferentes órgãos e parceiros da cidade para planejamento e gestão da floresta urbana, documentar a saúde e a condição da floresta urbana, preservar, manter e restaurar a floresta urbana existente e garantir a segurança do público, aumentar a qualidade e a quantidade de árvores adequadas e vegetação, especialmente grandes árvores de dossel em áreas apropriadas, financiar e fornecer pessoal e recursos adequados para manter, preservar, restaurar e aumentar todos os aspectos da floresta urbana, regular quando necessário para garantir a saúde, qualidade e benefícios da floresta urbana [41]. Para garantir a consecução dos objetivos e recomendações, em 2007 a cidade elaborou um Plano de Ação para a Floresta Urbana, que especificou 63 ações, cada qual com prazos e prioridades. Anualmente são elaborados relatórios atualizando a implementação dessas ações, como os programas de plantio, regulação, política e educação, bem como os de manutenção e cuidados com as árvores [42].

O plano diretor da floresta urbana da cidade de Alexandria, no estado da Virgínia, EUA, foi elaborado pela *Davey Resources Group* no ano de 2009, para fazer frente a desafios como a redução de sua cobertura arbórea, falta de recursos para a manutenção das árvores em áreas públicas, ausência de programas de educação ambiental sobre a importância das árvores e de regulação eficiente sobre as áreas privadas com cobertura florestal. O objetivo geral do plano diretor da floresta urbana de Alexandria foi aumentar a cobertura arbórea em toda a cidade, mantendo melhor as árvores existentes e aumentando o número de novas árvores. Ele inclui recomendações específicas para melhorar cada parte da floresta urbana: árvores públicas ao longo de ruas, parques, escolas e como parte de outras áreas verdes; árvores de domínio privado em áreas residenciais e em terrenos institucionais; e árvores em faixas marginais de cursos d'água, fundos de vales e outras áreas naturais. As principais recomendações do plano foram divididas em quatro categorias estratégicas: plantio de árvores, cuidados com árvores, gestão e educação pública e divulgação [43].

O Plano de Manejo da Floresta Urbana da cidade de Tampa foi desenvolvido por meio de um esforço colaborativo que envolveu a administração da cidade de Tampa, a Universidade da Flórida, Universidade do Sul da Flórida, o Departamento de Extensão do condado de Hillsborough, organizações empresariais e profissionais, associações de moradores e cidadãos, entre os anos de 2008 e 2013. Desenvolvido segundo o modelo de planejamento estratégico da floresta urbana [44], utilizou uma série de critérios de gestão e indicadores de desempenho para medir o sucesso da gestão da floresta urbana. O plano foi elaborado com base nos princípios de eficiência governamental, crescimento econômico, parcerias público-privadas, aumento dos aspectos sociais, econômicos e ambientais da floresta urbana por meio da redução de custos, dando apoio às comunidades e se apoiando nos princípios básicos da cidade do plano diretor de desenvolvimento da cidade. Teve como objetivos: entender e comunicar a necessidade de manter e proteger a complexidade dos sistemas naturais da floresta urbana para que o público apoie um habitat rico e diverso; promover o conhecimento público dos valores econômicos, sociais e ambientais da floresta urbana de Tampa em todos os ambientes de educação, desde a escola até a educação de adultos e campanhas de serviço público, de modo a criar uma ética de cuidados individuais; promover o cuidado adequado das



árvores na floresta urbana por meio da educação e fiscalização; criar parcerias inclusivas que incentivem a colaboração entre todas as partes envolvidas para beneficiar a floresta urbana; melhorar o quadro de políticas para a conservação, recuperação, restauração e o aumento dos recursos naturais da floresta urbana; e promover o reconhecimento, a manutenção e a regeneração da floresta urbana de Tampa que é economicamente e ecologicamente viável. Foi definido um conjunto de critérios e indicadores de desempenho que deram suporte ao processo de manejo adaptativo empregado na elaboração do plano, permitindo uma maior flexibilidade na tomada de decisões. O monitoramento cuidadoso desses critérios e indicadores ajuda a ajustar políticas ou ações como parte de um processo de aprendizagem iterativo [32].

“Enraizando para o Futuro” (*Putting Down Roots for the Future*) é o plano de manejo florestal urbano estratégico de 20 anos para a cidade de Ottawa. Este plano identifica 26 recomendações a serem implementadas entre 2018 e 2037, as quais foram desenvolvidas com base na contribuição de funcionários da cidade, outras partes interessadas e membros da sociedade civil, avaliações do estado atual da gestão florestal urbana e da estrutura de planejamento em Ottawa, e identificou oportunidades de melhoria com base nas melhores práticas. Ele tem como objetivo fornecer a orientação estratégica e técnica necessária para alcançar a sustentabilidade da floresta urbana em Ottawa nas próximas décadas. O plano tem uma abordagem abrangente e integrada para sustentar e cultivar a floresta urbana de Ottawa, abordando desafios e oportunidades relacionados a quatro áreas temáticas principais: Estrutura e administração do programa de manejo florestal urbano; Planejamento da floresta urbana: Manutenção e cultivo da floresta urbana; e Divulgação, educação e cuidado da floresta urbana. Ele se baseia em um horizonte de planejamento de vinte anos (2018 a 2037), definido em uma estrutura de três camadas. A estrutura inclui: um Plano Estratégico de 20 anos, para delinear a visão de longo prazo, os princípios orientadores, objetivos e metas a serem alcançados ao longo do horizonte de planejamento; uma série de cinco Períodos de Gestão de 4 anos, que facilitam a revisão contínua do plano e a gestão adaptativa, incluindo a revisão das recomendações; e Planos Operacionais Anuais, desenvolvidos para uso interno pela equipe da cidade a cada ano para facilitar a implementação diária das recomendações do plano [45].

Para combater o calor intenso e a elevação da temperatura nas últimas décadas, a cidade de Phoenix, no Arizona, que já foi conhecida como a *Cidade das Árvores e Jardins*, adotou o Plano Diretor de Árvores e Sombra em 2010, com o objetivo de aumentar as árvores e a sombra do dossel, considerando como uma estratégia de investimento para criar uma Phoenix mais saudável, habitável e próspera. A cobertura de copas existente é de aproximadamente 12 por cento da cidade, e a meta é crescer para 25 por cento até 2030. A gestão da cidade está fazendo parcerias com a comunidade empresarial, organizações sem fins lucrativos e cidadãos para trazer de volta árvores, sombra e espaços verdes como um componente significativo do processo de desenvolvimento em Phoenix [46].

Syracuse, no estado de Nova Iorque, elaborou seu primeiro plano diretor da floresta urbana em 2001, com recomendações de aumentar sua cobertura arbórea para 30% e atualização no ano de 2010. A partir de 2017 foi iniciado um processo de planejamento participativo, que incluiu órgãos municipais, fundações privadas e uma organização não governamental, que resultou na campanha *ReLeaf Syracuse*, um processo de estimular a participação da população, empresas e outros atores, para planejar o futuro das florestas urbanas da cidade. Foram realizadas sete audiências públicas, com mais de 300 participantes, além de uma consulta pública com 1.200 respostas. Essas consultas

mostraram que as pessoas se importavam com as árvores, além de apontados problemas, como a necessidade de mais educação para o público sobre as árvores, melhor manutenção das árvores, melhores regulamentações sobre o uso da terra, a importância do envolvimento das pessoas que não se beneficiam com os serviços ecossistêmicos da floresta urbana e da melhor distribuição da cobertura arbórea na cidade, no desejo de se explorar melhor a agricultura urbana e a necessidade de se estabelecer uma meta de cobertura arbórea para a cidade. Como resultado desse processo, foi elaborado um novo plano diretor da floresta urbana no ano de 2020, pela *Davey Resources Group*, uma das maiores empresas de consultoria em arboricultura nos EUA, que definiu três objetivos principais, aumentar a educação e o envolvimento da população e outros atores sobre o valor das árvores e como cuidar e preservá-las, aumentar a cobertura arbórea para 34% da área da cidade, aumentando sua qualidade e distribuição na cidade [47].

Na Espanha, Barcelona desenvolveu um Plano do Verde e da Biodiversidade, visando garantir no longo prazo ações destinadas a alcançar uma infraestrutura ecológica capaz de: produzir benefícios para as pessoas; fornecer serviços ambientais e social; gerar locais de vida dentro do habitat urbano; inserir a natureza na cidade; conectar e ligar a cidade no território; e tornar a cidade mais fértil e dotá-la de maior resiliência face aos desafios futuros. Assim, esse plano é um instrumento estratégico que demonstra o compromisso municipal em relação à conservação do verde e da biodiversidade, proporcionando à população o conhecimento de seu patrimônio natural, seu aproveitamento e cuidado. Em outras palavras, o que se pretende é alcançar uma infraestrutura ecológica que ofereça o máximo de serviços a uma cidade onde a natureza e o urbano interagem e se potencializam. Seus objetivos são conservar e valorizar o patrimônio natural da cidade, evitar a perda de espécies e habitats, atingir a quantidade máxima de área de superfície verde e sua conectividade, obter o máximo de serviços ambientais e sociais do verde e da biodiversidade, aumentar o valor que a sociedade confere ao verde e à biodiversidade, e aumentar a resiliência da cidade frente aos desafios emergentes, como as mudanças climáticas [48].

Entre suas linhas estratégicas estão conservar o patrimônio natural da cidade, planejar o verde urbano buscando a conectividade e uma distribuição equitativa, desenhar a cidade e os espaços verdes considerando os serviços ambientais e integrando critérios a favor da biodiversidade, criar novos espaços para a natureza e aumentar a presença do verde e da biodiversidade, gerir os parques, jardins e as demais áreas verdes com critérios de eficiência e sustentabilidade, favorecendo a biodiversidade, preservar e valorar o patrimônio natural, particularmente os jardins históricos, aumentar o conhecimento para o manejo e a conservação do verde e da biodiversidade, divulgar o conhecimento do verde e da biodiversidade, assim como seus valores, estimular o uso das áreas verdes como espaços de saúde e lazer, promovendo o envolvimento do cidadão na criação de áreas verdes e na conservação da biodiversidade, e fortalecer a liderança municipal, o trabalho em rede e engajamento na conservação do verde e da biodiversidade [48].

