MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

COLETÂNEA BRASILEIRA DE

Arborização Urbana

Região
Centro-Oeste

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 **Centro-Oeste**

Organizadores
Fernando Periotto
Mauricio Lamano Ferreira
Alessandro Reinaldo Zabotto

Brasília
MMA
2026

© 2026 Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.
Permitida a reprodução sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio, se citados a fonte do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, ou sítio da internet no qual pode ser encontrado o original em: https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/qualidade-ambiental-e-meio-ambienteurbano/coletanea-arborizacao-urbana-sul.pdf

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 Garaventta
Salomar Mafaldo de Amorim Junior
Vanderci da Silva Leite
Vanessa Maria da Silva
Wiéner Anselmo de Medeiros Souza

Apoio Institucional
Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU)

Conselho Editorial Acadêmico
Dr. Alessandro Reinaldo Zabotto
Dra. Danúbia Caporusso Bargos
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 centro-oeste. – Brasília, DF : MMA, 2026.
525 p. : il. color.

Modo de acesso: World Wide Web
ISBN: 978-85-7738-573-7

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 Bargos (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. Natália Cristina de Oliveira (UNESP)
Dra. Patrícia Bulbovas Hueb (UNG)
Dr. Paulo Eduardo Moruzzi Marques (USP)
Dra. Regina Maria Monteiro de Castilho (UNESP)
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, Sergio 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 sanitarista 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-Tree*: Ferramentas de coleta de dados para melhorar a gestão, o planejamento e os projetos de florestas urbanas 17
2.3. O conceito do *i-Tree* 18
2.4. Ferramentas *i-Tree* 20
2.5. Uso do *i-Tree* 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. Mas o que é uma savana? ... 36
3.4. Lista de espécies ... 37
3.5. Sementes nativas ... 37
3.6. Por onde começar? ... 38
3.7. A ética da coleta ... 42
3.8. Quando coletar? ... 44
3.9. Como beneficiar? ... 46
3.10. Viveiro ... 49
3.11. Cobrir ou não cobrir: eis a questão ... 50
3.12. Onde semear? ... 51
3.13. Que recipientes usar: tubetes ou saquinhos? ... 51
3.14. Como acondicionar os saquinhos com mudas no viveiro? ... 53
3.15. Como preparar o substrato? ... 54
3.15.1. Substratos para espécies florestais ... 55
3.15.2. Substrato para espécies arbóreas de savanas ... 55
3.15.3. Substrato para espécies herbáceas e arbustivas de savanas e campos ... 56
3.16. Irrigação ... 56
3.17. Do viveiro para a cidade ... 57
3.18. Sementes sociais ... 57
3.19. Considerações finais ... 58
3.20. Referências ... 59

4. ASPECTOS TÉCNICOS DE PLANTIO E ADUBAÇÃO DE ÁRVORES URBANAS ... 60
4.1. Destaques deste capítulo ... 60
4.2. Introdução ... 60
4.3. Aspectos a serem observados no planejamento e implantação da arborização urbana ... 61
4.4. Critérios básicos para a escolha de espécies arbóreas ... 65
4.5. Características das mudas a serem plantadas ... 65
4.6. Tipos de solos e seu papel na arborização urbana ... 67
4.7. Preparo e adubação do local ... 70
4.8. Adubação da muda em cova segundo critério de exigência nutricional ... 71
4.9. Área de desenvolvimento, canteiro ou área livre (permeável) ... 71
4.10. Plantio da muda no local definitivo ... 72
4.11. Tutoramento e protetores ... 73
4.12. Manejo pós-plantio ... 74
4.13. Aproveitamento de resíduos alternativos ... 74
4.14. Considerações finais ... 75
4.15. Referências ... 75

5. PRAGAS EM ÁRVORES URBANAS ... 77
5.1. Destaques deste capítulo ... 77

5.2. Introdução ... 77
5.3. Besouros ou serradores ... 80
5.3.1. Gorgulho ou carneirinho ... 81
5.3.2. Besouro-amarelo ... 81
5.3.3. Falsa-barata-do-coqueiro ... 82
5.3.4. Broca-do-olho-do-coqueiro ... 83
5.3.5. Broca-do-tronco ... 83
5.3.6. Broca-da-mangueira ... 84
5.3.7. Besouro ou gorgulho-da-munguba ... 84
5.3.8. Broca-gigante-das-malváceas ... 85
5.3.9. Besouro, broca-de-madeira ou serra-pau ... 85
5.3.10. Mariposa ... 86
5.3.11. Taturana, saçurana ou lagarta-de-fogo ... 86
5.3.12. Lagarta-do-coqueiro ... 86
5.3.13. Lagarta ... 87
5.4. Mariposa-imperial ou lagarta-dos-cafezais ... 87
5.4.1. Lagarta ou mandorová ... 88
5.4.2. Lagarta-do-ipê ... 89
5.4.3. Lagarta ou mandorová ... 90
5.4.4. Lagarta-da-lixeira ... 90
5.4.5. Broca-das-meliáceas ... 90
5.4.6. Borboleta ou borboleta-dos-raios-azuis ... 91
5.4.7. Lagarta-tanque ... 91
5.4.8. Gafanhotão ou tucurão ... 91
5.4.9. Tripes ... 92
5.4.10. Tripes ... 92
5.4.11. Tripes ... 92
5.4.12. Percevejo ... 93
5.4.13. Pulgão ... 93
5.4.14. Mosca-branca ... 93
5.4.15. Mosca-branca ... 94
5.4.16. Cochonilha-ortézia ... 94
5.4.17. Cochonilha-de-cera ... 95
5.4.18. Cochonilha-parda ... 95
5.4.19. Cigarrinhas ... 96
5.4.20. Psilídeo ... 96
5.4.21. Psilídeo ... 97
5.4.22. Psilídeo ... 97
5.5. Considerações finais ... 97
5.6. Referências ... 98

6. MANEJO E TECNOLOGIAS VOLTADAS À ARBORIZAÇÃO URBANA ... 100
6.1. Destaques deste capítulo ... 100
6.2. Introdução ... 100

6.3. Configurações urbanas na região Centro-Oeste 101
6.4. A situação atual da região Centro-Oeste no contexto da arborização urbana 102
6.5. Conflitos entre árvores e a estrutura urbana 104
6.6. Boas práticas de manejo 105
6.6.1. Podas 105
6.6.2. Manejo de árvores em construções 107
6.6.3. Transplante de árvores adultas 107
6.6.4. Monitoramento e fitossanidade 107
6.6.5. Produção de mudas e plantio 108
6.7. Tecnologias para arborização urbana 108
6.7.1. Tomografia e detecção de saúde das árvores 108
6.7.2. Dendrocronologia 110
6.7.3. Sensoriamento remoto e aprendizado de máquina 110
6.8. Considerações finais 111
6.9. Referências 111

7. AVALIAÇÃO DE RISCO DE QUEDA E MANEJO EM ÁRVORES ADULTAS 115
7.1. Destaques deste capítulo 115
7.2. Introdução 115
7.3. Por que as árvores caem? 116
7.4. Biomecânica – a árvore como uma estrutura 118
7.5. Avaliação de risco de queda 121
7.5.1. Análise de alvo 122
7.5.2. Análise das condições de entorno 123
7.5.3. Análise visual externa 123
7.5.4. Análise interna e não destrutiva 126
7.6. Uso de inteligência artificial na arborização urbana 130
7.6.1. Manejo de árvores adultas 131
7.7. Considerações finais 135
7.8. Referências 136

8. ÁRVORES EXÓTICAS E INVASORAS NA ARBORIZAÇÃO URBANA 138
8.1. Destaques deste capítulo 138
8.2. Introdução 138
8.3. Arborização urbana na região Centro-Oeste do Brasil 139
8.4. Espécies exóticas na arborização da região Centro-Oeste 141
8.5. Espécies exóticas invasoras na região Centro-Oeste 153
8.6. Considerações finais 155
8.7. Referências 155

9. MORFOFISIOLOGIA DE ÁRVORES URBANAS 158
9.1. Destaques deste capítulo 158
9.2. Introdução 158

9.3. Características morfofisiológicas de importância para a arborização urbana ... 160
9.4. O crescimento das árvores e suas características morfofisiológicas ... 161
9.4.1. Morfofisiologia da parte aérea ... 163
9.4.2. Grupos ecológico-funcionais ... 168
9.4.3. Morfofisiologia do sistema radicular ... 169
9.5. Arquitetura das árvores urbanas ... 170
9.5.1. Reiteração, crescimento e cura ... 170
9.5.2. Eficiência ... 170
9.5.3. A poda ... 170
9.5.4. Fatores limitantes ... 171
9.6. A região Centro-Oeste ... 172
9.7. Aspectos morfofisiológicos das árvores no bioma Cerrado e suas consequências na arborização urbana ... 173
9.7.1. Árvores do Pantanal e suas possibilidades na arborização urbana ... 175
9.7.2. As florestas estacionais (matas secas) do Centro-Oeste e a arborização urbana ... 176
9.8. Considerações finais ... 177
9.9. Referências ... 178

10. ARBORIZAÇÃO URBANA E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS ... 181
10.1. Destaques deste capítulo ... 181
10.2. Introdução ... 181
10.3. O que são serviços ecossistêmicos? ... 182
10.4. Serviços ecossistêmicos urbanos ... 184
10.5. Como os serviços ecossistêmicos funcionam nas cidades? ... 185
10.6. Serviços ecossistêmicos urbanos na região Centro-Oeste: por que promover? ... 189
10.7. Árvores urbanas, manutenção da fauna e serviços ecossistêmicos ... 190
10.8. Recomendações aos gestores públicos ... 192
10.9. Considerações finais ... 193
10.10. Referências ... 193

11. ARBORIZAÇÃO URBANA E A FAUNA ASSOCIADA ... 199
11.1. Destaques deste capítulo ... 199
11.2. Introdução ... 199
11.3. Região Centro-Oeste: aspectos biogeográficos ... 201
11.4. Contexto ambiental das principais cidades do Centro-Oeste brasileiro ... 202
11.5. Fauna urbana: desafios, adaptações, conflitos, benefícios e convivência ... 205
11.6. Gestão, desafios e perspectivas ... 209
11.7. Considerações finais ... 210
11.8. Referências ... 210

12. ARBORIZAÇÃO URBANA E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA 213
12.1. Destaques deste capítulo 213
12.2. Introdução 213
12.3. Origem da poluição atmosférica na região Centro-Oeste 214
12.4. Distrito Federal: cobertura do solo e poluição do ar 217
12.5. Considerações finais 222
12.6. Agradecimentos 222
12.7. Referências 223

13. ARBORIZAÇÃO URBANA E SAÚDE PÚBLICA 226
13.1. Destaques deste capítulo 226
13.2. Introdução 226
13.3. Saúde mental e bem-estar 228
13.4. Mobilidade saudável e atividades físicas em geral 230
13.5. Considerações finais 233
13.6. Referências 234

14. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E BIODIVERSIDADE NA ARBORIZAÇÃO URBANA 238
14.1. Destaques deste capítulo 238
14.2. Introdução 238
14.3. Educação Ambiental no Centro-Oeste 239
14.4. Trilha Ecológica do Jardim Botânico da UEG, campus Sudoeste, Sede Quirinópolis: uso de área verde urbana para fins educacionais, pesquisa, recreação e valoração do Cerrado 241
14.5. Guia Ilustrado das Árvores das Praças de Ladário (MS) 244
14.6. Projeto Que árvore é essa? Conhecendo as árvores do campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás: um relato de experiência 245
14.7. Projeto Árvores do Câmpus do Pantanal 247
14.8. Sugestões para se trabalhar Educação Ambiental e Arborização Urbana no ensino formal e não formal 249
14.9. Considerações finais 252
14.10. Referências 253

15. ÁREAS URBANAS E PERIURBANAS: CONEXÕES VERDES E SEGURANÇA ALIMENTAR 254
15.1. Destaques deste capítulo 254
15.2. Introdução 254
15.3. O papel fundamental das árvores 256
15.4. As agroflorestas no contexto urbano e periurbano 257
15.5. A importância da cobertura do solo 259
15.6. Segurança e soberania alimentar e nutricional 261
15.7. Experiências no Cerrado 262
15.7.1. Experiência 1: Coletivo Re-Ação Agroecológica 262

15.7.2. Experiência 2: Quintal Agroflorestal Abaetetuba 268
15.7.3. Experiência 3: Agrofloresta no entorno da cidade: geração de alimento, solidariedade e serviços ambientais 272
15.8. CSA – Comunidade que Sustenta a Agricultura 273
15.8.1. Coagricultor coloca em prática, próximo ao prédio, em Brasília, onde mora, seus conhecimentos sobre agrofloresta adquiridos na CSA: um exemplo de aprendizagem e replicação. 274
15.9. Estética, lazer e saúde mental 274
15.10. Políticas públicas de apoio e fomento às agroflorestas urbanas e periurbanas 276
15.11. Considerações finais 277
15.12. Referência 278
15.13. Leituras e material sugerido 278

PARTE 2

Apresentação
FRUTOS DA BIODIVERSIDADE BOTÂNICA NAS CIDADES BRASILEIRAS E NO MUNDO 283

16. MAPEAMENTOS FITOGEOGRÁFICOS, PEDOLÓGICOS E USO E COBERTURA DA TERRA 287
16.1. Destaques deste capítulo 287
16.2. Introdução 287
16.3. Representação cartográfica e base de dados 289
16.4. Mapeamento Fitogeográfico da região Centro-Oeste 289
16.5. Aspectos do relevo da região Centro-Oeste 292
16.6. Mapeamento pedológico da região Centro-Oeste 294
16.7. Mapeamento de uso e cobertura da terra da região Centro-Oeste 296
16.8. Considerações finais 299
16.9. Referências 299

17. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DE GOIÁS, DO DISTRITO FEDERAL E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA 301
17.1. Destaques deste capítulo 301
17.2. Introdução 301
17.3. Aspectos fisiográficos do estado de Goiás e do Distrito Federal 303
17.4. Flora de Goiás e do Distrito Federal 306
17.5. Arborização urbana no estado de Goiás e no Distrito Federal: situação atual e perspectivas 307
17.6. Espécies nativas indicadas para a arborização urbana em Goiás e no Distrito Federal 308

17.7. Considerações finais ... 344
17.8. Referências ... 344

18. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO MATO GROSSO E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA ... 347

18.1. Destaques deste capítulo ... 347
18.2. Caracterização fitogeográfica do estado de Mato Grosso ... 347
18.3. Estudos florísticos ... 349
18.4. A ocupação do estado: Efeito da urbanização e o potencial da flora nativa 350
18.4.1. O meio ambiente urbano: fragmentação florestal, desenvolvimento e gestão ... 350
18.5. Flora nativa potencial para arborização de espaços públicos urbanos ... 352
18.6. Considerações finais ... 379
18.7. Referências ... 380

19. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DE MATO GROSSO DO SUL E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA ... 383

19.1. Destaques deste capítulo ... 383
19.2. Introdução ... 383
19.3. Fitogeografia ... 384
19.4. Regiões fitoecológicas de Mato Grosso do Sul ... 384
19.5. Uso de espécies nativas na arborização urbana ... 386
19.6. Lista aberta de espécies nativas de Mato Grosso do Sul com uso potencial na arborização urbana ... 387
19.7. Considerações finais ... 406
19.8. Referências ... 406

PARTE 3

Apresentação
POLÍTICAS PÚBLICAS E ARBORIZAÇÃO URBANA NO BRASIL ... 413

20. ARBORIZAÇÃO E CLIMA: FERRAMENTAS, ESTRATÉGIAS E POLÍTICAS PÚBLICAS ... 415

20.1. Destaques deste capítulo ... 415
20.2. Introdução ... 415
20.3. A conexão entre clima urbano e vegetação ... 417
20.4. Planejamento urbano e clima: Uma intersecção de escalas ... 418
20.5. Arborização: ferramenta para a resiliência climática ... 419
20.6. Arborização urbana como estratégia na escala regional ... 420
20.7. Arborização urbana como estratégia socioambiental na escala da cidade ... 421
20.8. Intervenções no contexto urbano ... 422

20.9. Arborização urbana como estratégia na escala da vizinhança 423
20.10. Arborização urbana como estratégia na escala do edifício 425
20.11. Desafios para implementações de políticas de arborização urbana no Centro-Oeste 427
20.12. Estratégias para implementação de políticas de arborização 428
20.13. Considerações finais 430
20.14. Referências 431

21. POLÍTICAS PÚBLICAS DE ARBORIZAÇÃO NO CENTRO-OESTE – UM PANORAMA GERAL 435
21.1. Destaques deste capítulo 435
21.2. Introdução 435
21.3. A natureza na cidade 436
21.4. Urbanização e cidades planejadas no Centro-Oeste 438
21.5. Políticas públicas 444
21.6. O Plano Diretor de Arborização Urbana – PDAU e Instrumentos 449
21.7. Arborização e instrumentos de incentivo e financiamento 453
21.8. Conceitos inovadores e perspectivas 455
21.9. Considerações finais 459
21.10. Referências 459

22. POLÍTICAS PÚBLICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS PARA A ARBORIZAÇÃO URBANA NO DISTRITO FEDERAL 463
22.1. Destaques deste capítulo 463
22.2. Introdução 463
22.3. Contexto global da sustentabilidade urbana e sua relação com o DF 464
22.4. Avaliação do sistema verde como infraestrutura urbana 465
22.5. Brasília e seus espaços verdes 466
22.6. As ideias paisagísticas de Lúcio Costa para a capital 466
22.7. O programa MaB 469
22.8. Serviços ecossistêmicos do sistema verde do DF e o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) 470
22.9. Os parques urbanos e a população do DF 471
22.10. A arborização urbana do DF a partir do século XXI 472
22.11. A Pegada de Carbono da capital Brasília 475
22.12. A Pegada Ecológica 475
22.13. Considerações finais 476
22.14. Referências 477

23. POLÍTICAS PÚBLICAS NACIONAIS RELACIONADAS À ARBORIZAÇÃO URBANA 478
23.1. Destaques deste capítulo 478
23.2. Introdução 478

23.3. Programa Cidades Verdes Resilientes 480
23.4. Plano Nacional de Arborização Urbana 481
23.5. Programa Agricultura Urbana e Periurbana 481
23.6. Programa Periferia Viva 481
23.7. Plano Clima 482
23.8. Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa 482
23.9. Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade 482
23.10. Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Manguezais do Brasil 483
23.11. Novo Brasil Plano de Transformação Ecológica e Novo PAC 483
23.12. Considerações finais 484
23.13. Referências 485

24. POLÍTICAS PÚBLICAS INTERNACIONAIS EM ARBORIZAÇÃO URBANA ... 487

24.1. Destaques deste capítulo 487
24.2. Introdução 487
24.3. As florestas urbanas e a arborização urbana 488
24.4. Casos de sucesso em políticas públicas em arborização urbana 488
24.5. Programas internacionais, federais e estaduais 490
24.6. Diagnósticos e Inventários 492
24.7. Planos Diretores de Arborização Urbana 495
24.8. Manejo, Gestão e Estratégias para consolidação de Florestas Urbanas ... 496
24.9. Estratégias em Arborização Urbana 500
24.10. Legislação 501
24.11. Projetos: iniciativas que ligam planos e ações à governança 502
24.12. Melhores práticas 507
24.13. Considerações finais 509
24.14. Referências 510

LISTA DOS AUTORES 517

GLOSSÁRIO 519

ÍNDICE REMISSIVO 524

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-Tree* logotipo.....17

Figura 2.4 Diagrama ilustrando o processo básico do *i-Tree*. 19

Figura 2.5 Os dados do *i-Tree* podem ser coletados em dispositivos móveis. 20

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... 22

Figura 2.7 Distribuição global dos usuários do *i-Tree* (2006-2020) 22

Figura 2.8 Distribuição dos projetos *i-Tree Eco* conhecidos. 23

Figura 3.1 Paisagem típica do bioma Cerrado, com gramíneas e árvores esparsas 36

Figura 3.2 Fruto do urucum (*Bixa orellana*), do tipo deiscente. 39

Figura 3.3 Fruto e semente de copaíba (*Copaifera langsdorffii*), com presença de arilo alaranjado envolto na semente. 40

Figura 3.4 Frutos de tamboril-da-mata (*Enterolobium contortisiliquum*), do tipo indeiscente. 40

Figura 3.5 Fruto de lobeira (*Solanum lycocarpum*), do tipo carnoso. 40

Figura 3.6 Frutos e sementes alados: a) fruto e sementes de ipê (família Bignoniaceae); b) fruto de capitão-do-mato (*Terminalia argenta*), com ala externa. 41

Figura 3.7 Estruturas florais (anteras) de gramínea. 42

Figura 3.8 Esquema geral de um viveiro: faixas de canteiro e de circulação (A,B), vias de acesso principal (C), trincheiras de drenagem (D) com tubos perfurados para drenagem (E). 50

Figura 3.9 Estruturas de apoio. 51

Figura 3.10 Esquema da disposição das mudas no viveiro: uso de lonas plásticas sobre o piso (A), adição de material inerte (B) contido com papelão (C) 53

Figura 3.11 Tamanho do viveiro. 54

Figura 4.1 Espaçamento entre as mudas a serem plantadas na calçada, considerando o porte das espécies. 61

Figura 4.2 a) Espaçamento de plantio entre palmeiras e b) Espaçamento de acordo com o diâmetro aproximado da copa da espécie. 61

Figura 4.3 Palmeiras na arborização urbana: a) Local inadequado na paisagem urbana (notar a fiação próxima às copas); b) Local adequado, sem fiação elétrica próxima. 63

Figura 4.4 Conflitos entre as árvores e equipamentos urbanos: a) Conflito entre a arborização de jequitibá (*Cariniana estrellensis*) e a sinalização vertical; b) Conflito entre o salgueiro-chorão (*Schinus molle*) e a fiação, e a falta de área útil adequada. 64

Figura 4.5 Rachaduras na pista de ciclismo no parque ocasionadas pelo sistema radicular da árvore. 64

Figura 4.6 Sistema radicular de muda florestal adequada (à esquerda) e inadequada (à direita) para plantio. 65

Figura 4.7 a) Detalhe do crescimento de uma raiz pivotante em Latossolo Vermelho dentro da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021; b) Enraizamento dificultado, mas não impedido em perfil de Plintossolo Pétrico Concrecionário em Anápolis (GO); c) Enraizamento de espécies em Neossolo Quartzarênico na divisa entre Goiás e Tocantins; d) Enraizamento de espécies subcaducifólias em fragmento de "mata seca" em área de solos com horizonte Achernozêmico de Cambissolos e Argissolos eutróficos derivados de calcários, filitos e siltitos do grupo Bambuí, nordeste de Goiás; e) Neossolos Litólinos e Cambissolos na região da Chapada dos Veadeiros, Cavalcante (GO), mostrando solos que seriam frágeis para operações mecanizadas na revegetação e arborização caso estivessem em área urbana. 67

Figura 4.8 Buritis (*Mauritia flexuosa*) plantadas no Parque Espelho d'água, em São Luís de Montes Belos (GO). 69

Figura 4.9 a) Problemas encontrados devido ao plantio de espécie banha-de-galinha (*Swartzia* sp.) em local com área permeável (útil) insuficiente e na qual foi realizada poda do sistema radicular; b) Abacateiro (*Persea americana*) plantado em local inadequado, impedindo fluxo de pedestres, sem afastamento predial e área de infiltração; c) Salgueiro-chorão (*Schinus molle*), espécie escolhida de forma inadequada. Não há área permeável no entorno da planta, impedindo o fluxo de pedestres na calçada (altura dos galhos). 72

Figura 4.10 Condições ideais da muda pós-plantio e formato da cova em relação ao calçamento. 72

Figura 4.11 Grade de proteção instalada após o plantio do lanterneiro (*Lophanthera lactescens*). 73

Figura 5.1 Exemplar adulto do besouro serrador *Retrachydes thoracicus*. 80

Figura 5.2 Exemplar adulto de *Trachyderes succinctus*. 81

Figura 5.3 Gorgulho ou carneirinho (*Onchoscelis germari)*: a) Indivíduo adulto; b) Danos produzidos na parte basal do tronco; c) Canos produzidos pelas larvas na região dos ramos. 81

Figura 5.4 Indivíduos adultos de *Costalimaita ferruginea vulgata* e danos causados pelo inseto. ... 82
Figura 5.5 Indivíduo adulto de *Rhynchophorus palmarum.* ... 83
Figura 5.6 Indivíduo adulto de *Rhinostomus barbirostris.* ... 83
Figura 5.7 Indivíduo adulto de *Phelypera schuppeli.* ... 84
Figura 5.8 Indivíduo adulto de *Euchroma giganteum* em tronco de monguba. ... 85
Figura 5.9 Indivíduo adulto de *Achryson surinamum.* ... 85
Figura 5.10 Lagarta de *Rothschildia jacobaeae.* ... 86
Figura 5.11 *Mazaeras francki.* a) Lagarta; b) Indivíduo adulto. ... 87
Figura 5.12 Indivíduo adulto de *Eacles imperialis magnifica.* ... 88
Figura 5.13 Indivíduo adulto de *Aellopos tantalus.* ... 88
Figura 5.14 Lagarta-do-ipê (*Rolepa unimoda*). a) Adultos em acasalamento; b) Ovos com mais de dois dias, coloração avermelhada; c) Lagarta de primeiro instar; d) Lagarta madura. ... 89
Figura 5.15 Lagarta-da-lixeira (*Aucula tricuspis*): a) Lagarta; b) Indivíduo adulto. ... 90
Figura 5.16 Pupa com casulo de *Hypsipila grandella* no interior de broto de mogno ... 91
Figura 5.17 Indivíduo adulto de gafanhotão (*Tropidacris collaris*). ... 92
Figura 5.18 Tripes (*Heliothrips haemorrhoidalis*) em folhas de sete-copas (*Terminalia catappa*). ... 93
Figura 5.19 Mosca-branca (*Singhiella simplex*) em *Ficus benjamina*: a,b) indivíduos adultos; c) ninfas. ... 94
Figura 5.20 Indivíduos adultos de *Praelongorthezia praelonga* em folhas de ipê-amarelo ... 94
Figura 5.21 Adultos de cochonilha (*Ceroplastes* sp.). ... 95
Figura 5.22 Cochonilha-parda (*Saissetia oleae*) em folhas de jasmim-manga (*Plumeria rubra*). ... 95
Figura 5.23 Adulto de *Aetalion reticulatum.* ... 96
Figura 5.24 Indivíduos de *Paracarsidara* cf. *gigantea* em munguba (*Pachira aquatica*) ... 96
Figura 5.25 Danos do psilídio *Trioza tabebuiae* em folha de ipê-amarelo. ... 97
Figura 6.1 Região Centro-Oeste do Brasil. Dados geográficos e demográficos dos estados, comparados com o Índice de Desenvolvimento Humano e percentual de arborização de vias públicas urbanas. ... 103
Figura 6.2 Exemplos de conflitos corriqueiros no ambiente urbano: a-b): pavimento; c-f) passeio público; g-i) fiação elétrica. ... 105
Figura 6.3 Podas inadequadas e/ou mal executadas: a-e) podas para desvio de fiação elétrica; f-h) podas para definir formato de copa. ... 106
Figura 7.1 Interação de fatores na análise de risco de queda de árvores. ... 117
Figura 7.2 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 *Paubrasilia echinata*. ... 118

Figura 7.3 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 *Libidia ferrea*. 119

Figura 7.4 Tensões nas árvores sob a ação de ventos fortes. 120

Figura 7.5 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. 122

Figura 7.6 Alguns atributos para análise de risco de queda. 126

Figura 7.7 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). 127

Figura 7.8 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. 128

Figura 7.9 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). 129

Figura 7.10 Radar: a) Uso do radar na avaliação do sistema radicular; b) um exemplo de radargrama, indicando a presença das raízes. 129

Figura 7.11 Modelo de cálculo estrutural. Exemplo de resultado obtido do ARBIO® do IPT considerando 12 velocidades de vento (Escala Beaufort) 130

Figura 7.12 Exemplo da técnica de três cortes. 132

Figura 7.13 Folhas a serem removidas em palmeiras. 133

Figura 8.1 Informações a respeito da região Centro-Oeste e sua arborização urbana. 141

Figura 8.2 Espécies exóticas invasoras comuns na arborização urbana da região Centro-Oeste brasileira: a) falso-pau-brasil (*Adenanthera pavonina*); b) jaca (*Artocarpus heterophyllus*); c) leucena (*Leucaena leucocephala*) e d) ipê-de-jardim (*Tecoma stans*). 154

Figura 9.1 Fluxos de interação entre as árvores e o ambiente. 160

Figura 9.2 *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC: a) Gema apical e b) Gemas laterais. 162

Figura 9.3 Detalhe da casca, madeira, câmbio vascular e anéis de crescimento ... 162

Figura 9.4 Alguns modelos arquiteturais das árvores. 165

Figura 9.5 a) Modelo de Koriba: ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*); b) Modelo Troll: tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*); c) Modelo de Rauh: cocão (*Erythroxylum deciduum*); d) Modelo de Leeuwenberg: mandiocão

(*Schefflera morototoni*); e) Modelo Prevost: ipê-rosa (*Tabebuia rosea*); f) Modelo Scarrone: cedro (*Cedrela fissilis*); g) Modelo de Petit: pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*); h) Modelo Corner: bocaiúva (*Acrocomia aculeata*)..... 166

Figura 9.6 Forma específica: a) *Vochysia haenkeana*; b) *Caryocar brasiliense*; c) *Eugenia dysenterica*; d) *Albizia niopoides*..... 167

Figura 9.7 Esquema da classificação de raízes quanto à morfologia..... 169

Figura 9.8 Compensação da assimetria da copa pela produção de raízes tabulares...171

Figura 10.1 Conceito de externalidade positiva..... 184

Figura 10.2 Tipos de serviços de provisão urbanos, baseado em Gómez-Baggethun 186

Figura 10.3 Tipos de serviços de regulação urbanos, baseados em Gómes-Baggethun [28]. 186

Figura 10.4 Tipo de serviço de suporte, baseados em Gómes-Baggethun [28]. 187

Figura 10.5 Tipos de serviços culturais urbanos. 187

Figura 10.6 Ações de planejamento para promoção de serviços ecossistêmicos urbanos de acordo com Geneletti e coautores [35]. 188

Figura 10.7 Cenário de consequências do aumento da temperatura na região Centro-Oeste de acordo com Soares [42]. 190

Figura 11.1 a) Macaco-prego (*Cebus apella*) em atividade de forrageio; b) Gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*) em atividade..... 203

Figura 11.2 Morcego (*Phyllostomus discolor*) ocupando edificação humana em decorrência da supressão de abrigo natural. 203

Figura 11.3 Gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) se abrigando em coqueiro no quintal de uma residência..... 204

Figura 11.4 Ave atravessando rua entre áreas fragmentadas na cidade de Campo Grande (MS). 206

Figura 11.5 Placa de orientação sobre o projeto Quapivara..... 207

Figura 11.6 Arara-canindé (*Ara ararauna*) em Campo Grande (MS): a) Monitoramento de ninho por drones; b-d) Indivíduos avistados em ninhos em palmeiras na arborização urbana..... 207

Figura 11.7 Indivíduos de arara-canindé (*Ara ararauna*) afetados pelo ambiente urbano: a) Ave eletrocutada em rede elétrica; b) Asa lesionada por acidente com fio de pipa com material cortante..... 208

Figura 12.1 Projeções populacionais para Goiás (GO), Mato Grosso (MT), Distrito Federal (DF) e Mato Grosso do Sul (MS), período 1997-2060, com base no CODEPLAN [18] E IBGE [19]..... 215

Figura 12.2 Taxa de urbanização das regiões brasileiras, período 1940-2010, segundo o IBGE [20]..... 215

Figura 12.3 Número de focos de incêndio detectados pelo satélite de referência AQUA, de 1º jan. 1998 até 6 dez. 2020 para os estados de Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS), Goiás (GO) e Distrito Federal (DF), segundo o INPE [27]..... 216

Figura 12.4 Partículas Totais em Suspensão (PTS), estações da CIPLAN e FERCAL I, localizadas em Sobradinho (Distrito Federal), segundo o Instituto de Energia e Meio Ambiente. 217
Figura 12.5 Vinte e três regiões administrativas do Distrito Federal, divididas por setores habitacionais [37]. 218
Figura 12.6 Áreas verdes (formação campestre, savânica, florestal e áreas de reflorestamento) do Distrito Federal, por região administrativa [37]. 218
Figura 12.7 Áreas cimentadas (áreas de construção e pavimentação) do Distrito Federal, por região administrativa [37]. 220
Figura 12.8 Relação linear entre as classes de cobertura do solo áreas verdes e áreas cimentadas, para as 261 observações dos setores do Distrito Federal [37]. 220
Figura 12.9 Valores de Dióxido de Nitrogênio (NO_2) troposférico, valor médio dos meses de setembro, outubro e novembro de 2019, para a região do Distrito Federal, por região administrativa [39]. 221
Figura 13.1 a) Parque da Cidade Sarah Kubitschek em Brasília (DF), maior parque urbano da América Latina; b) Praça do Sol em Goiânia (GO); c) Parque Mãe Bonifácia, em Cuiabá (MT) e d) Horto Florestal em Campo Grande (MS). 227
Figura 13.2 Modelo salutogênico. 228
Figura 13.3 Influência da arborização na composição de um espaço urbano que estimule a prática de mobilidade ativa. 232
Figura 14.1 a) Mapa do *campus* Samambaia da Universidade Federal de Goiás (UFG) com as 46 áreas amostrais; b) Bacuri (*Attalea phalerata*) com placa provisória na raque da infrutescência; c) Oficina ministrada durante a Semana do ICB da UFG; d) Bacuri, uma das espécies ocorrentes no *campus*, próximo a uma passarela; e) Modelo de placa de identificação para as árvores. 247
Figura 15.1 Agrofloresta biodiversa, multiestratificada no Distrito Federal: melhor aproveitamento da energia solar e produção diversificada, escalonada no tempo. 256
Figura 15.2 Papel das árvores no ecossistema: a) ninho de ave; b) função como habitat para avifauna. 257
Figura 15.3 Plantio de árvores por semeadura direta adensada. Note a quantidade de plântulas germinando no mesmo local. 259
Figura 15.4 Solo generosamente coberto com matéria orgânica ao redor da muda de árvore. 260
Figura 15.5 Macrofauna do solo (larvas de besouro) decompondo o tronco, juntamente com os fungos. 261
Figura 15.6 Primeira reunião da articulação DF de Agricultura Urbana no Coletivo Re-Ação Agroecológica no final de 2014. 263
Figura 15.7 Mutirão de manejo da agrofloresta urbana do Coletivo Re-Ação Agroecológica. 264
Figura 15.8 Foto aérea da agrofloresta do Coletivo Re-Ação Agroecológica. 265

Figura 15.9 Aspecto da agrofloresta, com mamoeiro e bananeira cheios de frutos... 265
Figura 15.10 Canaletas e bacias de infiltração de água da chuva, construídas ao longo da calçada, orientando a água para dentro da agrofloresta. 266
Figura 15.11 Pitangueira plantada com uso de madeira e folhas cortadas pela prefeitura local como cobertura do solo..... 267
Figura 15.12 Taioba no Quintal Agroflorestal Abaetetuba. Note a presença de cobertura vegetal morta sobre o solo..... 270
Figura 15.13 Diversidade de organismos no Quintal Agroflorestal Abaetetuba: a) fungos; b, c) insetos, de diferentes espécies e estágios. 271
Figura 15.14 a) sementes de ingá-de-metro (*Inga edulis*); b) mudas de abacateiro (*Persea americana*). 271
Figura 15.15 Evolução de uma área degradada convertida em sistema agroflorestal: a) condição inicial da área degradada (2010); b) sistema agroflorestal desenvolvido na mesma área (2021). 272
Figura 15.16 a, b) bacias de infiltração vegetadas na beira da estrada. 272
Figura 15.17 Áreas de plantio agroflorestal na Ecovila Aldeia do Altiplano, no Distrito Federal: a) horta, com presença de bananeiras; b) horta, com presença de plantas ornamentais; c) espécies arbóreas já formando sombra; d) árvores já grandes na paisagem da agrofloresta. 273
Figura 15.18 Jardim agroflorestal implantado por coagricultor em área urbana.....274
Figura 16.1 Localização da região Centro-Oeste do Brasil..... 288
Figura 16.2 Mapa de Unidades Fitoecológicas da região Centro-Oeste do Brasil..... 290
Figura 16.3 Relevo da região Centro-Oeste do Brasil. As cores verdes com baixas cotas topográficas integram principalmente planícies e depressões, enquanto as cores entre amarelo e marrom correspondem às cotas topográficas elevadas que perfazem os planaltos, chapadas e serras... 293
Figura 16.4 Mapa de solos da região Centro-Oeste do Brasil..... 295
Figura 16.5 Mapa de uso e cobertura da terra da região Centro-Oeste do Brasil 297
Figura 17.1 Unidades de vegetação existentes no estado de Goiás e no Distrito Federal. 304
Figura 17.2 Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba*) e ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*)..... 339
Figura 17.3 Visão geral da árvore (a e c) e detalhes dos frutos (b e d) de mirindiba (*Terminalia glabrescens*) e bicuíba (*Virola sebifera*). 339
Figura 17.4 Visão geral da árvore (a e c) e detalhes dos frutos (b e d) de tento (*Ormosia arborea*) e tamboril-da-mata (*Enterolobium contortisiliquum*) 339
Figura 17.5 Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de canzileiro (*Platypodium elegans*) e sucupira-roxa (*Pterodon emarginatus*). 340
Figura 17.6 Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de bananinha (*Samanea tubulosa*) e carvoeiro (*Tachigali rubiginosa*). 340
Figura 17.7 Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de gomeira-de-macaco (*Vochysia pyramidalis*) e escorrega-macaco (*Vochysia haenkeana*) 341

Figura 17.9 Visão geral da árvore (a) e detalhes dos frutos (d) de chichá (*Sterculia striata*). Visão geral da árvore (b e c) e detalhes das flores (e e f) de mandiocão (*Didymopanax morototoni*) e freijó (*Cordia trichotoma*). 341

Figura 17.8 Visão geral da copa da árvore (a) e detalhes da flor (b) de paineira (*Ceiba pubiflora*). Visão geral da árvore (c), detalhes do tronco (d) e do fruto (e) de cedro (*Cedrela fissilis*). 341

Figura 17.10 Visão geral da árvore (a-c) e detalhes das flores (d-f) de tarumã (*Vitex polygama*), pombeiro (*Tapirira obtusa*) e pinha-do-brejo (*Magnolia ovata*).... 341

Figura 17.11 Visão geral da árvore (a) de garapa (*Apuleia leiocarpa*), e detalhe do tronco (b) de mama-de-porca (*Zanthoxylum riedelianum*). Visão geral da árvore (c) e detalhes dos frutos (d) de canela (*Nectandra cissiflora*).... 342

Figura 17.12 Visão geral da planta (a) e detalhe do tronco (b) de buritirana (*Mauritiella armata*). Vista geral de uma paisagem (c) com buritis (*Mauritia flexuosa*) e quaresmeiras na época da floração (*Pleroma candoleanum*), e detalhes das flores de quaresmeira (d). 342

Figura 17.13 Visão geral da árvore (a) e detalhes das flores (b) e frutos (c) de ipê-verde (*Cybistax antissyphilitica*). Visão geral da árvore (d) e detalhes das flores (e) de pau d'arco-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*). 342

Figura 17.14 Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de pequi (*Caryocar brasiliense*) e pau-santo (*Kielmeyera lathrophyton*). 342

Figura 17.15 Detalhes dos ramos com flores (a e b) do muricizão (*Byrsonima affinis*) e do araticum-do-cerrado (*Annona coriacea*). Visão geral da árvore (c) e detalhes das flores (d) de amargoso (*Vatairea macrocarpa*). 343

Figura 17.16 Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de gomeira (*Vochysia cinnamomea*) e mel-de-arara (*Norantea guianensis*). 343

Figura 17.17 Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de mulungu (*Erythrina mulungu*) e faveira (*Dimorphandra mollis*). 343

Figura 17.18 Visão geral da árvore (a) e detalhe do tronco (b) de gameleira (*Ficus obtusifolia*). Visão geral (c) e detalhe da inflorescência (d) da palmeira macaúba (*Acrocomia aculeata*). 343

Figura 18.1 Mapa de localização dos biomas e regiões fitoecológicas do estado de Mato Grosso. 348

Figura 18.2 Árvores nativas na arborização em cidades do Mato Grosso: a) Piúva (*Handroanthus heptaphyllus*) na margem da rodovia MT-040 em Santo Antônio de Leverger; b) Ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius*) em Nova Xavantina; c) Caroba (*Jacaranda cuspidifolia*) na arborização da Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá; d) Jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*) na arborização viária no município de Sapezal. 351

Figura 19.1 Mapa das regiões fitoecológicas de Mato Grosso do Sul. 385

Figura 19.2 Infográficos sobre a lista aberta de espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Mato Grosso do Sul. 389

Figura 20.1 Esquema das camadas verticais da atmosfera urbana e a formação do efeito de pluma. 417

Figura 20.2 Interseção entre as escalas climáticas e as escalas de intervenção do planejamento urbano. 419
Figura 20.3 Ocupações urbanas regulares e irregulares (em vermelho) incidentes sobre faixas prioritárias de recarga de aquífero no Distrito Federal (em verde). 421
Figura 21.1 Perspectiva de Vila Boa de Goiás, 1803, da Biblioteca Mário de Andrade. 437
Figura 22.1 Intenções paisagísticas no Plano Piloto de Brasília. 467
Figura 24.1 Tela do *Sistema de Árbol Urbano* de Medellín. 489
Figura 24.2 Tela do Visor Geográfico Ambiental da cidade de Bogotá. 490
Figura 24.3 Mapa interativo das árvores das ruas de Nova Iorque. 494
Figura 24.4 Mapa interativo das árvores das ruas de São Francisco. 495
Figura 24.5 Tela do Sistema de Gestão da Arborização Urbana da cidade de Bogotá. 495

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Benefícios e custos das árvores quantificados e em desenvolvimento no *i-Tree.* ... 19

Tabela 2.2 Exemplo de análises globais do *i-Tree.* ... 23

Tabela 3.1 Entidades envolvidas na coleta e disponibilização de sementes de espécies nativas, na região Centro-Oeste. ... 38

Tabela 3.2 Métodos, ferramentas e dicas para os diversos tipos de frutos das espécies arbóreas. ... 43

Tabela 3.3 Exemplo de como podem ser registradas e controladas as atividades de observação e coleta de sementes de árvores matrizes. ... 45

Tabela 3.4 Técnicas e procedimentos para o beneficiamento de sementes. ... 48

Tabela 3.5 Sugestão de composição de materiais para preparação de substrato para espécies florestais. ... 55

Tabela 3.6 Sugestão de composição de materiais para espécies arbóreas de savana ... 55

Tabela 4.1 Porte de árvore recomendado de acordo com a largura das ruas e das calçadas e recuo das edificações. ... 62

Tabela 4.2 Distância mínima entre as árvores e equipamentos urbanos existentes nas calçadas. ... 62

Tabela 4.3 Prática de adubação e critério de exigência em fertilidade para o desenvolvimento inicial das mudas florestais na arborização urbana ... 66

Tabela 5.1 Lista de pragas de espécies arbóreas registradas na região Centro-Oeste do Brasil. ... 78

Tabela 7.1 Atributos para análise de risco de queda de árvores no Nível de Inspeção 2. ... 123

Tabela 8.1 Espécies introduzidas de outros países, registradas nas unidades federativas do Centro-Oeste brasileiro (DF: Distrito Federal, GO: Goiás, MS: Mato Grosso do Sul, MT: Mato Grosso). * espécies exóticas invasoras segundo o Instituto Hórus. ... 142

Tabela 14.1 Alguns dos projetos, publicações, pesquisadores, grupos de estudos e coletivos do Centro-Oeste dedicados à Educação Ambiental. ... 239

Tabela 14.2 Sequência e nome das espécies vegetais do Cerrado, as quais são vivenciadas ao longo da Trilha Ecológica do JB da UEG, *campus* Sudoeste, Sede Quirinópolis, Goiás. ... 242

Tabela 16.1 Distribuição original do Sistema Fisionômico-Ecológico dos estados da região Centro-Oeste. 290
Tabela 16.2 Distribuição espacial dos solos nos estados da região Centro-Oeste do Brasil. 296
Tabela 16.3 Distribuição espacial do uso e cobertura da terra nos estados da região Centro-Oeste do Brasil. 298
Tabela 17.1 Atributos utilizados para a classificação das espécies nativas indicadas para arborização das cidades de Goiás e do Distrito Federal, contidas na lista (Tabela 2). 309
Tabela 17.2 Lista de espécies nativas indicadas para arborização urbana no estado de Goiás e no Distrito Federal, com seus nomes científicos e populares e informações sobre seus habitats preferenciais, porte da árvore (PoA), largura usual da copa (LCo), densidade foliar da copa no período chuvoso (DFC), persistência da folhagem (PeF), profundidade do sistema radicular (PSR) , época de floração (EFl), época de maturação dos frutos (EMF), velocidade de crescimento (VCr), densidade da madeira (DeM), facilidade para formação de mudas (FFM), fauna associada (FaA), *status* de conservação na natureza (SCN) e espaços preferenciais para plantio (EPP). 312
Tabela 18.1 Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Mato Grosso – Lista Aberta – Atributos ecológicos, morfológicos, fenológicos, reprodutivos e de adequação de plantio às cidades. 353
Tabela 19.1 Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Mato Grosso do Sul – Lista aberta Atributos ecológicos, morfológicos, fenológicos, reprodutivos e de adequação de plantio às cidades. 390
Tabela 20.1 Legislação específica sobre a arborização nas capitais do Centro-Oeste. 428
Tabela 20.2 Síntese de planejamento, métricas e métodos para melhoria da qualidade ambiental de ambientes urbanos. 430
Tabela 21.1 Taxas de urbanização 1980, 2010, 2020, 2050. 445
Tabela 21.2 Regiões intermediárias e imediatas na região Centro-Oeste (IBGE). 445
Tabela 21.3 Legislação urbanística e ambiental aplicada nos municípios do Centro-Oeste. 448
Tabela 21.4 Distribuição da população das cidades do Centro-Oeste. 448
Tabela 21.5 Legislação urbanística e ambiental aplicada aos estados do Centro-Oeste. 448
Tabela 21.6 Estrutura do Plano Diretor de Arborização Urbana. 450
Tabela 21.7 Arborização x tipos de áreas verdes, domínio, definição, normativas e gestão. 452
Tabela 21.8 Estratégias de leitura e diagnóstico da paisagem baseadas em AbE. 456
Tabela 21.9 O planejamento com a infraestrutura da paisagem multiescalar 457
Tabela 22.1 Áreas protegidas e sistema verde do Distrito Federal. 470

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 sanitarista 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 sanitarista

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 cunhado[1].

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 vilas[2].

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 aclimatação 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 aclimatações 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 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 Glaziou (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. Glaziou, 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 Mudas 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].

Cumpre 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 (suppl.): 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. Availablefrom:https://doi.org/10.17271/23188472643201818 96doi: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 (CO_2) 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.

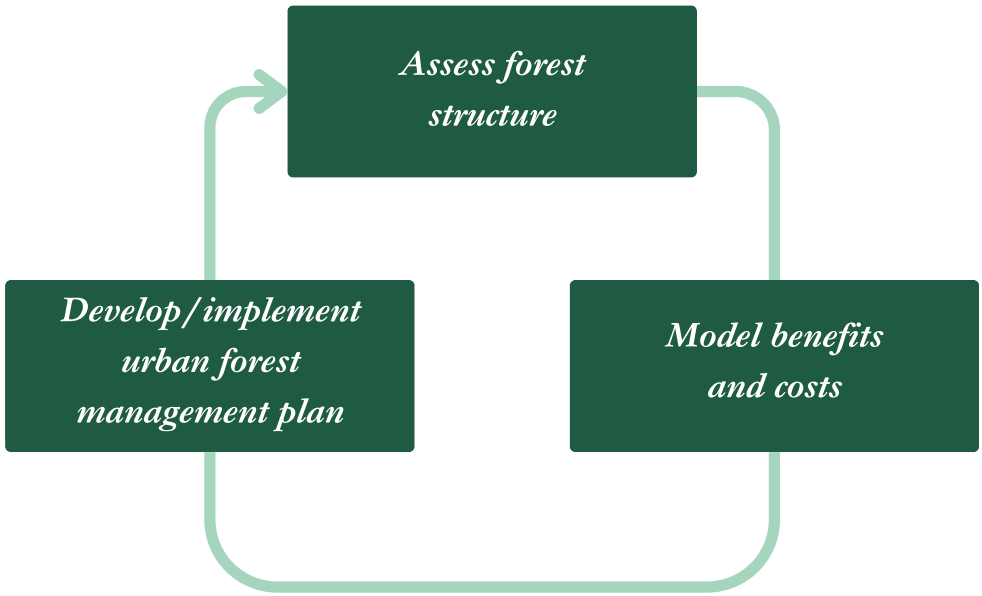
Com base nessas informações iniciais, é possível estimar o valor atual dos benefícios e serviços prestados pela floresta urbana, e elaborar planos para manter ou ampliar esses benefícios para as gerações futuras. Uma vez que os planos florestais são desenvolvidos e implementados, a estrutura da floresta 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* desenvolvidopelo 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, consequentemente, 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
	Temperatura do ar	●	○
Atmosférico	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	○	○
	Áreas socialmente vulneráveis	●	
Terrestre	Biodiversidade	○	
	Plantas invasoras	●	
	Ciclagens de nutrientes	○	
	Habitat de fauna silvestre	●	
Aquático	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*

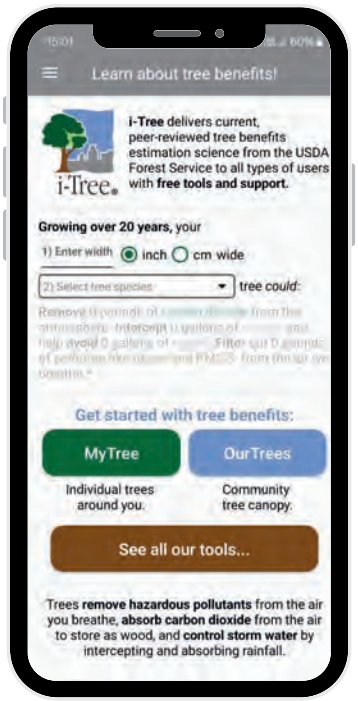
Fonte: *i-Tree*.

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.

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



Fonte: *i-Tree*.

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 interpretarem visualmente imagens aéreas do Google de sua área, de forma rápida e fácil, para gerar estimativas

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.

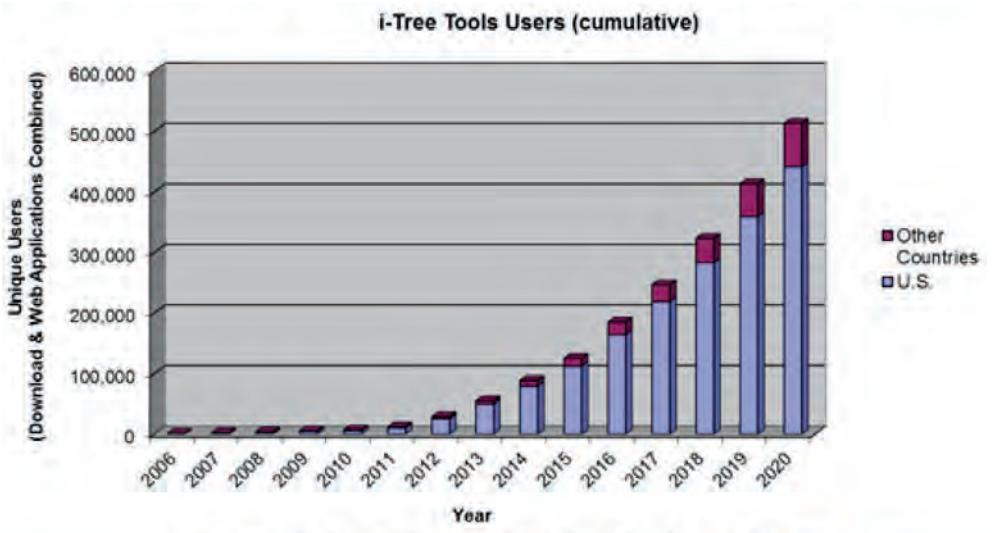
i-Tree Species é uma ferramenta *online* desenvolvida para ajudar os usuários a selecionarem as espécies arbóreas mais apropriadas com base nas funções ambientais desejadas e na localização geográfica. Baseia-se em avaliações do desempenho funcional de várias espécies na maturidade. A maioria das espécies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

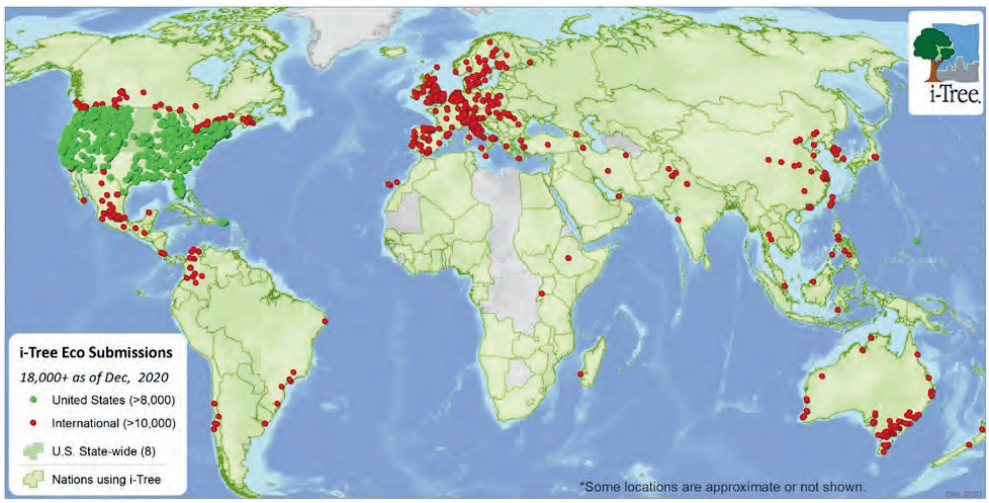
Fonte: *i-Tree*.

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	202020 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/treesearch/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/treesearch/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/treesearch/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/treesearch/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 Technologia 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.

PARTE 1

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 Maretti
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 Bárbara Silva Pacheco, Roberto Shojirou Ogata e Mariana de Melo Siqueira

3.1. Destaques deste capítulo

1. É extensa a lista de espécies com consagrado emprego em arborização urbana no Centro-Oeste, e, muito maior, a lista de espécies em potencial;
2. Além de árvores nativas das florestas, é possível produzir ervas, arbustos e árvores típicos dos extensos campos e savanas da região;
3. Metodologias de coleta e beneficiamento de sementes podem ser desenvolvidas a partir da observação dos padrões encontrados na natureza;
4. Mudas podem ser produzidas a céu aberto, em viveiros com estruturas de apoio bastante simples;
5. A irrigação das mudas deve ser econômica para favorecer o cultivo de plantas que podem ir diretamente de viveiros a campo, sem rustificação.

3.2. Introdução

A região Centro-Oeste é muito rica em formações vegetacionais. É a única região brasileira com presença de quatro dos seis biomas do país. Somados, Cerrado e Pantanal – biomas que compartilham muito de sua riqueza florística – dominam a maior parte da região, ocupando a totalidade dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul (além do Distrito Federal), à exceção de manchas de Mata Atlântica ao sul. O bioma Amazônia, com suas densas florestas, ocupa extensas porções de terra a norte e a oeste do estado de Mato Grosso. Tamanha diversidade, em termos de flora, pode e deve ser expressa nas cidades. O objetivo deste capítulo é apresentar princípios e técnicas para produzir sementes e mudas, com vistas à introdução de árvores nativas em contextos urbanos. Mas enquanto o nosso foco é nas árvores, não vamos esquecer, como muito acontece, que há outros grupos de plantas que são muito interessantes para o planejamento de espaços verdes em cidades.

Muitas árvores que ocorrem na região têm sido historicamente produzidas em viveiros e utilizadas em projetos de restauração ecológica, paisagismo e arborização urbana. Muitas mais restam por produzir e utilizar. Entre as atualmente em uso, há algo em comum: a maioria ocorre

em formações florestais naturais. Essa informação pode parecer óbvia. Afinal, o Brasil é um país de florestas tropicais úmidas; logo, suas árvores nativas precisam ocorrer, necessariamente, nessas florestas. Certo? Em parte. Em apenas dois dos seis biomas brasileiros predomina esse tipo de vegetação: na Amazônia e na Mata Atlântica. Nelas, a exuberância e a diversidade das florestas são mesmo inigualáveis. Nos outros biomas, no entanto, predominam outros tipos de vegetação. Na Caatinga, estão as florestas secas. No Pampa, há extensos campos. E o Cerrado e o Pantanal – que, como vimos, ocupam a maior extensão da região Centro-Oeste – são considerados savanas.

3.3. Mas o que é uma savana?

Savanas são ambientes abertos (ensolarados), onde a vegetação é formada por um estrato de plantas herbáceas, principalmente capins (gramíneas), entre os quais se misturam ervas e arbustos, com um estrato superior de árvores – muitas de troncos retorcidos – espalhadas, de forma esparsa (Figura 1). As savanas brasileiras são consideradas as mais ricas em biodiversidade do planeta. São ambientes naturais, antigos e ricos em diversidade, que prestam valiosíssimos serviços ecossistêmicos, como regulação hídrica (já ouviu falar que o Cerrado é a caixa d'água do Brasil?) e sequestro de carbono. Um patrimônio que devemos conhecer e valorizar, inclusive na arborização urbana. Enquanto o uso das plantas das savanas ainda é pouco comum, há árvores em produção para a arborização urbana cuja origem são as florestas que também ocorrem no Cerrado e no Pantanal, entremeadas às áreas de savana. Elas estão, normalmente, ao longo de cursos d'água, onde a disponibilidade hídrica é maior ao longo de todo o ano, e compartilham muitas espécies com a Amazônia e a Mata Atlântica. Há também as chamadas matas secas, que ocorrem em locais com alta fertilidade de solos, que dão suporte a altas árvores mesmo longe da umidade.

Figura 3.1 – Paisagem típica do bioma Cerrado, com gramíneas e árvores esparsas.

Fonte: Autores.

Quando nativas, as árvores usadas em projetos de arborização urbana na região Centro-Oeste provêm, quase sempre, de florestas. O que dizer, então, das árvores que caracterizam as savanas? E o que dizer dos singelos capins, ervas e arbustos que recobrem seu solo? Essas formas de vida têm sido historicamente negligenciadas nos viveiros e nos projetos de restauração ecológica, paisagismo e arborização urbana no Brasil. Mas, certamente, merecem seu lugar ao sol, tal como nas paisagens ensolaradas onde se encontram, na natureza. Os desafios para sua produção e emprego são muitos, e buscar enfrentá-los completamente está além do escopo deste capítulo. Seriam necessários muitos experimentos, pesquisas e livros para isso. Mesmo assim, buscamos oferecer sugestões e provocações para contribuir para a ampliação do olhar do paisagista e do gestor urbano, de modo a valorizar não só as árvores nativas provenientes de formações florestais, mas também aquelas que, junto a uma miríade de ervas e arbustos, caracterizam nossa extensa, rica e inigualável savana.

3.4. Lista de espécies

São muitas as espécies com consagrado emprego em arborização urbana no Centro-Oeste, e, muito maior, o total de espécies em potencial. São muitas as árvores nativas da região adequadas a contextos urbanos, e a lista só cresce se considerarmos árvores advindas de outras partes do Brasil e do mundo que também se mostram bem adaptadas. Por vezes, adaptadas "até demais", casos em que podem se tornar agressivas invasoras: plantas ornamentais, que incluem aquelas empregadas na arborização urbana, representam 70% de todas as espécies exóticas invasoras de plantas presentes no Brasil. É fundamental que a equipe responsável por gerir as áreas verdes de uma dada cidade se mostre sensível e atualizada em relação ao assunto. Na região Centro-Oeste, destacam-se entre as invasoras árvores como a leucena (*Leucaena leucocephala*), o ipê-de-jardim (*Tecoma stans*), a cheflera (*Heptapleurum actinophyllum*), o pinheiro (*Pinus elliottii* e outros) e o nim (*Azadirachta indica*), entre tantas outras.

Equipes responsáveis por projetos de arborização urbana deverão considerar as condições locais (como elementos urbanos, estruturais, viários e prediais) ao eleger as espécies a empregar. As espécies com raízes mais agressivas ou superficiais não devem ser descartadas, mas apenas utilizadas em espaços abertos como praças e parques. A diversidade deve ser priorizada, sempre.

3.5. Sementes nativas

Quando se trata de multiplicação de plantas, propagação de indivíduos, produção de nativas e afins, sempre vem à mente a principal forma de reprodução das plantas tropicais: a semente.

Apesar de ser a base de toda uma cadeia produtiva, a semente nativa tem sido negligenciada no Brasil, onde, ainda hoje, seu uso não é amplamente divulgado e seu mercado não se encontra estruturado. Por que um insumo tão básico ainda não se encontra amplamente distribuído, ou seja, ao alcance das mãos plantadoras no Brasil? Em um país que possui uma demanda de restauração de pelo menos 12 milhões de hectares (segundo o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa – Planaveg) e 5.568 municípios com diversas demandas ambientais e de arborização urbana, é fundamental refletir sobre a disponibilidades de sementes nativas para diversos fins.

Na Tabela 1, listamos entidades que estão trabalhando para estruturar o mercado e ofertar sementes nativas na região Centro-Oeste.

Tabela 3.1 – Entidades envolvidas na coleta e disponibilização de sementes de espécies nativas, na região Centro-Oeste.

Entidade	Localidade
Aprospera	Distrito Federal
Associação Cerrado de Pé	Goiás
Associação Rede de Sementes do Xingu	Mato Grosso
Rede de Sementes do Cerrado	Distrito Federal
Rede de Sementes do Portal da Amazônia	Mato Grosso
VerdeNovo Sementes Nativas	Distrito Federal

Fonte: www.redario.org.br 2025.

Sem sementes, não plantamos. Quanto a isso, não há dúvidas. Países de todo o mundo têm assumido diversos compromissos ambientais, que só serão cumpridos mediante o ato de plantar. Para alcançar metas ambientais como a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ambos da ONU), o Acordo de Paris, o Desafio de Bonn e o Planaveg, entre outros, teremos que colocar algo no chão. Seja semeando, seja plantando mudas, a base será a mesma: a semente.

No Brasil, os viveiros de plantas nativas esbarram em uma séria dificuldade: encontrar sementes de boa qualidade e com diversidade no mercado. A limitação na oferta de sementes resulta em baixa diversidade de espécies de mudas produzidas.

> O Diagnóstico da Produção de Mudas Florestais Nativas no Brasil [1] aponta que a dificuldade em encontrar sementes nativas no mercado é um dos três problemas mais citados como barreira para a atividade.

A semente nativa está na base de plantios de qualidade, sejam eles projetos de arborização urbana, sejam de restauração ecológica. É preciso conhecer esse insumo e as tecnologias a ele aplicadas, como coleta, beneficiamento, armazenamento, quebra de dormência e multiplicação, entre outras.

3.6. Por onde começar?

A semente é o resultado de uma série de eventos fisiológicos e morfológicos da planta-mãe. Desde a fecundação até a formação daquilo que denominamos de unidade de dispersão (semente), a planta atravessa um longo caminho de fenofases (eventos que ocorrem ao longo do ciclo de vida das plantas). O entendimento dessa sequência de eventos é relevante para entendermos o melhor ponto de retirar a semente/fruto do pé e colocá-la no solo/substrato.

De forma bem simplificada, a flor da planta-mãe adulta é fecundada por um pólen, o que inicia o processo de formação do fruto. Na época certa, esse fruto/semente é disperso, cai da árvore- mãe, e, encontrando condições ideais no solo, germina e dá origem a uma nova plântula.

Para espécies arbóreas, é muito evidente a unidade de dispersão que deve ser coletada (frutos ou sementes), já que é possível diferenciá-la claramente das flores. Quando você diz que vai coletar um fruto de castanha-do-pará, mesmo não sendo especialista, não encontrará dificuldade para distinguir o que é o fruto.

No entanto, para as espécies herbáceas e algumas arbustivas e subarbustivas, essa distinção não é tão evidente, o que dificulta a atividade de coleta. Nesses casos, é sempre importante entender as fases fenológicas (por exemplo, florescimento, frutificação, maturação), o que significa conhecer as estruturas reprodutivas mais a fundo. Para essas espécies, contar com a experiência da coletora (ou do coletor) na identificação do melhor ponto de coleta é essencial.

O que direciona a escolha da melhor metodologia de coleta são as características dos frutos. Toda espécie possui uma estratégia ecológica para dispersão de seus frutos/sementes. Portanto, para coletar, muitas vezes, não precisamos reinventar a roda: basta buscarmos replicar o que a natureza faz.

Figura 3.2 – Fruto do urucum (*Bixa orellana*), do tipo deiscente.

Fonte: Autores.

Tomemos como exemplo o fruto do urucum (*Bixa orellana*). Suas sementes estão dispostas no interior de uma cápsula, que se abre naturalmente no estágio máximo de maturação do fruto, ainda na "planta-mãe", para dispersar seu conteúdo (Figura 2). Frutos secos com essa característica são chamados deiscentes.

Qual seria a melhor estratégia para coletar um fruto assim, com o melhor custo-benefício (menor tempo de coleta com maior quantidade de sementes)? No caso do urucum, se a coleta ocorrer após a abertura do fruto, nosso rendimento de trabalho será menor, pois muitas sementes terão sido dispersas, e outras serão derrubadas pelo manuseio no momento da coleta. Concluímos, assim, que é melhor retirar o fruto antes da abertura, para que ele possa finalizar sua maturação e abrir-se em um ambiente controlado, como, por exemplo, sobre uma lona. Isso garantirá 100% de aproveitamento das sementes.

Mas os frutos irão mesmo finalizar sua maturação e abrir-se sobre a lona? Depende. Para que isso aconteça, o ponto de coleta precisa ser assertivo. Pode-se utilizar sempre a seguinte regra: se no "indivíduo-mãe", os frutos já estiverem se abrindo naturalmente (pelo menos 20% deles), os que ainda estiverem fechados deverão finalizar a maturação após a coleta e abrir-se naturalmente sobre a lona. Para os frutos de abertura natural, esse procedimento garante baixo custo e alto benefício na coleta, além de sementes com maior qualidade sanitária.

Algumas espécies, no entanto, mesmo sendo coletadas no ponto ideal, não apresentam abertura homogênea para todos os frutos (Figura 3). Nesse caso, podem ser necessárias ações de abertura manual para que as sementes sejam expostas, como é o caso da copaíba (*Copaifera langsdorffii*).

Figura 3.3 – Fruto e semente de copaíba (*Copaifera langsdorffii*), com presença de arilo alaranjado envolto na semente.

Fonte: Autores.

Figura 3.4 – Frutos de tamboril-da-mata (*Enterolobium contortisiliquum*), do tipo indeiscente.

Fonte: Autores.

Figura 3.5 – Fruto de lobeira (*Solanum lycocarpum*), do tipo carnoso.

Fonte: Autores.

Outros frutos não se abrem sozinhos (são os chamados frutos indeiscentes). Em algumas dessas espécies, os frutos caem da árvore quando maduros. Nesse caso, a metodologia de coleta será a catação manual no chão.

Mas e se, mesmo maduros, alguns frutos continuarem presos à planta-mãe? Para esses casos, funciona a mesma regra dos frutos deiscentes: quando a grande maioria dos frutos já estiver caindo, aqueles que permanecem no pé devem estar no ponto ideal de coleta. Devem-se observar também outras características para assegurar o ponto de maturação e colheita ideal, como dureza e coloração do fruto, e se ele se solta facilmente do pé.

Um exemplo de espécie com frutos secos, que não expõem suas sementes quando maduros e que nem sempre caem naturalmente da árvore, é o tamboril-da-mata (*Enterolobium contortisiliquum*) (Figura 4). Para coletá-los, vale utilizar alguma estratégia para favorecer a queda, como balançar os galhos. No tamboril, assim como em muitas outras espécies, as sementes maduras ficam soltas dentro do fruto e fazem um som característico quando sacudidas – uma dica valiosa para averiguar o ponto de maturação e coleta.

Espécies com frutos carnosos (que têm polpa, suculentos) também tendem a cair quando maduros, mas é importante antecipar-se e coletá-los enquanto a maioria deles segue presa à planta. Tais frutos tendem a ser intensamente predados, processo que se intensifica quando caem no chão, o que diminui o potencial germinativo e a viabilidade das sementes. Para saber quando os frutos estão maduros para coletar, use a mesma lógica citada anteriormente: espere as primeiras unidades caírem no solo e colete as que ainda estiverem presas à árvore. Mais uma vez, é importante observar aspectos como coloração, textura e maciez dos frutos, que não devem apresentar resistência para serem colhidos. Um exemplo de espécie com esse tipo de fruto é a lobeira (*Solanum lycocarpum*) (Figura 5).

É válido coletar frutos diretamente do chão, desde que estejam totalmente íntegros. Frutos predados, com resinas na casca ou quaisquer

outros sinais que façam duvidar de sua qualidade não devem ser coletados, ou podem condenar o lote – ou até o estoque – de sementes armazenado. Ao coletar frutos do chão, tome cuidado com animais peçonhentos. Se for coletar frutos presos a plantas altas, o podão pode ser um ótimo aliado. Evite a poda de galhos longos: o ideal é retirar apenas o galho ponteiro que contém o fruto.

As características ecológicas e morfológicas das espécies nos dão dicas de como coletar suas sementes. Ao observar um pé de ipê com frutos maduros (Figura 6a), podemos ver que os frutos se abrem e expõem as sementes, que por sua vez são levadas pelo vento. Como coletá-las, então? Colocar uma lona sob a árvore e chacoalhá-la resultará em milhares de sementes voando pelo ar, alguns frutos no pé e a lona vazia. Assim, não vale a pena coletar quando a maioria dos frutos já estiverem abertos. Isso aumenta o esforço e diminui o rendimento. Para espécies com frutos alados, é mais produtiva a coleta anterior à abertura dos frutos, com ferramentas de poda alta. Isso vale tanto para os que se abrem e possuem sementes aladas quanto para aqueles que possuem alas externas como o capitão-da-mata (*Terminalia argenta*) (Figura 6b). Coletar esse tipo de fruto um pouco antes do auge da dispersão será muito mais produtivo.

Figura 3.6 – Frutos e sementes alados: a) fruto e sementes de ipê (família Bignoniaceae); b) fruto de capitão-do-mato (*Terminalia argenta*), com ala externa.

Fonte: Autores.

Para as espécies arbustivas e subarbustivas, muitas das regras citadas acima são válidas, ainda que existam outros padrões a serem abordados. As herbáceas requerem mais atenção: é comum os coletores retirarem flores pensando ser frutos e sementes. Estruturas florais podem ser identificadas a olho nu (como as anteras, evidentes na Figura 7) e indicam que talvez valha a pena aguardar um pouco mais para fazer a coleta. Uma dica para saber se o ponto de coleta está correto é macerar os frutos/sementes na palma da mão. Se toda a estrutura for destruída, é porque não está no ponto ideal. Porém, se depois de esfregar o material, algumas estruturas consistentes sobrarem na palma da sua mão, o ponto de coleta está correto – a estrutura restante provavelmente é a semente.

Existem muitos outros detalhes sobre a coleta de espécies herbáceas – tantos, que extrapolam o escopo desta publicação. Fica apenas a provocação, para que possamos começar a observar e valorizar as "plantas pequenas" que representam a maior riqueza florística de nossos campos e savanas.

Figura 3.7 – Estruturas florais (anteras) de gramínea.

Fonte: Autores.

Coletar sementes de forma responsável, com menor custo, maior qualidade e maior rendimento, é nosso maior desafio. Para embasar a tomada de decisões no momento da coleta, a partir dos padrões observados na natureza, apresentamos a Tabela 2 a seguir.

No trabalho com sementes nativas, muitas técnicas de coleta ainda são artesanais e manuais. Não existem protocolos estabelecidos. Como nossa biodiversidade é imensa, criar protocolos para todas as espécies é um esforço grande e desnecessário. O importante é entender os padrões existentes nos vários tipos de frutos e ter sempre em mente o valor da observação. Na ausência de manuais, temos de aprender com a própria natureza. Criatividade e inovação são sempre bem-vindas.

3.7. A ética da coleta

Entender nosso papel na conservação dos biomas nativos é essencial para nossa formação como coletores de sementes nativas. As sementes representam a garantia de perpetuidade das populações de plantas na natureza. Por isso, a atividade de coleta precisa respeitar boas práticas, para não causar

Tabela 3.2 – Métodos, ferramentas e dicas para os diversos tipos de frutos das espécies arbóreas.

Tipo de fruto	Técnica sugerida	Ferramentas	Exemplos	Dicas
Seco que se abre para expor semente que não "voa".	Coleta da árvore, podão, catação manual do chão.	podão, tesoura de poda	urucum, farinha-seca, copaíba, angico, sapucaia	Quando 20% dos frutos do pé já estiverem se abrindo, pode coletar o restante (respeitando as boas práticas de coleta). No caso de coleta do chão, observar o custo/benefício.
Seco que não se abre e possui alas externas (asas).	Catação manual do chão, sacudir a árvore.	podão	capitão, mussambé, carvoeiro, caviúna, jacarandá- da-bahia, barriguda	Colete um pouco antes do total ponto de maturação.
Seco que não se abre.	Catação manual do chão, sacudir a árvore.	podão, catação manual do chão	tamboril, angelim-de-saia, fava-benguê, pau-ferro	Colete do chão, porém observe presença de resinas e buracos na "casca".
Carnoso (mole, suculento que não se abre).	Catação manual do chão ou da árvore, podão.	tesourão de poda, podão, tesoura pequena de poda	lobeira, quina, bacupari	Observe outras características como cheiro, textura, peso.
"Mole" que se abre.	Coleta manual ou com uso de ferramenta.	podão, tesourão de poda, tesoura pequena de poda	xilópia, araruta, camboatá	Observe outras características como cheiro, textura e coloração. A regra dos 20% se aplica.
Abre e tem sementes que "voam" (ou outras estruturas que levam as sementes para longe).	Coleta da árvore.	podão	ipês, pau-santo, jequitibá, veludo-do-cerrado, paineira	Colete um pouco antes da total abertura dos frutos. A regra dos 20% se aplica.
Herbáceas	Coleta manual.	foice de mão	capins nativos	Observe presença de anteras, macere na mão para observar a presença de semente.

Fonte: Experiência de campo da empresa VerdeNovo Sementes Nativas, 2021.

impactos negativos. Ao coletar, mantenha uma postura de respeito. Além de nós, outros animais utilizam frutos como fonte de energia. Por isso, não retire todos os frutos de um indivíduo. Observe o limite de 30% dos frutos de uma planta, estejam eles no pé ou no chão. Para que tenhamos mais frutos e sementes para coletar no futuro, esses cuidados são essenciais no presente.

> A coleta é feita buscando frutos ou sementes. A flor não é alvo de coleta. Por isso não destrua, não colete e não manuseie essas estruturas. Precisamos da flor para que tenhamos sementes. Qualquer dano nas estruturas reprodutivas irá acarretar uma baixa produção e, consequentemente, baixa coleta.

Priorize coletar em fragmentos nativos maiores e com relativa conectividade com outros fragmentos bem conservados da paisagem. Áreas completamente isoladas, sem conectividade, e com baixa diversidade e abundância, podem dar origem a lotes de sementes com baixa variabilidade genética. Além disso, nunca colete apenas sementes de um único indivíduo. Priorize a coleta de sementes de mais de uma planta matriz. Assim, você terá melhor variabilidade genética nos futuros plantios.

Claro que, em muitos municípios brasileiros, pode ser difícil encontrar áreas grandes, conservadas e com conectividade, infelizmente. Por isso, é importante priorizar as melhores ações de boas práticas cabíveis, dentro das inúmeras realidades brasileiras. Cada município tem sua história, sua gente, seus problemas e suas soluções, por isso aproveite o potencial local da sua região. Trabalhe com a base comunitária para coleta de sementes e produção de mudas.

3.8. Quando coletar?

As espécies nativas apresentam padrões de frutificação diferentes, de acordo com as condições ecológicas de sua área de ocorrência. Existem publicações diversas sobre época de frutificação (indicamos o material da Embrapa para cada um dos biomas), que abrangem desde panoramas mais locais até os biomas como um todo. Essas publicações são relevantes, pois trazem compiladas informações diversas sobre um grande número de espécies, podendo direcionar o entendimento sobre as espécies nativas no primeiro momento.

Porém, nada substitui a prática. Calendários genéricos direcionam, mas o melhor conhecimento adquirido sobre espécies nativas vem da observação em campo. Portanto, para uma boa definição sobre a melhor época de coleta, período de maturação e organização das atividades de campo, devem ser feitas visitas constantes às áreas-alvo. Essas visitas vão gerar conhecimentos sobre a fenologia das espécies-alvo e podem subsidiar a organização do calendário local de coleta.