Posteriormente, Barcelona desenvolveu um plano diretor de arborização, o *Plan diretor del arbolado de Barcelona 2017-2037*, que entre seus objetivos específicos até 2037 prevê o aumento da cobertura arbórea em 5%, chegando a 30% da área urbana coberta por copas de árvores, garantir que dentro da malha urbana, 40% das espécies de árvores sejam adaptadas às mudanças climáticas globais. Assim, em vez dos atuais 30%, alcançar um patrimônio arbóreo biodiverso, no qual dentro da malha urbana nenhuma espécie represente mais de 15% do total, disponibilizando ao público todas as informações sobre características e serviços de cada uma das árvores da malha urbana, por meio de tecnologias interativas que facilitam o conhecimento e a colaboração cidadã [49].



Na Colômbia, a Região Metropolitana do Vale de Aburrá, entidade planejadora regional e autoridade ambiental urbana nos municípios de Medellín, Caldas, La Estrella, Itagüí, Sabaneta, Bello, Barbosa, Copacabana e Girardota, formulou e adotou por meio do Acordo Metropolitano nº 16 de 2006, o Plano Diretor de Espaços Públicos Verdes Urbanos da Região Metropolitana do Vale de Aburrá, instrumento de política de gestão do espaço público verde e flora urbana [50].

23.9. Estratégias em Arborização Urbana

Uma organização não governamental do Canadá, a Rede Canadense de Floresta Urbana (*Canadian Urban Forest Network*), a maior rede de profissionais, especialistas e educadores florestais urbanos no Canadá, apresentou a terceira versão da Estratégia Canadense de Florestas Urbanas 2019-2024, uma estratégia de ação em nível nacional. Com base na visão de florestas urbanas sustentáveis, biodiversas e saudáveis que protejam e aumentem o bem-estar e a prosperidade das comunidades canadenses, são definidos cinco objetivos estratégicos: capacitação em nível nacional em florestas urbanas, comunicação e educação pública, pesquisa, técnicas e tecnologias para o planejamento e manejo florestal urbano e desenvolvimento profissional [5].

Em nível municipal, a cidade de Vancouver, no Canadá, atualizou em 2018, expandindo e refinando, sua Estratégia para a Floresta Urbana de 2014. Essa atualização buscou um alinhamento com a Estrutura Estratégica de Departamento de Parques (2012), a Estratégia de Biodiversidade (2016) e o Plano de Educação e Gestão Ambiental (2014). Ela também apoia outras políticas e estratégias da cidade, como o Plano de Ação para uma Cidade Mais Verde (2011), a Estratégia para uma Cidade Saudável (2015) e a Estratégia para as Chuvas na Cidade (em andamento em 2018). Seus objetivos gerais são proteger a floresta urbana durante o processo de expansão urbana, plantar árvores para o cultivo da floresta urbana, manejar as árvores para saúde e segurança, engajar os cidadãos na floresta urbana e monitorar o *status* e a condição da floresta urbana. Seus objetivos específicos são o plantio de 150.000 árvores entre 2010 e 2020, o aumento do dossel da floresta urbana para 22% até 2050, a restauração ou a melhoria de 25 ha de áreas naturais, incluindo florestas, até 2020, e dobrar a densidade de árvores em ruas de quarteirões com densidade abaixo da média em alguns bairros até 2030. Na sua elaboração, foram empregadas ferramentas como o *LiDAR* e o *i-Tree* [51].

Na Austrália, planos testemunham uma atenção crescente e ação contínua de envolvimento da população. Melbourne desenvolveu uma estratégia para sua floresta urbana para o período de 2012 a 2032, com a visão de que uma floresta urbana resiliente, saudável e diversa contribui para a saúde e o bem-estar da sua comunidade e na criação de uma cidade habitável [52]. Essas ações pretendem melhorar a ecologia urbana protegendo e aumentando um nível de biodiversidade contribuindo para um ecossistema saudável, o que inclui informar e consultar a comunidade, possibilitando uma compreensão mais ampla da importância de nossa floresta urbana, aumentando a conexão floresta e sociedade, que se envolve com seu processo de evolução.

Esse processo de conscientização se expressou na preocupação da comunidade em relação às altas taxas de desmatamento no estado de Perth, na Austrália, e ao fato de a cidade de Victoria Park apresentar uma cobertura arbórea de 10% de sua área territorial, uma das menores do estado. Observou-se o desenvolvimento de sua primeira estratégia para a floresta urbana, num processo iniciado e conduzido pela comunidade, com apoio do legislativo municipal, que

identificou a necessidade de expandir e melhor manejar as árvores na cidade, tanto em terras públicas quanto privadas. Esse trabalho levou à criação de um plano de ação para implementação da estratégia para a floresta urbana no período de 2019 a 2024, que irá informar seu orçamento anual necessário para as tarefas operacionais e incluirá relatórios de medidas [53].

Essa união entre comunidade e legislativo se mostra estratégica e se revela fundamental no que diz respeito ao planejamento e à consolidação de florestas urbanas.

23.10. Legislação

Nos Estados Unidos, o estado da Califórnia possui desde 1978 uma lei sobre suas florestas urbanas, o *California Urban Forestry Act of 1978*, com objetivo de promover o uso de recursos florestais urbanos visando ao aumento de projetos integrados com múltiplos benefícios para as comunidades urbanas [54]. Essa lei foi posteriormente modificada pela AB 1530, em outubro de 2017, acrescentando aos seus objetivos a promoção de políticas e incentivos que resultem na melhoria da manutenção do dossel da floresta urbana para otimizar seus múltiplos benefícios [55].

Por sua vez, o estado de Nova Jersey aprovou a Lei de Assistência Florestal Comunitária e de Árvores de Sombra em 5 de dezembro de 1996, garantindo proteção e responsabilidade aos municípios e condados participantes. Essa lei possibilitou aos municípios assumir a responsabilidade pela proteção das árvores, atendendo a requisitos como um Plano de Manejo Florestal Comunitário aprovado pelo Estado e a participação no Programa de Treinamento e um Programa de Acreditação. Também previu a criação de um Conselho Estadual de Florestas Comunitárias, composto por 20 representantes de grupos envolvidos com a silvicultura comunitária: arboristas, produtores de árvores, governos municipais/distritais, companhias de seguros, empresas de eletricidade etc., e criou um programa de apoio financeiro a municipalidades e condados, com subsídios como o *Green Communities Grant*, ou Subsídio para Comunidades Verdes, destinado à contratação de um consultor florestal para apoio à elaboração do Plano de Manejo Florestal Comunitário, e o *Community Stewardship Incentive Program Grant*, ou Subsídio do Programa de Incentivo de Manejo Comunitário, destinado às comunidades que possuem o *status* aprovado, conforme essa lei, visando implementar metas e objetivos de seu plano de manejo [56].

Na Califórnia, em São Francisco, foi adotada uma Política de Biodiversidade, por meio da Resolução 004-17-COE, de 23 de maio de 2017, que definiu o papel do Departamento de Meio Ambiente na proteção do patrimônio natural de São Francisco e os objetivos de biodiversidade da cidade, procurando garantir ecossistemas biologicamente ricos, restaurando e mantendo habitats indígenas robustos e interconectados, áreas naturais, espaços abertos, bacias hidrográficas, ecossistemas marinhos e florestas urbanas que sustentam uma rica teia de vida e mitigam os impactos das mudanças climáticas em espécies e comunidades raras. Essa política procura proporcionar acesso equitativo, consciência e experiência da natureza, conectando todos os residentes, trabalhadores e visitantes com a natureza todos os dias nos espaços verdes [26].

Na Austrália, especificamente em South Austrália, uma lei de 1993 e suas regulamentações estabelecem regras para a proteção de árvores denominadas como reguladas e significativas na área metropolitana de Adelaide e áreas periféricas. Para os efeitos desta lei, árvores denominadas reguladas são as que possuem uma circunferência de tronco superior a 2 m, medida a 1 m de altura, e árvores significativas são as que possuem uma circunferência de tronco superior a 3 m,

medida a 1 m de altura, ou qualquer árvore definida como tal pelos planos diretores das cidades de Adelaide, Burnside, Prospect e Unley [57].

O Estatuto Número T-600 da Municipalidade de Halifax, no Canadá, conhecido como o “Estatuto da Árvore”, regulamenta a gestão das árvores em terras públicas, definindo as intervenções nas árvores que necessitam de autorização [58].

Singapura, uma cidade-Estado insular, editou sua Lei de Parques e Árvores em 1996, a qual passou por várias revisões e emendas, a última em 2019. Essa lei visa ordenar o plantio, manutenção e conservação de árvores e plantas dentro de parques nacionais, reservas naturais, áreas de conservação de árvores e corredores verdes ao longo de estradas históricas e outras áreas específicas [59].

Outro exemplo importante e que demonstra a iniciativa da sociedade civil organizada na formulação de leis foi a da *Red Nacional Pro Ley de Arbolado Urbano*, um grupo de organizações da sociedade civil sem fins lucrativos, formado por ONGs e organizações profissionais de todo o Chile, que trabalham para a conservação e promoção das árvores, áreas verdes e da biodiversidade nas áreas urbanas do país, apresentou uma Proposta Cidadã de Organizações Ambientais para a formulação de uma Lei Nacional de Arborização Urbana (*Ley de Arbolado Urbano*) para o Chile, documento entregue em 2018 ao ministro da Agricultura. Essa proposta é constituída de 5 títulos, Disposições gerais, Regime legal e administração das árvores, Planejamento local da arborização urbana e participação cidadã, Manejo das árvores urbanas, Solicitações, permissões e recepção no manejo das árvores urbanas e Outras considerações [60].