A constância no campo é relevante não só para o levantamento das espécies e marcação de matrizes (para árvores), ou áreas matrizes (para espécies herbáceas e/ou arbustivas), mas para permitir que sejam feitas corretas identificações botânicas. Seja para produção de mudas, seja de sementes nativas, a identificação botânica é um dos pontos primordiais e precisa ser assertiva, inclusive para atender à legislação vigente (Lei nº 10.711/2003, Decreto nº 10.586/2020).

Abaixo, sugerimos uma planilha para acompanhamentos mensais, ou quinzenais, das regiões-alvo no território em que se atua (Tabela 3). Esses acompanhamentos são necessários durante todo o ano e devem ser repetidos durante mais de uma estação seca e chuvosa, inverno e verão, ou qualquer marcação temporal relevante para sua região. Essa repetição, ao longo do tempo, traz

Tabela 3.3 – Exemplo de como podem ser registradas e controladas as atividades de observação e coleta de sementes de árvores matrizes.

Local: Brasília-DF		Ano: 2020											
Nome científico	Nome popular	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Achyrocline satureioides	macela	-	-	-	-	FL	-	-	FL/FR	FR	FR	-	-
Acrocomia aculeata	macaúba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FR	-	-
Adenanthera pavonina	tento- vermelho	-	-	-	-	FV	-	FM	-	-	-	-	-
Caryocar brasiliense	pequi	FR	-	-	-	-	-	-	-	FL	-	-	FR
Copaifera l angsdorfii	copaíba	não teve produção nesse ano											
Byrsonima basiloba	muricizão	-	-	-	-	-	-	-	FR	FM	-	-	-
Bixa orellana	urucum	-	FL	-	-	FM	-	-	-	-	-	-	-
Bowdichia virgilioides	sucupira-preta	-	-	-	-	FL	-	-	FR	FR	-	-	-
Buchenavia tomentosa	mirindiba	-	-	-	-	-	-	FV	FM	FM	FM	-	-
Dalbergia miscolobium	jacarandá-do-cerrado	-	-	-	FR	FM	FM	FM	FM	FM	-	-	-
Dalbergia nigra	jacarandá-da-bahia	-	-	-	-	-	-	-	FM	FM	-	-	-

Como no exemplo acima, marque nas células a fenofase encontrada para a espécie naquele mês: flor (FL), fruto (FR), fruto verde (FV), fruto maduro (FM). Anote outras características relevantes também. Aproveite ao máximo seu poder de observação.

Fonte: VerdeNovo Sementes Nativas, 2021.

um entendimento sobre o contexto de paisagem da região e pode direcionar tomadas de decisão para as atividades de coleta, além de permitir uma previsibilidade maior.

O conhecimento dos padrões temporais de frutificação tem um impacto direto nos custos e na organização das atividades de coleta, ou seja, entendendo os meses de maior produção, é possível direcionar um tempo maior de dedicação à atividade (por exemplo, destacando um número maior de coletores para campo). Em meses de baixa produção, a dedicação pode ser direcionada para beneficiamento das sementes, controle de estoque, testes de germinação e produção de mudas, entre outros.

As visitas a campo permitem, ainda, marcar com GPS as árvores e áreas matrizes e conhecer os melhores trajetos para acessá-las. Com o tempo, torna-se possível dimensionar o tamanho da equipe, e o tipo e a quantidade de material a deslocar para campo, e até mesmo prever a quantidade de sementes a coletar.

O processo produtivo – da semente no pé até a semente plantada no chão – precisa ser organizado, sistematizado e mensurado. Esse entendimento soma um potencial maior para todos os envolvidos, sejam eles viveiristas, consumidores, prefeituras, sejam coletores. A profissionalização da cadeia produtiva permite prever a disponibilidade de sementes no mercado e garantir sua qualidade. O resultado, a longo prazo, são ações mais efetivas e o escalamento da produção.

3.9. Como beneficiar?

Muitas pessoas acreditam que a atividade-fim é coletar, e aí reside um erro que compromete todo o trabalho. A coleta é o meio. A atividade-fim é levar aquela unidade (semente) para o solo/substrato, visando à germinação, ao estabelecimento e ao desenvolvimento de um indivíduo em campo.

Semente é vida. Nela residem as informações genéticas para a formação de um novo indivíduo. Para que ela possa encontrar as condições necessárias para germinar, crescer e se desenvolver, é primordial que se mantenha viva. Portanto, o desafio maior no estágio pós-colheita é fazer com que a semente "dure" e mantenha seu potencial. A fase após a coleta é, portanto, de extrema importância e envolve uma série de processos específicos por espécie. Após a retirada do fruto do pé, precisamos pensar em muitos fatores. Onde colocar a semente/fruto? Como transportar? É preciso secar? Como apurar? Como limpar?

Todas essas perguntas fazem parte do processo de beneficiamento, ou seja, do caminho a ser seguido por determinado lote de sementes no período pós-colheita, até o momento de entrega para o cliente, que procederá com o plantio direto em campo ou a produção de mudas.

As sementes têm características próprias que são relevantes para as definições das estratégias de colheita. Do mesmo modo, tais características indicam os melhores processos de beneficiamento, que também devem ser baseados naquilo que acontece naturalmente. Mais uma vez, ressaltamos a importância do trabalho constante de observação em campo.

Na maioria das espécies, os frutos se soltam da planta ao amadurecer. Há frutos, no entanto, que podem não estar totalmente maduros no momento da dispersão [2]: eles "caem antes do tempo". Por não terem completado o ciclo de maturação, não podem perder água, ou seja, são intolerantes à dessecação.

As espécies que suportam a perda de água, ou seja, que são tolerantes à dessecação, são sementes ortodoxas. Já as sementes que se dispersam antes do "tempo ideal", sendo intolerantes à dessecação, são denominadas recalcitrantes.

A capacidade de tolerar a dessecação deve definir o recipiente em que a semente será guardada do campo até o local de beneficiamento. O objetivo é garantir a viabilidade do material coletado, com a manutenção das condições de temperatura e umidade ideais e com a diminuição das chances de proliferação de fungos e ataque por insetos herbívoros.

Entre as opões de sacos disponíveis – papéis, plásticos ou panos –, qual escolher? A grande maioria das espécies podem ser inicialmente armazenadas em sacos de papel *kraft*. Os sacos plásticos são indicados para os frutos moles ou com polpa, carnosos. Sacos de ráfia são indicados para coletas de frutos maiores, como *Lecythis pisonis* (sapucaia) e *Hymenaea courbaril* (jatobá-da-mata).

Uma vez na base de beneficiamento, é preciso retirar todas as sementes de suas embalagens e deixá-las expostas, para que não sejam gerados microambientes que favoreçam a proliferação de fungos. Cuidado especial deve ser dado às espécies guardadas nos sacos plásticos. Em dias de calor intenso, eles podem levar à transpiração das sementes, causando proliferação muito rápida de fungos e perda total dos lotes de sementes.

Recomendamos que a base de beneficiamento seja um local coberto (varanda, galpão, garagem ou sala) que tenha acesso a uma área aberta, ensolarada. Muitas das metodologias utilizadas para o beneficiamento são artesanais e não existe padronização. As ferramentas que auxiliam nesse processo podem ser adaptadas, ou também desenvolvidas especialmente para esses trabalhos, sendo que as mais utilizadas são peças comuns, como tesoura de poda, canivete, pilão e peneiras.

As sementes recalcitrantes, ou sementes moles (como são chamadas popularmente), não podem perder água e apresentam dificuldade para serem armazenadas, ou seja, podem acabar morrendo em pouco tempo após a colheita. A estratégia natural delas envolve mecanismos rápidos de germinação em campo, por isso a melhor destinação para essas espécies é a colheita e plantio imediato, ou em campo diretamente (plantio direto ou semeadura direta), ou via produção de mudas. Durante o beneficiamento, elas não devem ser secadas, mas sim lavadas para retirada da polpa (caso tenha), ou catadas manualmente. Máquinas despolpadeiras também podem ser utilizadas, bem como lavagem com auxílio de peneiras. Como geralmente são sementes mais delicadas e frágeis, todas as ações precisam ser realizadas com cuidado e atenção, para não danificar as sementes.

Para as sementes que suportam a dessecação, é crucial garantir o ponto certo de secagem. Após a colheita, o ideal é deixá-las em um ambiente arejado e preferencialmente sombreado. A partir daí, o beneficiamento segue caminhos diversos, como lavagem, catação manual, maceração em peneiras e pilões, uso de outras ferramentas etc. É fundamental entender o padrão do fruto (tipo de fruto) e replicar a estratégia de beneficiamento para as espécies que se encaixam naquele grupo. Por exemplo: para frutos carnosos (com polpa), as etapas de descanso na sombra, na água ou a seco, para maturação completa, lavagem em água corrente com uso de peneiras e secagem sob tela é uma estratégia de alto rendimento e menor custo. Para espécies com frutos secos que se "abrem" e possuem sementes pequenas com estruturas de voo – padrão comum para plantas da família Asteraceae –, o ideal é bater o material coletado dentro de um saco para que as sementes se soltem dos frutos, ou macerá-lo em peneiras.

Além disso, observe sempre as espécies que possuem associação com animais, como morcegos e formigas, pois eles podem ser grandes aliados na limpeza das sementes. Por exemplo: a semente do guanandi (*Calophyllum brasiliense*), se coletada embaixo de árvores que servem como dormitório de morcegos, é encontrada no chão, completamente limpa.

A seguir, apresentamos alguns padrões de frutos observados e como solucionamos, por meio de observação e experiência prática, seus processos de beneficiamentos (Tabela 4).

Tabela 3.4 – Técnicas e procedimentos para o beneficiamento de sementes.

Tipo de fruto	Técnica sugerida para beneficiamento	Ferramentas	Exemplos	Dicas
Seco que se abre para expor semente que não "voa".	Secar na sombra ou no sol da manhã, separação das sementes, catação manual.	Aguardar abertura natural podendo utilizar tesoura de poda em alguns casos.	urucum, farinha-seca, copaíba, angico, sapucaia	Para frutos que se abrem em formato de tampinha (jequitibá, sapucaia), espere a abertura natural e retire a tampa assim que essa se soltar. Mantenha os frutos abertos para secagem total das sementes e, somente após o desprendimento das sementes, retire-as e coloque-as para secar na sombra.
Seco que não se abre e possui alas externas (asas).	Secagem na sombra, retirada das alas com tesouras ou por meio de esfregaço na peneira, utilizando o vento para "soprar", nenhuma ação.	tesoura normal ou de poda	capitão, mussambé, carvoeiro, caviúna, jacarandá-da-bahia, barriguda, gonçalo-alves, aroeira	Em espécies como jacarandá-da-bahia, caviúna ou outras parecidas não precisam ser retiradas as "sementes" da casquinha para armazenamento. Retire somente próximo ao plantio para produção de mudas.
Seco que não se abre.	Secar na sombra ou no sol da manhã. Retirada utilizando metodologias diversas de cortes ou pilão.	tesoura de poda, pilão, marreta, martelo	tamboril, angelim-de-saia, fava-benguê, pau-ferro	Ao usar ferramentas cortantes, cuidado para não lecionar as sementes. Priorize corte pelas bordas e utilize EPIs (equipamento de proteção individual).
Carnoso (mole, suculento que não se abre).	Deixar na água, ou em uma bacia na sombra, para que favoreça o amolecimento da polpa. Se a polpa for de fácil remoção, não deixe de molho e passe para a lavagem.	Lavagem em água corrente com auxílio de peneiras. Para auxiliar na retirada da polpa, utilize areia lavada.	lobeira, quina, bacupari, mandiocão, mirindiba	Não deixe a pleno sol. Se a polpa secar, ficará difícil a remoção. Para os frutos que forem deixados fora da água, na sombra, é ideal o manuseio diário para que não ocorra o secamento da polpa. A ideia é que com o tempo a polpa amoleça. Se esse efeito não estiver ocorrendo, coloque na água e acompanhe.
"Mole" que se abre.	Deixar amarrados em sacolas plásticas para que favoreça a abertura ou amolecimento da casca externa do fruto.	Esfregaço com auxílio de peneira e lavagem em água corrente.	xilópia, araruta, camboatá-vermelho	Acompanhe o processo de perto. Se os frutos não se abrirem dentro do saco fechado, porém começarem a amolecer a "casca" externa, basta esfregar na peneira para retirada das sementes. Se permanecerem fechados e consistentes, deixe os frutos na água antes de beneficiar.

(continua)

(continuação)

Tipo de fruto	Técnica sugerida para beneficiamento	Ferramentas	Exemplos	Dicas
Abre e tem sementes que "voam" (ou outras estruturas que levam as sementes para longe).	Secar na sombra, separação das sementes, catação manual, uso de peneiras.	-	ipês, pau-santo, jequitibá, veludo-do-cerrado, paineira, assa-peixe	Após a abertura dos frutos separe as sementes e deixe-as secar por mais uns dias na sombra.
Herbáceas	Secar na sombra, separação das sementes com auxílio de peneiras.	peneiras, triturador de forragem	capins nativos	Para algumas espécies, vale a pena o investimento de maior tempo na coleta das sementes mais puras o possível, devido ao grande trabalho para beneficiar.

Fonte: Experiência de campo da empresa VerdeNovo Sementes Nativas e de parceiros, 2021.

Se, depois de beneficiadas, as sementes forem armazenadas por um tempo, até que cheguem a seu destino final, elas devem ser constantemente avaliadas. O gerenciamento do estoque – abrir os sacos, checar a presença de insetos, larvas, fungos – é essencial para garantir a viabilidade das sementes e dos plantios delas derivados.

3.10. Viveiro

Com as sementes em mãos – coletadas por nós ou adquiridas de terceiros –, é chegada a hora de plantar. A semeadura direta em campo ganha cada vez mais espaço no Brasil, por permitir plantios mais densos e a menor custo que aqueles feitos por mudas. Na região Centro-Oeste, tem se mostrado uma alternativa interessante para a restauração ecológica [3-5]. Em contextos urbanos no Cerrado, tem se mostrado viável para a execução de jardins [6,7]. Há projetos, no entanto, que se beneficiam do plantio de mudas, pois requerem plantas maiores desde o primeiro dia. Esse é o caso dos projetos de arborização urbana. Nesta seção, orientamos a produção de mudas, em viveiro, para suprir a demanda de tais projetos.

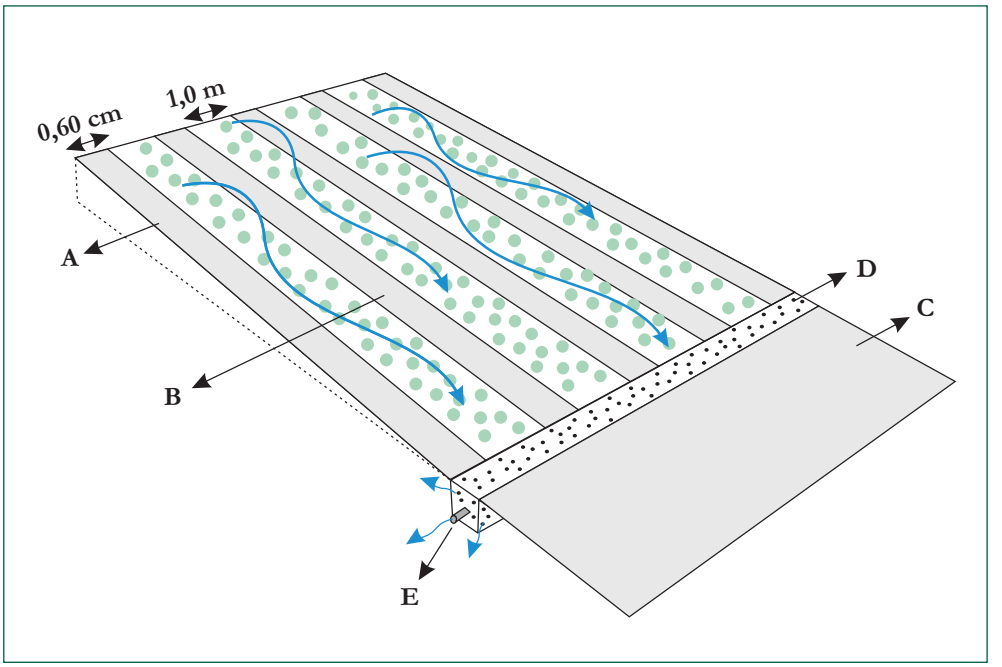
Para definir o local onde construir o viveiro, é preciso pensar primeiramente na água. Sua falta ou seu excesso trazem problemas graves para o sistema. É preciso que a água possa entrar e possa sair desimpedidamente do viveiro. Para ela entrar, é indispensável ter um ponto de abastecimento no local. E para sair – estamos falando do excesso de irrigação e de chuva –, o ideal é que o terreno seja inclinado, o suficiente para permitir que a água escoe, mas não a ponto de pegar velocidade e criar processos erosivos.

O viveiro deve ser constituído por faixas de canteiros e faixas de circulação (Figura 8). Essas faixas devem ser inclinadas, acompanhando o declive do terreno, para que possam ser naturalmente drenadas. O lado mais baixo do viveiro deve receber uma via de acesso principal, perpendicular aos canteiros, por onde eventuais veículos possam circular. O motivo de sua localização

é simples: é mais fácil descer com as mudas, na hora de carregar veículos para retirá-las do viveiro, que deslocá-las na horizontal ou, pior, morro acima.

Recomenda-se que as faixas de canteiros tenham 1 m de largura, para que todas as mudas possam ser acessadas com facilidade, e que as faixas de circulação tenham 60 cm, medida que permite a passagem de um carrinho de mão. A base do conjunto de canteiros e caminhos pode receber uma trincheira de drenagem a fim de evitar o empoçamento da água (Figura 8). Trata-se de uma vala linear, com no mínimo 40 cm de largura e 40 cm de profundidade, que deve ser preenchida com brita, pedrisco, cacos de telhas e de tijolos, ou outros materiais que permitam o temporário acúmulo de água e sua posterior infiltração no solo. Pode-se avaliar a colocação de um tubo perfurado na base da trincheira para recolher o excesso de água, que pode ser destinada a outro lugar. Se o terreno for completamente plano, as trincheiras de drenagem devem ser executadas sob os caminhos, a cada 3 m, aproximadamente [8].

Figura 3.8 – Esquema geral de um viveiro: faixas de canteiro e de circulação (A,B), vias de acesso principal (C), trincheiras de drenagem (D) com tubos perfurados para drenagem (E).



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

3.11. Cobrir ou não cobrir: eis a questão

Os canteiros do viveiro devem ser cobertos com sombrite? Há controvérsias. Aqui, vamos defender que não é necessário cobri-los. Viveiros descobertos são, naturalmente, mais baratos e rápidos na hora de construir. O sombreamento parcial é fundamental apenas durante as fases de germinação e estabelecimento inicial das mudas (até que produzam um ou dois pares de folhas). Pode-se obter esse sombreamento temporário com uma pequena área de sombrite, ou por meio de árvores que não façam sombra demais e que permitam que as plantas tomem sol,

preferencialmente pela manhã (evitando-se as horas mais quentes do dia). Evite a sombra de árvores, que podem atrair raios e sofrer frequentemente com queda de galhos (como os angicos).

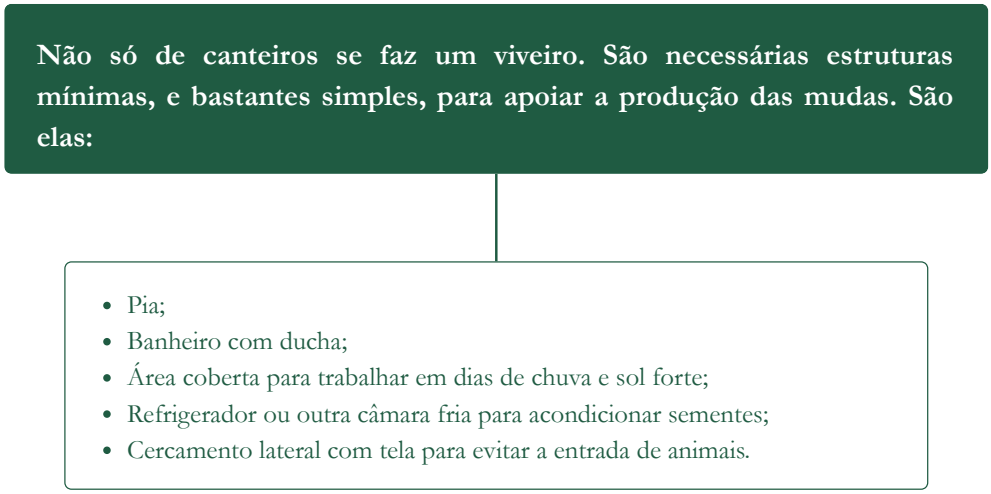
Alternativamente, os recipientes recém-semeados podem ser protegidos do sol e do impacto da chuva com palha de coqueiro, sacos de batata ou retalhos de algodão, entre outros. Pode-se também cobrir o substrato com uma fina camada de palha de arroz ou de capim (sem sementes). Se for possível carbonizar a palha de arroz antes de usar, tanto melhor, para que não "roube" nitrogênio do substrato em seu processo de decomposição.

3.12. Onde semear?

E o que dizer do uso de sementeiras? Vale a pena utilizá-las? Mais uma vez, de forma controversa, vamos defender que seu uso não é necessário. Por terem uma quantidade diminuta de substrato, demandam irrigação muito frequente. Além disso, implicam o manuseio das raízes das plântulas no momento da passagem para o recipiente final, um processo potencialmente estressante para as plantas – e para as pessoas. Se a taxa de germinação da espécie em questão for superior a cerca de 30%, pode ser mais simples e direto semear no recipiente final.

A produção adequada de mudas em viveiros exige não apenas a instalação dos canteiros, mas também a presença de estruturas de apoio que garantam higiene, acondicionamento de sementes e condições mínimas de trabalho. A Figura 9 apresenta os principais elementos que devem compor essa infraestrutura básica para o funcionamento de um viveiro.

Figura 3.9 – Estruturas de apoio.



Fonte:Autores; Zabotto Ambiental.

3.13. Que recipientes usar: tubetes ou saquinhos?

Antes de seguir detalhando o projeto do viveiro, é importante ponderar sobre o tipo de recipiente a utilizar na produção das mudas. No cultivo de plantas para arborização urbana, será preferível trabalhar com tubetes ou com saquinhos?

Os tubetes oferecem vantagens significativas. Conduzem o crescimento das raízes no sentido correto (para baixo, evitando enovelamento), são recicláveis, ocupam menos espaço e são mais leves e práticos para transportar. São ideais para atender a grandes demandas por mudas, em que a escala de produção permita superar os altos custos iniciais e desafios técnicos que seu uso impõe.

O grande diferencial dos tubetes está em produzir mudas em pequenos volumes de substrato: a economia de substrato resulta em economia de espaço de viveiro, aumentando sua produtividade. Porém, o volume de substrato implica também no tamanho da muda a ser produzida: quanto mais substrato, maior é o potencial de crescimento da planta ainda no viveiro. Isso é relevante, pois projetos de arborização urbana são mais bem atendidos por mudas maiores e mais robustas, pois elas tendem a se estabelecer melhor em campo e têm menos propensão a serem vandalizadas, ou mesmo arrancadas em contextos urbanos.

Nesse sentido, saquinhos podem ser mais interessantes. Para a maioria das espécies nativas utilizadas em arborização urbana na região Centro-Oeste, isto é, para as espécies típicas de matas do Cerrado, Pantanal e Amazônia, podem ser utilizados sacos de 5 L (Ø sup. 20 cm; Ø inf. 17 cm; alt. 20 cm; esp. 200 *micra* ou mais), que permitem que as mudas atinjam portes consideráveis, com mais de 1 m de altura e 10 mm de DAP, ainda no viveiro.

Alternativamente, podem-se experimentar os chamados 11x23 (sacos de 770 ml com Ø 7 cm e alt. 20 cm; esp. 100 *micra* ou mais), que possibilitam a produção de mudas de até 70 cm de altura, com DAP de 8 a 10 mm. Suas dimensões otimizam o uso do espaço do viveiro e de meios de transporte, mas requerem cuidado redobrado no momento do plantio: por ser pequeno, o torrão poderá secar rapidamente, exigindo imediata irrigação; e a planta deverá ser tutorada, por ter muita parte aérea para pouca raiz.

Os saquinhos 11x23 são opções interessantes – bem melhores que os de 5 L – para a produção de mudas das espécies típicas das savanas da região. Por serem mais finos e compridos, permitem um desenvolvimento radicular inicial vertical, importante para essas plantas. Isso vale para árvores, arbustos e ervas. Para produzir mudas de capim, saquinhos menores são suficientes: recomendamos o emprego dos 10x15 (volume de 420 ml com Ø 7 cm e alt. 12,5 cm; esp. 100 *micra* ou mais).

Em geral, o tamanho do saquinho – e sua eventual substituição por outros recipientes, como embalagens cartonadas (como caixas de leite longavida) e garrafas PET – deve ficar a critério da comunidade envolvida no dia a dia do viveiro.

Os saquinhos têm mais uma vantagem: por terem bocas mais largas, podem ser atendidos por sistemas simples de irrigação, como os habituais microaspersores (bailarinas). Tubetes, ao contrário, devem ser molhados de forma mais especializada e mais frequente. Mais especializada porque, por serem mais finos, são mais difíceis de molhar: a água deve incidir precisamente sobre cada um deles, uma proeza quase impossível para os sistemas mais comuns e baratos de irrigação. E de forma mais frequente porque o substrato, por ser pouco, irá secar rapidamente. Em tubetes, as mudas devem ser molhadas três ou até quatro vezes por dia.

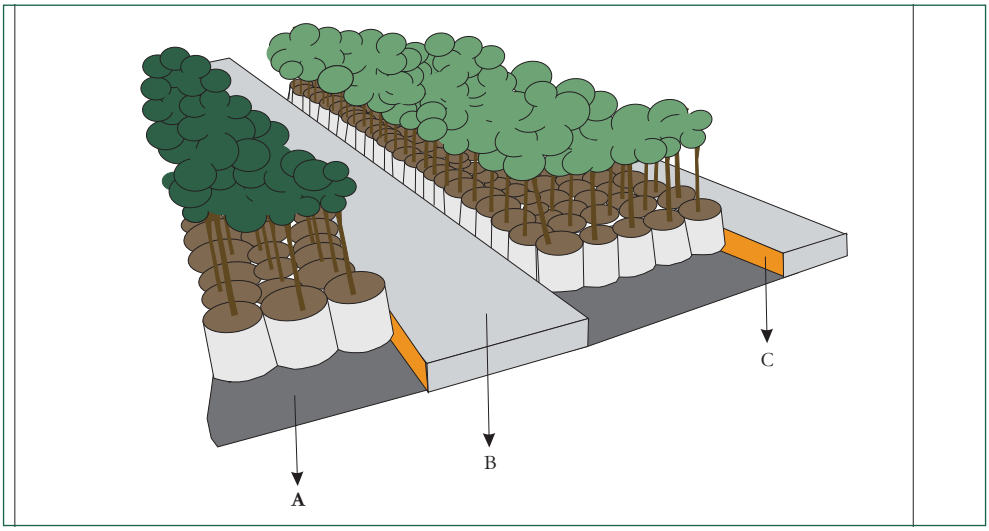
Os saquinhos ocupam mais espaço e pesam mais que os tubetes – características que terão consequências tanto no espaço do viveiro quanto na hora de transportar – e não podem ser reutilizados. Mas são mais simples de usar e dão suporte ao estabelecimento de mudas maiores no viveiro. Exigem investimento inicial menor e mão de obra menos especializada. Por essas razões, consideramos que os saquinhos são mais adequados para a produção de mudas para arborização urbana na maioria dos pequenos viveiros de municipalidades da região Centro-Oeste do Brasil. Assim, o restante deste capítulo está focado nas condições e técnicas para produção de mudas em saquinhos.

3.14. Como acondicionar os saquinhos com mudas no viveiro?

Para evitar custos excessivos com mesas e outros suportes, pode-se optar por distribuir os saquinhos de mudas diretamente no chão (Figura 10). É importante suprimir a matocompetição, ou seja, o surgimento de plantas espontâneas que podem competir com as mudas por recursos, utilizando-se uma lona plástica sobre o solo, por baixo dos saquinhos. Não importa o tipo de plástico: o mais relevante é que sejam peças grandes, contínuas, para que as raízes das plantas cultivadas não tenham brechas por onde encontrar o solo.

Mais que apenas permitir a circulação, os caminhos entre os canteiros do viveiro podem exercer uma função bastante importante: proteger as laterais das fileiras de mudas de sol, calor, vento e luz – elementos que podem desidratar os saquinhos e as raízes das plantas, retardando seu desenvolvimento. Isso pode ser conseguido elevando-se a altura dos caminhos por meio da adição de algum material inerte, como areia (Figura 10). Deve-se evitar a utilização de brita ou pedrisco, que, além de permitir o surgimento de plantas espontâneas, são materiais pesados e difíceis de mover. Pode-se optar pelo uso de materiais orgânicos, desde que sejam ricos em carbono e pobres em nitrogênio: bons exemplos são serragem e palha de arroz. Qualquer que seja o material escolhido, recomenda-se a utilização de uma camada de 7,5 cm a 10 cm, contida lateralmente por um material simples, como papelão (Figura 10). Desse modo, será possível dispensar o uso do plástico por baixo dos caminhos, e as raízes das mudas nos saquinhos poderão ser mantidas sempre frescas.

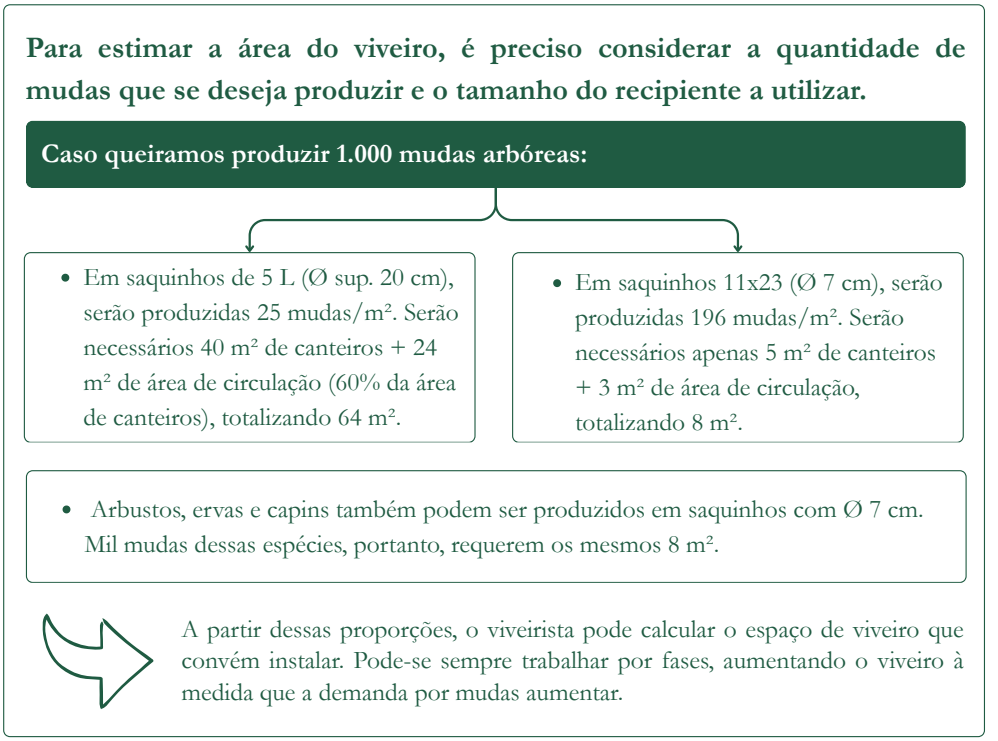
Figura 3.10 – Esquema da disposição das mudas no viveiro: uso de lonas plásticas sobre o piso (A), adição de material inerte (B) contido com papelão (C).



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

O dimensionamento da área de um viveiro depende do número de mudas que se pretende produzir e do tamanho dos recipientes utilizados. A Figura 11 ilustra como essas variáveis influenciam diretamente o espaço necessário para instalação dos canteiros e áreas de circulação, tomando como exemplo a produção de 1.000 mudas.

Figura 3.11 – Tamanho do viveiro.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

3.15. Como preparar o substrato?

São três os componentes básicos de substratos para a produção de mudas arbóreas.

Solo: terra natural que pode ser obtida nas proximidades do viveiro. Deve-se evitar a camada superficial do solo, por conter sementes – o ideal é retirá-lo a cerca de 30 cm de profundidade. É fonte de ferro, micronutriente necessário para todas as plantas, e de alumínio, fundamental para algumas espécies típicas de savanas da região Centro-Oeste.

Condicionador de solo: fonte de carbono (matéria orgânica) adicionada ao solo para criar melhores condições para o desenvolvimento das plantas. Não é, em si, uma fonte preferencial de nutrientes, mas é fundamental para reter nutrientes de outras fontes, assegurando sua disponibilidade e evitando sua lixiviação (remoção de nutrientes minerais solúveis causada pela ação da água que carrega consigo os elementos químicos que foram dissolvidos). É a base da teia alimentar do solo. Condicionadores de solo comerciais e substratos comerciais (que costumam ser uma mistura de condicionadores com fertilizantes) têm a vantagem de virem livres de sementes indesejadas. De forma alternativa, podem ser empregadas fontes comuns de matéria orgânica: palha de arroz (previamente carbonizada), esterco de gado ou galinha (extremamente bem curtido; do contrário, poderá botar a perder toda a produção), composto orgânico (que tenha efetivamente completado o ciclo de compostagem, ou seja, aquecido e esfriado completamente) e húmus de minhoca.

Areia: material adicionado para assegurar a adequada drenagem do substrato elaborado.

A eles, deve-se considerar a adição dos seguintes elementos:

NPK – fertilizante mineral com os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio. Sugere-se o uso na formulação 4-14-8. Pode ser dispensado caso o condicionador de solo empregado seja substrato comercial, esterco, composto ou húmus de minhoca.

Micronutrientes – fertilizante mineral com coquetel de micronutrientes, ou seja, com nutrientes indispensáveis para o desenvolvimento da planta, necessários em quantidades diminutas.

Pó de rocha – fonte de minerais ricos em macro e micronutrientes.

Termofosfato – fonte de fósforo de liberação lenta no solo.

Calcário – aumenta o pH do solo e, assim, a disponibilidade de certos nutrientes. Seu emprego pode ser favorável no cultivo de árvores de origem florestal, mas desfavorável no cultivo de árvores, arbustos e ervas de origem savânica e campestre.

3.15.1. *Substratos para espécies florestais*

A maioria das espécies nativas da região Centro-Oeste atualmente cultivadas e empregadas em projetos de arborização urbana ocorrem naturalmente em florestas. Para elas, o substrato para produção de mudas pode ser preparado com as seguintes proporções (Tabela 5):

Tabela 3.5 – Sugestão de composição de materiais para preparação de substrato para espécies florestais.

Solo (L)	Condicionador (L)	Areia (L)	Calcário (g)	NPK (g)*	Micronutrientes FTE (g)*
2	1	0,5	2	5	0,5

* NPK e Micronutrientes FTE podem ser dispensados caso o condicionador de solo empregado seja uma fonte de matéria orgânica rica em nutrientes, como substrato comercial, húmus de minhoca e composto orgânico.
Fonte: "Manual de Viveiro e Produção de Mudas – Espécies Arbóreas Nativas do Cerrado", Editora Rede de Sementes do Cerrado [8].

3.15.2. *Substrato para espécies arbóreas de savanas*

Ainda raras no cultivo e no emprego em projetos de arborização urbana, as espécies nativas típicas de savanas (pequi, cagaita, barbatimão etc.) requerem cuidados específicos para a sua produção. Suas mudas devem ser feitas em recipientes finos e profundos (como os saquinhos 11x23, com 770 ml), que propiciam um bom desenvolvimento radicular. Por serem plantas que investem mais em raízes que em partes aéreas, demandam paciência por parte do viveirista. A proporção entre os componentes do substrato deve ser ajustada, conforme a sugestão a seguir (Tabela 6):

Tabela 3.6 – Sugestão de composição de materiais para espécies arbóreas de savana.

Solo (L)	Condicionador (L)	Areia (L)	Pó de rocha ou termofosfato (g)
3	1	0,5	2

Fonte: Adaptado do "Manual de Viveiro e Produção de Mudas – Espécies Arbóreas Nativas do Cerrado", Editora Rede de Sementes do Cerrado [8].

3.15.3. *Substrato para espécies herbáceas e arbustivas de savanas e campos*

Capins, ervas e arbustos típicos das formações campestres e savanas da região Centro-Oeste também podem ser produzidos em viveiro. Para cultivar essas espécies adaptadas a pleno sol, como macelas-do-campo, caliandras, margaridas e capins nativos, pode-se experimentar a mesma receita de substrato passada para as árvores savânicas do item anterior. Aqui, não há resultados garantidos: os viveiristas devem experimentar e contribuir para essa cultura em ascensão. Ervas e arbustos podem ser produzidos nos mesmos saquinhos 11x23 (770 ml) recomendados para as árvores, já que a maioria dessas espécies também investe muito na produção de raízes, em comparação com a parte aérea. Para os capins, os saquinhos podem ser menores – 10x15 (420 ml) são suficientes.

3.16. Irrigação

Excesso e falta de água são problemas graves no desenvolvimento das mudas. Por isso, é preciso buscar, sempre, o equilíbrio na hora de irrigar. É impossível transmitir receitas prontas, já que a umidade do substrato das mudas depende de muitos fatores, como temperatura, umidade do ar, vento, incidência solar, fotoperíodo, consumo hídrico das plantas, composição do substrato em si.

Ainda assim, é possível estabelecer uma série de princípios para orientar a irrigação de um viveiro:

- Menos é mais. Para criar plantas mais rústicas e menos suscetíveis a doenças e pragas, maneire na irrigação. Idealmente, as plantas devem ser mantidas quase a ponto de murchar. A economia é dupla: gasta-se menos água e perde-se menos nutrientes por lixiviação.
- A irrigação matinal é obrigatória. Quanto mais cedo, melhor.
- Se houver necessidade de uma segunda irrigação no dia, melhor que seja feita até, no máximo, às 15 h. Isso evita que as plantas atravessem a noite – período em que cessam a fotossíntese e o consumo hídrico – com o substrato muito molhado, o que pode favorecer a proliferação de fungos e bactérias.
- Gotas maiores são melhores que gotas menores. Isso porque a água precisa vencer a barreira imposta pelas próprias folhas das plantas para chegar ao substrato, o que é mais fácil para gotas mais pesadas. Assim, se puder calibrar a vazão da fonte de água, prefira jatos mais intensos.
- Irrigação manual tende a funcionar mais na teoria que na prática. Sistemas automatizados podem garantir melhores resultados – e minimizar potenciais conflitos.
- Mudas de espécies savânicas (sejam árvores, arbustos, ervas, sejam capins) demandam menos água que as espécies florestais.

Entre os sistemas automáticos de irrigação disponíveis no mercado, recomendamos microaspersores rotativos (tipo bailarina) ou mangueiras chatas perfuradas (tipo Santeno), que são relativamente baratos e fáceis de instalar. Prefira manter os equipamentos fora dos canteiros (hastes verticais

das bailarinas nas bordas externas dos canteiros; mangueiras perfuradas ao longo dos caminhos) para ter fácil acesso quando precisar dar manutenção. Em qualquer caso, lembre-se de ajustar o temporizador diversas vezes ao longo do ano, já que as condições ambientais não são constantes.

3.17. Do viveiro para a cidade

A produção de mudas nos moldes delineados anteriormente – a céu aberto e com economia de irrigação – deve dar origem a plantas bastante rústicas. Por essa razão, é possível levá-las diretamente dos canteiros de produção para o local de plantio final, sem etapas intermediárias de rustificação ou endurecimento.

É importante cuidar que o substrato das mudas saia bem umedecido do viveiro, e que seja mantido assim até a conclusão do plantio. O ressecamento do torrão pode levar à quebra das raízes ao transportar e manusear, uma das principais causas de mortalidade de mudas ao plantar.

Indivíduos bem plantados e bem mantidos trarão os inúmeros benefícios próprios da arborização urbana para nossas cidades. Um desses benefícios é a criação de novas matrizes de coletas de sementes. Com isso, o ciclo se fecha – e se expande.

3.18. Sementes sociais

> *Se temos que esperar, que seja para colher a semente boa que lançamos hoje no solo da vida. Se for para semear, então que seja para produzir milhões de sorrisos, de solidariedade e amizade.*
>
> Cora Coralina

Ao ouvir a palavra semente, o que vem à sua mente?

Como sabemos, a semente é uma estrutura da planta gerada a partir do óvulo fecundado. Essa estrutura carrega toda a informação para a formação de um novo indivíduo, além de estruturas de reserva. Uma vez madura, a semente é dispersada e, encontrando condições ideais, entra na fase da germinação. Para germinar, a semente se enche de água, rompe suas estruturas protetoras e emite a raiz jovem. A raiz sai e inicia seu processo de crescimento rumo ao solo, ao mesmo tempo em que as folhas diferenciadas (cotilédones) brotam e seguem o rumo contrário ao da raiz. Daí para a frente conhecemos bem a história… crescer e dar frutos!

Provavelmente, o que passou por sua cabeça ao ouvir a palavra semente foi algo em torno disso: uma série de processos diretamente conectados com o ato de germinar e crescer. A semente é tudo isso, mas se lançarmos um olhar mais cuidadoso, encontraremos muito mais detalhes do que nossa visão limitada pode alcançar.

Se você gosta de ouvir sobre a história de evolução do homem moderno (*Homo sapiens sapiens*), deve conhecer a Lucy, um dos fósseis mais famosos da nossa história, a ossada humana primitiva mais antiga. A Lucy não era uma "macaca" e não era um ser humano. Ela estava ali no meio, mas já possuía uma característica semelhante a nós, humanos modernos: conseguia andar de pé. O ato de coletar sementes e frutas do chão e da planta teve um papel primordial no desenvolvimento do nosso bipedismo, pois precisávamos das mãos para as novas atividades. Andar sobre duas

pernas nos permitiu olhar muito mais longe, além disso nos trouxe uma maior capacidade de crescimento cerebral, o que influenciou completamente na trajetória da nossa espécie.

Dali em diante, a semente continuou sua jornada e atravessou a linha do tempo, influenciando nossas vidas. Alguns milhões de anos à frente, a semente foi protagonista no desenvolvimento da agricultura. A capacidade de suportar a dessecação permitiu que várias espécies fossem armazenadas, possibilitando gerar estoque de comida. Já não era mais preciso ficar andando e se mudando a cada novo ciclo de escassez. Agora homens e mulheres podiam cultivar e isso nos trouxe a possibilidade de fixar residências, famílias, comunidades.

A semente, portanto, nos permitiu ficar de pé e construir comunidades e civilizações. Mas ela não para por aqui, na história humana. A semente é um tema transversal, dialogando com comunidades, costumes, culturas, medicinas, rituais, religiões, feminilidade, fecundidade, subjetividades, calendários, ciclos, lendas.

Na atualidade, a semente nativa alcança impactos cada vez maiores e esses resultados podem ser vistos nos pilares da sustentabilidade: econômico, ambiental e social. Tratar a semente somente como um insumo não reflete o seu poder de transformar nossa realidade.

A semente nativa pode tocar as pessoas, levando oportunidade de mudança de vida para tantos homens e mulheres que vivem em áreas ricas de belezas naturais, porém passam tantas dificuldades, sem acesso a oportunidades e vivendo, muitas vezes, em situação de vulnerabilidade social. A semente tem o poder de juntar pessoas, levar oportunidades e auxiliar a resolver tantos problemas ambientais. É preciso impulsionar seus efeitos e aproveitar ao máximo, em cada município, o potencial humano e comunitário local, fazendo com que os biomas vivos gerem ganhos descentralizados e distribuídos por todos os elos da cadeia.

Estamos aqui falando de algo ideológico, ou de um sonho distante? Com certeza não. A semente nativa como ferramenta de transformação social é uma realidade. Se nos primórdios de nossa história ela nos permitiu enxergar além, hoje ela continua nos convidando a refletir e a construir novos modelos econômicos de base comunitária, que buscam distribuir impactos positivos sociais, ambientais e econômicos.

3.19. Considerações finais

Nossas metas de restauração ecológica alcançam números cada vez maiores. Empresas diversas assumem seus compromissos com o mundo. Países lançam suas agendas ambientais e, em 2021, inauguramos a década da restauração ecológica lançada pela ONU e seus 213 países signatários.

Como vamos corrigir a trajetória de um mundo em franco processo de aquecimento, e alcançar tantos hectares restaurados, tanto carbono sequestrado? Na resposta dessa pergunta sempre encontraremos o verbo plantar. Não existe máquina, não existe tecnologia, não existem robôs. A solução é simples e é plantar.

Se colocarmos uma lupa de aumento nesse verbo, encontraremos uma mão que está executando o "plantar". Se continuarmos aumentando o "*zoom*", encontraremos outra mão. A mão que conjuga o verbo "colher". Plantar não existe sem colheita e colheita não existe sem a mão.

O coletor de semente nativa e o viveirista são os elos escaláveis e replicáveis dessa história. A base das nossas metas mundiais de restauração deve ser comunitária. Se a semente irá gerar

146 milhões de dólares no Brasil [9] ou 9 trilhões de dólares em serviços ambientais, na década da restauração, isso só será possível se as pessoas que têm acesso a áreas ambientalmente ricas e preservadas forem enxergadas como parceiras essenciais e indispensáveis do processo.

Iniciativas brasileiras já se destacam nesse movimento e valorizam a base comunitária como essência para dar escala à restauração. Imagina se isso puder ser replicado em municípios brasileiros e em seus projetos de arborização, e se essa força motriz puder impactar da mão que colhe à mão que planta? O potencial é real, basta enxergarmos as múltiplas mãos e nos unirmos a elas.

Agradecemos ao professor Gerhard Overbeck (UFRGS) pela revisão do manuscrito.

3.20. Referências

[1] Silva APM, Marques HR, Santos TVMN, Teixeira AMC, Luciano MSF, Sambuichi RHR. Diagnóstico da produção de mudas florestais nativas no Brasil [Internet]. Brasília: IPEA; 2015 [acesso 23 out. 2025]. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/entities/publication/9537be0e-3086-4a8a-950f-2769a2d1f4bd

[2] Barbedo CJ, Centeno DC, Ribeiro RCLF. Do recalcitrant seeds really exist? Hoehnea. 2013;40(4):583-93.

[3] Sampaio AB, Vieira DLM, Cordeiro AOO, Aquino FG, Sousa AP, Albuquerque LB, et al. Guia de restauração do Cerrado. Vol. 1: Semeadura direta [Internet]. Brasília, DF: Universidade de Brasília; Rede de Sementes do Cerrado; 2015 [acesso 23 out. 2025]. Disponível em: https://www.rsc.org.br

[4] Urzedo DI, Silva RRP, Junqueira RGP, Campos-Filho EM. Arranjos socioprodutivos na restauração florestal: o caso da semeadura direta e da Rede de Sementes do Xingu [Internet]. In: Ferreira JNC, Sparovek G, organizadores. Mudanças no Código Florestal Brasileiro: desafios para a implementação da nova lei. Piracicaba: Imaflora; 2016 [acesso 23 out. 2025]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/306108331

[5] Pellizzaro KF, Cordeiro AOO, Alves M, Motta CP, Rezende GM, Silva RRP, et al. "Cerrado" restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs and grass species. Braz J Bot. 2017;40(3):681-93.

[6] Mello SS, Pastore JB. Ornamental flora of the Cerrado in landscape architecture: a portrait of its practical application. Ornamental Hortic. 2021;27(1):78-87.

[7] Siqueira MM, Sampaio A, Robredo A, Cortes CA, Bringel Jr JBA, Pellizzaro KF, et al. Paisagismo e Cerrado: jardins para celebrar savanas e campos brasileiros. Paisag Ambient. 2021;32(48):e158266.

[8] Oliveira MC, Ogata RS, Andrade GA, Santos DS, Souza RM, Guimarães TG, et al. Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado [Internet]. Brasília, DF: Rede de Sementes do Cerrado; 2016 [acesso 23 out. 2025]. Disponível em: https://www.rsc.org.br

[9] Urzedo DI, Neilson J, Fisher R, Junqueira RGP, Feltran-Barbieri R, Pina-Rodrigues F, et al. A global production network for ecosystem services: the emergent governance of landscape restoration in the Brazilian Amazon [Internet]. 2020 [acesso 23 out. 2025]. Disponível em: https://research.usc.edu.au/esploro/outputs/journalArticle/A-global-production-network-for-ecosystem/99450829702621

Capítulo 4

ASPECTOS TÉCNICOS DE PLANTIO E ADUBAÇÃO DE ÁRVORES URBANAS

Por Carlos de Mello e Silva Neto, Francine Neves Calil, Héria de Freitas Teles e Leonardo Santos Collier

4.1. Destaques deste capítulo

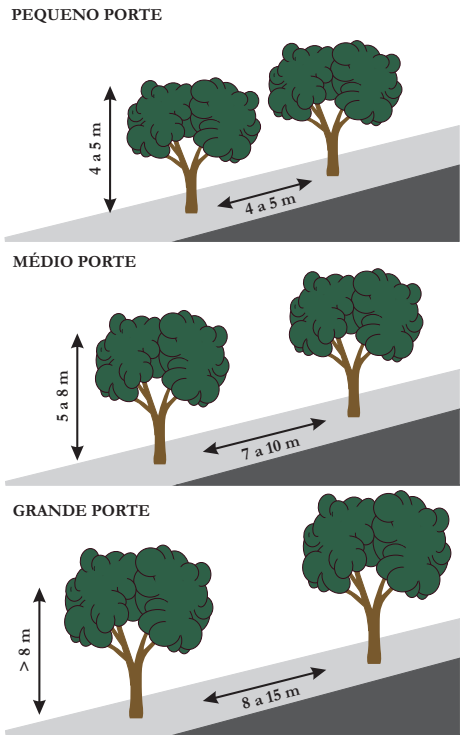
1. Apesar da importância da arborização urbana para o ambiente e microclima, a utilização de espécies nativas na região Centro-Oeste ainda é pouco frequente e, muitas vezes, inadequada.
2. Não existe uma espécie arbórea ideal; o importante é promover a maior diversidade possível de espécies nativas na arborização urbana, usando critérios como porte e morfologia da planta e características do local de plantio.
3. O Centro-Oeste brasileiro é dominado por Latossolos. Outras classes importantes incluem Plintossolos, Neossolos Quartzarênicos, Argissolos e Nitossolos.
4. O plantio de árvores deve ser feito, preferencialmente, em calçadas com largura mínima de 1,50 m. Em locais com calçadas inferiores a 1,50 m, sob rede elétrica ou sem recuo do muro, não é recomendado o plantio de árvores, apenas arbustos.
5. A preparação da cova (mínimo de 0,60 m × 0,60 m × 0,60 m) deve idealmente anteceder o plantio em um mês, e a adubação deve ser planejada adequadamente.

4.2. Introdução

A arborização urbana pode melhorar as condições do ambiente urbano, pois exerce funções importantes ligadas a aspectos ecológicos, estéticos e sociais, reduzindo o efeito agressivo das construções que dominam a paisagem urbana, além de melhorar as condições microclimáticas nas cidades. Os benefícios decorrentes da arborização são potencializados com a utilização da vegetação adaptada às condições do bioma Cerrado, sob técnicas de manejo e manutenção determinadas para essa região [1].

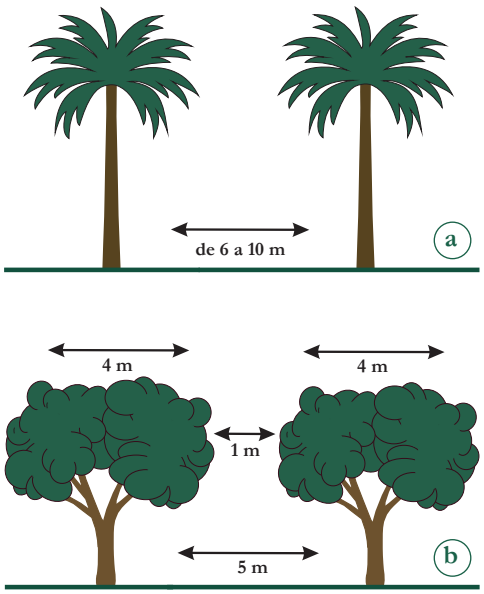
Desde a década de 1990, diversos autores apontam a necessidade de aproximar a vegetação urbana da vegetação natural, mas poucos trabalhos técnicos e científicos foram realizados para avaliar o potencial das espécies nativas e as melhores condições para o desenvolvimento e manejo da vegetação em ambiente urbano. Entretanto, mesmo nos dias atuais, a utilização de espécies nativas na arborização urbana é pouco frequente, e quando realizada é inadequada [2].

Figura 4.1 – Espaçamento entre as mudas a serem plantadas na calçada, considerando o porte das espécies.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Figura 4.2 – a) Espaçamento de plantio entre palmeiras e b) Espaçamento de acordo com o diâmetro aproximado da copa da espécie.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Nesse contexto, este capítulo aborda aspectos relacionados à adubação, doses adequadas, necessidade de calagem e as características de cada solo do bioma Cerrado. Também serão descritos aspectos técnicos que envolvem o plantio e o tamanho ideal (altura e diâmetro à altura do peito) das mudas, tipos e tamanhos de cova, posicionamento do adubo, necessidade de rega e melhor período de plantio. Assim, o objetivo deste capítulo é apresentar conhecimentos básicos sobre o plantio e adubação de espécies arbóreas para arborização urbana no bioma Cerrado.

4.3. Aspectos a serem observados no planejamento e implantação da arborização urbana

4.3.1. Porte das árvores

O espaçamento entre as mudas a serem plantadas na calçada varia em função do porte da planta adulta (Figuras 1 e 2) e do local, sendo adotados [3]:

- Pequeno porte (4-6 m de altura): espécies indicadas para calçadas estreitas, presença de fiação e ausência de recuo predial.
- Médio porte (6-12 m de altura): são apropriadas para calçadas largas, com ausência de fiação e ausência de recuo predial.
- Grande porte (> 12 m de altura): estas espécies deverão ser plantadas preferencialmente em praças, parques e quintais grandes.

Também pode-se adotar o espaçamento de acordo com o diâmetro aproximado da copa da espécie: mais 1 m ou quando se deseja sombra contínua, o espaçamento recomendado é igual ao diâmetro da árvore no seu máximo desenvolvimento (Figura 2).

4.3.2. Largura de calçadas e ruas

Visando a evitar transtornos e danos às cidades, o plantio das árvores deve seguir critérios técnicos, tais como:

- O plantio de árvores deve ser feito, preferencialmente, em calçadas (passeios) com largura mínima de 1,50 m [4]. O espaço livre mínimo para o trânsito de pedestres em passeios públicos deverá ser de 1,20 m.
- Quando não houver recuo do muro, em locais edificados, com calçadas de larguras inferiores a 1,50 m e sob rede elétrica, não é recomendado o plantio de árvores, e sim apenas o plantio de arbustos. Caso esse cuidado não seja adotado, o trânsito de pessoas poderá ser prejudicado.

O porte recomendado de árvores deve ser baseado na largura das ruas e calçadas, e considerada a existência ou não de recuo [5] (Tabela 1).

Tabela 4.1 – Porte de árvore recomendado de acordo com a largura das ruas e das calçadas e recuo das edificações.

Largura da rua	Largura da calçada	Recuo das edificações (4 m)	Porte de árvore recomendado
Rua estreita (< 7 m)	< 3 m	sem recuo com recuo	- pequeno
Rua larga (> 7 m)	< 3 m	sem recuo com recuo	pequeno médio
	> 7 m	sem recuo com recuo	médio grande

Fonte: Autores.

A arborização deve ser feita no lado oposto à fiação, e, próximo aos fios, recomendam-se árvores de pequeno porte. Recomenda-se não plantar palmeiras sob a fiação, cuja altura da espécie adulta seja superior aos fios, pois em palmeiras não se realizam podas. As palmeiras não são adequadas para arborização de calçadas, em virtude da queda de folhas, frutos e da impossibilidade de serem conduzidas sob fiação. Além disso, espécies com múltiplos estipes dificultam a circulação de pedestres no passeio (Figura 3).

4.3.3. Distância mínima entre as árvores e equipamentos urbanos

Considerando a importância de minimizar os conflitos entre as árvores e os equipamentos urbanos, é necessário respeitar a distância mínima necessária entre estes componentes nas calçadas (Tabela 2).

Tabela 4.2 – Distância mínima entre as árvores e equipamentos urbanos existentes nas calçadas.

EQUIPAMENTOS URBANOS	DISTÂNCIAS MÍNIMAS (m)
Árvores de pequeno porte	3 m entre elas
Árvores de grande porte	5 m entre elas
Iluminação pública	3 m a 4 m para árvores de pequeno porte 6,0 m para árvores de médio/grande porte
Esquinas	5 a 7 m*

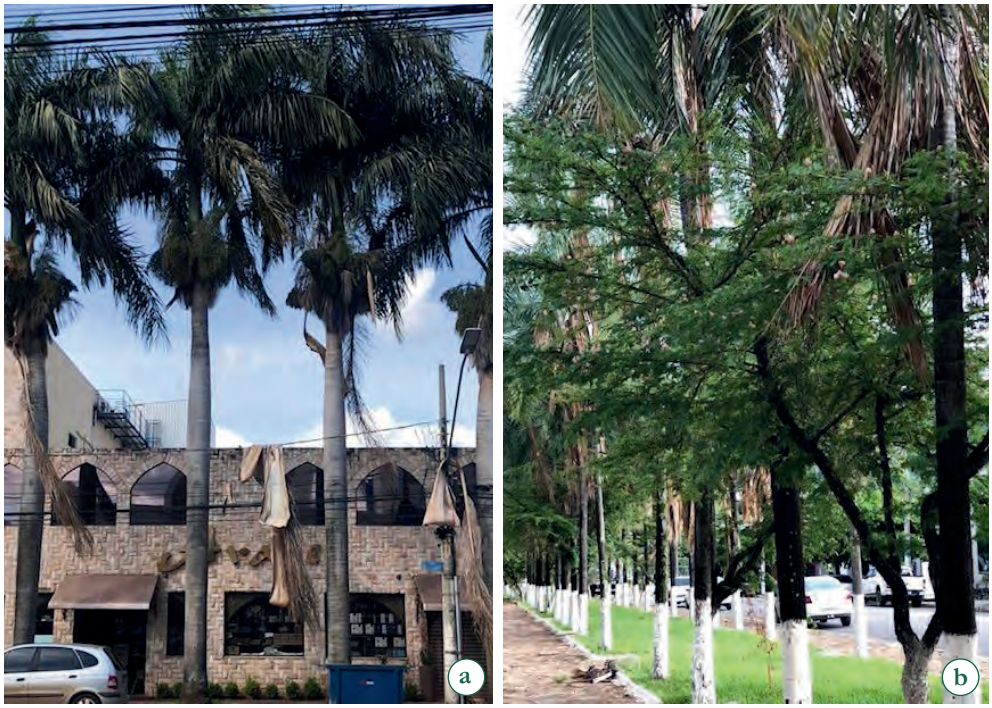
EQUIPAMENTOS URBANOS	DISTÂNCIAS MÍNIMAS (m)
Placas de identificação e sinalização	5 m entre árvores de pequeno porte e placas de sinalização (Figura 4) 7 m entre árvores de médio porte e placas de sinalização
Semáforos	6 m
Bocas-de-lobo, bueiros e instalações subterrâneas (água, esgoto e energia)	3,0 a 5,0 m*
Guias rebaixadas (acesso de veículos e cadeirantes)	1,5 m
Bancas, cabines, guaritas e telefones	3 a 5 m*
Hidrantes	3 a 5 m*
Lixeira	3 a 5 m*
Transformadores e postes de fiação elétrica	5 m para árvores de pequeno porte 8 a 12 m para árvores de médio/grande porte
Distância de entrada de garagem	1,5 m
Meio-fio	0,5 m
Vão livre entre a copa das árvores e a rede de baixa tensão	1,0 m
Vão livre entre a copa das árvores e a rede de alta tensão	2,0 m

*Depende do porte da árvore.

**Importante considerar o porte da árvore adulta.

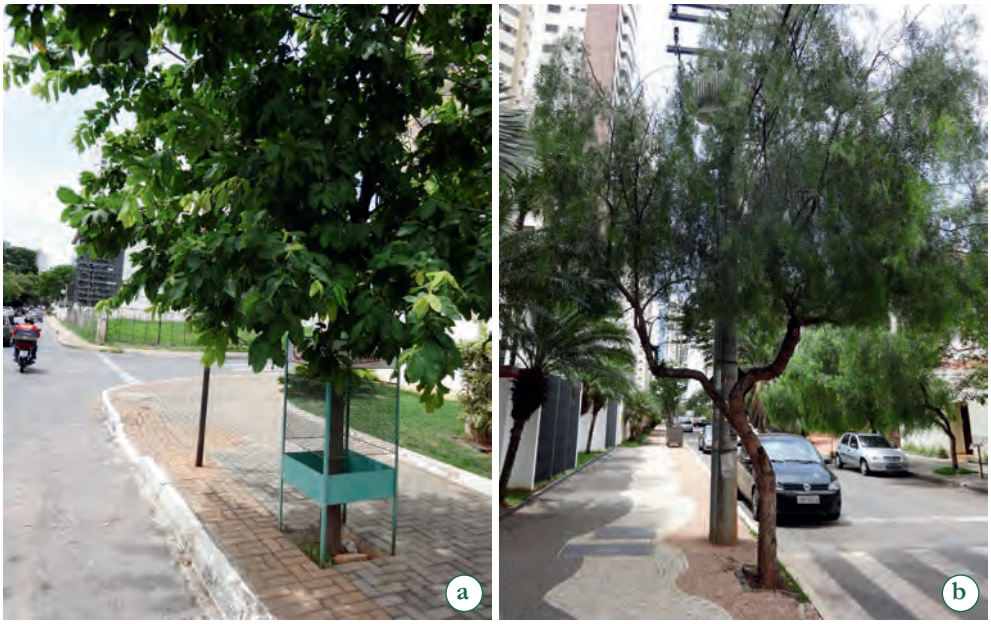
Fonte: Autores.

Figura 4.3 – Palmeiras na arborização urbana: a) Local inadequado na paisagem urbana (notar a fiação próxima às copas); b) Local adequado, sem fiação elétrica próxima.



Fonte: Autores.

Figura 4.4 – Conflitos entre as árvores e equipamentos urbanos: a) Conflito entre a arborização de jequitibá (*Cariniana estrellensis*) e a sinalização vertical; b) Conflito entre o salgueiro-chorão (*Schinus molle*) e a fiação, e a falta de área útil adequada.



Fonte: Autores.

4.3.4. Canteiros centrais de vias públicas, praças e áreas não edificadas de uso público

Canteiros com largura inferior a 1,0 m serão vegetados com plantas rasteiras, semiarbustivas ou gramíneas. Em canteiros com largura igual a 1,0 m deverão ser utilizadas espécies de médio porte e com largura igual ou superior a 1,0 m e menor que 4 m, espécies de pequeno e médio porte. Canteiros com largura igual ou superior a 4,0 m, deverão utilizar espécies de grande porte e palmeiras.

Os canteiros centrais com largura maior ou igual a 1,0 m, de preferência, não devem ser impermeabilizados, a não ser nos espaços destinados à travessia de pedestres e à instalação de equipamentos de sinalização e segurança, dando preferência ao cultivo de palmeiras, principalmente onde existam redes subterrâneas. A arborização externa de praças e áreas não edificadas de uso público seguirá as mesmas orientações para o plantio em calçadas, visando minimizar danos às estruturas e plantas (Figura 5).

Figura 4.5 –Rachaduras na pista de ciclismo no parque ocasionadas pelo sistema radicular da árvore.

Fonte: Autores.

4.4. Critérios básicos para a escolha de espécies arbóreas

Não há uma espécie ideal de espécie arbórea. O importante é a maior diversidade possível de espécies nativas na arborização da cidade. Na arborização urbana classificam-se as árvores em pequeno, médio e grande porte, com a função de orientar o plantio nas calçadas para evitar conflitos com redes de fiação, edificações e fluxo de pedestres e veículos.

Além dos critérios técnicos abordados nos tópicos anteriores quanto à localização das espécies arbóreas, outros critérios que devem ser observados para a escolha da espécie, são (Tabela 3):

- As espécies devem ter porte, forma e tamanho de copa adequado ao espaço disponível e;
- Não produzir princípios tóxicos perigosos e não possuir espinhos ou acúleos que possam ferir os pedestres;
- Observar a proximidade da árvore às edificações, pois poderá causar interferências em futuras ampliações das construções;
- Árvores cujas copas são adequadas aos espaços físicos permitem livre trânsito de veículos e pedestres e facilitam seu desenvolvimento natural;
- Evitar espécies que produzem frutos grandes, a fim de evitar acidentes a pedestres e motoristas;
- Escolha de árvores cujo porte e raízes se desenvolvam sem causar danos a calçadas e ruas;
- O plantio correto permitirá a coexistência com redes aéreas e a eficiência da iluminação pública;
- Observar o espaçamento mínimo recomendado entre plantas.

4.5. Características das mudas a serem plantadas

As mudas que serão utilizadas na arborização urbana devem ser morfologicamente bem formadas (parte aérea e sistema radicular), livres de pragas e doenças, e rustificadas. Em razão da necessidade de priorizar o uso de espécies nativas, é importante considerar as condições de cada bioma para definição das características relacionadas ao porte e à altura da muda, considerando as diferentes espécies e seu desenvolvimento.

Figura 4.6 – Sistema radicular de muda florestal adequada (à esquerda) e inadequada (à direita) para plantio.

Fonte: Autores.

Tabela 4.3 – Prática de adubação e critério de exigência em fertilidade para o desenvolvimento inicial das mudas florestais na arborização urbana.

Prática de adubação	Critério de exigência em fertilidade/desenvolvimento inicial		
	Baixo	**Médio**	**Alto**
Calagem	400 g de calcário por m^3 de terra da cova quando o V% < 25	800 g de calcário por m^3 de terra da cova quando o V% < 40	1.200 g de calcário por m^3 de terra da cova quando o V% < 60
Gessagem (quando possível) para espécies de sistema radicular agressivo e crescimento rápido)	250 g de gesso a lanço na projeção da cova	500 g de gesso a lanço na projeção da cova	750 g de gesso a lanço na projeção da cova
Adubação fosfatada (sempre localizar o adubo ao redor das raízes no momento do plantio)	500 g de P_2O_5 por m^3 de cova	800 g de P_2O_5 por m^3 de cova	1.200 g de P_2O_5 por m^3 de cova
Adubação nitrogenada (não aplicar no plantio ou nas leguminosas fixadoras de N_2)	Somente no segundo ano, se não for leguminosa fixadora	10 g por planta na projeção da copa aos 30 dias após pegamento da muda, se não tiver usado adubação orgânica	20 g por planta na projeção da copa aos 30 dias após pegamento da muda, se não tiver usado adubação orgânica
Adubação potássica	Somente no segundo ano	10 g de K_2O na projeção da copa aos 30 dias após o pegamento da muda, junto com a adubação nitrogenada e em período chuvoso	20 g de K_2O na projeção da copa aos 30 dias após o pegamento da muda, junto com a adubação nitrogenada e em período chuvoso
Adubação sulfatada	Se usou gesso, ou superfosfato simples na adubação fosfatada, ou adubação orgânica no plantio, usar somente no segundo ano via sulfato de amônio na adubação nitrogenada.		
Adubação a base de micronutrientes (somente se não usou adubação orgânica e possui solo arenoso e cascalhento)	5 g de FTE BR 12 por cova no momento do plantio	10 g de FTE BR 12 por cova no momento do plantio	20 g de FTE BR 12 por cova no momento do plantio

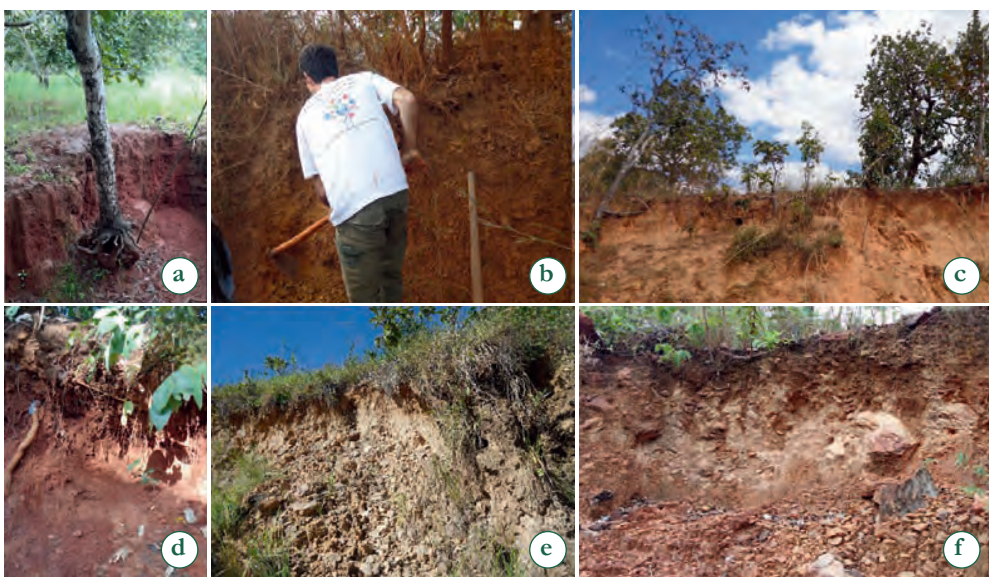
Fonte: Autores.

4.6. Tipos de solos e seu papel na arborização urbana

Para a realização do plantio de mudas de espécies destinadas à arborização urbana em calçadas, praças e parques nos centros urbanos, o conhecimento dos possíveis tipos de solos poderá definir o sucesso do trabalho de arborização. A ciência que dá base a esse conhecimento básico é a Pedologia, que nos mostra algumas características dos solos que poderão auxiliar a definir as espécies a serem introduzidas, subsidiando as técnicas de plantio e manejo das árvores para o sucesso da arborização. Entre as informações básicas estaria a porosidade do solo e a facilidade de trabalhar seus torrões, a maior ou menor interação com a água, a reserva de nutrientes e facilidade de disponibilização para as espécies arbóreas, e também a resposta à adição de materiais de diferentes naturezas físico-químicas resultante das atividades antrópicas do espaço urbano.

De acordo com a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [6], predominam no Centro Oeste os Latossolos (Figura 7). Importantes cidades da região, como Brasília, Goiânia, Rio Verde, Rondonópolis, Sinop, Jataí e Itumbiara, entre outras, encontram-se em áreas de Latossolos. São solos profundos, homogêneos em cor e estrutura, apresentando-se em estrutura granular, com boa drenagem e facilidade de penetração das raízes. São de fácil manuseio na abertura de covas e revolvimento, mas podem se tornar duros no período de secas que ocorrem na região (maio a outubro).

Figura 4.7 – a) Detalhe do crescimento de uma raiz pivotante em Latossolo Vermelho dentro da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021; b) Enraizamento dificultado, mas não impedido em perfil de Plintossolo Pétrico Concrecionário em Anápolis (GO); c) Enraizamento de espécies em Neossolo Quartzarênico na divisa entre Goiás e Tocantins; d) Enraizamento de espécies subcaducifólias em fragmento de "mata seca" em área de solos com horizonte Achernozêmico de Cambissolos e Argissolos eutróficos derivados de calcários, filitos e siltitos do grupo Bambuí, nordeste de Goiás; e) Neossolos Litólinos e Cambissolos na região da Chapada dos Veadeiros, Cavalcante (GO), mostrando solos que seriam frágeis para operações mecanizadas na revegetação e arborização caso estivessem em área urbana.



Fonte: Autores.

Outra classe de solos importante no Centro-Oeste brasileiro é a dos Plintossolos. São solos que, em geral, apresentam menor teor de ferro no material de origem. Este ferro encontra-se segregado em nódulos que podem ser rompidos, principalmente quando úmidos (Plintossolos Háplicos e Argilúvicos). Em situações em que há formação de vários nódulos ou estrutura contínua muito dura a extremamente dura, como se fosse uma rocha, ela é denominada petroplintita. Neste caso, os solos são classificados como Plintossolos Pétricos.

Embora geograficamente a classe só ocupe 8,9% da extensão dos estados do Centro-Oeste, e 12% do bioma Cerrado, muitos Latossolos e Argissolos possuem camadas com concentrações de plintita ou petroplintita capazes de influenciar o desenvolvimento do sistema radicular das espécies. Extensas áreas na Depressão Cuiabana, vale do Araguaia entre o leste de Mato Grosso e o oeste de Goiás, o Norte e Nordeste Goiano apresentam estas classes de solos. Áreas menores desta classe de solo encontram-se nas regiões de mudança de relevo entre os planaltos como o que caracteriza a transição entre Anápolis (GO) e Goiânia (GO). A presença das concreções arredondadas não impede o uso do solo na arborização, mas dificulta o trabalho de preparo das covas para plantio.

As raízes de muitas espécies conseguem atravessar a camada de petroplintita quando ela não forma o horizonte litoplíntico, que forma uma laje contínua difícil de romper. A arborização em áreas onde há Plintossolo Pétrico chama atenção para a baixa retenção hídrica, na maioria das vezes, e baixa reserva de nutrientes. Os Plintossolos Háplicos e Argilúvicos, muitas vezes, se situam no terço inferior de encostas em áreas onde ocorre oscilação temporária do lençol freático, o que torna maior a disponibilidade de água para as mudas e o cuidado na arborização pode ser com a falta de aeração em alguns momentos na época chuvosa.

Outra classe de solo importante no Centro-Oeste são os Neossolos Quartzarênicos. Por definição estes solos não apresentam mais que 15% de argila no perfil e o material de origem dominante é o quartzo. São solos de baixa retenção de água e nutrientes, importantes porque encontram-se próximos às nascentes de grandes bacias hidrográficas. A leste de Mato do Grosso do Sul e sudoeste de Goiás, um grande bolsão arenoso em áreas de altitude superior a 500 m encontram-se as nascentes do Rio Araguaia e rios que alimentam a bacia do Paraná, além de áreas de rios que vertem para a região do Pantanal de Mato Grosso do Sul. A borda da Chapada dos Parecis registra outra área expressiva que divide as bacias do Amazonas (Tapajós/Teles Pires) e Paraguai. A divisa dos estados de Goiás e Bahia, conhecida como Serra Geral de Goiás, divide as bacias dos Rios Paraná (através do Paranaíba) e São Francisco. A área menor encontra-se no centro-sul goiano, entre os municípios de Paraúna e Rio Verde, com maior atividade agrícola e densidade populacional. Estes solos teriam facilidade para o manejo da arborização, porém com atenção ao cuidado com sua erodibilidade na fase inicial de preparo de áreas em praças e parques.

Os Argissolos e os Nitossolos representam 15% dos solos do Centro-Oeste e no bioma Cerrado esse percentual se eleva para 28%. Eles se destacam por manter o horizonte B (geralmente camada mais subsuperficial) mais argiloso que a camada superficial (o que não ocorre nos Nitossolos). Em média são mais férteis e com maior retenção de água que os Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, o que muda a estratégia de adubação das mudas.

Nas regiões de transição entre o Norte de Goiás e o Tocantins, Vale do Araguaia (MT/GO) e a região da Bacia Amazônica, no estado do Mato Grosso, estes solos podem ter o horizonte subsuperficial mais ácido, selecionando espécies de maior tolerância à acidez. Em outras regiões, como o Vale de São Patrício (GO), Mato Grosso Goiano, sul de Goiás e áreas do Mato Grosso em transição com a Bacia do Paraguai, Serra da Bodoquena no Mato Grosso do Sul, os solos são

mais férteis e desenvolvem estruturas em blocos e prismas, que quando molhadas se tornam pegajosas e plásticas, porém, muito duras quando secas. Nessas regiões, as espécies arbóreas poderão apresentar queda de folhas quando em período seco pronunciado. A abertura de covas para plantio também deverá observar essa mudança para camada subsuperficial para evitar dificuldade no crescimento de raízes pivotantes.

Figura 4.8 – Buritis (*Mauritia flexuosa*) plantadas no Parque Espelho d'água, em São Luís de Montes Belos (GO).

Fonte: Autores.

As classes dos Cambissolos e Neossolos Litólicos ocupam 10% do bioma Cerrado. De modo geral, destacam-se pela baixa evolução pedogenética (maior nos Cambissolos) e presença do material primário ainda em transformação. A presença desse material rochoso aumenta a fragilidade de uso desse solo, mas ele merece destaque aqui porque muitas vezes se encontra no entorno de áreas urbanas, em declive mais acentuado, podendo necessitar atenção especial como área de preservação. Alguns parques municipais ou áreas de visitação sob tutela de órgãos públicos e privados realizam a intervenção nesses solos, reintroduzindo espécies. O cuidado com o processo erosivo deve ser destacado, é o conhecimento do material de origem que ajuda na seleção de espécies mais adaptadas a estas regiões. Como exemplo, a presença de quartzito ou rochas pelíticas (argilitos, folhelhos e siltitos) sugere o uso de espécies mais tolerantes à acidez e espécies de menor porte ou desenvolvimento inicial mais lento. A presença de anfibolitos ou diabásios comporta espécies com maior exigência em nutrientes. Em ambos os casos, nos estados do Centro-Oeste estes solos teriam baixa reserva hídrica durante o período de estiagem. Para arborização

de calçadas e canteiros centrais de avenidas esses solos seriam desaconselhados quando existe a presença de materiais rochosos de tamanho superior a calhaus (> 200 mm de diâmetro). Pode haver dano ao sistema radicular e tombamento da planta, causando transtornos à população.