23.11. Projetos: iniciativas que ligam planos e ações à governança

Em 2007, a cidade de Nova Iorque lançou o *MillionTreesNYC*, com o objetivo de plantar e cuidar de um milhão de árvores na cidade, em parceria com a organização sem fins lucrativos *New York Restoration Project* (NYRP), plantando árvores em diversos locais, inclusive conjuntos habitacionais, pátios de escolas, em terras do estado de Nova Iorque e perto de templos religiosos, centros de saúde e *campi* universitários em bairros. Em 2015, com a NYRP e outros parceiros, de quase 50.000 nova-iorquinos que ajudaram a plantar árvores em parques, ruas e em quintais, foi plantada a milionésima árvore. Este programa tornou-se uma referência como modelo de educação ambiental para cidades em todo o mundo [61].

Como parte do plano de manejo das florestas urbanas da cidade de Ottawa, Canadá, atualmente em seu primeiro período de manejo de quatro anos, 2017-2021, realizam-se revisões sistemáticas no corpo legal, que atualizam ou criam novas as leis, como as Leis das Árvores, a Lei de Conservação das Árvores Urbanas e a Lei de Proteção das Áreas Naturais e Árvores Municipais. Ao mesmo tempo, se desenvolve uma Estratégia de Manutenção de Áreas Florestais, documento de trabalho operacional usado no planejamento e na execução dos ciclos de manutenção, com o objetivo de melhorar a saúde, resiliência e segurança das florestas de propriedade municipal, identificando áreas florestais que requerem manejo e garantem a regeneração bem-sucedida da vegetação nativa em vez de espécies invasoras; mapeamento da cobertura arbórea, disponível no *GeoOttawa*, bem como a definição de áreas florestadas relevantes, orientando o trabalho em parceria com a indústria e a comunidade na atualização das Diretrizes para Avaliação de Impacto Ambiental, com ênfase no sistema de patrimônio

natural urbano e revisando as políticas do plano de manejo para a proteção do sistema do patrimônio natural em áreas de expansão urbana [62].

Na Austrália, a cidade de Melbourne desenvolveu Diretrizes de Diversidade da Floresta Urbana, documento subsidiário da Estratégia de Floresta Urbana, com o objetivo de informar os Planos de Plantio de Árvores na determinação das espécies a serem plantadas nas ruas. A diversidade da floresta urbana busca torná-la mais resiliente e robusta, ajudando a protegê-la contra pragas e patógenos, e agilizando programas de manutenção. O plantio anual regular de árvores até 2040 é proposto para reduzir essa predominância e criar uma floresta com maior distribuição por idade. Esse documento fornece um conjunto de critérios não subjetivos e com base científica para estabelecer quais espécies de árvores são adequadas para as condições urbanas encontradas na cidade de Melbourne. Cruzando a referência da Lista de Árvores para Plantio em Ruas e Parques com as Tipologias de Locais, foi estabelecido um conjunto de listas de árvores para os diversos locais da cidade [63].

A cidade de Vancouver no Canadá desenvolveu uma iniciativa ousada denominada *Greenest City* para enfrentar os desafios ambientais de Vancouver. Seu plano de ação é uma estratégia para permanecer na vanguarda da sustentabilidade urbana, trabalhando com a Câmara Municipal, habitantes, empresas, outras organizações e todos os níveis de governo para implementar este plano. Sua visão é criar oportunidades hoje, enquanto se constrói uma economia local forte, bairros vibrantes e inclusivos e uma cidade internacionalmente reconhecida que atende às necessidades das gerações futuras. O plano se baseia em três pilares, Carbono Zero, Desperdício Zero e Ecossistemas Saudáveis, tendo entre seus objetivos: melhorar o acesso a espaços verdes, como parques, hortas comunitárias e vias verdes, fortalecendo a comunidade e melhorando a saúde dos residentes; estimular a produção de comida local, já que o sistema alimentar local mais forte reduz o impacto ambiental da produção e do transporte de alimentos e contribui para a saúde humana, limpar o ar, trabalhando em parceria com empresas, residentes e outros níveis de governo para atingir nossa meta de ar limpo; e estimular os empregos verdes, empresas verdes são mais competitivas, eficientes e preparadas para o futuro. O desenvolvimento de uma economia verde é essencial para um futuro saudável e sustentável [64].

Bangkok na Tailândia era originalmente repleta de infraestrutura verde natural – canais, arrozais, manguezais e pomares. O desenvolvimento posterior à sua colonização a transformou numa urbanidade com sérios conflitos, com seu tráfego emaranhado de fios elétricos e escassos espaços verdes. Esse quadro vem mudando nos últimos anos, com a Administração Metropolitana de Bangkok planejando sistemicamente o aumento das áreas verdes públicas, com parques em áreas periféricas. Alguns parques remotos, como Beung Nong Bon e Beung Makhamtes, foram habilmente concebidos como captadores de água, preservando paisagens originais, com campos de arroz e pomares de frutas [65].

Um projeto exemplar e colaborativo desenvolvido em Bangkok é o “Projeto 60 parques para a Princesa Sirindhorn”, iniciado em 2014 pelo Projeto Big Trees com financiamento do Grupo PTT, o *Siam Commercial Bank* e a Fundação para a Promoção da Saúde da Tailândia. Essa ação teve como objetivo fornecer arquitetos paisagistas voluntários para as administrações locais para ajudar no estabelecimento de parques públicos em todo o país. Dez parques foram criados em Bangkok com foco na vegetação nativa – como o manguezal dos parques em Bang Kachao e Bang Khuntien para ajudar a proteger áreas costeiras e comunidades. A Universidade Chulalongkorn, uma das principais na formação profissional em arboricultura e nos esforços de conservação dos



espaços verdes, criou um magnífico parque público em seu próprio terreno no meio da cidade. O Parque Centenário Universitário Chulalongkorn cobre 40 ha e abrange uma área úmida, um jardim de chuva e um sistema de drenagem de água subterrânea. Outra ação promissora é o estabelecimento, em 2016, da Rede Tailandesa de Árvores Urbanas, que congrega entidades públicas e privadas, profissionais e grupos da Sociedade Civil para promover a silvicultura urbana em Bangkok [65].

Liubliana, capital da Eslovênia, se desenvolveu em uma planície, com colonos evitando áreas montanhosas e áreas baixas perto do rio. A floresta natural ainda cobre mais de 46% de seu território. A maioria desta floresta é propriedade privada, logo envolver e educar as pessoas sobre as florestas é crucial. Em 2017, a cidade estabeleceu a meta de ser uma cidade sustentável, que vive em harmonia com seu ambiente natural. Em 2010, a cidade declarou aproximadamente 1.150 hectares de florestas naturais como “floresta para fins especiais”, em geral designadas para recreação visando melhorar a aptidão física e mental dos residentes e visitantes. Mil hectares dessas florestas estão localizados dentro e ao redor do centro de Liubliana. A cidade criou um “instrumento de compra de terras” em 2014 e priorizou os termos de interesse público a serem cumpridos para a aquisição, sendo prioridade os terrenos localizados perto de caminhos e trilhas públicas para permitir uma manutenção econômica e garantir a segurança do visitante. A segunda prioridade são as florestas adjacentes a áreas residenciais ou outros usos do solo, para facilitar o acesso público às florestas, e a terceira prioridade é a ampliação e a conexão dos fragmentos florestais existentes. O principal objetivo do instrumento de compra de terras é interligar a floresta urbana e periurbana por meio de uma rede de caminhos, trilhas, estradas de arraste e outras infraestruturas florestais [66].

Singapura está desenvolvendo estratégias inovadoras para conservar seu patrimônio natural e expandir sua rede de corredores interligando parques, instalações esportivas e espaços verdes em toda a ilha. Isso permitirá que seus habitantes tenham mais oportunidades de se conectar com a natureza, desfrutar de uma ampla variedade de experiências recreativas e vivenciar sua biofílica “Cidade no Jardim”. Todos os dias, pessoas de todos os tipos usam os parques para se exercitar, brincar e se conectar com a natureza. O planejamento prevê cerca de 1.000 hectares a mais de parques e corredores no futuro. Os parques serão conectados por corredores recreativos, bem como uma rede diversificada de Conectores de Parque. A cidade possui ainda uma rede de hidrovias e 17 reservatórios que se conectam e fornecem espaços compartilhados. Desde o lançamento, em 2006, do Programa Águas Ativas, Bonitas e Limpas, 102 km de cursos d’água e 974 hectares de corpos d’água foram abertos para atividades recreativas e 41 projetos deste programa foram concluídos, além de outros 13 projetos em andamento em toda a ilha nos próximos 5 anos. O Plano Diretor de Conservação da Natureza de Singapura busca o equilíbrio entre o desenvolvimento e a conservação da natureza, tendo entre seus objetivos: a conservação de habitats-chave e o desenvolvimento de conexões ecológicas; levantamentos abrangentes e monitoramento de longo prazo de ecossistemas e espécies; a gestão participativa com a comunidade e promoção dos valores e serviços da natureza. Singapura tem investido no incentivo a projetos de *Skyscraper greenery*, ou vegetação nas alturas, com telhados e paredes verdes, o que ajuda a resfriar o ambiente urbano, limpar o ar e suavizar nossa paisagem urbana, bem como recursos de *design* sensíveis à água, auxiliando no gerenciamento sustentável da água da chuva, que reduzem e tratam o escoamento da água da chuva [67].

Infraestrutura verde comestível, principalmente na forma de florestas e árvores urbanas alimentícias, florestas alimentares urbanas ou comestíveis auxiliam na Meta de Desenvolvimento Sustentável 11 das Nações Unidas da Agenda de Desenvolvimento Sustentável 2030, “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”. O uso de plantas comestíveis em áreas urbanas e periurbanas é influenciado por fatores históricos, culturais e socioeconômicos. Países desenvolvidos começaram a redescobrir as árvores urbanas e o paisagismo comestível, mas, na maioria dos casos, a produção de comida ainda não é o objetivo principal da silvicultura urbana e periurbana [68].