A última classe de solos a destacar são os Gleissolos. Embora seu percentual de distribuição no Centro-Oeste brasileiro seja menor que 4%, é uma classe importante nas cidades de médio e pequeno porte, onde parques são criados em baixadas. São solos que têm o lençol freático suspenso a maior parte do tempo e ausência de estrutura nas camadas mais profundas, que o mantém maciço. Essa característica torna o solo pouco aerado no período chuvoso e geralmente duro no período seco. Exige cuidado maior com as espécies que seriam introduzidas no local, além da necessidade de prever tutores nas mudas em virtude da possível dificuldade inicial de enraizamento. Quando são utilizadas áreas que foram nascentes e veredas, para integrá-las ao espaço urbano, a presença da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*) é muito comum.

4.7. Preparo e adubação do local

- Realizar a abertura de cova, com as dimensões mínimas de 0,60 m x 0,60 m x 0,60 m (normalmente variam de 0,40 x 0,40 x 0,40 m a 1,0 x 1,0 x 1,0 m no máximo, considerando o tamanho da muda a ser plantada).
- O solo de preenchimento da cova deve estar livre de pedras, entulho e lixo. O solo inadequado, ou seja, compactado ou com entulho e pedra, deve ser substituído por outro com constituição, porosidade, estrutura e permeabilidade adequados ao bom desenvolvimento da espécie plantada;
- O ideal é que o preparo das covas anteceda um mês o plantio das mudas. Quando existe a intenção de plantio de mais de 20 indivíduos, é interessante retirar uma amostra composta da terra das covas para análise química e granulométrica do solo. Quando o número de árvores for inferior, e o técnico conhece o tipo de solo da região, dispensa-se a amostragem. A determinação do critério de exigência de fertilidade das espécies e a experiência prévia com o solo permite usar as recomendações da Tabela 3.
- O ideal é que o tempo de reação do calcário seja no mínimo de um mês. Como em calçadas é difícil manter a terra da cova fora dela, deve-se optar por incorporar o calcário à massa de terra e devolvê-la para a cova.
- Na mesma ocasião da calagem também pode se optar pela adição de resíduos orgânicos na cova da muda. Essa adição se dá para resíduos que não se encontram com teores de umidade adequados, ou não completamente "prontos" para aplicação (não curtido). Tem-se como exemplo os estercos bovinos, que eventualmente ainda poderão ter muita umidade e odor forte. Alguns lodos de atividades urbanas ou industriais podem também ter essa característica. O ideal é que se realize a aplicação de materiais melhor preparados no momento do plantio da muda.
- Os materiais orgânicos devem ser submetidos à análise química e física antes da aplicação. A maioria dos laboratórios de análises de solo realiza este procedimento. O volume de material orgânico a ser aplicado deve respeitar o conhecimento da natureza físico-química dos resíduos orgânicos para definir a dose que pode constituir a adubação orgânica da muda. Essa informação se soma ao tamanho da cova e a espécie a ser plantada.

- Os valores de resíduos podem variar de 2 a 3 litros por cova, se forem resíduos mais concentrados em nitrogênio e fósforo, e até 10 a 20 litros por cova quando se utilizam materiais mais fibrosos e de decomposição mais lenta.
- Em parques e praças, a adubação orgânica também pode utilizar resíduos orgânicos dispostos superficialmente, de acordo com a área, mas não devemos dispensar a adubação na cova. Para a aplicação em área total pode-se utilizar doses que variam de 2.000 kg/ha a 40.000 kg/ha, também compreendendo a natureza físico-química do resíduo.
- Mesmo conhecendo o critério de exigência nutricional da espécie, admite-se a recomendação adaptada (Tabela 3) de manuais de recomendação de adubação existentes para o Cerrado [7].
- Ao redor da cova não deverá ser feito acabamento com muretas ou qualquer barreira que impeça o escoamento das águas das chuvas.

4.8. Adubação da muda em cova segundo critério de exigência nutricional

Conforme a Tabela 4, as espécies nativas do Cerrado com potencial para serem utilizadas em arborização urbana foram divididas em espécies de exigência média e baixa quanto à fertilidade. As espécies de alta exigência, normalmente, estão ligadas a plantios florestais com finalidade comercial, como extração de madeira, celulose e energia. O critério que define a exigência em fertilidade, crescimento e agressividade das raízes irá nortear as práticas de calagem, gessagem, adubação fosfatada, nitrogenada e potássica, além do enxofre e os micronutrientes.

Para se ter uma ideia da quantidade de calcário, para plantas de baixa exigência em cova de 0,4 x 0,4 x 0,4 m seria incorporada a quantidade de 25,6 g. Há a tendência de não se confiar nesse valor e exagerar. Não há necessidade! Para este mesmo critério de espécie e tamanho de cova, a dose de P_2O_5 seria de 32 g. Não devem ser utilizados adubos que contenham nitrogênio nesta etapa de plantio. Não há demanda de nitrogênio pela planta nessa fase e o elemento possui alta taxa de perda por volatilização e lixiviação em ambientes tropicais, principalmente nas épocas do ano em que os plantios são realizados; por isso, não usar MAP (monofosfato amônico) ou DAP (fosfato diamônico) na cova. Da mesma forma é desaconselhável o uso de fertilizantes potássicos em virtude do efeito salino, muito danoso para espécies nativas do Cerrado. As adubações nitrogenada e potássica serão iniciadas quando as espécies já tiverem algum desenvolvimento de área foliar (30 a 45 dias após o pegamento) e orientações em tópico adiante deste material. Na ausência do FTE BR-12, outros silicatos complexos podem ser usados respeitando a proporção de maiores teores de Zn e Mn em relação à Cu e B. Atenção para o uso do boro com base em fontes orgânicas quando se deseja espécies que tenham florescimento e/ou frutificação. Caso haja opção de uso das fontes minerais existentes no comércio, usar no máximo 5 g por planta desta fonte no período de crescimento. As recomendações dessa tabela foram baseadas em informações pontuais e adaptadas [7-9].

4.9. Área de desenvolvimento, canteiro ou área livre (permeável)

Área de desenvolvimento, canteiro ou área livre são espaços sem pavimento deixados no passeio público (calçada) para o desenvolvimento do sistema radicular das árvores, infiltração de água e aeração do solo, necessárias para a realização de prática de adubação das árvores. Em volta

das árvores plantadas deverá ser adotada uma área permeável, seja na forma de canteiro, faixa ou piso drenante, que permita a infiltração de água e a aeração do solo.

Figura 4.9 – a) Problemas encontrados devido ao plantio de espécie banha-de-galinha (*Swartzia* sp.) em local com área permeável (útil) insuficiente e na qual foi realizada poda do sistema radicular; b) Abacateiro (*Persea americana*) plantado em local inadequado, impedindo fluxo de pedestres, sem afastamento predial e área de infiltração; c) Salgueiro-chorão (*Schinus molle*), espécie escolhida de forma inadequada. Não há área permeável no entorno da planta, impedindo o fluxo de pedestres na calçada (altura dos galhos).

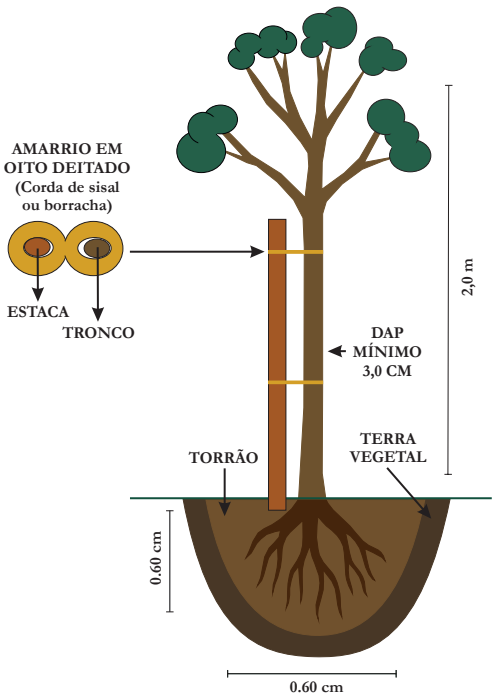
Fonte: Autores.

O espaço mínimo recomendado na literatura seria de 1 m²; porém, atualmente, para que se evite o afloramento de raízes e danos ao calçamento e demais construções, direciona-se o dimensionamento do espaço em função do porte da árvore, onde seria de 2 m² para árvores de porte médio (8 a 12 m de raio de copa) e 3 m² para árvores de grande porte (13 a 20 m de raio de copa) [10].

4.10. Plantio da muda no local definitivo

O plantio deve ser feito, preferencialmente, no início da estação chuvosa (outubro e janeiro) ou em qualquer época do ano, desde que se irrigue na estação seca. Caso seja realizado fora desta estação, pode ser utilizado gel hidrorretentor. O gel é um polímero que apresenta grande capacidade de retenção de água, capaz de absorver centenas de vezes o próprio peso. Os cristais são

Figura 4.10 – Condições ideais da muda pós-plantio e formato da cova em relação ao calçamento.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

hidratados com água, formando uma solução de aspecto gelatinoso que é colocada na cova no momento do plantio, juntamente com a muda. O gel não contém nutrientes, tendo como função reter água e disponibilizar lentamente a solução para a planta, permitindo o plantio em épocas de irregularidade de oferta de precipitação (o período de eficiência do gel é de aproximadamente 7 dias, e, após esse período, caso não chova, é necessário proceder à irrigação).

- A muda deve ser retirada da embalagem com cuidado para que o torrão que envolve as raízes permaneça junto à muda, e apenas no momento do plantio, a fim de evitar o estresse e a evapotranspiração;
- A muda deverá ser plantada no centro da cova e, para que não fique soterrada, parte da cova deverá ser preenchida com terra + adubo + esterco;
- O colo da muda deve ficar ao nível da superfície do solo;
- A muda deve ser irrigada até sua completa consolidação.

4.11. Tutoramento e protetores

- Recomenda-se tutorar as plantas, de modo a impedir o seu tombamento ou arrancamento. Utiliza-se estacas de madeira ou bambu, com o mínimo de 2,20 m de comprimento, que devem ser enterradas a uma profundidade de 0,50 cm e a 0,15 cm de distância do tronco da muda.
- Para prender a muda ao tutor, pode-se utilizar diferentes materiais, como barbante. O amarrio deve ser em forma de oito deitado. Pode-se usar borracha, sisal ou outro material que não cause ferimentos no tronco.
- A correta colocação do tutor é essencial para o crescimento retilíneo das mudas, tomando-se o cuidado de não danificar o torrão ou causar dano ao sistema radicular da muda;

Figura 4.11 – Grade de proteção instalada após o plantio do lanterneiro (*Lophanthera lactescens*).

Fonte: Autores.

- As palmeiras e mudas com altura superior a 4 m devem ser amparadas por 3 (três) tutores.
- A instalação de grade de proteção (Figura 11) minimiza as perdas por vandalismo e previne possíveis danos que possam impedir o desenvolvimento da futura árvore. Suas dimensões podem ser de 60 cm de largura e 130 cm de altura acima do solo. A grade pode ser de madeira, ferro ou arame;
- As laterais devem permitir os tratos culturais.

4.12. Manejo pós-plantio

Após o plantio das mudas, ocorre a fase de manejo pós-plantio, em que alguns cuidados são necessários para garantir um bom desempenho do crescimento das árvores.

- Irrigação da muda, principalmente nos primeiros dias após o plantio, até seu completo estabelecimento;
- A adubação nitrogenada e potássica poderá ser realizada de forma mais efetiva 30 a 45 dias após o pegamento das mudas para espécies mais exigentes.
- De modo geral, a cada ano a demanda de N e K2O deve se elevar. Sugere-se a partir dos valores propostos na Tabela 4, elevar em 5, 10 e 20 g por ano para as espécies de baixa, média e alta exigência, respectivamente. A adubação pode ser dispensada em anos que o desenvolvimento da planta ocorra de forma vigorosa. O valor máximo a ser atingido seria de 100 g por planta. Essa adubação deve ser realizada sempre no período de maior crescimento da planta, que normalmente ocorre no período que se iniciam as chuvas.
- ATENÇÃO: não se recomenda uso de adubação nitrogenada sintética em espécies arbóreas leguminosas que tem fixação biológica de nitrogênio comprovada. As espécies das subfamílias Mimosoideae e Papilionoideae costumam apresentar boa eficiência de fixação. Recomenda-se buscar mais informações a respeito da fixação biológica de N da espécie, antes de promover gastos desnecessários com adubação nitrogenada.
- Em casos extremos de desenvolvimento lento e florescimento reduzido, até o terceiro ou quarto ano recomenda-se adubação fosfatada junto à adubação nitrogenada e potássica. Para facilitar a aplicação seria utilizada a fórmula comercial 10-10-10 na dose de 100 g por planta. Após o quarto ano, a adubação orgânica pode ser mais efetiva. Plantas adultas conseguem extrair fósforo de outras fontes com boa eficiência.
- Procure utilizar as fórmulas comerciais 20-0-20 quando for realizar adubação nitrogenada e potássica. Evite usar a fórmula 10-10-10 quando não houver necessidade de usar adubação fosfatada. Não usar fórmulas comerciais NPK quando só houver necessidade de adubar potássio ou nitrogênio isoladamente. Neste caso é preferível usar as fontes puras destes nutrientes.
- O replantio ou a substituição da muda morta deverá ser de, no máximo, 30 dias após o plantio, com muda da mesma espécie indicada para o local. Devem ser realizadas todas as etapas já mencionadas para a realização do plantio, incluindo a adubação da cova, tutoramento e colocação de grade.
- Observar se há a necessidade de substituição ou recolocação de gradil e tutor na posição correta, a fim de restabelecer as condições desejáveis ao desenvolvimento da planta.
- Não deve ser feita a caiação (pintura a base de cal) em qualquer parte da árvore.

4.13. Aproveitamento de resíduos alternativos

O emprego de fertilizantes orgânicos constitui uma excelente ferramenta para se buscar aumento de produtividade, principalmente por melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo e promover o desenvolvimento vegetativo adequado [11-13].

Os resíduos das árvores provenientes de serviços de poda podem ser triturados, destinados à compostagem e serem utilizados como adubo para produção de mudas. A compostagem tem como objetivo principal o reaproveitamento de matéria orgânica, originando o produto designado "composto". O esterco bovino, dentre os insumos orgânicos, é a fonte mais utilizada na adubação, especialmente em solos que apresentam pouca matéria orgânica. O insumo também é uma alternativa amplamente adotada para o suprimento de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, em áreas de agricultura familiar na região semiárida e agreste do Nordeste do Brasil [12,14].

O lodo de esgoto é um resíduo que pode ser utilizado, porém é necessário o tratamento biológico para redução do número de organismos patogênicos, como por exemplo, coliformes fecais [15]. As propriedades do lodo de esgoto são semelhantes às de outros produtos orgânicos comumente usados na agricultura, como os estercos suíno, bovino e avícola.

Segundo a ABNT [16], os resíduos de poda são classificados como resíduos sólidos classe II, que são aqueles considerados não perigosos, segundo os impactos e riscos que podem causar. Uma vez que estes resíduos são classificados como não perigosos, podem apresentar diversas aplicações quanto ao uso e disposição final, tais como insumos orgânicos (produção de substrato) para uso e manutenção em parques e jardins, além de servir como matéria orgânica para compostagem na utilização de produção de mudas.

4.14. Considerações finais

Considerando a importância das árvores para o ambiente urbano e o bem-estar dos cidadãos, questões acerca da escolha das espécies, plantio, adubação e condução são requisitos fundamentais para o bom desenvolvimento e perpetuidade do verde urbano. A falta de observância quanto a estes critérios pode resultar em problemas à população e ao poder público, por isso, considera-se que a utilização das informações apresentadas nesse documento poderá garantir o pleno desenvolvimento e manutenção da arborização urbana.

4.15. Referências

[1] Weirich RA, Calil FN, Monteiro MM, Gonçalves BB, Silva Neto CDM, Venturoli F. Arborização urbana para mitigação das condições microclimáticas em Goiânia, Goiás. Rev Ecol Nutr Florest. 2015;3(2):48-58.

[2] Lima VF. Utilização de espécies do Cerrado em paisagismo. Acta Bot Bras. 1990;4(2):87-93.

[3] Duboc E. Cultivo de espécies nativas do bioma Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; 2004. (Comunicado Técnico, 110).

[4] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT; 2020.

[5] Plano Municipal de Arborização Urbana de Cascavel – PDAU. Cascavel: Secretaria Municipal de Meio Ambiente; 2015 [Internet]. [acesso 21 fev. 2024]. Disponível em: https://www.cascavel.pr.gov.br/arquivos/19082015_plan_ar_cascavel_2014.pdf

[6] Santos HG, et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa; 2018.
[7] Sousa DMG, Lobato E, organizadores técnicos. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2004.
[8] Gonçalves JLM, Benedetti V. Nutrição e Fertilização Florestal. Piracicaba: IPEF; 2000.
[9] Sorreano MCM, Rodrigues RR, Boaretto AE. Guia de nutrição para espécies florestais nativas. São Paulo: Oficina de Textos; 2012.
[10] Pivetta KFL, Silva Filho DF. Arborização urbana. Jaboticabal: UNESP/FCAV/FUNEP; 2002. (Boletim Acadêmico).
[11] Oliveira FC, Mattiazzo ME. Metais pesados em Latossolo tratado com lodo de esgoto e em plantas de cana-de-açúcar. Sci Agric. 2001;58(3):581-93.
[12] Menezes RC, Salcedo IH. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. Rev Bras Eng Agríc Ambient. 2007;11(4):361-7.
[13] Araújo ASF, Monteiro RTR, Carvalho EMS. Effect of composted textile sludge on growth, nodulation and nitrogen fixation of soybean and cowpea. Bioresour Technol. 2007;98(5): 1028-32.
[14] Filgueira FAR. Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV; 2008.
[15] Abreu SAH, Arruda EM, Barros LR, Almeida RF, Maranhão DDC, Silva VL, Collier LS. Chemical attributes of the soil in agroforestry systems subjected to organic fertilizations. Afr J Agric Res. 2016;11(27):2378-88.
[16] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10004: Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT; 2004.

Capítulo 5

PRAGAS EM ÁRVORES URBANAS

Por Rogério Goularte Moura Gomes de Oliveira,
Otávio Peres Filho e Alberto Dorval

5.1. Destaques deste capítulo

1. A região Centro-Oeste tem ampla variedade de pragas que afetam as árvores urbanas, frutíferas e madeireiras. A identificação precisa das espécies e hospedeiros é fundamental para um manejo eficaz;
2. As pragas causam danos como desfolha, perfurações no tronco, galerias e transmissão de doenças. Os sintomas incluem clorose, necrose, queda de folhas e enfraquecimento geral da planta;
3. Inseticidas químicos só devem ser usados em casos excepcionais e sempre observando a legislação e segurança ambiental, com supervisão de profissionais qualificados, em virtude do ambiente urbano;
4. O controle biológico é muito útil para alguns insetos-praga, e têm a vantagem de causar menor impacto ambiental. Óleos minerais também são indicados para cochonilhas, tripes e moscas-brancas;
5. O monitoramento, com inspeções trimestrais e identificação precoce de infestações, é crucial para evitar e minimizar danos. O manejo integrado combina métodos físicos, biológicos e químicos, adaptados às condições urbanas.

5.2. Introdução

Nesta seção esperamos que o leitor possa ter acesso às informações gerais a respeito das pragas que afetam as árvores urbanas. Árvores infestadas podem ser fonte de disseminação para outras árvores sadias. Assim sendo, apresentaremos aqui as principais pragas que atacam árvores em áreas urbanas e seus respectivos manejos e sintomas recorrentes. Os nomes científicos das plantas apresentadas neste capítulo estão de acordo com o *World Flora Online* – WFO (2025) [1].

Para melhor acompanhamento didático, na Tabela 1 estão relacionadas as espécies-pragas e suas respectivas plantas hospedeiras.

Tabela 5.1 – Lista de pragas de espécies arbóreas registradas na região Centro-Oeste do Brasil.

Nome popular	Espécie	Hospedeiros	Figuras
besouro, serrador	*Oncideres saga*	*Albizia lebbeck* (acácia), *Samanea tubulosa* (sete-cascas), *Acacia mangium* (acácia), *Cassia fistula* (chuva-de-ouro), *Casuarina equisetifolia* (casuarina), *Delonix regia* (flamboyant), *Inga edulis* (Ingá), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Parapiptadenia rigida* (angico) e *Trema micranthum* (periquiteira)	
serrador, coleobroca	*Retrachydes thoracicus*	*Anacardium occidentalle* (cajueiro)	1
serrador, coleobroca	*Trachyderes succinctus*	*Anacardium occidentalle* (cajueiro)	2
gorgulho, carneirinho	*Onchoscelis germari*	*Simarouba amara* (caixeta)	3
besouro-amarelo	*Costalimaita ferruginea vulgata*	*Anacardium occidentale* (cajueiro), *Psidium guajava* (goiabeira), *Eucalyptus* spp. (eucaliptos)	4
falsa-barata-do-coqueiro	*Coraliomela brunnea*	*Cocos nucifera* (coqueiro) e outras espécies de palmeiras	
broca-do-olho-do-coqueiro	*Rhynchophorus palmarum*	*Cocos nucifera* (coqueiro) e outras espécies de palmeiras	5
broca-do-tronco	*Rhinostomus barbirostris*	*Cocos nucifera* (coqueiro) e outras espécies de palmeiras	6
broca-do-pecíolo, broca-da-ráquis-foliar	*Amerhinus ruidus*	*Cocos nucifera* (coqueiro) e outras espécies de palmeiras	
broca-da-mangueira	*Hypocryphalus mangiferae*	*Mangifera indica* (mangueira)	
besouro ou gorgulho-da-munguba	*Phelypera schuppeli*	*Pachira aquatica* (munguba)	7
broca-gigante-das-malváceas	*Euchroma giganteum*	*Pachira aquatica* (munguba), *Ceiba speciosa* (paineira)	8
besouro, broca-de-madeira, serra-pau	*Achryson surinamum*	*Cenostigma pluviosum* (sibipiruna), *Acacia mearnsii* (acácia); *Lonchocarpus sp.* (timbó), *Tamarindus indica* (tamarindo)	9
mariposa	*Rothschildia jacobaeae*	*Simarouba amara* (caixeta), *Ricinus communis* (mamona)	10
taturana, sassurana, lagarta-de-fogo	*Megalopyge lanata*	*Anacardium occidentale* (cajueiro), *Psidium guajava* (goiabeira), *Eucalyptus* spp. (eucaliptos), *Mangifera indica* (mangueira)	
lagarta-do-coqueiro	*Brassolis sophorae*	*Cocos nucifera* (coqueiro) e outras espécies de palmeiras	
lagarta	*Mazaeras francki*	*Ficus benjamina* (figueira-benjamim)	11
mariposa-imperial ou lagarta-dos-cafezais	*Eacles imperialis magnifica*	*Ficus benjamina* (figueira-benjamim), *Cenostigma pluviosum* (sibipiruna)	12
lagarta, mandorová	*Aellopos tantalus*	*Genipa americana* (genipapo)	13
lagarta-do-ipê	*Rolepa unimoda*	*Handroanthus* spp. (ipês), *Tabebuia aurea* (ipê-amarelo)	14

(continua)

(continuação)			
lagarta ou mandorová	*Pseudosphinx tetrio*	*Plumeria rubra* (jasmim-manga), *Himatanthus sucuuba* (sucuuba), *Jasminum* spp. (jasmins), *Nerium oleander* (espirradeira)	
lagarta-da-lixeira	*Aucula tricuspis*	*Curatella americana* (lixeira)	15 e 16
broca-das-meliáceas	*Hypsipyla grandella*	*Swietenia macrophylla* (mogno), *Cedrela fissilis* (cedro)	16
borboleta, borboleta-dos-raios-azuis	*Lyropteryx apollonia*	*Samanea tubulosa* (sete-cascas), *Vochysia* sp. (cambará)	
lagarta-tanque	*Acharia nesea*	*Terminalia catappa* (sete-copas)	
gafanhoto, tucurão	*Tropidacris collaris*	Ocorre em várias espécies de plantas	17
tripes	*Selenothrips rubrocinctus*	*Anacardium occidentale* (cajueiro), *Psidium guajava* (goiabeira), *Eucalyptus* spp. (eucaliptos)	
tripes	*Gynaikothrips uzeli*	*Ficus benjamina* (figueira-benjamim)	
tripes	*Heliothrips haemorrhoidalis*	*Terminalia catappa* (sete-copas), *Cassia ferruginea* (chuva-de-ouro), *Syzygium cumini* (jambolão)	18
percevejo	*Sphictyrtus chrysis*	*Anacardium occidentale* (cajueiro), *Psidium guajava* (goiabeira), *Eucalyptus* spp. (eucaliptos), *Mangifera indica* (mangueira)	
pulgão	*Aphis gossypii*	*Anacardium occidentale* (cajueiro), *Gossypium hirsutum* (algodoeiro)	
mosca-branca	*Aleurodicus cocois*	*Anacardium occidentale* (cajueiro), *Psidium guajava* (goiabeira), *Eucalyptus* spp. (eucalipto), *Mangifera indica* (mangueira)	
mosca-branca	*Singhiella simplex*	*Ficus* spp. (figueiras)	19
cochonilha-ortézia	*Praelongorthezia praelonga*	Ocorre em várias espécies de plantas	20
cochonilha-de-cera	*Ceroplastes* spp.	*Lafoensia pacari* (dedaleira), *Eugenia uniflora* (pitangueira), *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo), *Schinus terebinthifolia* (aroeira-pimenteira), *Heptapleurum actinophyllum* (cheflera)	21
cochonilha-parda	*Saissetia oleae*	*Olea europaea* (oliveira), *Mangifera indica* (mangueira), *Schinus molle* (aroeira-salsa), *Plumeria rubra* (jasmim-manga)	22
cigarrinhas	*Aetalion reticulatum*, *Membracis foliatafasciata* e *Notogonioides erythropus*	*Grevillea robusta* (grevilha), *Mangifera indica* (mangueira), *Eucalyptus* spp. (eucaliptos), *Senna spectabilis* (sena), *Senna macranthera* (fedegoso), *Nectandra spp.* (canelas), *Clitoria fairchildiana* (sombreiro)	23
psilídeo	*Paracarsidara* cf. *gigantea*[1]	*Pachira aquatica (munguba)*	24
psilídeo	*Isogonoceraia divergipennis*[1]	*Cenostigma pluviosum* (sibipiruna), *Tipuana tipu* (tipuana)	
psilídeo	*Trioza tabebuiae*	*Handroanthus* spp. (ipês)	25

[1] Informação pessoal dos especialistas em Psylloidea, Dra. Dalva Luiz de Queiroz, da Embrapa Florestas, e do Dr. Daniel Burckhardt, do Naturhistorisches Museum, em Basel, na Suíça.
Fonte: Autores.

5.3. Besouros ou serradores

Oncideres saga (Dalman, 1823) (Coleoptera: Cerambycidae).

Hospedeiros: *Albizia lebbeck* (acácia), *Samanea tubulosa* (sete-cascas), *Acacia mangium* (acácia), *Cassia fistula* (chuva-de-ouro), *Casuarina equisetifolia* (casuarina), *Delonix regia* (flamboyant), *Inga edulis* (ingá), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Parapiptadenia rigida* (angico) e *Trema micranthum* (periquiteira) [2-4].
Reconhecimento da praga e sintomas: Os ovos, larvas e pupas têm a coloração branca ou marfim. Adultos têm coloração cinza-claro e podem atingir 26 mm de comprimento e o período larval ultrapassar 350 dias. As fêmeas adultas fazem posturas, preferencialmente, no terço inferior dos galhos (maior diâmetro), anelando-os, e ficam dependurados, podendo cair ao solo [2,4,5].
Controle: Remoção, coleta e destruição dos ramos atacados.

Retrachydes thoracicus (Olivier, 1790) (Coleoptera: Cerambycidae).

Hospedeiros: *Anacardium occidentale* (cajueiro) [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: Adulto de coloração verde-escura com 35 mm de comprimento, com antenas bem longas. A fêmea adulta coloca seus ovos nos ramos mais finos, onde suas larvas irão se desenvolver fazendo galeria em direção ao tronco. Quando completa seu desenvolvimento, a larva abre uma galeria pupal nos ramos mais grossos ou no tronco. O ciclo total de vida é ao redor de um ano (Figura 1) [5-8].
Controle: Retirada e destruição dos ramos atacados, cortando-os logo abaixo do último orifício (com presença de serragem). No caso de galerias no tronco, a casca deve ser levantada e a larva retirada. Para os adultos, basta empregar armadilhas (garrafas PET com orifícios laterais) contendo melaço a 10% como atrativo. Pode-se também injetar inseticida microbiano, *Metarhizium anisopliae,* nos orifícios, ou fosfina em pasta 1.0 cm/orifício.

Figura 5.1 – Exemplar adulto do besouro serrador *Retrachydes thoracicus.*

Fonte: Autores.

Trachyderes succinctus (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Cerambycidae).

Hospedeiros: *Anacardium occidentale* (cajueiro) [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: Adulto com asas castanho-escuras e com faixas transversais amareladas ou esbranquiçadas, antenas longas com áreas alaranjadas, podendo atingir 25 mm de comprimento (Figura 2). Atacam troncos secos e frutos [5-8].

Controle: Retirada e destruição dos ramos atacados, cortando-os logo abaixo do último orifício (com presença de serragem). No caso de galerias no tronco, a casca deve ser levantada e a larva retirada. Para os adultos, basta empregar armadilhas (garrafas PET com orifícios laterais) contendo melaço a 10% como atrativo. Pode-se também injetar inseticida microbiano, *Metarhizium anisopliae,* nos orifícios, ou fosfina em pasta 1,0 cm/orifício.

Figura 5.2 – Exemplar adulto de *Trachyderes succinctus.*

Fonte: Autores.

5.3.1. Gorgulho ou carneirinho

Nome científico: *Onchoscelis germari* (Boheman, 1837) (Coleoptera: Curculionidae).
Hospedeiros: *Simarouba amara* (caixeta).
Reconhecimento da praga e sintomas: Coloração do corpo em geral escura, com pelos amarelo-avermelhados na parte superior da cabeça, protórax e partes anteriores e posteriores dos élitros. Fêmur em sua parte distal também recoberto por esses pelos (Figura 3) [9].
Controle: Correção das deficiências nutricionais do solo, retirada de plantas atacadas na região basal do tronco e destruição desse material e uso de fosfina em pasta nos orifícios deixados pelas larvas.

Figura 5.3 – Gorgulho ou carneirinho (*Onchoscelis germari)*: a) Indivíduo adulto; b) Danos produzidos na parte basal do tronco; c) Canos produzidos pelas larvas na região dos ramos.

Fonte: Autores.

5.3.2. Besouro-amarelo

Nome científico: *Costalimaita ferruginea vulgata* (Lefèvre, 1885) (Coleoptera: Chrysomelidae).
Hospedeiros: *Anacardium occidentale* (cajueiro), *Psidium guajava* (goiabeira), *Eucalyptus* spp. (eucaliptos). Esta espécie é polífaga [3].

Reconhecimento da praga e sintomas: Besouros com coloração pardo-amarelada brilhante e com 5 mm de comprimento (Figura 4). Os adultos se alimentam das folhas fazendo perfurações no limbo foliar e as larvas vivem no solo. Ocorrem no final do ano, no período das chuvas [2,6,7].
Controle: Aplicação de inseticidas fosforados, carbamatos ou piretroides. Para áreas urbanas devem ser utilizados excepcionalmente e com supervisão de profissional qualificado.

Figura 5.4 – Indivíduos adultos de *Costalimaita ferruginea vulgata* e danos causados pelo inseto.

Fonte: Autores.

5.3.3. Falsa-barata-do-coqueiro

Nome científico: *Coraliomela brunnea* (Thunberg, 1821) (Coleoptera: Chrysomelidae).
Hospedeiros: *Cocos nucifera* (coqueiro) e outras espécies de palmeiras [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: Os adultos podem atingir 25 mm de comprimento e têm o corpo achatado e coloração vermelha com uma mancha preta no pronoto (parte dorsal). As larvas são achatadas como lesmas, permanecem nesse estágio de 100-120 dias, chegando a 30 mm de comprimento. Os adultos alimentam-se do parênquima das folhas, entre as nervuras longitudinais e as larvas alimentam-se dos folíolos da gema apical, destruindo-os parcialmente [5-7,10].
Controle: Aplicação de inseticidas fosforados, principalmente nas gemas apicais. Para áreas urbanas devem ser utilizados excepcionalmente e com supervisão de profissional qualificado.

5.3.4. Broca-do-olho-do-coqueiro

Figura 5.5 – Indivíduo adulto de *Rhynchophorus palmarum.*

Fonte: Autores.

Nome científico: *Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae).
Hospedeiros: *Cocos nucifera* (coqueiro) e outras espécies de palmeiras [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: Besouros pretos com 45-60 mm de comprimento, apresentam bico (rostro) curvado e longo, com 10-12 mm de comprimento. As asas anteriores são curtas, não recobrem totalmente o abdome e têm 8 sulcos longitudinais (Figura 5). As fêmeas fazem posturas na base da ráquis, as larvas fazem galerias nos tecidos do vegetal e, principalmente, na gema apical, no pecíolo das folhas novas e no estipe mole. Passa para a fase de pupa construindo um casulo feito com as fibras da própria planta. Atacam, preferencialmente, plantas estressadas com exalação de seiva fermentada ou plantas feridas mecanicamente [5-7,10].
Controle: Destruição das plantas decadentes e mortas. Utilização de iscas confeccionadas com as plantas decadentes, cortando-se toletes de estipe com 0,50 m, deixando a parte cortada para baixo. Após alguns dias, coletam-se os besouros encontrados nas iscas, podendo-se também adicionar inseticida cartap ou diazinon na quantidade de 4g/isca. Feromônio Rincoforol com iscas de estipe e colmo de cana amassados. A colocação em baldes também traz resultados, na razão de um balde para cada 2 ha e substituídos a cada 15 dias.

Figura 5.6 – Indivíduo adulto de *Rhinostomus barbirostris.*

Fonte: Autores.

5.3.5. Broca-do-tronco

Nome científico: *Rhinostomus barbirostris* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Curculionidae).
Hospedeiros: *Cocos nucifera* (coqueiro) e outras espécies de palmeiras [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: Besouros pretos com 15-45 mm de comprimento e rostro com 5-7 mm. Nos machos são recobertos por pelos longos e vermelhos, corpo rugoso e cheio de pontuações. As fêmeas fazem posturas no estipe endurecido, preferencialmente. As larvas cilíndricas, recurvadas, branco-amareladas, podem atingir 50 mm de comprimento (Figura 6). As plantas

atacadas apresentam serragem na parte externa, porém, no início do ataque, a seiva escorre pelo estipe e tem aparência enegrecida depois. Esse ataque pode ocorrer na base do estipe ou próximo à copa, e a planta enfraquece, retardando o crescimento, podendo ocorrer a quebra pelo vento. Os ataques próximos à copa podem levar à morte da planta [5-7,10].
Controle: Cortar e queimar os coqueiros altamente infestados. Utilizar fosfina em pasta para aplicação nos orifícios das larvas.

5.3.6. Broca-da-mangueira

Nome científico: *Hypocryphalus mangiferae* (Stebbing, 1914) (Coleoptera: Curculionidae).
Hospedeiros: *Mangifera indica* (mangueira) [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: Besouro com 1 mm de comprimento e de coloração marrom. A fêmea oviposita de 30-75 ovos em 25 dias, a incubação é de 1-5 dias, o período larval é de 11-20 dias e o pupal de 5-10 dias, totalizando um ciclo completo de 17-35 dias. Essa praga é vetora do fungo *Ceratocystis fimbriata*, que causa a "seca-da-mangueira". Os insetos penetram nas plantas pelas cicatrizes provocadas pela queda das folhas e se alojam entre o lenho e a casca e se alimentam de fungo (micetófago). O ataque inicia-se pela parte superior das copas, nos ramos mais finos, e depois vai se espalhando pelo restante da copa. Além do dano mecânico, a transmissão da doença agrava o quadro de danos, uma vez que pode levar à morte das plantas mais suscetíveis, em qualquer fase de seu desenvolvimento, desde plantas jovens até centenárias. Essa doença também pode iniciar pelo sistema radicular, porém, sem a presença desse vetor [6,7].
Controle: Inspeção trimestral com corte do ramo abaixo da parte atacada e com queima imediata do material. Já no caso da infestação das raízes, recomenda-se retirar e realizar a destruição das plantas e fazer a substituição com mudas enxertadas em porta-enxertos resistentes das cultivares, como IAC-103 (espada vermelha) e IAC-104 (dura).

5.3.7. Besouro ou gorgulho-da-munguba

Nome científico: *Phelypera schuppeli* (Boheman, 1834) (Coleoptera: Curculionidae).
Hospedeiros: *Pachira aquatica* (munguba).
Reconhecimento da praga e sintomas: Larvas com 13-16 mm de comprimento, corpo alongado, ligeiramente achatado dorso-ventralmente, cores vivas de aspecto eruciforme, semelhantes às lagartas de lepidópteros. As larvas maduras podem formar casulos com aspecto globoso, para a pupação. As larvas apresentam a cabeça escura com manchas também escuras sobre todo o corpo de coloração amarelada. As pupas têm 8-9 mm de comprimento de coloração creme e abdômen rosado. Alimentam-se das folhas, raspando o limbo foliar no início. As

Figura 5.7 – Indivíduo adulto de *Phelypera schuppeli*.

Fonte: Autores.

pupas são encobertas por um casulo e a pupação dá-se nas pontas dos ramos e nos pecíolos das folhas atacadas. Os adultos são amarelados com inúmeras manchas recobrindo todo o corpo e o rostro (= bico) bem desenvolvido e cilíndrico (Figura 7) [11].

Controle: Foram relatados inimigos naturais, como o predador larval *Supputius cincticeps* (Stål, 1858) (Hemiptera: Pentatomidae) e o parasitoide pré-pupal e pupal *Jaliscoa nudipennis* Bouček, 1993 (Hymenoptera: Pteromalidae). Não há registro de controle.

5.3.8. Broca-gigante-das-malváceas

Nome científico: *Euchroma giganteum* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Buprestidae).

Hospedeiros: *Pachira aquatica* (munguba), *Ceiba speciosa* (paineira) [3].

Reconhecimento da praga e sintomas: Inseto cujo adulto mede até 8 cm de comprimento e 2,5 cm de largura, de coloração bronze-esverdeada metálica com reflexos arroxeados (Figura 8). As larvas são ápodas, buprestiformes e constroem galerias sob a casca da árvore, na região do câmbio, interrompendo o fluxo de seiva e levando a árvore à morte [6,7].

Controle: Sem registro de controle.

Figura 5.8 – Indivíduo adulto de *Euchroma giganteum* em tronco de monguba.

Fonte: Autores.

5.3.9. Besouro, broca-de-madeira ou serra-pau

Nome científico: *Achryson surinamum* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera: Cerambycidae).

Hospedeiros: *Cenostigma pluviosum* (sibipiruna), *Acacia mearnsii* (acácia); *Lonchocarpus* sp. (timbó), *Tamarindus indica* (tamarindo) [3].

Reconhecimento da praga e sintomas: São besouros de cor castanho-clara com pelos e desenhos castanho-escuros nos élitros (primeiro par de asas), as pernas têm as articulações escuras e podem atingir 20 mm de comprimento (Figura 9). As larvas broqueiam o tronco, produzindo danos severos [5-7].

Controle: O controle consiste em inspeções periódicas para retirar as plantas atacadas e os ramos caídos, devendo ser queimados posteriormente. O uso de inseticida fosfina em pasta também é recomendado na razão de 0,5 cm/orifício.

Figura 5.9 – Indivíduo adulto de *Achryson surinamum.*

Fonte: Autores.

5.3.10. Mariposa

Nome científico: *Rothschildia jacobaeae* (Walker, 1855) (Lepidoptera: Saturniidae).
Hospedeiros: *Simarouba amara* (caixeta), *Ricinus communis* (mamona) [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: Ovos com coloração branco-rosada, lagartas verdes- amareladas e pupas castanho-claros com casulos branco-acinzentados. Adultos podem atingir 110 mm de envergadura de asas e com coloração vermelho-escura com desenhos e manchas brancas nas asas. As lagartas alimentam-se das folhas (Figura 10) [5,12].
Controle: Inseticidas fosforados, carbamatos, piretroides, reguladores de crescimento e biológicos. Para áreas urbanas devem ser utilizados excepcionalmente e com supervisão de profissional qualificado.

Figura 5.10 – Lagarta de *Rothschildia jacobaeae*.

Fonte: Autores.

5.3.11. Taturana, saçurana ou lagarta-de-fogo

Nome científico: *Megalopyge lanata* (Cramer, 1780) (Lepidoptera: Megalopygidae).
Hospedeiros: *Anacardium occidentale* (cajueiro), *Psidium guajava* (goiabeira), *Eucalyptus* spp. (eucaliptos), *Mangifera indica* (mangueira). Esta espécie é polífaga [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: Adultos com 70 mm de envergadura das asas, sendo brancas com a base escura; o corpo é preto e róseo. As lagartas são brancas com pelo castanho-avermelhados sendo bem urticantes e podem atingir 70 mm de comprimento do corpo. A fase de pupa ocorre nos troncos e são protegidas por um casulo grande de forma próxima da circular, sendo acinzentado e com aproximadamente 10 cm [5].
Controle: Utilização de inseticidas fosforados, carbamatos, piretroides, reguladores de crescimento e biológicos. Para áreas urbanas devem ser utilizados excepcionalmente e com supervisão de profissional qualificado.

5.3.12. Lagarta-do-coqueiro

Nome científico: *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae).
Hospedeiros: *Cocos nucifera* (coqueiro) e outras espécies de palmeiras [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: Borboletas marrom-escuras com faixa amarelo-alaranjada nas asas, medindo 80-90 mm de envergadura. As lagartas são gregárias e vivem em ninhos que podem chegar a 40 cm de comprimento por 10 cm de largura, apresentam hábitos noturnos e permanecem no ninho durante o dia. As lagartas são marrom-escuras com listras longitudinais esbranquiçadas. A pupação acontece fora da planta, ocorrendo em outras plantas, paredes, etc. Alimentam-se das folhas, destruindo-as quase que totalmente, deixando apenas sua ráquis [5,10].
Controle: Aplicação de inseticidas biológicos à base de *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria* spp. e *Paecilomyces* sp. O controle químico deve ser evitado, podendo-se aplicar carbamatos e piretroides excepcionalmente e com supervisão de profissional qualificado.

5.3.13. Lagarta

Nome científico: *Mazaeras francki* Schaus ,1896 (Lepidoptera: Erebidae).
Hospedeiros: *Ficus benjamina* (figueira-benjamim).
Reconhecimento da praga e sintomas: As lagartas possuem o corpo piloso de coloração negra e cabeça avermelhada, as cerdas que recobrem o corpo são urticantes e provocam reações eritematosas e pruriginosas na pele. As pupas possuem casulos de cor negra, formado por pelos que recobrem os seus corpos. O adulto é uma mariposa com asas anteriores acinzentadas e posteriores amareladas, corpo recoberto por pelos avermelhados e abdome com listras transversais negras. As lagartas alimentam-se de folhas, mas os danos observados são pequenos e elas ficam restritas às brotações dos ramos superiores das árvores (Figuras 11 e 12) [13].
Controle: Sem registros de controle.

Figura 5.11 – *Mazaeras francki.* a) Lagarta; b) Indivíduo adulto.

Fonte: Autores.

5.4. Mariposa-imperial ou lagarta-dos-cafezais

Nome científico: *Eacles imperialis magnifica* (Walker, 1855) (Lepidoptera: Saturniidae).
Hospedeiros: *Ficus benjamina* (figueira-benjamim), *Cenostigma pluviosum* (sibipiruna) [3].

Reconhecimento da praga e sintomas: Lagarta de coloração verde-alaranjado e até mesmo amarelo e marrom, possuem porte avantajado, podendo atingir de 80 a 100 mm de comprimento; e consomem as folhas das plantas. Embora não causem danos severos, seus impactos são maiores do que os observados com *M. francki*. Sinais claros da presença dessa lagarta podem ser também constatados pelas fezes que caem no chão, sob a planta, quando as lagartas se tornam maiores. A fase de pupa ocorre no solo. Os adultos são amarelos com pontuações escuras nas asas e duas faixas transversais de coloração violácea-escura e duas manchas da mesma cor (Figura 12) [5,13].

Figura 5.12 – Indivíduo adulto de *Eacles imperialis magnifica*.

Fonte: Autores.

Controle: Inseticidas piretroides, fosforados e carbamatos aplicados, preferencialmente, quando as lagartas são pequenas. Para áreas urbanas devem ser utilizados excepcionalmente e com supervisão de profissional qualificado. O controle biológico com produtos microbianos contendo *Bacillus thuringiensis* são eficazes também quando aplicados nas lagartas em seu estágio inicial.

5.4.1. Lagarta ou mandorová

Nome científico: *Aellopos tantalus* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae).
Hospedeiros: *Genipa americana* (genipapo).
Reconhecimento da praga e sintomas: Os insetos adultos voam do meio-dia ao entardecer. A envergadura das asas é de 45–57 mm; o corpo é marrom-avermelhado com uma faixa branca transversal no abdômen. A região costal da asa anterior é marrom com uma mancha preta e três manchas brancas. A parte superior da asa posterior é marrom-escuro (Figura 13). As pupas são recobertas por casulos que ficam no solo ou na serapilheira. Os adultos alimentam-se de néctar de flores. As lagartas podem atingir 40 mm de comprimento e apresentam formas verdes e também amarelas brilhantes, marrom, marrom-claro ou alaranjada. As lagartas alimentam-se das folhas [14,15].

Figura 5.13 – Indivíduo adulto de *Aellopos tantalus*.

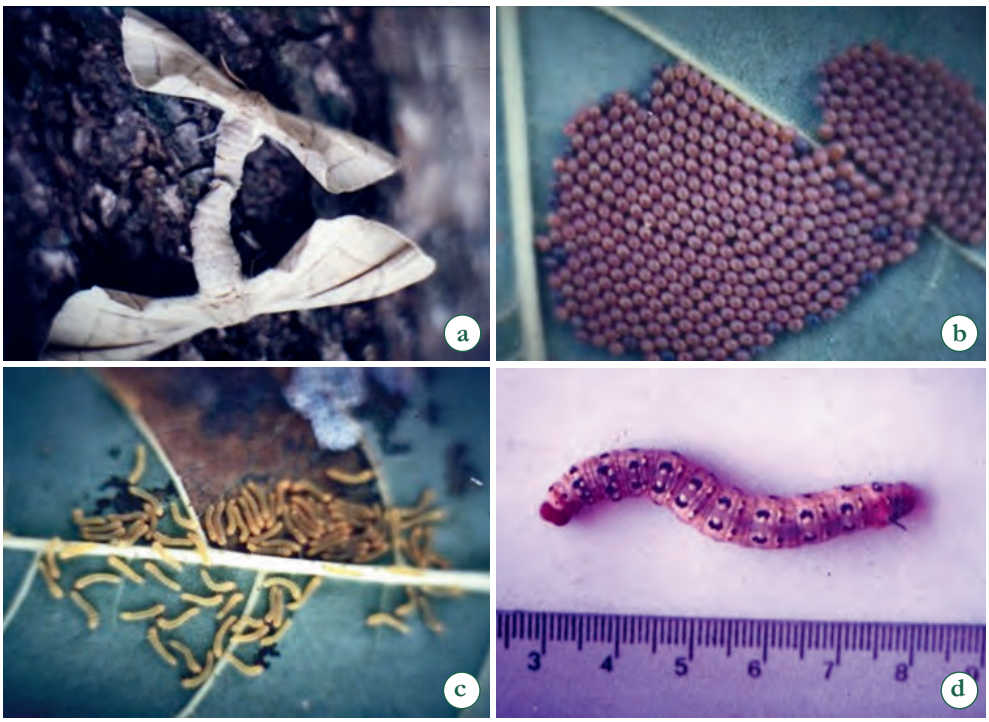
Fonte: Autores.

Controle: Sem registro de controle, recomenda-se a utilização de armadilhas luminosas para a coleta de adultos.

5.4.2. Lagarta-do-ipê

Nome científico: *Rolepa unimoda* (Dognin,1923) (Lepidoptera: Phiditiidae).
Hospedeiros: *Handroanthus* spp. (ipês), *Tabebuia aurea* (ipê-amarelo).
Reconhecimento da praga e sintomas: Adultos machos e fêmeas de cor verde-claro uniformemente distribuído por todo o corpo, antenas de coloração alaranjada e olhos negros. Os machos são menores do que as fêmeas e com uma fileira de um tufo de pelos na extremidade. As fêmeas podem atingir, no máximo, um pouco mais de 5 cm de envergadura nas asas (Figura 14 a). Os ovos são de cor verde no início, depois passam para o vermelho e finalmente ficam pretos. Quando os ovos estão prestes a eclodir, eles são depositados, preferencialmente, debaixo das folhas, podendo ocorrer posturas nas cascas do tronco das árvores (Figura 14 b). As lagartas se tornam de cor amarela e cabeça alaranjada à medida que se tornam mais velhas. O ciclo biológico médio é de 60 a 79 dias. Na fase inicial, as lagartas raspam as folhas e têm hábitos gregários até o terceiro instar (Figuras 14 c, d). Elas chegam a produzir desfolhas de 100% nas copas, no período de chuva no estado de Mato Grosso [16,17].
Controle: Não há produto químico registrado para o controle dessa praga. Foram registradas vespas parasitando os ovos, *Telenomus* sp. (Hymenoptera, Scelionidae), e moscas parasitando lagartas, *Archytas lopesi* (Diptera, Tachinidae). Em laboratório, o fungo entomógeno *Verticillium* sp. causou mortalidade em lagartas e pupas. Testes de laboratório e de campo comprovaram que o bioinseticida à base de *Bacillus thuringiensis* é eficaz no controle das lagartas.

Figura 5.14 – Lagarta-do-ipê (*Rolepa unimoda*). a) Adultos em acasalamento; b) Ovos com mais de dois dias, coloração avermelhada; c) Lagarta de primeiro instar; d) Lagarta madura.



Fonte: Autores.

5.4.3. Lagarta ou mandorová

Nome científico: *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus, 1771) (Lepidoptera: Sphingidae).
Hospedeiros: *Plumeria rubra* (jasmim-manga), *Himatanthus sucuuba* (sucuuba); *Jasminum* spp. (jasmins), *Nerium oleander* (espirradeira).
Reconhecimento da praga e sintomas: As lagartas são negras com anéis amarelos, pernas abdominais com coloração alaranjada, podem atingir 6 cm de comprimento e apresentam um espinho preto na parte posterior do abdome (urogonfo). Os adultos possuem asas anteriores de coloração acinzentada, com manchas escuras; as asas posteriores são marrom-escuras. A envergadura dos adultos medem 120-140 mm. As lagartas alimentam-se das folhas e pupam no solo [5,18].
Controle: Por serem lagartas grandes, podem ser coletadas manualmente e destruídas.

5.4.4. Lagarta-da-lixeira

Nome científico: *Aucula tricuspis* Zerny, 1916 (Lepidoptera: Noctuidae).
Hospedeiros: *Curatella americana* (lixeira).
Reconhecimento da praga e sintomas: Lagartas com coloração verde-claro com manchas escuras transversais em cada segmento, presença de pontuações escuras na parte dorsal dos últimos segmentos do abdome (Figura 15). Adultos com envergadura da asa de 18-23 mm, coloração vermelho-tijolo e marrom-escuro, sendo mais clara na margem costal e lateral (Figura 15) [19].
Controle: Sem registro de controle.

Figura 5.15 – Lagarta-da-lixeira (*Aucula tricuspis*): a) Lagarta; b) Indivíduo adulto.

Fonte: Autores.

5.4.5. Broca-das-meliáceas

Nome científico: *Hypsipyla grandella* Zeller, 1848 (Lepidoptera: Pyralidae).
Hospedeiros: *Swietenia macrophylla* (mogno), *Cedrela fissilis* (cedro) [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: Mariposas com asas anteriores de coloração cinza e posteriores branco-hialinas, podendo atingir de 28-34 mm de envergadura (fêmeas) e de 22-26 mm (machos). Os ovos são depositados nos ponteiros, ramos e frutos e têm coloração branco-opaca no início e depois rosados. As lagartas têm coloração rósea e azuladas nos dois últimos instares larvais, podendo atingir 20 mm de comprimento. A pupa de coloração marrom-escura permanece no interior do ponteiro ou do fruto atacado e apresenta um casulo

esbranquiçado envolvendo-a (Figura 16). O período pupal é de 10 dias, em média. As lagartas destroem os ponteiros fazendo galerias longitudinais, levando-os à morte, e externamente apresentam exsudação de goma e serragem. Os frutos apresentam destruição de suas sementes, todavia o dano maior ocorre nos ponteiros, pois as plantas reagem emitindo novos ponteiros e que poderão ser atacadas, trazendo como consequência paralisações no crescimento e até morte da planta [5].

Figura 5.16 – Pupa com casulo de *Hypsipila grandella* no interior de broto de mogno.

Fonte: Autores.

Controle: Extremamente difícil. Em áreas urbanas, por apresentarem quantidades menores de indivíduos, recomenda-se poda e destruição de ramos atacados e aplicação de produtos microbianos como *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* e *Bacillus thuringiensis*, desde que devidamente aplicados nos ponteiros e antes de as larvas penetrarem no tecido vegetal, isto é, ainda na fase de ovos. Ressaltando que essas aplicações devem ser realizadas no período chuvoso, ocasião em que as mariposas efetuam as posturas, atraídas pelos odores exalados das brotações novas.

5.4.6. Borboleta ou borboleta-dos-raios-azuis

Nome científico: *Lyropteryx apollonia* Westwood, 1851 (Lepidoptera, Riodinidae).
Hospedeiros: *Samanea tubulosa* (sete-cascas), *Vochysia* sp. (cambará)
Reconhecimento da praga e sintomas: A envergadura das asas é de 35-43 mm. As asas anteriores são pretas, com numerosas listras longitudinais de cores azul-esverdeadas metálicas na metade externa. As asas inferiores são pretas, com a metade basal manchada de rosa-púrpura e a metade externa com listras pretas e brancas [5].
Controle: Sem registro de controle.

5.4.7. Lagarta-tanque

Nome científico: *Acharia nesea* (Stoll, 1780) (Lepidoptera: Limacodidae).
Hospedeiros: *Terminalia catappa* (sete-copas).
Reconhecimento da praga e sintomas: Lagartas com corpo achatado e robusto, com 30-40 mm de comprimento e com pelos curtos e muito urticantes. Adultos com o corpo bem piloso, asas anteriores de coloração marrom-escura e posteriores claras. As lagartas alimentam-se das folhas e podem causar queimaduras em pessoas [5].
Controle: Inseticidas microbianos e reguladores do crescimento.

5.4.8. Gafanhotão ou tucurão

Nome científico: *Tropidacris collaris* (Stoll, 1813) (Orthoptera: Romaleidae).
Hospedeiros: Esta espécie é polífaga.

Reconhecimento da praga e sintomas: São altamente polífagos e danificam muitas culturas, como abacateiro, bananeira, pastagem, carnaúba, citros, coqueiro, mamona etc. Devoram as folhas tanto na fase jovem como adulta. Os adultos têm o corpo e asas verdes e as posteriores azuis, porém a sua coloração pode variar muito. O comprimento do corpo é de 50-70 mm para os machos e de 85-105 mm para as fêmeas (Figura 17) [5,10].
Controle: Inseticidas fosforados e iscas à base de inseticidas. Para áreas urbanas devem ser utilizados excepcionalmente e com supervisão de profissional qualificado.

Figura 5.17 – Indivíduo adulto de gafanhotão (*Tropidacris collaris*).

Fonte: Autores.

5.4.9. Tripes

Nome científico: *Selenothrips rubrocinctus* (Giard, 1901) (Thysanoptera: Thripidae).
Hospedeiros: *Anacardium occidentale* (cajueiro), *Psidium guajava* (goiabeira), *Eucalyptus* spp. (eucaliptos) [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: Coloração preta ou marrom-escura com 1,5 mm de comprimento e apresenta uma faixa avermelhada no abdome. Ataca as folhas (página inferior), inflorescência e ponteiros, tendo aspecto clorótico no início e depois prateado. Provocam a queda das folhas, secamento das inflorescências e desvalorização dos frutos. Ocorrem com maior abundância durante a estiagem e plantas novas podem vir a óbito. Esses insetos atacam preferencialmente as folhas de meia-idade [5].
Controle: Inseticidas fosforados ou sistêmicos para áreas urbanas devem ser utilizados excepcionalmente e com supervisão de profissional qualificado.

5.4.10. Tripes

Nome científico: *Gynaikothrips uzeli* (Zimmermann, 1900) (Thysanoptera: Phlaeothripidae).
Hospedeiros: *Ficus benjamina* (figueira-benjamim).
Reconhecimento da praga e sintomas: É uma espécie nativa do sudeste da Ásia, incluindo Taiwan, China e Índia. É um inseto semelhante ao tripes conhecido por "lacerdinha" [*Gynaikothrips ficorum* (Marchal, 1908)]. Os adultos medem de 2-3 mm de comprimento e geralmente apresentam coloração marrom-escura. Sugam a seiva das folhas ocasionando pontos vermelho-púrpura (galhas) na superfície abaxial da folha. As folhas jovens ficam encrespadas com depressões e caem prematuramente [13,20].
Controle: Sem registros de controle.

5.4.11. Tripes

Nome científico: *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché, 1833) (Thysanoptera: Thripidae).
Hospedeiros: *Terminalia catappa* (sete-copas), *Cassia ferruginea* (chuva-de-ouro), *Syzygium cumini* (jambolão) [3].

Reconhecimento da praga e sintomas: Inseto polífago que se alimenta de folhas. As folhas atacadas podem apresentar lesões cloróticas e prateamento com pontuações escuras (material fecal) nos locais de alimentação (Figura 18) [5].
Controle: Uso de óleos minerais com supervisão de profissional qualificado.

Figura 5.18 – Tripes (*Heliothrips haemorrhoidalis*) em folhas de sete-copas (*Terminalia catappa*).

Fonte: Autores.

5.4.12. Percevejo

Nome científico: *Sphictyrtus chrysis* (Lichtenstein, 1796) (Hemiptera: Coreidae).
Hospedeiros: *Anacardium occidentale* (cajueiro), *Psidium guajava* (goiabeira), *Eucalyptus* spp. (eucaliptos), *Mangifera indica* (mangueira). Esta espécie é altamente polífaga [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: O adulto tem cerca de 16 mm de comprimento, cabeça avermelhada e olhos pretos ligados por uma faixa preta transversal na extremidade posterior da cabeça. O protórax é verde brilhante, delimitado por duas faixas avermelhadas nas extremidades anterior e posterior. O terceiro par de pernas tem fêmur robusto com protuberâncias e um espinho negro saindo de cada uma dessas protuberâncias. Danificam os frutos murchando-os e alterando sua cor; nas castanhas a mancha permanece até o fruto estar seco. Atacam também as brotações novas, pedúnculos e frutos.
Controle: Inseticidas piretroides para áreas urbanas devem ser utilizados excepcionalmente e com supervisão de profissional qualificado.

5.4.13. Pulgão

Nome científico: *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae).
Hospedeiros: *Anacardium occidentale* (cajueiro), *Gossypium hirsutum* (algodoeiro). Esta espécie é polífaga [3,22].
Reconhecimento da praga e sintomas: A cor varia do amarelo-claro ao verde-escuro. Vive em colônias numerosas nas inflorescências e frutos jovens, de onde suga a seiva. Além desse dano direto, suas fezes líquidas caem sobre as folhas, onde se desenvolve um fungo denominado fumagina, que impede a fotossíntese [5].
Controle: Uso de inseticidas carbamatos e fosforados. Para áreas urbanas devem ser utilizados excepcionalmente e com supervisão de profissional qualificado.

5.4.14. Mosca-branca

Nome científico: *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae).
Hospedeiros: *Anacardium occidentale* (cajueiro), *Psidium guajava* (goiabeira), *Eucalyptus* spp. (eucalipto), *Mangifera indica* (mangueira). Esta espécie é altamente polífaga [3].

Reconhecimento da praga e sintomas: Adultos com 2 mm de comprimento e com asas recobertas de secreção pulverulenta branca, ninfas achatadas e presas às folhas com 1 mm de comprimento e com coloração amarelada, envolvidas em secreção com cerosidade branca. Além dos danos da sucção nas folhas, também promovem o aparecimento da fumagina.
Controle: Uso de óleos minerais e inseticidas fosforados. Para áreas urbanas devem ser utilizados excepcionalmente e com supervisão de profissional qualificado.

5.4.15. Mosca-branca

Nome científico: *Singhiella simplex* (Singh, 1931) (Hemiptera: Aleyrodidae).
Hospedeiros: *Ficus* spp. (figueiras).
Reconhecimento da praga e sintomas: São insetos sugadores, polífagos, vetores de vírus e que favorecem a ocorrência de fumagina. Os adultos possuem quatro asas membranosas, cobertas de partículas cerosas, assim como o resto do corpo. A cabeça é mais ou menos arredondada, com antenas. Os adultos são de coloração amarelo-pálida. Medem de 1 a 2 mm, sendo as fêmeas maiores que os machos (Figura 19). Períodos secos e quentes favorecem o desenvolvimento e a dispersão do inseto [21].
Controle: A eliminação das folhas infestadas que caem reduz a propagação. O uso de óleos minerais deve ser feito com supervisão de profissional qualificado.

Figura 5.19 – Mosca-branca (*Singhiella simplex*) em *Ficus benjamina*: a,b) indivíduos adultos; c) ninfas.

Fonte: Autores.

5.4.16. Cochonilha-ortézia

Nome científico: *Praelongorthezia praelonga* (Douglas, 1891) (Hemiptera: Ortheziidae).
Hospedeiros: Esta espécie é polífaga.
Reconhecimento da praga e sintomas: Esse inseto causa danos às árvores, pois a quantidade de seiva que é extraída da planta pode provocar murcha e queda de folhas, e, em casos extremos, a morte da planta. A presença da ortézia nas árvores (Figura 20)

Figura 5.20 – Indivíduos adultos de *Praelongorthezia praelonga* em folhas de ipê-amarelo.

Fonte: Autores.

pode promover o aparecimento da fumagina (*Capnodium* sp.), fungo que provoca redução no desenvolvimento, interfere nos processos de trocas gasosas e fotossintéticas e tem como consequência o enfraquecimento das plantas [5,22].
Controle: Uso de óleos minerais com supervisão de profissional qualificado.

5.4.17. Cochonilha-de-cera

Figura 5.21 – Adultos de cochonilha (*Ceroplastes* sp.).

Fonte: Autores.

Nome científico: *Ceroplastes* spp. (Hemiptera: Coccidae).
Hospedeiros: *Lafoensia pacari* (dedaleira), *Eugenia uniflora* (pitangueira), *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo), *Schinus terebinthifolia* (aroeira-pimenteira), *Heptapleurum actinophyllum* (cheflera).
Reconhecimento da praga e sintomas: São insetos revestidos de cera branca; sem o revestimento, têm coloração parda, medem de 3 a 10 mm de comprimento, de 2 a 5 mm de largura e 1,5 a 4 mm de altura (Figura 21). Ninfas e adultos sugam grande quantidade de seiva, sendo os danos mais intensos nas plantas jovens. Provocam clorose e necrose nas folhas e atraso no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Favorecem o desenvolvimento de fumagina [5].
Controle: Uso de óleos minerais com supervisão de profissional qualificado.

5.4.18. Cochonilha-parda

Figura 5.22 – Cochonilha-parda (*Saissetia oleae*) em folhas de jasmim-manga (*Plumeria rubra*).

Fonte: Autores.

Nome científico: *Saissetia oleae* (Olivier, 1791) (Hemiptera: Coccidae).
Hospedeiros: *Olea europaea* (oliveira), *Mangifera indica* (mangueira), *Schinus molle* (aroeira-salsa), *Plumeria rubra* (jasmim-manga) [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: As ninfas apresentam corpo dorsal plano, oval e ligeiramente convexo. As fêmeas adultas são menos ovais e mais convexas, corpo de coloração marrom, medem cerca de 2-5 mm de diâmetro, corpo ovalado, coloração marrom-escura e consistência dura (Figura 22). Os machos adultos são pequenos, alados e medem cerca de 1 mm de comprimento. Provocam definhamento das plantas em virtude da grande sucção de seiva, podendo levá-las à morte quando os ataques são muito severos. Podem provocar manchas na folhagem e ocasionar desfolha, diminuição da taxa de crescimento e favorecer o aparecimento de fumagina [5].
Controle: Uso de óleos minerais com supervisão de profissional qualificado.

5.4.19. Cigarrinhas

Nome científico: *Aetalion reticulatum* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aetalionidae), *Membracis foliatafasciata* (De Geer, 1773) (Hemiptera: Membracidae), *Notogonioides erythropus* (Burmeister, 1835).
Hospedeiros: *Grevillea robusta* (grevilha), *Mangifera indica* (mangueira), *Eucalyptus* spp. (eucaliptos), *Senna spectabilis* (sena), *Senna macranthera* (fedegoso), *Nectandra* spp. (canelas), *Clitoria fairchildiana* (sombreiro) [3].
Reconhecimento da praga e sintomas: São insetos sugadores polífagos, de coloração e tamanhos variados, cujas ninfas e adultos podem ocasionar danos às plantas. Sugam sua seiva, prejudicando o desenvolvimento das brotações, podendo, em altas infestações, matar a planta. São vetores de vírus e podem favorecer a ocorrência de fumagina (Figura 23) [5,23].
Controle: Uso de óleos minerais com supervisão de profissional qualificado.

Figura 5.23 – Adulto de *Aetalion reticulatum*.

Fonte: Autores.

5.4.20. Psilídeo

Nome científico: *Paracarsidara* cf. *gigantea* Crawford (Hemiptera: Carsidaridae).
Hospedeiros: *Pachira aquatica* (munguba).
Reconhecimento da praga e sintomas: São insetos de alguns milímetros de comprimento, com a aparência de minúsculas cigarras, que sugam constantemente os brotos novos durante a floração, liberando secreção açucarada e pegajosa que atrai formigas e outros insetos (Figura 24). Vivem gregariamente sobre folhas (face inferior), ramos, brotos e folíolos terminais, são ovíparos, sendo os ovos geralmente pedunculados e, na maioria das espécies, postos isoladamente. Podem ocasionar desfolha, encarquilhamento e depauperamento (enfraquecimento) da planta, tornando-se daninhos, principalmente, pelas alterações que podem resultar da injeção de toxinas ou vírus inoculados pelas puncturas.
Controle: Sem registro de controle.

Figura 5.24 – Indivíduos de *Paracarsidara* cf. *gigantea* em munguba (*Pachira aquatica*).

Fonte: Autores.

5.4.21. Psilídeo

Nome científico: *Isogonoceraia divergipennis* White & Hodkinson, 1980 (Hemiptera: Psyllidae).
Hospedeiros: *Cenostigma pluviosum* (sibipiruna), *Tipuana tipu* (tipuana)
Reconhecimento da praga e sintomas: São insetos de alguns milímetros de comprimento, com a aparência de minúsculas cigarras, que sugam constantemente os brotos novos durante a floração, liberando secreção açucarada e pegajosa que atrai formigas e outros insetos. Vivem gregariamente sobre folhas (face inferior), ramos, brotos e folíolos terminais, são ovíparos, sendo os ovos geralmente pedunculados e, na maioria das espécies, postos isoladamente. Podem ocasionar desfolha, encarquilhamento e depauperamento (enfraquecimento) da planta, tornando-se daninhos, principalmente, pelas alterações que podem resultar da injeção de toxinas ou vírus inoculados pelas puncturas [24].
Controle: Sem registro de controle.

5.4.22. Psilídeo

Nome científico: *Trioza tabebuiae* Burckhardt & Santana, 2001 (Hemiptera: Triozidae).
Hospedeiros: *Handroanthus* spp. (ipês).
Reconhecimento da praga e sintomas: São insetos de alguns milímetros de comprimento, com a aparência de minúsculas cigarras, que sugam constantemente os brotos novos durante a floração, liberando secreção açucarada e pegajosa que atrai formigas e outros insetos. Vivem gregariamente sobre folhas (face inferior), ramos, brotos e folíolos terminais, são ovíparos, sendo os ovos geralmente pedunculados e, na maioria das espécies, postos isoladamente. Podem ocasionar desfolha, encarquilhamento e depauperamento (enfraquecimento) da planta, tornando-se daninhos, principalmente, pelas alterações que podem resultar da injeção de toxinas ou vírus inoculados pelas puncturas (Figura 25) [25].
Controle: Sem registro de controle.

Figura 5.25 – Danos do psilídio *Trioza tabebuiae* em folha de ipê-amarelo.

Fonte: Autores.

5.5. Considerações finais

Foram apresentadas, em apreço, apenas as pragas mais significativas das principais espécies arbóreas, utilizadas em áreas urbanas do Centro-Oeste. Como trabalho pioneiro, deve-se ressaltar que este trabalho será continuamente enriquecido em suas edições posteriores. Com especial referência ao controle químico das pragas, foram utilizadas as recomendações oficiais e destinadas aos plantios em áreas rurais. Por isso, qualquer uso desses produtos em área urbana deve ser acompanhado de rigoroso acompanhamento com profissional técnico devidamente regulamentado pela legislação vigente do receituário agronômico.

5.6. Referências

[1] World Flora Online [Internet]. 2025 [acesso 2 out. 2025]. Disponível em: http://www.worldfloraonline.org

[2] Magistrali IC, Costa EC, Garlet J, Boscardin J, Machado LM. Danos de *Oncideres saga* em plantios de *Acacia mearnsii* no Rio Grande do Sul, Brasil. Pesq Flor Bras. 2013;33(76): 459-62.

[3] Silva AGD'A, editor. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitas e predadores. Parte II – 1° Tomo: insetos, hospedeiros e inimigos naturais. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura; 1968.

[4] Souza GK, Pikart TG, Pikart FC, Zanuncio JC. Registro de *Oncideres saga* (Coleoptera: Cerambycidae) em *Peltophorum dubium* (Leguminosae) no município de Trombudo Central, Santa Catarina, Brasil. EntomoBrasilis. 2012;5(1):75-7.

[5] Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Baptista GC, Berti Filho E, et al. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ; 2002.

[6] Costa Lima AC. Insetos do Brasil: Coleópteros – 3ª parte. Rio de Janeiro: Serviço Gráfico do IBGE, Escola Nacional de Agronomia; 1955.

[7] Costa Lima AC. Insetos do Brasil: Coleópteros – 4ª parte. Rio de Janeiro: Serviço Gráfico do IBGE, Escola Nacional de Agronomia; 1956.

[8] Mesquita ALM, Policarpo GTP, Cardoso JE, Mota MSCS. Novas ocorrências de Cerambycidae (Insecta: Coleoptera) em cajueiro no Brasil e recomendações de manejo. Fortaleza: Embrapa; 2017. (Comunicado Técnico, 231).

[9] Peres-Filho O, Dorval A, Moura RG, Berti Filho E. Primeiro registro de ocorrência de *Onchoscelis germari* Boheman, 1837 (Coleoptera: Curculionidae) em caixeta (*Simarouba amara* Aubl., Simaroubaceae) no Brasil. Rev Agric. 2006;81(2):229-32.

[10] Ferreira JMS, Warwick DRN, Siqueira LA, editores. *Cultura do coqueiro no Brasil*. Aracaju: EMBRAPA-SPI; 1994.

[11] Vanin SA, Benà DC, Albertoni FF. Description of immature stages of *Phelypera schuppeli* (Boheman, 1834) with comments on natural history (Coleoptera: Curculionidae: Hyperinae). Zootaxa. 2012;3423:45-60.

[12] Urban D, Oliveira BL. Contribuição ao conhecimento de *Rothschildia jacobae* (Lepidoptera, Saturniidae). Acta Biol Paraná. 1972;1(1-2):35-49.

[13] Silva EG. Entomofauna associada a *Ficus benjamina* L. (Moraceae) no município de Cuiabá, estado de Mato Grosso [dissertação]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; 2010.

[14] David G, Thiébaut B, Pierre J. *Aellopos tantalus* (Linné, 1758) à la Martinique: biologie (Lepidoptera, Sphingidae). Bull Soc Entomol Fr. 2010;115(4):397-400.

[15] Motta CS, Xavier-Filho FF. Esfingídeos (Lepidoptera: Sphingidae) do município de Beruri, Amazonas, Brasil. Acta Amazon. 2005;35(4):457-62.

[16] Peres-Filho O, Berti-Filho E. Biologia de *Rolepa unimoda* (Dognin, 1923) (Lepidoptera: Lymantriidae) em folhas de *Tabebuia avellanedae* Lor. ex Griseb (Bignoniaceae) e observação sobre seus inimigos naturais. Sci Agric. 1985;42:55-62.

[17] Peres-Filho O, Berti-Filho E. Características morfológicas de *Rolepa unimoda* (Dognin, 1923). Sci Agric. 1987;44:1233-41.

[18] Parreira DS, Dimaté FAR, Batista LD, Ribeiro HCB, Guanabens RE, Martins WD. *Pseudosphinx tetrio* (Lepidoptera: Sphingidae): potencial praga para a planta ornamental *Plumeria rubra* no Brasil. Ensaios Ciênc Cienc Biol Agrar Saúde. 2017;21(1):1-3.

[19] Todd E, Poole RW. A revision of the agaristid genus *Aucula* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). J Lepid Soc. 1981;35(3):194-215.

[20] Silva EG, Peres-Filho O, Dorval A. Primeiro registro de *Gynaikothrips uzeli* (Zimmerman) e *Androthrips ramachandrai* (Karny) (Phlaeothripidae: Phlaeothripinae) em *Ficus benjamina* L. (Moraceae) no Brasil. Rev Agric. 2013;86:175-7.

[21] Velasco GDN, Moura RG, Berti Filho E, Couto HTZ. Avaliação da infestação por *Singhiella simplex* (Hemiptera: Aleyrodidae) em *Ficus benjamina* no município de São Paulo, SP, Brasil. Rev Agric. 2011;86(2):134-41.

[22] Carvalho RS, Nascimento AS, Sanches NF. Controle da orthezia dos citros. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; 1998 [Internet]. [acesso 29 set. 2020]. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81520/1/Controle-da-Orthezia-Romulo-Silva-Circular-tecnica-31-1998.pdf

[23] Costa Lima AC. Insetos do Brasil: Homópteros. Capítulo XXIII. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia; 1942 [Internet]. [acesso 29 set. 2020]. Disponível em: http://www.ufrrj.br/institutos/ib/ento/tomo03.pdf

[24] Barreto MR, Queiroz DL, Burckhardt D, Foerster LA. Checklist of jumping plant-lice (Hemiptera: Sternorrhyncha: Psyllidae) from Mato Grosso, Brazil. Cienc Florest. 2020;30(3):873-84. DOI: 10.5902/1980509840612

[25] Santana DLQ, Burckhardt D. A new triozid pest (Hemiptera: Psylloidea: Triozidae) on ornamental Trumpet Trees (*Tabebuia* spp., Bignoniaceae) in Brazil. Rev Suisse Zool. 2001;108(3):541-50.

Capítulo 6

MANEJO E TECNOLOGIAS VOLTADAS À ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Eliane Guaraldo, Camila Aoki, Gisseli Ramalho Giraldelli dos Santos, Arnildo Pott e Rogério Rodrigues Faria

6.1. Destaques deste capítulo

1. A urbanização do Centro-Oeste brasileiro apresenta uma rede de cidades espacialmente difusas e de baixa densidade, permeadas por territórios rurais extensos;
2. A região apresenta muitas cidades de fundação recente, com vias amplas e espaço para a arborização, porém, repetem os mesmos conflitos com a infraestrutura urbana encontrados nas demais regiões do país;
3. Práticas inadequadas de arborização devem ser substituídas sistematicamente por um planejamento técnico que inclua a seleção de espécies apropriadas e um manejo florestal adequado;
4. O sensoriamento remoto, a dendrocronologia e a tomografia são ferramentas aliadas ao diagnóstico e análise da saúde das árvores na região Centro-Oeste;
5. Políticas de floresta urbana, planos diretores e planos municipais, ainda que existentes na região, carecem de integração efetiva ao planejamento físico-territorial.