Como exemplo, uma floresta alimentar e de plantas nativas foi implantada em um pequeno parque público na Julia Road em Durban, África do Sul, no ano de 2009, de livre acesso e uso da comunidade local. Dentro de 1.700 metros quadrados existem mais de 160 espécies comestíveis, úteis e nativas (plantas e árvores). Uma pequena seção é dedicada ao cultivo de verduras sazonais. Uma floresta alimentar e de plantas nativas semelhante está se desenvolvendo numa extensão do Jardim de Permacultura no Jardim Botânico de Durban, está sendo desenvolvida e documentada à medida que se desenvolve e se conecta à coleção existente de espécies comestíveis do jardim. Este espaço oferecerá uma oportunidade para aulas práticas de educação ambiental e sustentabilidade urbana, e fará parte do programa de extensão do Jardim Botânico de Durban [69].

Entre os exemplos de silvicultura alimentar urbana nos Estados Unidos da América, a floresta alimentar urbana de Seattle é provavelmente a mais estudada. A *Seattle Public Utilities*, agência de serviços públicos da cidade de Seattle, Washington, possui a *Beacon Food Forest*, mas as árvores frutíferas dessa floresta foram plantadas por voluntários da comunidade, muitos dos quais continuam a trabalhar na floresta e manter os pomares. A participação contínua dá aos membros da comunidade um senso de pertencimento e orgulho do espaço [70].

Na África do Sul, árvores frutíferas de quintais são fontes importantes de alimento, especialmente em assentamentos informais, onde as pessoas mais pobres vivem. Residentes de novas moradias de baixo custo fazem uso de árvores urbanas frutíferas, colhendo frutos em espaços públicos urbanos porque eles têm menos árvores nos quintais do que os residentes em áreas informais mais antigas [71].

Em relação à restauração florestal, um exemplo é o desenvolvido pelo Grupo de Recursos Naturais do Departamento de Parques e Recreação da cidade de Nova Iorque que definiu diretrizes para a restauração de áreas naturais com as teorias e práticas desenvolvidas, implementadas e testadas durante trinta anos. Os desafios enfrentados para estabelecer florestas saudáveis em Nova Iorque são os mesmos encontrados na maioria das grandes metrópoles: um legado de invasão e negligência de áreas naturais, fragmentação e a disseminação desenfreada de espécies de plantas invasoras. A restauração florestal é o caminho para alcançar um ambiente urbano ecologicamente sustentável. A iniciativa de plantio de um milhão de árvores na cidade, a *MillionTreesNYC*, entre os anos de 2007 e 2017, resultou no crescimento dos esforços de restauração florestal. As estratégias empregadas se aplicam a projetos de restauração de áreas naturais urbanas em qualquer local, e muitos dos métodos de seleção e preparação de local, remoção de espécies invasoras e monitoramento são úteis na restauração de áreas alagadas e outros ecossistemas. A floresta urbana nativa ainda existe e pode ser protegida, restaurada e expandida por meio de manejo florestal, e embora elas nunca retornem ao seu estado primitivo, medidas significativas podem ser tomadas para manter a função ecológica e manejá-las para as gerações futuras. Espécies invasoras, ou espécies não nativas que sufocam, expulsam, consomem ou estrangulam

a vegetação existente, são um dos maiores desafios para a estrutura e função das florestas da cidade. A proteção contra os danos causados pela expansão urbana descontrolada e outros usos humanos prejudiciais, o controle de espécies invasoras, o plantio de espécies nativas e a pesquisa contínua e o manejo adaptativo das florestas são essenciais. Entre os benefícios esperados, estão a compensação da mudança climática, a absorção do escoamento de águas pluviais, o fornecimento de sombra e redução do efeito de ilha de calor urbano, a melhoria da qualidade do ar, da biodiversidade e da saúde pública, e a valorização dos imóveis [72].

Outro caso exemplar em relação a políticas, planos, projetos e ações e que tem como princípio a questão da justiça social é o da cidade de Portland no Oregon, EUA. Com o objetivo de melhorar a qualidade do ar, a saúde pública e a habitabilidade da cidade, a gestão vem investindo milhões de dólares a cada ano no plantio de árvores. A distribuição atual das árvores é desigual e, constatada a partir de pesquisas, está diretamente ligada à renda. As comunidades afro-americanas, de baixa renda, de refugiados e imigrantes têm maior necessidade de plantios e cuidados com as árvores. Em conjunto com a Universidade Estadual de Portland, o Departamento de Parques e Recreações desenvolveu um projeto para identificar as barreiras, oportunidades e recomendações para o cultivo de uma floresta urbana mais justa. Alguns dos maiores obstáculos ao plantio de árvores para essas comunidades são os valores culturais e relações com árvores, prioridades concorrentes e recursos limitados, medos e preocupações, custo, perda de poder dos locatários e a necessidade de maior envolvimento do governo. As principais propostas para a superação desse problema são o financiamento do plantio e a manutenção em áreas de baixa renda e baixa cobertura arbórea incluindo o aumento dos programas de plantio que se concentram em propriedades de aluguel, desenvolver ações de divulgação e educação culturalmente específicas para as comunidades de baixa renda [73].

Em relação a ações de monitoramento, destaca-se na Espanha a cidade de Madri que possui, desde 2018, o Serviço de Avaliação e Revisão Verde, *Servicio de Evaluación y Revisión Verde “SERVER”*, encarregado de fiscalizar, detectar e resolver as situações de risco que existam nas árvores de manutenção municipal. As empresas contratadas para a conservação dos espaços verdes de Madri, ao realizar suas tarefas de manutenção e inspeção, detectam possíveis riscos de danos a pessoas ou propriedades. Os dados registrados permitem avaliar e analisar o estado do arboreto madrilenho, detectar problemas e aprender padrões de comportamento das diferentes espécies arbóreas da cidade [74].

O patrimônio verde da cidade de Turim na Itália foi projetado e construído ao longo do tempo, segundo uma organização por sistemas tipológicos. Com o tempo, os grandes parques das zonas periféricas foram agregando-se aos jardins históricos da zona central urbana, ligados a eles por largas avenidas arborizadas e, posteriormente, por ciclovias. Da década de 1970 até hoje, a área verde urbana cresceu de 4 para 18,4 milhões de metros quadrados, atingindo um total de 19,05 metros quadrados por habitante. Este significativo aumento, fruto de uma estratégia visionária e de alto valor ecológico, foi norteado por uma série de estudos e análises de planejamento urbano desenvolvidos a partir do final da década de 1970, os quais serviram para a elaboração do Plano Geral de Urbanismo aprovado em 1994. Os principais pilares desta estratégia centraram-se na hipótese da criação do Sistema Verde Azul, do Anel Verde, do sistema de ciclovias, do sistema *Spine*, a partir da década de 1990. Nos últimos anos foi iniciada uma sistematização e classificação por tipologia, a fim de otimizar a sua gestão. A princípio, foi dada atenção aos grandes parques urbanos e suas características físicas, classificando-os em Parques Urbanos,

Parques Fluviais e Parques de Colinas, atribuindo a cada um deles diferentes formas de manutenção e gestão. Posteriormente, com a Deliberação da Câmara Municipal nº 01669/46 de 27 de Março de 2007, foi lançada uma nova definição de tipologias urbanas verdes, visando à racionalização da gestão e permitindo um desenvolvimento harmonioso da cidade, um maior envolvimento dos cidadãos, valorizando além das grandes avenidas arborizadas, também os jardins de interesse local, semelhantes aos grandes parques em termos de formas de gestão, e às menores áreas verdes dos bairros [75].

O *Grupo Ecomunitário de Bogotá*, Colômbia, um grupo de moradores e amigos dos parques El Virrey e El Chicó, motivado pela falta de informações sobre a biodiversidade das áreas verdes urbanas de Bogotá iniciou um projeto comunitário para entender melhor a flora e a fauna locais. Ele buscou por melhores práticas internacionais de gestão, visando incorporar serviços ecossistêmicos ao planejamento urbano e inspirar mais moradores da cidade a descobrir sua biodiversidade urbana local. Desde 2004, esse grupo utiliza a ciência cidadã para coordenar esforços para um melhor conhecimento da biodiversidade de *Gran Chicó*, as percepções sociais e seus estressores. Atualmente colabora com vários cidadãos e especialistas em ecologia, paisagismo, silvicultura urbana, jardinagem e educação para entender melhor a biodiversidade local e promover sua conservação [76].

No México, a Rede de Florestas Urbanas de Guadalajara (*Red de Bosques Urbanos de Guadalajara*) é um projeto cujo objetivo é preservar, proteger e renovar de forma abrangente um conjunto de áreas verdes públicas de livre acesso, localizadas na capital do estado de Jalisco, México, para que elas funcionem como zonas de amortecimento ambiental, estimulando a convivência dos cidadãos e a adoção de estilos de vida saudáveis. Essas áreas verdes oferecem uma ampla gama de atividades educativas, esportivas e culturais para todos os gostos e idades. O Centro de Educação e Cultura Ambiental da Rede Florestal de Guadalajara oferece ao longo do ano uma ampla gama de cursos, oficinas e passeios ambientais, sobre a água, o lixo, os mamíferos, os pássaros, as árvores entre outros temas, para famílias, empresas ou escolas [77].

O projeto do Arboreto Comunitário de Stonehouse, cidade do Centro-Oeste inglês, adota uma abordagem inovadora, focando o estabelecimento das mudas e não só o seu plantio, a qualidade e não a quantidade, em vez de plantios em massa, introduzindo um número de árvores para as quais a cidade tem espaço e pode cuidar e manter adequadamente a longo prazo. Este é um projeto colaborativo de grande impacto educacional que envolverá moradores locais, grupos comunitários, Conselho da Cidade de Stonehouse e escolas locais, devendo contar com apoio especializado da *The Arboricultural Association* inglesa, órgão profissional nacional para o cuidado de árvores. Após o plantio, cada árvore será monitorada com inspeções regulares, irrigação adequada, poda de condução quando necessário, manutenção de tutores e amarrios e cobertura morta (*mulching*). Um elemento-chave do projeto é o estabelecimento de um dia de celebração comunitária para as árvores, com atividades de manutenção e plantio [78].