6.2. Introdução

A urbanização na região Centro-Oeste ocorreu a partir de meados do século XX, consolidando o processo de industrialização que começou na década de 1930. Acentuou-se a partir da década de 1960, especialmente motivado pela transferência da capital federal do Rio de Janeiro para Brasília, dentro da política de interiorização do desenvolvimento econômico do país. Isso inaugurou um movimento de reversão do desequilíbrio histórico notável de concentração das aglomerações de povoação ao longo da costa, como se a rede de núcleos urbanos fosse se esgarçando a partir do litoral, com os nós (as cidades) se afastando entre si da praia para o interior [1].

> Este fato é importante para compreender por que a região Centro-Oeste, distante da costa, se desenvolveu tardiamente e até hoje apresenta uma rede de cidades espacialmente difusas e de baixa densidade, afastada por territórios rurais extensos.

Depois da Segunda Guerra Mundial, o território brasileiro se torna de fato integrado por meio de um desenvolvimento constante de novos sistemas de engenharia, como rodovias e estradas de ferro interconectadas, que empreendem condições técnicas e políticas geradoras de modernizações constantes, o que transforma o território em algo unificado, embora não politicamente [2]. Esse movimento conectou antigas cidades de patrimônio religioso, de patrimônio leigo de origem na mineração e entrepostos comerciais dos períodos colonial e imperial, com as novas cidades criadas no período republicano. Este é o caso de várias cidades na rede urbana da região Centro-Oeste, a exemplo de suas próprias capitais, exceto Cuiabá (MT).

Ao intenso movimento urbanístico da década de 1960, que inaugurou no Brasil a figura da região metropolitana, sucedeu-se a tendência atual de crescimento das cidades médias (de 100 a 500 mil habitantes). Uma parte da população, antes residente em metrópoles, tem se deslocado em direção às cidades de médio porte, gerando empregos diretos e indiretos [3]. Além disso, a tendência contemporânea de redução das migrações inter-regionais [4] aponta para o crescimento demográfico interno destas médias e pequenas cidades, reforçando assim a demanda por investimento para melhorar sua qualidade espacial.

Por outro lado, metrópoles e as cidades grandes recentemente apresentam diminuição em seu crescimento, necessitando atenção ao atendimento integral de sua superfície urbana e reversão de problemas acumulados nos setores de serviços básicos, mobilidade e destinação de efluentes e resíduos, além daqueles ligados às questões sociais, como inclusão e acesso.

6.3. Configurações urbanas na região Centro-Oeste

Cidades de malha urbana oriundas dos primeiros modelos urbanos aplicados nos períodos sob a dominação portuguesa apresentam espaços que originalmente não previam arborização – ruas e eixos não ortogonais, calçadas estreitas e praças sem jardins – pensadas majoritariamente para acomodar circulação peatonal e edifícios de governo municipal. Nestas cidades, em que espaços arborizados são exceção, a tentativa de acrescentar elementos arbóreos é recente e nem sempre resulta em sucesso. Nos modestos passeios as pessoas passam a competir com os espaços requeridos para o bom desenvolvimento das árvores e com todas as demais exigências das cidades contemporâneas, como postes, mobiliário, facilidades e faixas exclusivas. Recentes transformações e intervenções modernizadoras em tecidos urbanos antigos, como no caso de Cuiabá (capital do estado de Mato Grosso), podem criar oportunidade para que a arborização ganhe espaço e atenção, em espaços especialmente pensados para acomodá-la, compartilhando as áreas sombreadas com cidadãos, construções e veículos.

> As cidades criadas a partir do final do século XIX, atendendo a princípios sanitaristas (a exemplo de Campo Grande, MS), incorporaram a floresta urbana em seu planejamento. Com malhas em xadrez e dispostas de forma favorável à incidência solar, essas cidades garantem calçadas amplas, que permitem a arborização e, consequentemente, oferecem sombra e conforto ao pedestre e a manutenção de importantes serviços ambientais.

Na região Centro-Oeste estão algumas cidades brasileiras planejadas para atender a modelos, em seu tempo considerados ideais. Goiânia (GO), que na década de 1930 substituiu a então capital Goiás (hoje Goiás Velho) foi desenhada por Atílio Correia Lima e mescla um apurado traçado baseado no urbanismo francês com a ideia vigente de setorização funcional. Nesta cidade, a estrutura acomoda as atividades urbanas com esmero de desenho, baseado em efeitos de perspectiva, efeito cênico e valorização dos principais edifícios públicos. Nos setores, cria espaço para configurações variadas de bairros, como aqueles inspirados nos jardins paisagísticos aproveitados como modelo para os bairros jardim: ruas de traçados ondulados, casas com recuos frontais e laterais e arborização profusa.

Diferente das cidades convencionais, Brasília, DF, foi planejada a partir da década de 1960 com base em um pensamento urbanístico inovador. Esse novo modelo priorizou o sistema rodoviário e a ruptura com a lógica dos lotes fechados e dos muros. Nele, a arborização é um componente indissociável da paisagem, tanto nas vias expressas quanto nas áreas de convívio de pedestres, entre os edifícios e as superquadras.

A arborização está presente em maior ou menor quantidade na grande maioria das cidades da região Centro-Oeste, como acompanhamento viário ou nos muitos parques e praças ajardinadas. Sobretudo junto às vias, a arborização apresenta grandes e pequenos problemas de origem ou de manejo, em sua maioria derivados de práticas amadoras e desconhecimento técnico profundo, com reflexos graves para a saúde e vitalidade das cidades da região.

6.4. A situação atual da região Centro-Oeste no contexto da arborização urbana

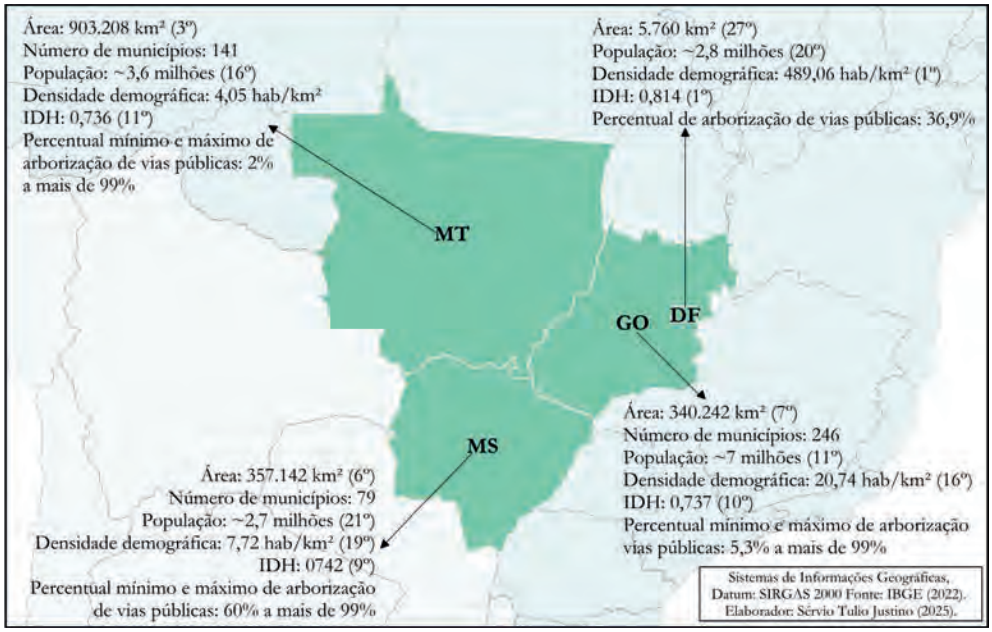
Os estados da região Centro-Oeste variam bastante em extensão territorial, número de habitantes, índice de desenvolvimento humano (IDH), urbanização (domicílios urbanos em face de quadra com boca de lobo e pavimentação e meio-fio e calçada/domicílios urbanos totais) e arborização de vias públicas (domicílios urbanos em face de quadra com arborização/domicílios urbanos totais) (Figura 1).

Goiás é o sétimo maior estado brasileiro e compreende 246 municípios, os quais apresentam em média 6,3% de urbanização de vias públicas, sendo 0% em 55 municípios e a maior urbanização se dá na capital, Goiânia, com 48,6% [5] Em média 77,5% das vias públicas são arborizadas, com os menores percentuais observados em Nova Roma (5,3%) e Monte Alegre de Goiás (5,4%), e os maiores valores em Britânia, Inaciolândia, Heitoraí, Jandaia, Nova América, Paranaiguara e Petrolina de Goiás, com mais de 99% [6].

Mato Grosso é o terceiro maior estado do país, com 141 municípios que têm, em média, 6,16% de urbanização de vias públicas, que varia de 0% (32 municípios) a 42,2% em Lucas do Rio Verde [5]. Em média, 54,7% das vias públicas são arborizadas, variando de menos de 2% em Cotriguaçu, Apiacás e Novo Mundo a mais de 99% em Araguaiana e General Carneiro [6].

Mato Grosso do Sul constitui o sexto maior estado brasileiro, taxa de urbanização de vias públicas variando de 0% (Bandeirantes, Bodoquena, Corguinho, Douradina e Selvíria) a 33-34% (Campo Grande, Corumbá, Costa Rica e Naviraí), em média 2,3% [5]. O percentual de arborização de vias públicas varia de aproximadamente 60% (Juti, Laguna Carapã e Terenos) até pouco mais de 99% (Bela Vista, Bonito, Camapuã, Nova Andradina, Rio Negro, São Gabriel do Oeste, Selvíria e Pedro Gomes) [6].

Figura 6.1 – Região Centro-Oeste do Brasil. Dados geográficos e demográficos dos estados, comparados com o Índice de Desenvolvimento Humano e percentual de arborização de vias públicas urbanas.



Fonte: Sérvio Justino; Zabotto Ambiental; IBGE.

O Distrito Federal tem 5.760 km², com uma população estimada de mais de 3 milhões de pessoas, apresenta 57% de urbanização de vias públicas [5] e 36,9% de arborização de via públicas [6]. Considerando apenas municípios com mais de um milhão de habitantes, Goiânia destaca-se como a cidade brasileira com o maior percentual de arborização no entorno do domicílio (89,3%), enquanto Brasília se destaca com um dos índices mais baixos. Na região Centro-Oeste (assim como Norte e Nordeste) existem raras iniciativas que se dedicam ao conhecimento da flora urbana [7]. Esse conhecimento é o primeiro e essencial passo para melhorar o planejamento, manejo e, consequentemente, a qualidade da arborização urbana.

A região Centro-Oeste abriga o maior IDH do país, 0,814, que fica no Distrito Federal. O DF é também responsável pela maior densidade demográfica bruta da região, com 489 habitantes por km². Logo depois vêm os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, com 20,74, 7,72 e 4,05 habitantes por km², respectivamente. [8]. Se analisada em conjunto com o número de municípios de cada estado, essa baixa densidade reflete um território de ocupação recente e mais disperso em relação ao restante do país. Assim, a maioria dos estados da região Centro-Oeste tem um número mais reduzido de municípios, em geral com extensas áreas (predominância das rurais), dando suporte à economia de matriz agropecuária [9].

De acordo com dados mais recentes disponíveis, da pesquisa de características urbanísticas do entorno dos domicílios [6], a iluminação pública no Centro-Oeste atende a 97% dos 12.262.262 moradores, a presença da arborização urbana apenas 68%. Esse percentual é próximo ao de outros elementos de infraestrutura, como pavimentação, calçadas e meio-fio, com 78%, 59% e 76%, respectivamente. Entretanto, aspectos básicos como bueiros e bocas de lobo atendem a apenas 33%, e itens de acessibilidade para cadeirantes a 7%.

6.5. Conflitos entre árvores e a estrutura urbana

Assim como no restante do Brasil, a falta de planejamento da arborização urbana é comum em municípios do Centro-Oeste e as iniciativas particulares (majoritariamente sem conhecimento técnico) levam ao plantio de espécies inapropriadas ou que são conduzidas de forma inadequada, considerando a paisagem urbana, o local (distanciamento entre mudas, de esquinas, postes de luz, sinalização de trânsito, garagens, redes de esgoto, bueiros, etc.) e as técnicas de plantio e manutenção (cova/berço, adubação, irrigação, tutoramento, poda, área permeável etc.). Como resultado, esse planejamento incipiente gera transtornos à população e gestores, causando prejuízos como rompimento de fiação de energia elétrica e telecomunicação, danos às redes subterrâneas de água e de esgoto, entupimento de calhas, obstáculos para o trânsito e acidentes envolvendo pedestres, veículos e/ou edificações [10,11].

Entre os mais comuns e mais avaliados cientificamente, estão os conflitos entre árvores das redes viárias e a fiação elétrica e telefônica. Em Mato Grosso do Sul, foi observado que 56% das árvores de várias cidades analisadas (Cassilândia, Chapadão do Sul, Costa Rica e Paranaíba) ficavam sob fiação elétrica, sendo que 10% mostraram conflitos evidentes [12]. Conflitos entre árvores e redes de energia foram observados em percentual ainda maior em outros municípios da região como, por exemplo, Coxim (MS), [13], Cuiabá (MT), [14], Goiandira (GO), [15], Jataí (GO, [16] e Quirinópolis (GO) [17]. Em Campo Grande, em 2024, 55,2% das árvores analisadas estavam sob a rede elétrica e 43,3% apresentaram conflito com fiação, resultantes do plantio inapropriado de espécies, má condução e manejo incorreto ou deficiente [18]. Mesmo onde os conflitos ainda não são acentuados, eles constituem conflitos potenciais em razão do plantio de espécies de grande porte sob a fiação, conforme observado em Alta Floresta, Carlinda, Colider, Matupá e Nova Monte Verde (MT) [19,20]. Em geral, esses conflitos estão relacionados ao plantio de espécies inadequadas, sem planejamento e sem podas de manutenção.

Poucos estudos têm avaliado a compatibilidade das espécies utilizadas na arborização com o calçamento. Na arborização viária de alguns conjuntos habitacionais em Cuiabá (MT), mais de 55% das árvores analisadas causavam danos leves a severos nas calçadas [14]. Em Goiandira (GO) cerca de 23% das árvores analisadas causavam afloramento de raiz e/ou danos a calçadas e canteiros [15]. Em Campo Grande (MS), o percentual de árvores com afloramento moderado a pesado foi de 29,4% [20]. Em Ponta Porã, Campo Grande e Aquidauana (MS), outro estudo constatou danos leves a severos em árvores nas calçadas, de 15,95%, 13,18% e 12,79% respectivamente; enquanto em Três Lagoas e Dourados (MS), a porcentagem foi de 9,30% e 6,14% [21]. A maioria desses estudos têm em comum a constatação de plantio de espécies inadequadas como principal causa para a ocorrência desse conflito, por exemplo, *Clitoria fairchildiana* (sombreiro), *Ficus benjamina* (ficus-benjamina) e *Delonix regia* (flamboyant).

Ao avaliarem a arborização em várias cidades do Mato Grosso do Sul, pesquisadores notaram que 80% das mais de 3000 unidades arbóreas avaliadas foram plantadas em frente às residências, 14% em outros locais públicos, como igrejas, escolas e creches [12]. Apenas 6% das árvores se concentraram em frente aos estabelecimentos comerciais, que, de modo geral, priorizam a visualização da fachada. Além disso, como há pouco recuo das construções, há dificuldade no plantio adequado de árvores, conforme apontado por eles.

Figura 6.2 – Exemplos de conflitos corriqueiros no ambiente urbano: a-b): pavimento; c-f) passeio público; g-i) fiação elétrica.

Fonte: Autores.

6.6. Boas práticas de manejo

O manejo é uma prática necessária e assume importância tanto maior quanto menos ações de planejamento para alcançar êxito. Os Planos Diretores ou Planos Municipais de Arborização Urbana são fundamentais para que os municípios conduzam de forma organizada ações de arborização e de proteção, amparadas por técnicos capacitados e guias para cidadãos.

6.6.1. Podas

Poda é a retirada seletiva de partes indesejadas ou danificadas de uma árvore, para alcançar objetivos específicos, que devem ser definidos antes do início da operação e precedidos de inspeção visual e planejamento das atividades. As podas estão entre as práticas de manejo mais frequentemente utilizadas e necessárias na arborização urbana. Elas visam a compatibilizar os benefícios trazidos pela arborização com as estruturas urbanas e as necessidades e segurança da população.

Em um cenário ideal, a situação das árvores urbanas deveria ser tal que nenhuma poda fosse necessária. Deve-se procurar que a árvore cresça segundo as determinações naturais de morfofisiologia de sua espécie como, por exemplo, arquitetura de copa, altura, fuste, sistema radicular e outras características, podendo desenvolver seu potencial em meio saudável e convivendo harmonicamente com outros equipamentos, mobiliário e infraestruturas urbanas.

Figura 6.3 – Podas inadequadas e/ou mal executadas: a-e) podas para desvio de fiação elétrica; f-h) podas para definir formato de copa.

Fonte: Autores.

Para práticas corretas de poda devem ser considerados o ciclo de crescimento, a estrutura individual das espécies e o tipo a ser executado. Também os cortes devem ser feitos com a técnica adequada. O percentual e a distribuição da folhagem a ser removida devem ser definidos de acordo com a espécie arbórea, idade, estado sanitário e localização, porém não deve ser retirado mais de 25% da copa, exceto em situações tecnicamente justificadas [22]. A excessiva redução de área para a fotossíntese causa diminuição de seiva elaborada e consequente morte de ramos e raízes e até da planta.

O planejamento, execução e/ou controle das podas de manutenção é atribuição das prefeituras municipais. Nos casos de conflito com a rede elétrica, o trabalho integrado entre prefeitura e companhia de distribuição de energia é a forma mais eficiente de conduzir o manejo adequado das árvores. Do ponto de vista operacional e econômico, a realização das podas de maneira rotineira, criteriosa e planejada se reverte em economia de recursos de forma direta e indireta [11]. Contudo, hoje, certamente as podas constituem o principal problema dos responsáveis pela arborização e os motivos são diversificados: uso de técnicas desatualizadas, realização por profissionais pouco capacitados ou totalmente sem capacitação, sem planejamento e como solução imediatista para problemas de diferentes origens [11]. Com isso, os problemas e os custos envolvidos no manejo vão sendo ampliados.

No diagnóstico realizado em Campo Grande, em 2009, 76,5% das árvores apresentavam danos físicos provocados por podas inadequadas [23]; em 2024, esse valor reduziu para 47% [18], sugerindo que programas de treinamento para realização de atividades de manejo estão surtindo efeito e devem ser continuados. Em Várzea Grande (MT), 15% das árvores analisadas apresentavam podas inadequadas e 4%, podas drásticas [24]. Em Goiandira (GO) foi registrada poda radical em 19% das árvores visando, principalmente, eliminar a interferência na rede elétrica convencional [15].

Embora em vários municípios haja alguma legislação e fiscalização com relação às podas, muitas ainda são realizadas irregularmente pela população ou por terceiros contratados, sem adequada formação técnica, resultando em falta de critérios específicos na execução dos trabalhos.

Podas inadequadas alteram a estrutura típica de ramificação da espécie, ocasionam ferimentos, favorecendo a entrada de patógenos e cupins, com danos que podem gerar o apodrecimento do lenho e a morte da planta [11,25]. Ainda há a concepção errônea de que a árvore necessita de poda, mesmo em amplos espaços de parques, praças e jardins.

A norma brasileira ABNT NBR 16246, em sua parte 1, em vigor e baseada na norma norte-americana ANSI A300-1:2008, estabelece os procedimentos para a poda de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas em áreas urbanas, em conformidade com a legislação aplicável [22].

6.6.2. Manejo de árvores em construções

Apesar da importância, pouca ou nenhuma atenção é dispensada ao problema da convivência das árvores com construções e canteiros de obras, tanto no caso dos edifícios particulares como nos públicos. Na dinâmica dos canteiros de obras, as árvores muitas vezes não são protegidas, ocorrendo comumente quebra de galhos, injúrias no tronco e na copa provocadas pela circulação de equipes e de equipamentos. Além disso, a movimentação constante de veículos e cargas compacta o solo no entorno das árvores e pode comprometer seriamente a oxigenação das raízes. As operações de nivelamento de terreno podem ainda remover camadas superficiais do solo expondo as raízes, comprometendo a estabilidade do solo em volta da árvore e alterando sua composição original, ou soterramento do colo. Obras também interferem na drenagem. O armazenamento de rejeitos e restos de materiais também pode ser prejudicial à integridade física e química do sítio. Por exemplo, cal e cimento tem pH alto, podendo alcalinar o solo, havendo espécies que toleram isso, caso de bocaiúva, canafístula e outras de floresta decidual de solos calcários. Solventes, tintas, produtos de petróleo e vários outros são fitotóxicos. A ABNT publicou em 2019 a norma brasileira NBR 16246, parte 4, que orienta o manejo correto de árvores em obras [26].

6.6.3. Transplante de árvores adultas

O transplante de árvores adultas pode ser realizado com a finalidade de conservação ou para atender a projetos paisagísticos específicos, uma vez que há espécies tolerantes a esta prática em qualquer fase da vida. Entretanto, o sucesso do transplante estará condicionado a fatores limitantes, como: espécie a que pertence o vegetal, condições de vigor e sanidade, porte, idade e capacidade de resistir às perdas de água. Essa técnica de manejo tem sido empregada com frequência cada vez maior, porém, ainda são escassos estudos específicos a respeito desse assunto, no que concerne à tolerância de espécies arbóreas, principalmente nativas, por isso recomenda-se a realização de registros sobre o sucesso ou não desta prática nas árvores da cidade, como possibilidade de estudos futuros [23,27,28].

6.6.4. Monitoramento e fitossanidade

É de extrema importância que seja realizado o monitoramento constante da arborização implantada nas cidades, de modo que as informações se mantenham atualizadas, tanto quantitativa como

qualitativamente, permitindo identificar os principais conflitos referentes à arborização urbana, além da evolução ou sua redução [23].

Além disso, o monitoramento permite acompanhar as condições de fitossanidade, possibilitando que seja aumentada a expectativa de vida e a segurança das árvores urbanas, por meio de medidas de prevenção e controle de pragas.

6.6.5. Produção de mudas e plantio

O manejo da arborização urbana deve contemplar ações contínuas para a implantação de novas árvores, tanto em espaços ainda não arborizados quanto para a substituição gradativa das árvores que entram em declínio. O planejamento deste tipo de manejo deve vislumbrar inicialmente a escolha de espécies em conformidade com o espaço disponível e a finalidade do plantio, que pode ocorrer para arborizar vias (calçadas e canteiros centrais) ou áreas abertas (praças, parques, áreas de preservação permanente).

Com relação à localidade que receberá o plantio, é muito importante observar as condições climáticas e a sazonalidade para definir a melhor época para o estabelecimento das mudas. Esse fator é bem significativo no sucesso dos plantios na maioria dos municípios da região Centro-Oeste, uma vez que há períodos com eventos de escassez hídrica muito relevantes. O espaço a receber o plantio, além de ter sido adequadamente preparado para acolher a nova árvore, deve ser definido de forma a encontrar a melhor situação para o seu desenvolvimento, de forma a minimizar a ocorrência de conflitos e necessidade de intervenções futuras.

É importante dar atenção à fase de produção e/ou aquisição das mudas, atentando para seu porte e suas condições de vigor e fitossanidade. O volume insuficiente de substrato ou longo período no viveiro com a mesma embalagem, por exemplo, causa enovelamento de raízes, que tenderão a ser superficiais. No que diz respeito à execução dos plantios, além dos critérios técnicos (análise física e química dos solos), devem ser empregados tratos culturais necessários até o completo estabelecimento da nova árvore.

> Para que nada passe despercebido na implantação da arborização, recomenda-se que os municípios elaborem guias específicos para orientação, tanto de suas equipes quanto dos cidadãos. Planos Diretores de Arborização Urbana ou Planos Municipais de Arborização Urbana documentam a floresta urbana e definem prioridades de plantio e gestão.

6.7. Tecnologias para arborização urbana

6.7.1. Tomografia e detecção de saúde das árvores

As árvores que compõem a floresta urbana estão constantemente em condição de estresse, o que impacta sua qualidade de vida. Elas estão sujeitas à compactação e impermeabilização do solo, o que prejudica a expansão radicular e a ancoragem da planta, às baixas condições nutritivas do solo pela falta de ciclagem, a uma maior carga de poluentes, à constante exposição à luz da

iluminação pública, além das frequentes intervenções que resultam em mutilações, seja por vandalismo, seja para adequar sua presença aos demais elementos da infraestrutura urbana [29]. Esse conjunto de condições estressantes resulta na diminuição da expectativa de vida e impacta negativamente o crescimento e desenvolvimento das árvores urbanas [30], que podem ficar mais suscetíveis a problemas de fitossanidade, aumentando as chances de apodrecimento de suas partes lenhosas.

Considerando que problemas no lenho podem gerar sérios riscos de queda de galhos e árvores, potencializando a ocorrência de acidentes e desencadeando situações de perigo, é extremamente importante que sejam realizadas avaliações de risco existentes em meios urbanos, de forma a atestar que tais árvores sejam mecanicamente confiáveis e com razoável fator da segurança [29,31-33].

A norma brasileira ABNT NBR 16246-3 dispõe sobre avaliação de risco de árvores da floresta urbana [34]. A avaliação de risco passa pela identificação de quais características da árvore contribuem para a sua fragilidade mecânica, podendo ser realizada por observação visual para reconhecer sintomas de declínio (copa esparsa, descoloração das folhas, ramos secos, infestações) e aparência do tronco (inclinação, sinais de apodrecimento) [33]. O estrangulamento do colo por cimento é uma das principais causas de queda. No entanto, muitas vezes a avaliação visual não é suficiente, sendo necessário conhecer as condições internas da árvore. Por essa razão, foram desenvolvidas diversas tecnologias que permitem avaliar tais condições [35].

Houve uma evolução dos instrumentos de aplicação das técnicas por meio de instrumentos como penetrômetros, medidores de condutividade elétrica, detectores ultrassônicos, raios-X, densímetros de raios-Y e ressonância magnética nuclear [35]. Entre tais instrumentos, a tomografia ultrassônica provou ser uma ferramenta eficaz para a detecção de decadência interna, localizando com precisão a posição das anomalias. O método tem a capacidade de detectar, por intermédio de medidas não destrutivas, localizar e medir partes degradadas, oferecendo ótimo diagnóstico da presença ou não de podridão perigosa em árvores vivas [32,35,36].

Uma das tecnologias de tomógrafo ultrassônicos desenvolvida para avaliação do estado interior de árvores é baseada no princípio do sincronismo da onda. As velocidades de impulso das ondas dentro da madeira são altamente correlacionadas com a densidade do material, de forma que a madeira densa transmite melhor as ondas ultrassônicas do que a madeira danificada por decomposição ou rachaduras [37].

No entanto, a velocidade de impulso da onda, que é altamente correlacionada com a densidade da madeira, também é afetada por parâmetros anatômicos da madeira. Portanto, as diferenças entre a madeira de diferentes espécies devem ser levadas em consideração. Além disso, em que pese o fato de que os tomógrafos fornecem medições precisas do estado da condição mecânica interna das árvores, eles não devem ser usados como única base de decisão para avaliar a estabilidade de uma árvore, mas em combinação com a avaliação de outros dados coletados na situação. É imperioso, portanto, que a análise dos resultados seja realizada por profissional especialista, com conhecimento a respeito da anatomia da madeira e avaliação de riscos [37].

No contexto regional, podemos usar o exemplo de Campo Grande (MS), que adquiriu um tomógrafo, que permite uma visão interna da condição de árvore, detectando deterioração oculta, cavidades e rachaduras invisíveis. Além disso, o equipamento conta com uma ferramenta que permite criar a imagem do sistema radicular, podendo até detectar raízes abaixo do pavimento.

Essa ferramenta tem proporcionado bons subsídios para a avaliação do estado de árvores, facilitando a tomada de decisões. Em 2018, por exemplo, foram efetuadas tomografias de todas as figueiras imunes ao corte existentes nos canteiros centrais da Avenida Afonso Pena e da Avenida Mato Grosso, com a finalidade de avaliar as condições de resistência do lenho como medida auxiliar na análise de risco, bem como para auxiliar na tomada de decisões, por se tratar de um exame que fornece maior precisão ao diagnóstico [38].

6.7.2. Dendrocronologia

A história de crescimento das árvores fica registrada em sua estrutura lenhosa na forma de anéis, cujo estudo é denominado Dendrocronologia. A largura do anel da árvore é determinada por uma variedade de fatores, por exemplo, os recursos nutricionais do solo, idade da árvore e fatores climáticos como temperatura, precipitação ou radiação solar [39]. As árvores de ambientes urbanos encontram-se sob forte pressão antrópica, que modifica condições e recursos disponíveis para o seu desenvolvimento. Isso inclui a disponibilidade limitada de água e volume de solo, temperaturas mais altas e espaço limitado para crescimento.

Estudos relacionando os parâmetros climáticos e o crescimento de árvores em florestas naturais ou manejadas são bem mais frequentes do que em árvores urbanas. Podas e injúrias nos galhos e tronco podem causar sinais nas séries temporais de anéis de árvores, incluindo anéis perdidos e em cunha [39,40]. Como resultado, os impactos causados pelo homem podem ser difíceis de se distinguir dos efeitos climáticos no crescimento das árvores urbanas [41]. Nesse sentido, é necessário que sejam realizados estudos com esse enfoque nos diferentes estados brasileiros, englobando diferentes espécies, uma vez que a dendrocronologia pode ser uma ferramenta muito útil para entender a resposta das árvores às mudanças climáticas [42] e ao stress causado pela convivência nem sempre harmônica com elementos urbanos. Assim, será possível projetar crescimento e mortalidade [43] e vários resultados de serviços ecossistêmicos como, por exemplo, sequestro de carbono [44].

6.7.3. Sensoriamento remoto e aprendizado de máquina

O uso de metodologias automatizadas para mapear a arborização por meio de sensoriamento remoto é uma forma prática e rápida de gerar informações necessárias para o diagnóstico e gestão pública da arborização urbana. Diversos estudos apontam o sensoriamento remoto como ferramenta útil para este propósito, com o uso de imagens multiespectrais [45,46], hiperespectrais [47,48], *Light Detection and Ranging* - LiDAR [49,50] ou a combinação delas [51-53].

Apesar do custo comparativamente menor e da resolução espacial mais alta, poucos estudos focaram no uso de imagens capturadas por sensores RGB (*Red-Green-Blue*) [54]. Em Mato Grosso do Sul, foram utilizados métodos baseados em Redes Neurais Convolucionais (CNN) combinados com imagens RGB de alta resolução espacial de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) para a detecção de uma espécie vulnerável à extinção [54], o cumbaru (*Dipteryx alata*) [55] em área urbana florestada em Campo Grande (MS). A análise experimental realizada demonstrou uma precisão média em torno de 92%, com tempos de processamento associados abaixo de 30 milissegundos.

Assim, esta metodologia parece apropriada para estimativas populacionais de espécies arbóreas, bem como para monitoramento demográfico, podendo ser empregada com sucesso no diagnóstico e gestão da arborização urbana, uma vez que as árvores geralmente se encontram mais esparsas, o que permitiria a vetorização e isolamentos dos indivíduos nas imagens, o que facilitaria a classificação orientada a objeto. É feita uma série de fotografias de cada espécie para ensinar e calibrar o sistema. Além disso, em virtude da relação entre características de plantas específicas e serviços ecossistêmicos por elas prestados, essa identificação e os mapas gerados podem ajudar os gestores a projetar espaços verdes urbanos que são apenas esteticamente atraentes e também maximizam a diversidade e magnitude dos serviços ecossistêmicos fornecidos.

6.8. Considerações finais

A região Centro-Oeste, mesmo com uma rede urbana que já prevê áreas verdes nas cidades, ainda repete erros históricos no que tange à arborização urbana. Isso revela um descompasso entre o projeto original de cidade, que previa espaço para a árvore no conjunto urbano, e as práticas usuais que a gerem ou assim deveriam. Tal fato reflete a falta de cuidado e conhecimento técnico na grande maioria das ações, desde a escolha da espécie até o planejamento e as operações de manejo das árvores quando em convívio com os elementos da infraestrutura urbana.

Entretanto, o fato de grande número de cidades ainda estar em pleno processo de expansão, pode ser considerado uma oportunidade para incorporar tecnologias novas, práticas corretas e respeitosas para com a árvore e a floresta urbana. Para isso é ainda necessário ampliar a capacitação técnica e a educação formal e informal, o reconhecimento pelos gestores da necessidade imperiosa de implantar políticas de planejamento, gestão e proteção da arborização. São necessários mecanismos legais para criar e proteger as florestas urbanas, como planos diretores e planos municipais de arborização urbana, efetivamente integrados ao planejamento físico-territorial. As árvores devem ser reconhecidas como elementos da infraestrutura verde nas cidades, integrando todas as demais e mediando uma relação harmoniosa das pessoas com a natureza. Isto sem dúvida começa pelo respeito à árvore como ser vivo e pela dignidade de sua presença junto ao ser humano nas cidades.

6.9. Referências

[1] Marx MA. Cidade brasileira. São Paulo: Melhoramentos; EDUSP; 1980.

[2] Santos M. Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico-informacional. 5ª ed. São Paulo: EDUSP;1994.

[3] Guimarães G. O modelo de urbanização brasileiro: notas gerais. GeoTextos. 2016;12(1):13–35 [acesso 10 jan. 2021]. Disponível em: https://fportalseer.ufba.br/geotextos/article/download

[4] Pena RFA. Tendências atuais da urbanização no Brasil [Internet]. [acesso 10 jan. 2021]. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/brasil/tendencias-atuais-urbanizacao-no-brasil.htm

[5] IBGE. Área urbanizada: diretoria de geociências, coordenação de meio ambiente, áreas urbanizadas do Brasil [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2019 [acesso 4 jul. 2024]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br

[6] IBGE. Território e resumo [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2010 [acesso 4 jul. 2024]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/

[7] Duarte TEPN, Angeoletto F, Richard E, Vacchiano MC, Leandro DS, et al. Arborização urbana no Brasil: um reflexo de injustiça ambiental. Terr@Plural. 2017;11(2):291–303.

[8] IBGE. População no último censo: censo demográfico 2022 [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2022 [acesso 4 jul. 2024]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/

[9] Visconti GR, Santos MC. Região Centro-Oeste: desafios e perspectivas para o desenvolvimento sustentável. In: Cavalcanti IM, Lastres HMM, organizadores. Um olhar territorial para o desenvolvimento: Centro-Oeste. Rio de Janeiro: BNDES; 2014. p. 228–44 [acesso 4 jul. 2024]. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2881?&locale=pt_BR

[10] Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Manual de arborização urbana. Belo Horizonte: CEMIG; 1996.

[11] Milano MS, Dalcin E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Fundação Parques e Jardins; Prefeitura do Rio de Janeiro; Light; 2000.

[12] Guilherme FAG, Silva MC, Carneiro DNM, Nascimento HCA, Ressel K, Ferreira WC. Urban arborization in public pathways of four cities in east Mato Grosso do Sul (MS), Brazil. Ornamental Hortic. 2018;24(2):174–81.

[13] Mota MP, Almeida LFR. Características da arborização na região central do município de Coxim, MS. Rev SBAU. 2011;6(1):1–24.

[14] Gallo DLL, Logson L. Diagnóstico da arborização de acompanhamento viário em conjuntos habitacionais. Eng Sci. 2018;1(7):2–14.

[15] Pires NAMT, Melo MS, Oliveira DE, Xavier-Santos S. A arborização urbana do município de Goiandira (GO): caracterização qualiquantitativa e propostas de manejo. Rev SBAU. 2010; 5(3):185–205.

[16] 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.

[17] Batistel LM, Dias MAB, Martins AS, Resende ILM. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana nos bairros Promissão e Pedro Cardoso, Quirinópolis (GO). Rev SBAU. 2009;4(3):110–29.

[18] UFMS. Laboratório da Paisagem. PDAFU/CG – Floresta Urbana de Campo Grande: estudos para subsidiar a revisão e monitoramento do Plano Diretor de Arborização Urbana de Campo Grande. Caderno 1: diagnóstico da arborização urbana de Campo Grande por meio de atividades de campo [Internet]. Campo Grande: UFMS; 2024 [acesso 10 jun. 2024]. Disponível em: https://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/arborizacao-urbana/plano-diretor-de-arborizacao-urbana-e-legislacoes/

[19] Almeida DN, Rondon Neto RM. Análise da arborização urbana de três cidades da região norte do estado de Mato Grosso. Acta Amaz. 2010a;40(4):647–56.

[20] Almeida DN, Rondon Neto RM. Análise da arborização urbana de duas cidades da região norte do estado de Mato Grosso. Rev Árvore. 2010b;34(5):899–906.

[21] Gallo DLL, Guaraldo E. Arborização urbana nos biomas de Mato Grosso do Sul. In: Anais do 15º Congresso Brasileiro de Arborização Urbana e 1º Congresso Ibero-Americano de Arborização Urbana; 2011.