23.12. Melhores práticas

A organização não governamental *TREE CANADA* hospeda em seu sítio na internet <<https://treecanada.ca/resources/canadian-urban-forest-compendium/>> o Compendio de Melhores Práticas de Manejo para as Florestas Urbanas Canadenses (*Compendium of Best Management*

Practices for Canadian Urban Forests), com o objetivo de disponibilizar na internet um recurso que descreve para os municípios, seus habitantes, funcionários e representantes eleitos alguns dos componentes, padrões técnicos e exemplos de um programa de florestas urbanas municipal. Apresenta uma definição de Florestas Urbanas, uma breve história delas no Canadá, seus benefícios, noções de planejamento de gestão estratégica e operacional, legislação e regulamentos municipais, inventário arbóreo e ciclos de inspeção das árvores, sistemas de informações geográficas e outras geotecnologias, seleção de espécies e plantio, manutenção, poda, plantio em superfícies desfavoráveis, gestão de áreas florestadas e parques urbanos, proteção de árvores durante a construção, conflitos de sistemas radiculares de árvores e fundações de edifícios, estresses abióticos, insetos e doenças, espécies de plantas invasoras, gestão de águas pluviais e florestas urbanas, fogo e a interface urbano-rural, gerenciamento de redes de distribuição de serviços urbanos, qualidade do ar, mudança climática e florestas urbanas, preparação para emergências climáticas, valor econômico e avaliação de árvores, desenvolvimento profissional e outros aspectos sociais [79].

O projeto *Vibrant Cities Lab* é desenvolvido pelo *USDA-FS*, em conjunto com a organização não governamental *American Forests* e a associação nacional dos legislativos regionais, a *National Association of Regional Councils*, combinando as pesquisas mais recentes com as melhores práticas para a implementação de projetos de infraestrutura verde, árvores, vegetação e água, em sua comunidade. Em seu sítio, esse programa hospeda a caixa de ferramentas da silvicultura urbana, a *Urban Forestry Toolkit*, um guia passo a passo do *USDA-FS* para implementação de programas de silvicultura urbana nas cidades. O processo é baseado em seis fases, subdivididas em 17 etapas. A seguir apresentamos as fases e suas respectivas etapas. Avaliar: a cobertura arbórea e realização de inventário das árvores públicas em logradouros. Priorizar: onde plantar e o porquê, procurando garantir uma distribuição equitativa da cobertura arbórea. Organizar: construir um entendimento entre os principais atores, mobilizando-os para a ação. Planejar: melhores práticas no planejamento da silvicultura urbana, promovendo melhor gestão das florestas e áreas verdes em áreas privadas e planejando em nível de paisagem. Construir: uma ação que promove árvores em todas as políticas, iniciando por meio de poucos projetos pequenos, plantando árvores certas nos locais estratégicos. Proteger: considerar os riscos. Manter: monitorar e manter a floresta urbana; conquistando parcerias de longo prazo, financiamentos e avaliação de como seu programa de silvicultura urbana está acontecendo comparado às melhores práticas [80].

Na China, a Seção de Manejo de Áreas Verdes, Paisagem e Árvores, do Escritório de Desenvolvimento de Hong Kong, desenvolveu o “Manual de Manejo de Árvores”, *Handbook on Tree Management* (HTM), que fornece diretrizes e padrões de boas práticas na gestão de árvores. Os principais objetivos do documento são aumentar a conscientização do público sobre a segurança das árvores, promover bons padrões de prática nos trabalhos em arboricultura e melhorar a qualidade dos trabalhos de gestão de árvores em propriedades privadas. Dividido em três partes e vinte e cinco apêndices, a primeira parte do HTM apresenta as disposições legais para os proprietários realizarem o manejo adequado das árvores, a segunda parte apresenta as principais etapas para a gestão do risco das árvores, incluindo o conhecimento do conjunto das árvores, a realização da avaliação de risco das árvores, a mitigação do risco das árvores e a manutenção dos registros de inspeção das árvores, e a terceira e última parte enfatiza a importância do cuidado com as árvores por meio de práticas adequadas de plantio e manutenção regular das árvores [81].

Na França, a cidade de Paris monitora seu patrimônio arbóreo, a reposição de árvores moribundas e a instalação de novos plantios. Os condicionantes específicos do ciclo de vida de uma árvore na cidade exigem um suporte cuidadoso e sua renovação periódica, entre os muitos cuidados presentes no documento destacam-se: na idade adulta, a árvore é podada regularmente para poder coexistir com seu ambiente, desobstruindo semáforos e placas de trânsito, mantendo uma boa distância entre a árvore e as fachadas, levantando galhos baixos para tráfego rodoviário e de pedestres, removendo madeira morta e galhos secos. As árvores plantadas ao longo das ruas raramente ultrapassam os 80 anos [82].

O manejo das árvores parisienses é baseado em um banco de dados, mapeamento e um aplicativo móvel para monitoramento próximo das árvores no campo. O Serviço de Árvores e Madeira da Cidade de Paris monitora e mantém cerca de 200.000 árvores nas ruas ou em parques, jardins, cemitérios, escolas e outras instalações municipais. Essas árvores são inspecionadas anualmente e 20% delas submetidas a um levantamento fitossanitário detalhado. Os dados produzidos pelo aplicativo são manipulados em um aplicativo SIG (Sistema de Informação Geográfica) permitindo a visualização e elaboração de mapas temáticos (mapa de estados fitossanitários, diferentes espécies etc.), facilitando seu uso, análise e disseminação [82].

A cidade de Toronto publicou as Diretrizes Técnicas das Ruas Verdes (*Green Streets Technical Guidelines – GSTG*) para orientar o planejamento, projeto, integração e manutenção de um conjunto de opções de infraestrutura verde (IV), apropriadas para as ruas de Toronto. Com base em uma série de outros planos e políticas da cidade, como o *Toronto Green Standards*, um conjunto de medidas de desempenho para projetos de construção sustentável que identifica as principais pressões ambientais que auxiliaram a categorizar as técnicas de IV do *GSTG* com benefícios diretos para: qualidade do ar, mitigação das mudanças climáticas e eficiência energética, gestão da quantidade e qualidade da água, ecologia e gestão de resíduos sólidos. Esse estudo gerou uma lista de quarenta técnicas de IV que são adequadas às condições geográficas e climáticas locais e trinta e duas técnicas viáveis para implementação nas condições específicas da faixa de domínio dos logradouros da cidade [82].

23.13. Considerações finais

Os exemplos internacionais de políticas públicas, planos, programas, projetos e iniciativas de vários países, estados e cidades na gestão de sua arborização urbana demonstram que as três esferas de governo e diferentes atores da sociedade civil podem desempenhar papel significativo na gestão das florestas urbanas.

Os conceitos de governança, participação da sociedade civil, ciência cidadã e manejo florestal urbano adaptativo cada vez mais são considerados fundamentais para a boa gestão e perenização dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela infraestrutura verde das cidades. Fatores como recursos financeiros, tomada de decisão baseada em dados e metas, objetivos e foco na gestão das florestas urbanas são fundamentais para a consecução desses objetivos.

A importância das florestas urbanas para a saúde pública dos habitantes das cidades e dos benefícios por ela gerados na manutenção da resiliência urbana, cada vez se torna mais evidente em uma sociedade que se defronta com as mudanças climáticas em meio a um processo crescente de urbanização.

Os agentes públicos, empresas, instituições de ensino e pesquisa, diversas organizações da sociedade civil e cada um de nós, moradores das cidades, temos o dever e a responsabilidade de garantir um futuro melhor para os habitantes de nossas cidades, atuando em parceria com o objetivo da melhor gestão das florestas urbanas.

23.14. Referências

- [1] Wilson EO. Biophilia. Cambridge, MA: Harvard University Press; 196.
- [2] Lawrence HW. Changing forms and persistent values: historical perspectives on the urban forest. In: Bradley GA, editor. Urban Forest landscapes: integrating multidisciplinary perspectives. Seattle, WA: University of Washington Press; 1995. p. 17-40.
- [3] Hauer RJ, Miller RW, Werner LP, Van den Bosch CCK. The history of trees in the city. In: Ferrini F, Van den Bosch CCK, Fini A, editors. Routledge Handbook of Urban Forestry. London; New York: Routledge; 2019. p. 17-32.
- [4] Grey GW, Deneke FJ. Urban forestry. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 1986.
- [5] Canadian Urban Forest Network. Canadian Urban Forest Strategy 2019-2024. Montreal; 2019 [acesso 7 dez. 2020]. Disponível em: <https://treecanada.ca/wp-content/uploads/2018/10/TC-CUFS-2019-2024-Eng-1.pdf>
- [6] Pedreira LOL, Fico BV, Andrade FN. Índices de áreas verdes do município do Rio de Janeiro. Nota Técnica 37. Rio de Janeiro: Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos; 2017 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.data.rio/datasets/16f6aec44fef4a24a7b-f81407c22bc28>
- [7] Piccoli L, coordenador. Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente; 2007.
- [8] Paiva HN, Gonçalves W. Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida. Série Arborização Urbana; Coleção Jardinagem e Paisagismo. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora; 2002.
- [9] Biondi D. Arborização urbana: aplicada à educação ambiental nas escolas. Curitiba, PR: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF); 2008.
- [10] Biondi D. Floresta urbana. Curitiba, PR: A autora; 2015.
- [11] Van den Bosch CCK, Rodbell P, Salbitano F, et al. The changing governance of urban forests. *Unasylva*. 2018;69(250):37-42.
- [12] Wirtz Z, Hagerman S, Hauer RJ, Konijnendijk CC. What makes urban forest governance successful? A study among Canadian experts. *Urban For Urban Green*. 2020 [acesso 17 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866720307184>
- [13] Driscoll AN, Ries PD. Cultivating a greener collective impact: a guidebook for regional urban forestry collaboration. Salem, OR; 2015 [acesso 12 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.oregon.gov/ODF/Documents/ForestBenefits/RegionalUCFGuidebook.pdf>
- [14] Secretaría de Medio Ambiente de Medellín. Manual de silvicultura urbana para Medellín: gestión, planeación y manejo de la infraestructura verde. Medellín, Colômbia: Fondo Editorial Jardín Botánico de Medellín; 2015.
- [15] Secretaría de Medio Ambiente de Medellín. Sistema de Árbol Urbano (SAU). Medellín, Colômbia; 2019 [acesso 20 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.medellin.gov.co/sau/>

- [16] Secretaría Distrital de Ambiente. Visor geográfico ambiental. Bogotá, Colômbia; 2022 [acesso 20 mar. 2022]. Disponível em: <https://visorgeo.ambientebogota.gov.co/>
- [17] City of Melbourne. Melbourne's urban forest infographic. Melbourne; 2020 [acesso 9 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.melbourne.vic.gov.au/community/greening-the-city/urban-forest/Pages/urban-forest.aspx>
- [18] Danube Transnational Programme – Interreg. URBforDAN participatory approach workshop implementation guidelines. Ljubljana; 2018 [acesso 10 dez. 2020]. Disponível em: http://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved_project_output/0001/38/72d2a1e918d30cf7ee7c5ee810c9bb3896f82702.pdf
- [19] U.S. Forest Service. Urban and community forestry program. Washington, DC; 2020 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/managing-land/urban-forests/ucf>
- [20] American Forests. Tree equity in America's cities. Washington, DC; 2020 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.americanforests.org/our-work/urban-forestry/#goals>
- [21] Institute of Food and Agricultural Sciences. Urban forest hurricane recovery program. Gainesville, FL: University of Florida; 2020 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <https://hort.ifas.ufl.edu/treesandhurricanes/>
- [22] Texas A&M Forest Service. Urban and community forestry. College Station, TX: Texas A&M Forest Service; 2020 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://tfsweb.tamu.edu/abouturbanandcommunityforestry/>
- [23] California Department of Forestry and Fire Protection. Urban forestry program. Sacramento, CA; 2022 [acesso 15 jun. 2022]. Disponível em: <https://www.fire.ca.gov/programs/resource-management/resource-protection-improvement/urban-community-forestry/>
- [24] State of Wisconsin. Urban forests – the forest outside your door. Madison, WI; 2020 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: <https://dnr.wisconsin.gov/topic/UrbanForests>
- [25] Wisconsin Department of Natural Resources. Urban forestry grants. Madison, WI; 2022 [acesso 17 jun. 2022]. Disponível em: <https://dnr.wisconsin.gov/topic/urbanforests/grants>
- [26] San Francisco. San Francisco biodiversity policy. San Francisco, CA; 2017 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://sfenvironment.org/policy/resolution-adopting-citywide-biodiversity-goals>
- [27] San Francisco. San Francisco biodiversity program. San Francisco, CA; 2020 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://sfenvironment.org/article/the-biodiversity-program/biodiversity-program-summary#biopoly>
- [28] Nowak DJ, Hoehn RE III, Bodine AR, et al. Assessing urban forest effects and values: Toronto's urban forest. Resource Bulletin NRS-79. Newtown Square, PA: USDA Forest Service, Northern Research Station; 2013.
- [29] U.S. Forest Service. The urban forest of New York City. Newtown Square, PA; 2018 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/rb/rb_nrs117.pdf
- [30] Rogers K, Sacre K, Goodenough J, Doick K. Valuing London's urban forest: results of the London i-Tree Eco project. London: Treeconomics; 2015 [acesso 17 dez. 2020]. Disponível em: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/valuing_londons_urban_forest_i-tree_report_final.pdf
- [31] Landry SM, Koeser AK, Northrop RJ, et al. City of Tampa tree canopy and urban forest analysis 2016. Tampa, FL; 2018 [acesso 10 dez. 2020]. Disponível em: https://waterinstitute.usf.edu/upload/documents/TampaUEA2016_FinalReport-lowres.pdf



- [32] Northrop RJ. Advanced assessment and mitigation of urban tree canopy conservation. Gainesville, FL; 2020 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://blogs.ifas.ufl.edu/hillsboroughco/2020/10/19/advanced-assessment-and-mitigation-for-urban-tree-canopy-conservation/>
- [33] U.S. Forest Service. Urban tree monitoring: a resource guide. Albany, CA; 2020 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/research/urban-webinars/tracking-tree-survival-growth-health.php>
- [34] New York City Parks. TreesCount! 2015-2016 street tree census. New York; 2016 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.nycgovparks.org/trees/treescount>
- [35] San Francisco. EveryTreeSF street tree census. San Francisco, CA; 2020 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://sfplanning.org/project/everytreesf-street-tree-census>
- [36] Jardín Botánico de Bogotá. Sistema de información para la gestión del arbolado urbano. Bogotá; 2020 [acesso 17 dez. 2020]. Disponível em: <http://sigau.jbb.gov.co/SigauJBB/VisorPublico/VisorPublico>
- [37] Kenney WA, van Wassenae PJE, Satel AL. Criteria and indicators for strategic urban forest planning and management. *Arboric Urban For.* 2011;37(3):108-17.
- [38] Inland Urban Forest Council. Urban forest management plan toolkit. Riverside, CA; 2016 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: <https://ufmptoolkit.net/>
- [39] Suárez J, Borelli S. Planificación, diseño y gestión de la silvicultura urbana y periurbana. Seminario virtual Silvicultura Urbana y Periurbana. Sección 1. Santiago, Chile: FAO; 2020.
- [40] Portland. Portland urban forest master plan 2004. Portland, OR; 2004 [acesso 21 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.portlandoregon.gov/parks/38306?a=184641>
- [41] Portland. Urban forest action plan 2019 implementation update. Portland, OR; 2020 [acesso 21 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.portlandoregon.gov/parks/article/765841>
- [42] Syracuse. Urban forest master plan. Syracuse, NY; 2020 [acesso 21 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.syr.gov/Departments/Parks-Recreation/Urban-Forest-Master-Plan>
- [43] Northrop RJ, Beck K, Irving R, et al. City of Tampa urban forest management plan. Tampa, FL; 2013 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: https://waterinstitute.usf.edu/upload/documents/Tampa_UrbanForestManagementPlan_Nov2013_web.pdf
- [44] Ottawa. Putting down roots for the future – City of Ottawa urban forest management plan 2018-2037. Ottawa: Urban Forest Innovations Inc.; 2017 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: https://documents.ottawa.ca/sites/documents/files/final_ufmp_en.pdf
- [45] dkins R. Trees: the cool approach to city cooling in Phoenix, Arizona. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Forests and sustainable cities: inspiring stories from around the world.* Rome: FAO; 2018. p. 9-14.
- [46] Davey Resources Group. Urban forest master plan. Alexandria, VA; 2009 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.alexandriava.gov/uploadedFiles/planning/info/master-plan/MPA200900012.pdf>
- [47] Barcelona. Plan del verde y de la biodiversidad de Barcelona 2020. Parés M, Rivero M, Rull C, coordenadores. Barcelona: Medi Ambient i Serveis Urbans – Hàbitat Urbà, Ajuntament de Barcelona; 2013 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/PlanVerde_2020.pdf
- [48] Barcelona. Árboles para vivir: plan director del arbolado de Barcelona 2017-2037. Guitart J, Martí I, Rull C, coordenadores. Barcelona: Área de Ecología Urbana, Ajuntament de Barcelona; 2017 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/Pla-director-arbrat-barcelona-CAST.pdf>

- [49] Cardona MC, Ramírez N. Normativa asociada a la gestión de la flora y el arbolado urbano. In: Hurtado FM, Estrada CHH, editores. Guía para el manejo del arbolado urbano en el Valle de Aburrá. Medellín; 2015. p. 313-45 [acesso 10 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/Documents/Zonas%20verdes/GuiaparaelmanejodelarboladourbanoenelValledeAburraNuevo.pdf>
- [50] City of Vancouver, Vancouver Park Board. Urban forest strategy: 2018 update. Vancouver, Canadá; 2018 [acesso 11 dez. 2020]. Disponível em: <https://vancouver.ca/files/cov/urban-forest-strategy.pdf>
- [51] City of Melbourne. Urban forest strategy: making a great city greener 2012-2032. Melbourne, Austrália; 2012 [acesso 12 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.melbourne.vic.gov.au/community/greening-the-city/urban-forest/Pages/urban-forest.aspx>
- [52] Victoria Park. Urban forest strategy. Victoria Park, Austrália; 2019 [acesso 17 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.victoriapark.wa.gov.au/about/strategic-direction/strategic-programs/urban-forest-strategy>
- [53] State of California. California Urban Forestry Act of 1978. Sacramento, CA; 1978 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/codes_displayText.xhtml?lawCode=PRC&division=4.&title=&part=2.5.&chapter=2.&article
- [54] State of California. Assembly bill n. 1530. Sacramento, CA; 2017 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=201720180AB1530
- [55] State of New Jersey. New Jersey Shade Tree and Community Forestry Assistance Act. Trenton, NJ; 1996 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.nj.gov/dep/parksandforests/forest/docs/cf-assistance-act.pdf>
- [56] Government of South Australia. Protecting regulated and significant trees. Adelaide; 2011 [acesso 10 dez. 2020]. Disponível em: https://www.sa.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/17571/Protecting_Reg_and_Sig_Trees_Comm_Info.pdf
- [57] Halifax Regional Municipality. By-law number T-600. Halifax, Canadá; 2012 [acesso 11 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.halifax.ca/sites/default/files/documents/transportation/streets-sidewalks/By-LawT-600.pdf>
- [58] Singapore. Parks and trees act. Singapura; 2020 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://sso.agc.gov.sg/Act/PTA2005>
- [59] Red Nacional Pro Ley de Arbolado Urbano. Propuesta ciudadana de organizaciones ambientales para la formulación de una ley de arbolado urbano para Chile. La Serena, Chile; 2018 [acesso 11 dez. 2020]. Disponível em: <http://leydearboladourbano.com/docs/guias/lineamiento-red.pdf>
- [60] New York City Parks. MillionTreesNYC. New York; 2020 [acesso 11 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.nycgovparks.org/trees/milliontreesnyc>
- [61] Ottawa. UFMP management period 1 – projects currently underway. Ottawa; 2020 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://ottawa.ca/en/living-ottawa/environment-conservation-and-climate/trees-and-urban-forests/ottawas-urban-forest-management-plan>
- [62] Aspect Studios, Tree Logic. Urban forest diversity guidelines: tree species selection strategy for the city of Melbourne. Melbourne, Austrália; 2011 [acesso 12 dez. 2020]. Disponível em: <https://mvga-prod-files.s3.ap-southeast-4.amazonaws.com/public/2024-07/urban-forest-diversity-guidelines.pdf>
- [63] City of Vancouver. Greenest city action plan. Vancouver, Canadá; 2020 [acesso 10 dez. 2020]. Disponível em: <https://vancouver.ca/green-vancouver/greenest-city-action-plan.aspx>

- [64] Sutabutr O, Soipetch C. People power is bringing green and blue back to Bangkok. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Forests and sustainable cities: inspiring stories from around the world. Rome: FAO; 2018. p. 41-6.
- [65] Božić ZS, Verlic A, Kobe J, et al. Ljubljana: the “beloved” green capital. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Forests and sustainable cities: inspiring stories from around the world. Rome: FAO; 2018. p. 41-6 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <http://www.fao.org/urban-food-actions/resources/resources-detail/en/c/1315218/>
- [66] Singapore. Complementing recreation with green and blue options. Singapura; 2020 [acesso 21 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.ura.gov.sg/Corporate/Planning/Master-Plan/Master-Plan-2019/Themes/Liveable-and-Inclusive-Communities/More-Greenery-Play-Spaces>
- [67] Castro J, Ostoić SK, Cariñanos P, Fini A, Sitzia T. “Edible” urban forests as part of inclusive, sustainable cities. *Unasylva*. 2018;69(250):59-64 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <http://www.fao.org/urban-food-actions/resources/resources-detail/en/c/1315218/>
- [68] McCracken D, Boon R, Glen H, et al. The Durban forest. Durban, África do Sul: Durban Botanic Gardens Trust; 2015.
- [69] McLain R, Poe M, Hurley PT, et al. Producing edible landscapes in Seattle’s urban forest. *Urban For Urban Green*. 2012;11(2):187-94 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866711001002>
- [70] Kaoma H, Shackleton CM. Collection of urban tree products by households in poorer residential areas of three South African towns. *Urban For Urban Green*. 2014;13(2):244-52 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866714000247>
- [71] New York City Parks. Guidelines for urban forest restoration. New York: Vanguard Direct; 2014 [acesso 10 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.nycgovparks.org/pagefiles/84/guidelines-to-urban-forest-restoration.pdf>
- [72] Portland Parks & Recreation. Growing a more equitable urban forest: Portland’s citywide tree planting. Portland, OR; 2018 [acesso 22 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.portland.gov/trees/tree-planting/growing-more-equitable-urban-forest>
- [73] Madrid. Servicio de Evaluación y Revisión Verde (SERVER). Madrid, Espanha: Parques y Jardines; 2020 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.madrid.es/portales/muni-madrid/es/Inicio/Medio-ambiente/Parques-y-jardines/SERVER-el-servicio-de-inspeccion-evaluacion-y-actuacion-en-el-arbolado-de-riesgo-de-Madrid/?vgnnextfmt=default&vgnextoid=4a9013f26f552710VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=2ba279ed268fe-410VgnVCM1000000b205a0aRCRD>
- [74] Torino. Verde pubblico. Turim, Itália: Città di Torino; 2020 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: <http://www.comune.torino.it/verdepubblico/index.shtml>
- [75] Grupo Ecomunitario. Bogotá; 2020 [acesso 12 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.grupoecomunitario.org/>
- [76] Red de Bosques Urbanos de Guadalajara. Guadalajara, México; 2020 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.c40.org/es/case-studies/guadalajara-urban-forests/>
- [77] Parker J. Stonehouse Community Arboretum: project summary. Destinatário: Luiz Octavio de Lima Pedreira. Stonehouse, Inglaterra; 8 nov. 2020. 1 mensagem eletrônica.

- [78] Bardekjian AC. Compendium of best urban forest management practices. 2nd ed. Ottawa, Canadá: Tree Canada; 2018 [acesso 12 dez. 2020]. Disponível em: <https://treecanada.ca/resources/canadian-urban-forest-compendium/>
- [79] Vibrant Cities Lab. Urban forestry toolkit. Washington, DC; 2021 [acesso 14 mar. 2021]. Disponível em: <https://www.vibrantcitieslab.com/toolkit/>
- [80] Hong Kong. Handbook on tree management. Hong Kong: Greening, Landscape and Tree Management Section, Development Bureau; 2016 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: https://www.greening.gov.hk/en/tree_care/Handbook_on_Tree_Management.html
- [81] Paris. L'arbre à Paris. Paris; 2020 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: www.paris.fr/arbres
- [82] Toronto. Toronto green streets technical guidelines. Boudreau S, Cheung P, coordenadores. Toronto, Canadá; 2017 [acesso 17 dez. 2020]. Disponível em: https://www.toronto.ca/ext/digital_comm/pdfs/transportation-services/green-streets-technical-guidelines-document-v2-17-11-08.pdf

LISTA DOS AUTORES

(em ordem alfabética)

Adarene Guimarães da Silva Motta	Jennifer Viezzer
Alexandre Siminski	Juliane Porto Cruz de Medeiros
Álvaro Figueredo dos Santos	Juliane Regina Becker
Ana Carolina Boschetti	Juliano Pereira Gomes
Ana Luísa Teixeira de Campos	Karin Esemann de Quadros
Anderson Sandro da Rocha	Lucia Helena Ferreira Moura
Bibiana Cassol	Luciana Bongiovanni Martins Schenk
Carlos Maurício da Fonseca Guerra	Luciana Leal
Celso Garcia Auer	Luiz Octavio de Lima Pedreira
Charles Costa Coelho	Marco Aurélio Locateli Verdade
Charline Zangalli	Marcio Carlos Navroski
Ciro Duarte de Paula Costa	Marcelo Aparecido Marques
Cláudio Augusto Mondin	Marcelo Diniz Vitorino
Dalva Luiz de Queiroz	Maria do Carmo Conceição Sanchotene
David J. Nowak	<i>(in memoriam)</i>
Eduardo Daniel da Rocha	Maria Raquel Kanieski
Eleandro José Brun	Mariane de Oliveira Pereira
Eliane Guaraldo	Marta Enokibara
Enéas Ricardo Konzen	Maurício Bonesso Sampaio
Ericson Hideki Hayakawa	Max Anjos
Felipe Manzoni Barbosa	Morgana Rech
Fernanda Maurer D'Agostini	Murilo Lacerda Barddal
Felipe Thiago de Jesus	Natália Cristina de Oliveira
Flávia Gizele König Brun	Paulo Renato Backes
Flávio Barcelos Oliveira	Ricardo Franco Trudes de Mattos
Francisco de Assis Mendonça	Sérgio Brazolin
Francisco Jablinski Castelhana	Sílvia Renate Ziller
Gabriel Mancini Antunes da Silva	Solange Carmen Manica
Guilherme Diego Fockink	Susi Missel Pacheco
Jaçanan Eloísa de Freitas Milani	Tania Cristina Castroviejo
Jaqueline Durigon	Tatiele Anete Bergamo Fenilli
	Valéria Mariano da Silva

GLOSSÁRIO

Acre - Unidade de medida de superfície equivalente a aproximadamente 4.047 m² (0,4047 hectare).

É utilizada principalmente em países anglo-saxões para medir terrenos e propriedades rurais.

Acúleo – Estrutura pontiaguda e rígida encontrada na superfície de algumas plantas (como roseiras), formada por projeções da epiderme, diferindo do espinho por não ter origem vascular.

Aerofoto (aerofotografia) – Fotografia tirada a partir de aeronaves ou drones, com aplicação em cartografia, estudos ambientais, planejamento urbano e monitoramento agrícola.

Antrópico – Relacionado às ações humanas e seus impactos sobre o ambiente natural, como desmatamento, poluição e ocupação do solo.

Arborização urbana e periurbana (AUP) – é definida como a prática de gerenciar desde árvores isoladas até fragmentos florestais urbanos, de modo a garantir a integridade ecológica da vegetação e o bem-estar social, econômico e ambiental nas cidades. A prática da AUP é, indubitavelmente, interdisciplinar, pois envolve, em última instância, aspectos ecológicos e urbanísticos em seu manejo. Além disso, a AUP incorpora uma abordagem sistêmica, participativa e estratégica para solucionar problemas socioambientais e promover ambientes saudáveis.

Planejamento, gestão, participação popular e monitoramento são elementos centrais das boas práticas de arborização urbana e periurbana, tanto em megalópoles quanto em pequenos vilarejos.

Avifauna – Conjunto de espécies de aves que ocorrem em uma determinada região ou ecossistema.

Características ecofisiológicas - As características ecofisiológicas das árvores referem-se a como essas plantas funcionam em relação ao seu ambiente, incluindo a capacidade de absorver luz, água e nutrientes para a fotossíntese, seu crescimento, a forma e o tamanho de sua copa e raízes, sua tolerância à sombra ou ao frio e a forma como se adaptam às condições de solo e de clima.

Ciclo univoltino (entomologia) – Refere-se a insetos que apresentam apenas uma geração completa por ano, sincronizada geralmente com condições sazonais.

Compactação de solos – Processo em que o solo perde sua porosidade devido à pressão mecânica, dificultando a infiltração de água, aeração e o crescimento radicular.

Condensação – Processo físico em que uma substância no estado gasoso se transforma em líquido, geralmente pela redução da temperatura ou aumento da pressão.

- CTNP:** Companhia de Terras Norte do Paraná, fundada no início do século 20. A CTNP foi vendida pelos ingleses a um grupo paulista e atualmente a empresa é denominada Companhia Melhoramentos Norte do Paraná.
- Deciduidade:** Perda periódica das folhas por árvores e plantas, geralmente associada a estações secas ou frias.
- Deiscente** (botânica) – Fruto que se abre espontaneamente quando maduro para liberar suas sementes (ex.: vagens de leguminosas).
- Dolomítico** (calcário) – Tipo de corretivo agrícola rico em carbonato de cálcio e magnésio, usado para corrigir a acidez do solo e fornecer nutrientes.
- Ecdise** (entomologia) – Processo de troca de exoesqueleto em insetos e outros artrópodes, permitindo seu crescimento ou mudança de fase.
- Efeito guarda-chuva** (irrigação) – Fenômeno em que as folhas de plantas interceptam a água da irrigação, reduzindo a quantidade que atinge o solo ou substrato.
- Efeito solicitante** (engenharia) – Refere-se às forças, esforços ou tensões aplicados a um elemento estrutural, que determinam seu comportamento mecânico e orientam o dimensionamento da estrutura.
- Entomofauna** – Conjunto de espécies de insetos que vivem em uma determinada região ou habitat.
- Epicórmico** (galhos ou ramos) – Refere-se a brotos que surgem de gemas dormentes no tronco ou galhos de uma árvore, geralmente em resposta a poda, estresse ou alterações ambientais.
- Estacionalidade** – Variação periódica de fenômenos naturais ou biológicos ao longo das estações do ano, como floração, migração ou reprodução.
- Estômato** (biologia) – Estrutura microscópica presente na epiderme das folhas, responsável pelas trocas gasosas e pela transpiração das plantas.
- Euriécico** – Organismo capaz de sobreviver em ampla variedade de condições ambientais, como diferentes temperaturas ou níveis de salinidade.
- Exúvia** (entomologia) – Restos do exoesqueleto deixados pelo inseto após a ecdise.
- Fitófago** (entomologia) – Inseto que se alimenta de tecidos vegetais, podendo causar danos agrícolas (ex.: gafanhotos, lagartas).
- Galha** (entomologia) – Estrutura anômala em folhas, caules ou raízes, induzida por insetos ou outros organismos, onde eles se desenvolvem e se alimentam.
- Gema** (botânica) – Estrutura que contém tecidos meristemáticos, podendo originar folhas, flores ou ramos; pode ser apical, lateral ou adventícia.
- Gregário** (entomologia) – Comportamento de insetos que vivem em grupos ou colônias, como abelhas, formigas e gafanhotos.
- Hábito** (botânica) – Forma geral de crescimento de uma planta, caracterizada por sua aparência e porte, como árvore, arbusto, erva, trepadeira ou epífita.
- Hemiparasita** – Planta que realiza fotossíntese, mas retira parte de seus nutrientes ou água de outra planta hospedeira (ex.: erva-de-passarinho).
- Hidromórfico** (solo) – Solo constantemente encharcado ou saturado por água, geralmente associado a áreas alagáveis ou várzeas.
- Honeydew** – Solução açucarada excretada por insetos sugadores de seiva, como pulgões e cochonilhas, frequentemente utilizada por formigas como alimento.
- Indeiscente** (fruto) – Fruto que não se abre espontaneamente, retraindo as sementes até que sejam liberadas por agentes externos.

Inimigo natural (entomologia) – Organismo que controla populações de insetos-praga, como predadores, parasitas e patógenos.

Ínstar (entomologia) – Estágio de desenvolvimento de um inseto entre duas ecdises consecutivas.

Macronutrientes e micronutrientes – Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) são exigidos em maiores quantidades pelas plantas; micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl) são necessários em pequenas quantidades, mas igualmente essenciais.

Meliponário – Local destinado à criação de abelhas sem ferrão, utilizado para produção de mel, cera e conservação da biodiversidade.

Mesotérmico (climatologia) – Tipo de clima com temperaturas médias moderadas, típico de regiões subtropicais e de altitude.

Neiloide: termo usado na arboricultura para se referir ao formato habitual do tronco da maioria das árvores, com diâmetro maior na base da árvore e menor em direção ao topo, lembrando um cilindro cônico.

Partenogênese – Forma de reprodução assexuada em que o embrião se desenvolve a partir de um óvulo não fecundado, comum em alguns insetos, répteis e plantas.

Pegamento – refere-se ao enraizamento, adaptação e crescimento da muda após ser plantada no solo, em local definitivo após a fase de viveiro.

Pericarpo – Estrutura do fruto formada a partir da parede do ovário após a fecundação, podendo se dividir em epicarpo, mesocarpo e endocarpo.

Protrusão da raiz – Estágio inicial da germinação no qual a radícula (primeira raiz) rompe o tegumento da semente e inicia o crescimento.

Rostro (entomologia) – Estrutura alongada em forma de “bico”, presente em alguns insetos sugadores (como percevejos e pulgões), usada para perfurar tecidos e sugar líquidos.

Rótula (trânsito) – Também chamada de rotatória, é uma interseção em formato circular que organiza o fluxo de veículos de forma contínua.

Sensoriamento Remoto – Técnica de obtenção de informações sobre a superfície terrestre a partir de sensores em satélites, aviões ou drones, sem contato direto com o objeto estudado.

SIG (Sistemas de Informação Geográfica) – Conjunto de ferramentas que integra dados espaciais e geográficos com bancos de dados, permitindo análises, modelagens e tomadas de decisão.

Sínusia (ecologia) – Conjunto de organismos de uma mesma forma de vida (como ervas, arbustos, árvores) que compartilham o mesmo espaço dentro de um ecossistema.

Tecido meristemático (botânica) – Tecido vegetal formado por células indiferenciadas, com alta capacidade de divisão, responsável pelo crescimento das plantas.

Tegumento – Camada protetora que envolve a semente, originada dos integumentos do óvulo; protege o embrião contra danos físicos e perda de água.

Transversalidade (Educação) – Princípio pedagógico que integra diferentes áreas do conhecimento de forma articulada. A transversalidade aparece hoje como um princípio inovador nos sistemas de ensino de vários países. Contudo, a ideia não é tão nova. Ela remonta aos ideais pedagógicos do início do século, quando se falava em ensino global e do qual trataram famosos educadores, entre eles, os franceses Ovídio Decroly (1871-1932), os americanos John Dewey (1852-1952) e William Kilpatrick (1871-1965) e os soviéticos Pier Blonsky (1884-1941) e Nadja Krupskaja (1869-1939). (Instituto Paulo Freire - http://www.inclusao.com.br/projeto_textos_48.htm)

Vermiculita – Mineral expandido por aquecimento, utilizado na agricultura como condicionador de solo e substrato por sua leveza e capacidade de retenção de água.

ÍNDICE REMISSIVO

- Abelha** XXVII, 83, 87, 175, 183, 192, 196, 255
Agrobiodiversidade 252
Amarrio 23–24, 47–48, 58–60, 64–65, 74, 447
Anelamento 60
Arborista 73, 114, 116, 134, 148, 164, 409–410, 414–415, 419, 434, 441
Áreas costeiras 443
Arquiteto 9, 443
Avifauna XXVII, 161–162, 176–177, 184, 191, 196, 200, 252, 362
Birdwatching 167
Calcário 63, 458
Calçada 4–5, 9–10, 12, 33, 52–56, 58, 61–62, 70, 72–73, 87, 114, 147, 151, 155, 158, 160, 179, 195–196, 236, 252, 285, 287, 289, 298–300, 315, 335, 344, 359–363, 374, 376, 378, 381, 388, 392–393, 398–400
Casa de vegetação 22, 40, 42, 49
Compostagem 248, 254, 257, 261, 384, 406–407
Deficiência nutricional 44, 123
Dendrocirurgia 104
Desrama 130, 157
Dessecação 37–38, 78
Dormência 14, 38–39, 45
Déficit hídrico 99, 149, 373
Ecofisiologia 74, 148, 151, 166
Ecoturismo urbano 178
Ecótono 155, 303, 311, 313
Entomofauna 178
Estufa 41, 173, 215
Fauna urbana 175, 177, 192, 198, 363
Fenologia 14, 36, 50, 77, 114, 116, 130, 166, 190, 306
Fixadoras de nitrogênio 60
Floresta alimentar 445
Gradil 23, 53, 58–60
Hemiparasita 83, 117, 119, 123, 399
Hidrogel 65
Home Garden 251
Irrigação 14, 22, 24, 35, 40, 42–43, 47, 52–53, 62, 64–65, 72, 100–101, 277, 282, 416, 447
Leguminosas 60, 149, 166
Massas de ar 149, 373
Meliponário 255
Metabolismo 154
Microclima 11, 16, 150–151, 171, 225–226
Micronutriente 44, 63, 72
Monopodial 156, 161
Morfofisiologia 16, 147–148, 155, 157
Mulch 23–24, 57–58, 60, 64, 74
NPK 24, 44, 62–64, 67–69
Paisagista 272, 361, 406, 443
Patrimônio arbóreo 195, 237, 372, 439, 449
Plano Municipal 53, 188, 237, 246, 254, 302–303, 306–309, 386, 388, 392–393
Poda 23, 35, 42, 46–49, 51–52, 54, 59, 71–72, 86, 92, 113–114, 116, 119, 121, 123, 129–132, 135, 154–156, 160–165, 194–195, 285–287,

- 289, 299, 304, 344, 361, 371, 377–378, 382–384, 386, 393–394, 399, 406–407, 409, 411, 417, 419, 429, 433–435, 447–448
- Poluição atmosférica** 17, 20, 150, 174, 202–205, 212, 216, 223–224, 226, 285
- Precipitação** 20, 114, 149, 171–172, 183, 207, 225, 277, 363, 391
- Rincoforol** 97
- Risco de extinção** 303, 307, 338
- Rustificação** 22, 41–42, 44, 49, 56, 100
- Serapilheira** 153
- Simpodial** 156
- Sombreamento** 1, 40, 147, 152, 159, 164, 171, 185, 188, 205, 236, 248, 285, 378
- Sombrite** 22, 39–40, 42
- Transpiração** 26, 59, 148, 152, 158–159, 459
- Turismo Verde Urbano** 178–179
- Tutoramento** 23–24, 35, 47–48, 57–59, 64, 74, 412



CIDADES VERDES RESILIENTES