[22] ABNT. NBR 16246-1: florestas urbanas — manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas – parte 1: poda. 2ª ed. Rio de Janeiro: ABNT; 2022.
[23] Prefeitura Municipal de Campo Grande (MS). Plano Diretor de Arborização Urbana de Campo Grande (PDAU/CG). Campo Grande: Prefeitura Municipal; 2010.
[24] Moura TA, Santos VLLV. Levantamento qualiquantitativo de espécies arbóreas e arbustivas na arborização viária urbana dos bairros Centro e Centro Norte, Várzea Grande (MT). Rev SBAU. 2009;1(1):97–117.
[25] Velasco GDN, Lima AML, Couto HTZ. Análise comparativa dos custos de diferentes redes de distribuição de energia elétrica no contexto da arborização urbana. Rev Árvore. 2006; 30(4):679–86.
[26] ABNT. NBR 16246-4: florestas urbanas — manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas – parte 4: manejo de árvores em obras. Rio de Janeiro: ABNT; 2019.
[27] Urtado MC. Transplante de árvores: verificação e análise da sobrevivência de exemplares arbóreos transplantados em terrenos edificados no município de São Paulo [dissertação]. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas; 2008.
[28] Prefeitura Municipal de Campo Grande (MS). Guia de arborização urbana de Campo Grande [Internet]. Campo Grande: SEMADUR; 2012 [acesso 8 jan. 2021]. Disponível em: http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/wp-content/uploads/sites/24/2016/12/GUIA-DE-ARBORIZACAO-URBANA.pdf
[29] Rollo FMA, Soave Júnior MA, Viana MS, Rollo LCP, Couto HTZ, Silva Filho DF. Comparação entre leituras de resistógrafo e imagens tomográficas na avaliação interna de troncos de árvores. Cerne. 2013;19(2):331–7.
[30] Quigley MF. Street trees and rural conditions: will long-lived trees reach full size in urban conditions? Urban Ecosyst. 2004;7:29–39.
[31] Niklas KJ. Wind, size and tree safety. J Arboric. 2002;28(2):84–93.
[32] Pereira LC, Silva Filho DF, Tomazelo Filho M, Couto HTZ, Moreira JMMA, Polizel JL. Tomografia de impulso para avaliação do interior do lenho de árvores. Rev SBAU. 2007; 2(2):65–75.
[33] Sacramento FDCB. Tomografia das árvores do Jardim Botânico da Universidade de Coimbra: avaliação do estado de conservação [dissertação]. Coimbra: Universidade de Coimbra; 2013.
[34] ABNT. NBR 16246-3: florestas urbanas — manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas – parte 3: avaliação de risco de árvores. Rio de Janeiro: ABNT; 2019.
[35] Nicolotti G, Socco LV, Martinis R, Godio A, Sambuelli L. Application and comparison of three tomographic techniques for detection of decay in trees. J Arboric. 2003;29(2):66–78.
[36] Martinis R, Socco LV, Sambuelli L, Nicolotti G, Schmidt O, Bucur V. Tomographie ultrasonore pour les arbres sur pied. Ann For Sci. 2004;61(2):157–62.
[37] Rinn F. Arbotom 3-D Tree Impulse Tomograph – user manual [Internet]. Heidelberg: RINNTECH; 2012 [acesso 15 jan. 2021]. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/13054/1/Regiao-Centro-Oeste-desafios-e-perspectivas.pdf
[38] Prefeitura Municipal de Campo Grande (MS). Diagnóstico fitossanitário das árvores dos canteiros das avenidas Afonso Pena e Mato Grosso [Internet]. Campo Grande: SEMADUR; 2018 [acesso 8 jan. 2021]. Disponível em: http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/downloads/diagnostico-fitossanitario-das-arvores-centenarias-das-avenidas-afonso-pena-e-mato-grosso/

[39] Schweingruber FH. Tree rings and environment: dendroecology. Bern: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research; 1996.
[40] Schweingruber FR. Wood structure and environment. Berlin: Springer Verlag; 2007.
[41] Bartens J, Grissino-Mayer HD, Day SD, Wiseman PE. Evaluating the potential for dendrochronological analysis of live oak (Quercus virginiana Mill.) from the urban and rural environment. Dendrochronologia. 2012;30:15–21.
[42] Bussotti F, Pollastrini M, Killi D, Ferrini F, Fini A. Ecophysiology of urban trees in a perspective of climate change. Agrochimica. 2014;58:247–68.
[43] Cailleret M, Jansen S, Robert EM, Desoto L, Aakala T, Antos JA, et al. A synthesis of radial growth patterns preceding tree mortality. Glob Change Biol. 2017;23:1675–90.
[44] Fontana C, Reis-Avila G, Nabais C, Botosso PC, Oliveira JM. Dendrochronology and climate in the Brazilian Atlantic Forest: which species, where and how. Neotrop Biol Conserv. 2018;13(4):321–33.
[45] Sugumaran R, Pavuluri MK, Zerr D. The use of high-resolution imagery for identification of urban climax forest species using traditional and rule-based classification approach. IEEE Trans Geosci Remote Sens. 2003;41:1933–9.
[46] Yan J, Zhou W, Han L, Qian Y. Mapping vegetation functional types in urban areas with WorldView-2 imagery: integrating object-based classification with phenology. Urban For Urban Green. 2018;31:230–40.
[47] Jensen RR, Hardin PJ, Hardin AJ. Classification of urban tree species using hyperspectral imagery. Geocarto Int. 2012;27:443–58.
[48] Launeau P, Kassouk Z, Debaine F, Roy R, Mastayer PG, Boulet C, et al. Airborne hyperspectral mapping of trees in an urban area. Int J Remote Sens. 2017;38(5):1277–311.
[49] Yan WY, Shaker A, El-Ashmawy N. Urban land cover classification using airborne LiDAR data: a review. Remote Sens Environ. 2015;158:295–310.
[50] Liu S, Baret F, Andrieu B, Burger P, Hemmerlé M. Estimation of wheat plant density at early stages using high-resolution imagery. Front Plant Sci. 2017;8:1–10.
[51] Voss M, Sugumaran R. Seasonal effect on tree species classification in an urban environment using hyperspectral data, LiDAR, and an object-oriented approach. Sensors. 2008;8:3020–36.
[52] Puttonen E, Jaakkola A, Litkey P, Hyyppä J. Tree classification with fused mobile laser scanning and hyperspectral data. Sensors. 2011;11:5158–82.
[53] Alonzo M, Bookhagen B, Roberts DA. Urban tree species mapping using hyperspectral and lidar data fusion. Remote Sens Environ. 2014;148:70–83.
[54] Santos AA, Marcato Júnior J, Araújo MS, Di Martini DR, Tetila EC, Siqueira HL, et al. Assessment of CNN-based methods for individual tree detection on images captured by RGB cameras attached to UAVs. Sensors. 2019;19(3595):1–11.
[55] IUCN. The International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species [Internet]. 2020 [acesso 10 jan. 2021]. Disponível em: https://www.iucnredlist.org/species/32984/9741012

Capítulo 7

AVALIAÇÃO DE RISCO DE QUEDA E MANEJO EM ÁRVORES ADULTAS

Por Sérgio Brazolin e Tania Cristina Castroviejo

7.1. 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.

7.2. 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, tratos 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.

7.3. 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, delineia-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 7.1 – 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 alburno para o cerne, sem afetar o tecido fisiologicamente ativo ou vivo da árvore (alburno), 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 7.2 – 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 *Paubrasilia echinata*.

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 alburno, 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.

7.4. 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.

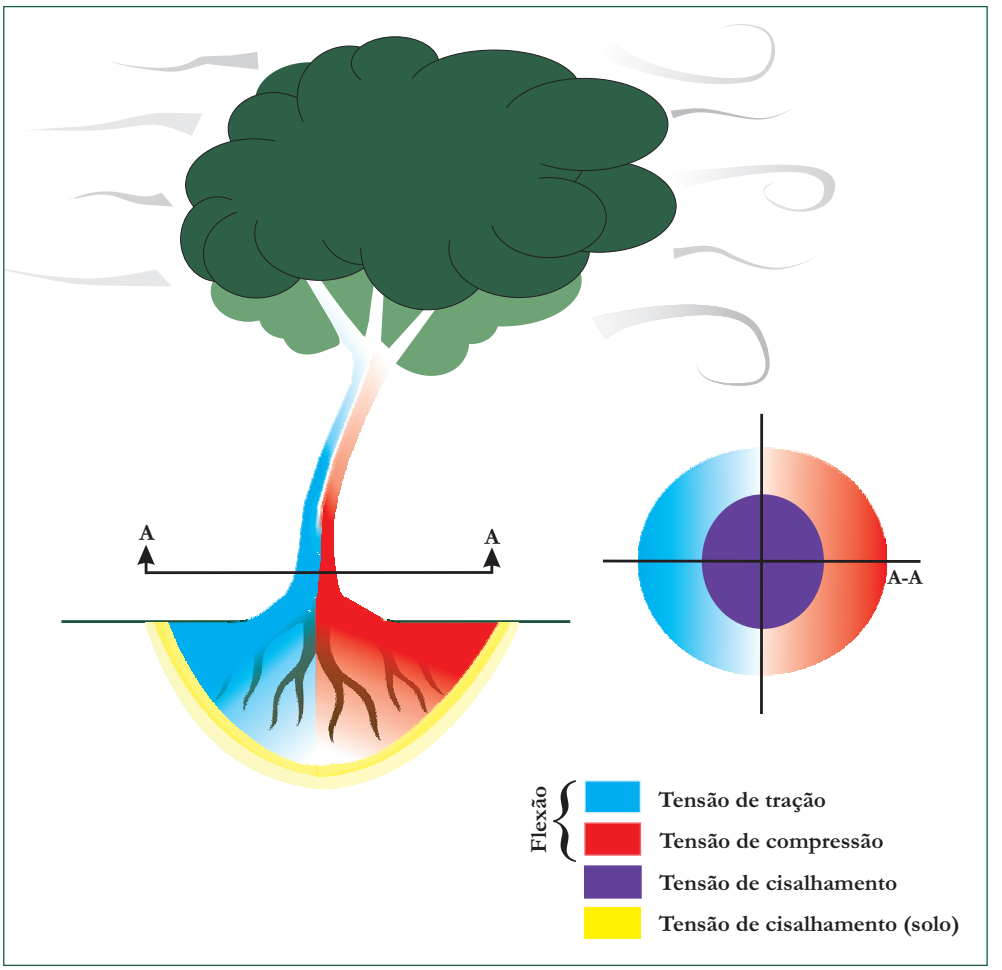
Figura 7.3 – Tigmomorfogênese em árvores. a) Espessamento de raiz em *Araucaria angustifolia*. b) Raízes escora e espessamento de tronco em *Cecropia* sp. c) Reforço da bifurcação ("orelhas no tronco") de *Libidia ferrea*.

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 7.4 – 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].

7.5. 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 7.5 – 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 360º 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]:

7.5.1. 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.

7.5.2. 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.

7.5.3. 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 colete) 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 7.1 – 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.
	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.
Reforço estrutural natural	**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.

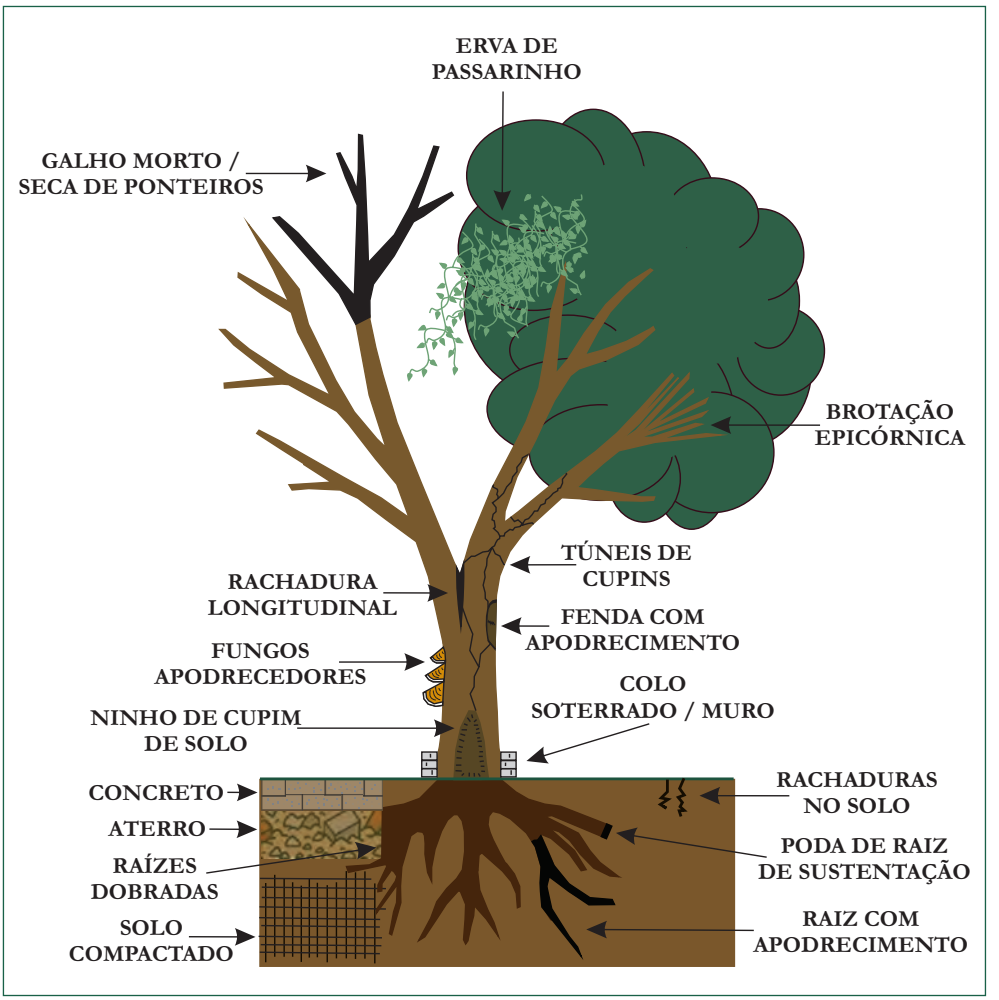
(continua)

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 25º 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 *Tillandsia* 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.
	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.
Reforço estrutural natural	**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 7.6 – Alguns atributos para análise de risco de queda.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

7.5.4. 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.

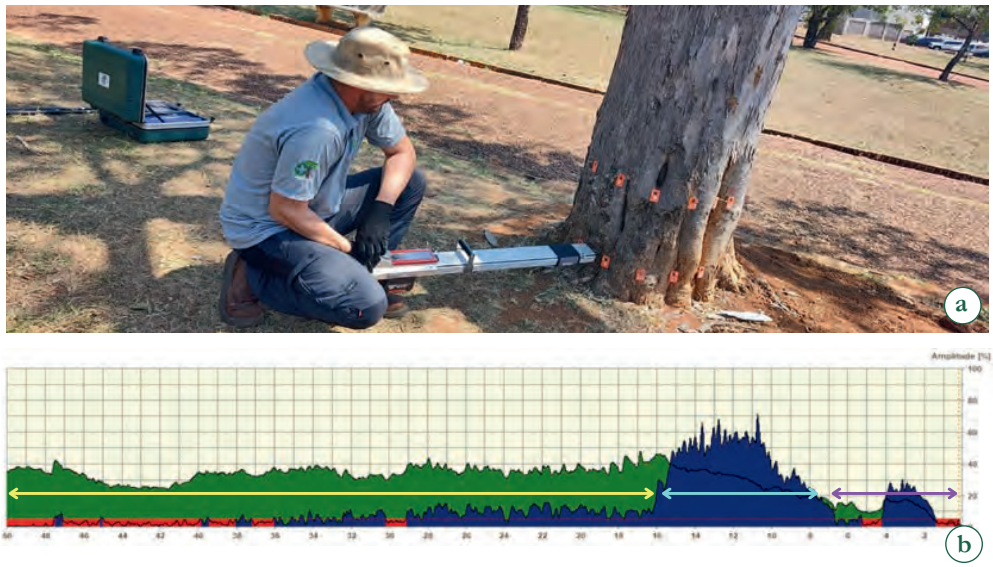
7.5.4.1. Penetrografia

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 7.7 – 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.

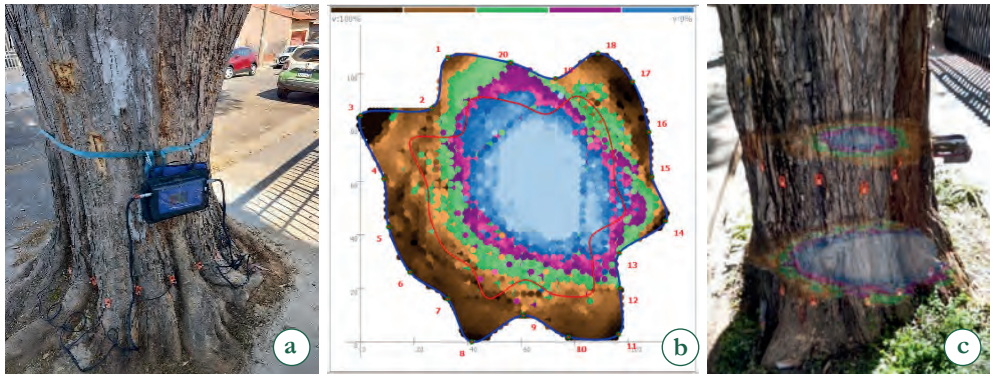
7.5.4.2. Tomografia sônica

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 7.8 – 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.

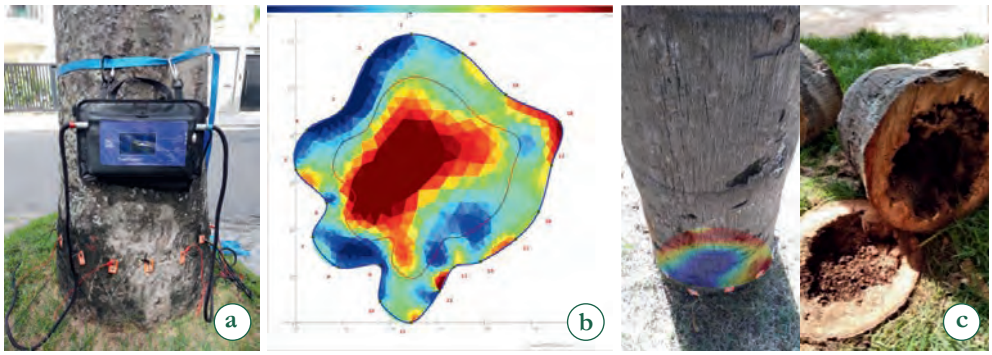
7.5.4.3. Tomografia de Resistividade Elétrica

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 7.9 – 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.

7.5.4.4. 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 7.10 – Radar: a) Uso do radar na avaliação do sistema radicular; b) um exemplo de radargrama, indicando a presença das raízes.

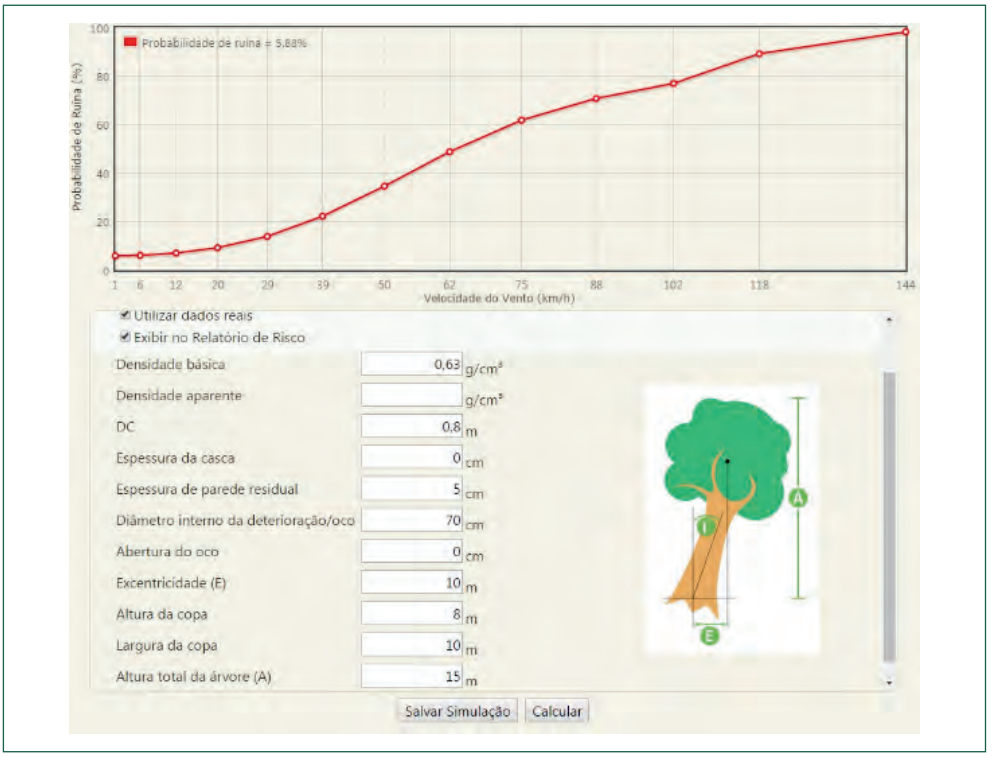
Fonte: Kerno Geo Soluções.

7.5.4.5. 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 7.11 – 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).

7.6. 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 predições 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.

7.6.1. 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 uma 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].

7.6.1.1. Poda de galho

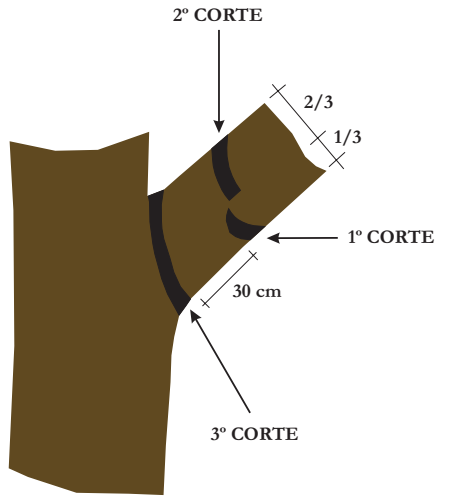
A poda tem como objetivo garantir a segurança, removendo galhos mortos, doentes, danificados ou com defeitos naturais que possam representar risco de queda; melhorar a saúde da árvore, eliminando partes afetadas por doenças, pragas ou danos físicos, prevenindo a propagação de problemas; e aprimorar a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

Figura 7.12 – Exemplo da técnica de três cortes.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

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:

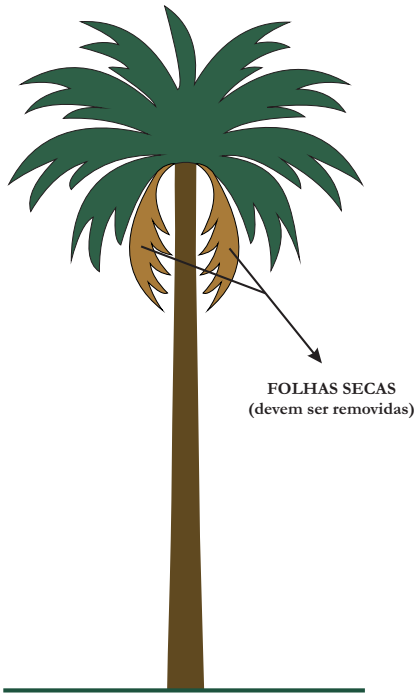
- a seleção da espécie botânica adequada ao local de plantio;
- a formação de canteiro adequado ao seu porte arbóreo, evitando-se incompatibilidades com o sistema radicular e tronco;
- as podas de formação das mudas na fase de viveiro para obtenção de um fuste reto e com distribuição alternada dos primeiros 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.

7.6.1.2. 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).

Figura 7.13 – Folhas a serem removidas em palmeiras.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

7.6.1.3. 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 mantém essas raízes em solos propícios. Segundo a norma brasileira

[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).

7.6.1.4. 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.

7.6.1.5. 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.

7.6.1.6. 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.

7.7. 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.

7.8. 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 8

ÁRVORES EXÓTICAS E INVASORAS NA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Camila Aoki, Bruna Gardenal Fina Cicalise, Gisseli Ramalho Giraldelli dos Santos, Adriana Takahasi e Flávio Macedo Alves

8.1. Destaques deste capítulo

1. As unidades federativas do Centro-Oeste brasileiro apresentam elevado percentual de espécies exóticas na arborização urbana, variando de 47,6% em Mato Grosso a 72,6% em Goiás;
2. As palmeiras (Arecaceae) constituem a família com maior número de espécies exóticas introduzidas na arborização urbana na região Centro-Oeste (25 espécies);
3. Dezenove espécies exóticas tiveram registro na arborização urbana em todas as unidades federativas do Centro-Oeste, sendo a maioria árvores frutíferas disseminadas pelo uso na alimentação humana;
4. Dentre as espécies introduzidas de outros países, 43 são consideradas invasoras, sendo premente a definição de estratégias de monitoramento, manejo e controle dessas espécies a fim de evitar impactos sobre a biodiversidade e serviços ecossistêmicos no ambiente urbano e periurbano;
5. A composição de espécies utilizadas na arborização urbana indica que há necessidade de levantamentos mais amplos em todos os estados, inclusive no Distrito Federal.

8.2. Introdução

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) define como exótica a espécie ou subespécie e *taxa* de hierarquia inferior ocorrendo fora de sua área de distribuição natural passada ou presente; isto inclui qualquer parte, como gametas, sementes, ovos ou propágulos que possam sobreviver e subsequentemente reproduzir-se [1]. Estas espécies têm sido transportadas, de forma intencional ou acidental, entre regiões, países e ecossistemas num ritmo crescente em consonância com a intensificação do comércio, de viagens e do turismo [2]. Espécies exóticas podem apresentar vantagens competitivas em relação às nativas, acarretando sua dominância em áreas naturais, com a perda de espécies nativas nos remanescentes naturais [3]. Quando sua introdução e/ou dispersão ameaçam a diversidade biológica, essa espécie passa a ser definida como invasora. Assim sendo, espécies exóticas invasoras

são aquelas que conseguem se dispersar e reproduzir mantendo populações independentes em áreas distantes do local original da introdução invadindo novas áreas geográficas para onde foram levadas [4].

Segundo a Avaliação Ecossistêmica do Milênio [5], espécies exóticas invasoras estão entre as principais causas diretas de perda de biodiversidade e extinção de espécies, juntamente com mudanças climáticas, perda de hábitat, sobre-exploração e poluição, os quais podem atuar isoladamente ou sinergicamente [6,7]. Efeitos em cascata da perda de biodiversidade têm impacto sobre as interações biológicas, interferindo na provisão dos efeitos culturais, reguladores e de suporte dos serviços ecossistêmicos [8] e representam uma ameaça para a saúde e economia humana [9]. Reduzir esses impactos requer uma abordagem interdisciplinar e o envolvimento dos governos federal, estaduais e municipais, empresas e sociedade civil [2].

8.3. Arborização urbana na região Centro-Oeste do Brasil

O Brasil é um país de dimensões continentais que abarca seis biomas (Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa). Apresenta elevada diversidade de espécies, sendo-lhe atribuído o título de país mais megadiverso do mundo [10]. Mas este país também concentra uma das maiores taxas de urbanização do mundo [11]. A despeito da elevada riqueza de espécies nativas, as cidades brasileiras têm sido tradicionalmente arborizadas com espécies exóticas [12,13]. Esforços para aumentar a porcentagem de espécies nativas na arborização urbana têm sido uma importante ferramenta para resolver questões de adaptabilidade das árvores às condições adversas do ambiente urbano [14], reduzindo os efeitos negativos da urbanização sobre a biodiversidade local [15].

A região Centro-Oeste brasileira inclui os estados de Goiás (GO), Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS) e o Distrito Federal (DF), os quais totalizam cerca de 1.612.000 km² (Figura 1) e englobam climas que variam do tipo Tropical (Aw e Am) ao Temperado (Cfa, Cwa e Cwb) [16]. Quatro biomas estão presentes nesta região: Cerrado (todos os estados do Centro-Oeste e no Distrito Federal); Amazônia (na porção norte de Mato Grosso); Pantanal (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul); Mata Atlântica (porções em Mato Grosso do Sul e Goiás). Desta forma, observa-se que a heterogeneidade e a complexidade da paisagem devem ser consideradas no planejamento e gestão do ambiente urbano.

Os colonizadores portugueses foram os primeiros a introduzir plantas exóticas no país, as quais advinham tanto da própria Europa quanto de outros países e regiões pelos quais passaram [17]. A vinda da família real para o Brasil trouxe um novo padrão arquitetônico e a necessidade de construção de jardins, desprezando-se o uso de espécies nativas e aclimatando-se às espécies do Oriente, da África ou de outras partes do mundo [18]. Somente no final do século 19 e início do século 20, a paisagem urbana se modifica com a implantação de espaços ajardinados e a arborização de espaços públicos com o predomínio do emprego de espécies exóticas. O conhecimento sobre a produção e o manejo das espécies exóticas fez com que seu uso fosse mantido no paisagismo nacional e, somado aos seus usos admitidos, tornaram-se populares entre os brasileiros; em contrapartida, a flora nativa e todo o seu potencial ornamental foram negligenciados [12,13].

Para traçar um panorama geral da composição da arborização urbana no Centro-Oeste brasileiro, fizemos uma revisão bibliográfica que incluiu 39 estudos (2 no Distrito Federal, 15 em

Goiás, 14 em Mato Grosso do Sul e 8 em Mato Grosso), representando cerca de 8% dos municípios da região. Em Goiás, os estudos foram distribuídos em 12 municípios (4,8%): Caldas Novas, Catalão, Goiandira, Goiânia, Goiatuba, Iporá, Israelândia, Itapuranga, Jataí, Morrinhos, Palmeiras de Goiás e Quirinópolis. No estado de Mato Grosso do Sul, 13 municípios (16%) foram contemplados nos estudos: Aquidauana, Anastácio, Bonito, Campo Grande, Cassilândia, Chapadão do Sul, Corumbá, Costa Rica, Coxim, Dourados, Miranda, Paranaíba e Três Lagoas. Em Mato Grosso, os estudos englobaram 8 municípios (5%): Alta Floresta, Carlinda, Colíder, Cuiabá, Matupá, Nova Monte Verde, Paranaíta e Porto Estrela.

Como os trabalhos publicados não seguiam os mesmos sistemas de classificação nomenclatural, realizamos padronização para evitar duplicidades e superestimativas nas tabelas para análise. Adotamos APG IV [19] para nomenclatura das famílias e os nomes científicos seguem Flora do Brasil [20] ou, no caso das espécies exóticas, *Royal Botanic Gardens Kew* [21]. Quando a identificação até o nível específico não estava disponível nos trabalhos publicados e o gênero já estava representado na nossa listagem, esta não foi catalogada. Utilizamos informações disponíveis na literatura científica ou nos *sites* especializados [17,20,21] para classificação da origem. Foram consideradas nativas as espécies com distribuição natural num dado estado da região Centro-Oeste. Espécies exóticas foram decompostas em duas categorias, espécies introduzidas de outros países (exótica do Brasil) ou introduzidas de outros estados ou biomas brasileiros (exótica no DF, em GO, MS e/ou MT). Deste modo, uma espécie pode figurar como nativa para um estado do Centro-Oeste, mas ser considerada exótica em outro, uma vez que os estados abrangem diferentes biomas e, consequentemente, conjuntos distintos de espécies.

Os resultados desta revisão indicam que há necessidade de levantamentos mais amplos em todos os estados que compõem a região Centro-Oeste, inclusive no Distrito Federal. Conhecer quais são as espécies que ocorrem no meio urbano é essencial para traçar estratégias efetivas de plantio, manejo e conservação da vegetação. Além disso, o levantamento de exóticas invasoras presentes no país compõe parte da Meta de Aichi 9 da CDB [1]:

> "*Até 2020, espécies exóticas invasoras e seus vetores terão sido identificadas e priorizadas, espécies prioritárias terão sido controladas ou erradicadas, e medidas de controle de vetores terão sido tomadas para impedir sua introdução e estabelecimento*" [1].

Mais de 450 espécies foram registradas na arborização urbana da região Centro-Oeste. Uma elevada riqueza, mas que representa menos de 6% das espécies florestais arbóreas nativas no Brasil segundo o Sistema Nacional de Informações Florestais do Serviço Florestal Brasileiro [22]. Mais de 40% das espécies registradas foram introduzidas de outros países/continentes (Figura 1, Tabela 1). Mesmo considerando que parte das espécies nativas não apresentem características que favoreçam seu uso na arborização urbana (p.ex. potencial alergênico, presença de espinhos ou acúleos, frutos grandes e carnosos, raízes muito superficiais e agressivas, entre outros aspectos), podemos afirmar que a flora nativa brasileira está sendo subutilizada no ambiente urbano. Levando em consideração que o Brasil é o país com a maior diversidade de plantas do mundo [23], não faltam opções para povoar de espécies nativas os espaços urbanos.

8.4. Espécies exóticas na arborização da região Centro-Oeste

Na região Centro-Oeste, o percentual de espécies exóticas na arborização urbana (considerando principalmente vias públicas, avenidas e praças) é alto, variando de 47,6% em Mato Grosso a 72,6% em Goiás. Foram registradas 184 espécies exóticas advindas de outros países, as quais distribuem-se em 48 famílias botânicas. Apesar de Fabaceae (leguminosas) constituir a família mais rica na arborização urbana do Centro-Oeste correspondendo a 21% de todas as espécies registradas nos levantamentos, as palmeiras (Arecaceae) constituem a família com maior número de espécies exóticas introduzidas de outros países (25 espécies). A família Arecaceae tem aproximadamente 2.600 espécies distribuídas em 181 gêneros, ocorrendo especialmente na região tropical [24]. São plantas bastante ornamentais e sua utilização na arborização urbana brasileira é muito popularizada. As espécies de palmeiras exóticas mais comuns na região Centro-Oeste são palmeira-rabo-de-peixe (*Caryota urens*), coqueiro (*Cocos nucifera*), palmeira-triângulo (*Dypsis decaryi*), areca-bambu (*Dypsis lutescens*) e palmeira-fênix (*Phoenix roebelenii*).

Figura 8.1 – Informações a respeito da região Centro-Oeste e sua arborização urbana.

Fonte: Autores; IBGE (2019, 2022).

Dezenove espécies tiveram registro na arborização urbana em todas as unidades federativas do Centro-Oeste (Tabela 1). Várias delas apresentam uso disseminado na alimentação (*e.g.,* manga, seriguela, graviola, fruta-do-conde, abacate e acerola), algumas são consideradas plantas alimentícias não convencionais (PANC), por serem utilizadas na alimentação, mas não de forma corriqueira. Por exemplo, a moringa (*Moringa oleifera*) é ingrediente importante na culinária indiana, mas seu uso tem divulgação recente no Brasil, onde é cultivada para uso medicinal, no tratamento de água para consumo, e suas folhas e frutos jovens, flores, raízes e sementes são incorporadas na alimentação [25]. Outro exemplo de PANC é a sete-copas (*Terminalia catappa*), cujos frutos e sementes podem ser empregados na alimentação humana [25]. Vale ressaltar que a goiaba (*Psidium guajava*), espécie alimentícia muito apreciada pela população, ocorre amplamente nas cidades da região Centro-Oeste, não foi incluída na nossa listagem pois é considerada nativa do Brasil pelo *Royal Botanical Garden* [21], mas é considerada exótica em outras referências bibliográficas, com origem no sul do México e na Colômbia [26,27].

Tabela 8.1 – Espécies introduzidas de outros países, registradas nas unidades federativas do Centro-Oeste brasileiro (DF: Distrito Federal, GO: Goiás, MS: Mato Grosso do Sul, MT: Mato Grosso). * espécies exóticas invasoras segundo o Instituto Hórus.

Família	Espécie	Nome popular	Origem	Unidade Federativa de registro			
				DF	GO	MS	MT
Acanthaceae	*Megaskepasma erythrochlamys* Lindau	capota-vermelha	Venezuela, Suriname		X		
Anacardiaceae	*Mangifera indica* L.*	mangueira	China	X	X	X	X
Anacardiaceae	*Toxicodendron succedaneum* (L.) Kuntze	charão	Himalaia a leste da Ásia e norte de Sumatra	X			
Anacardiaceae	*Spondias dulcis* Parkinson	cajá-manga	Malásia		X	X	X
Anacardiaceae	*Spondias purpurea* L.	seriguela	México ao norte da Colômbia	X	X	X	X
Annonaceae	*Annona cherimola* Mill.	atemoia	Bolívia, Colômbia, Equador, Peru			X	
Annonaceae	*Annona muricata* L.	graviola	Sul do México ao noroeste da América Tropical	X	X	X	X
Annonaceae	*Annona squamosa* L.	fruta-do-conde	México à Colômbia	X	X	X	X
Annonaceae	*Monoon longifolium* (Sonn.) B.Xue & R.M.K.Saunders	árvore-mastro	Índia, Sri Lanka		X		
Apocynaceae	*Nerium oleander* L.	espirradeira	Mediterrâneo a Mianmar		X	X	X
Apocynaceae	*Plumeria inodora* Jacq.	jasmim	Colômbia à Guiana		X		
Apocynaceae	*Plumeria pudica* Jacq.	jasmim-da-venezuela	Panamá à Venezuela		X	X	
Apocynaceae	*Plumeria rubra* L.	jasmim-manga	México à Venezuela	X	X	X	X
Apocynaceae	*Tabernaemontana divaricata* (L.) R. Br. ex Roem. & Schult.	jasmim-café	Himalaia à China			X	
Aquifoliaceae	*Ilex aquifolium* L.	azevinho	Europa ao noroeste da África			X	
Araliaceae	*Heptapleurum actinophyllum* (Endl.) Lowry & G.M. Plunkett*	cheflera	Nova Guiné à Austrália	X	X	X	

(continua)

(continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Origem	Unidade Federativa de registro			
				DF	GO	MS	MT
Araliaceae	*Heptapleurum arboricola* Hayata*	cheflera	Taiwan		X	X	
Araliaceae	*Polyscias guilfoylei* (W.Bull) L.H.Bailey	árvore-da-felicidade-macho	Malásia e sudoeste do Pacífico		X	X	
Araliaceae	*Polyscias scutellaria* (Burm.f.) Fosberg	arália	Malásia e sudoeste do Pacífico			X	
Araucariaceae	*Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco	araucária-de-norfolk	Ilha Norfolk	X			
Arecaceae	*Adonidia merrillii* (Becc.) Becc.	palmeira-de-manila	Bornéu e Filipinas		X		
Arecaceae	*Archontophoenix alexandrae* (F.Muell.) H.Wendl. & Drude	palmeira-real-australiana	Austrália			X	
Arecaceae	*Bismarckia nobilis* Hildebrandt & H. Wendl.	palmeira-azul	Madagascar			X	
Arecaceae	*Caryota mitis* Lour.	palmeira-rabo-de-peixe	China e Malásia	X		X	
Arecaceae	*Caryota urens* L.*	palmeira-rabo-de-peixe	Índia, Sri Lanka		X	X	X
Arecaceae	*Coccothrinax argentea* (Lodd. ex Schult. & Schult. f.) Sarg. ex K. Schum.	palmeira-prateada	República Dominicana		X		
Arecaceae	*Cocos nucifera* L.	coqueiro	Malásia		X	X	X
Arecaceae	*Corypha umbraculifera* L.	palmeira-talipot	Índia, Sri Lanka		X		
Arecaceae	*Dypsis* cf. *cabadae* (H.E.Moore) Beentje & J.Dransf.	palmeira-cadaba	Maore		X		
Arecaceae	*Dypsis decaryi* (Jum.) Beentje & J.Dransf.	palmeira-triângulo	Madagascar		X	X	X
Arecaceae	*Dypsis lutescens* (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf.	areca-bambu	Madagascar		X	X	X
Arecaceae	*Dypsis madagascariensis* (Becc.) Beentje & J.Dransf.	areca-bambu	Madagascar			X	

(continua)

(continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Origem	Unidade Federativa de registro			
				DF	GO	MS	MT
Arecaceae	*Elaeis guineenses* Jacq.*	palmeira-dendoeiro	Costa Ocidental da África			X	X
Arecaceae	*Heptapleurum arboricola* Hayata	cheflera-pequena	Taiwan		X		
Arecaceae	*Livistona chinensis* (Jacq.) R.Br. ex Mart.*	palmeira-leque	Japão e China		X		
Arecaceae	*Nannorrhops ritchieana* (Griff.) Aitch.	palmeira-mazari	Paquistão, Afeganistão		X		
Arecaceae	*Phoenix roebelenii* O'Brien*	palmeira-fênix	China		X	X	X
Arecaceae	*Pinanga* sp.	pinanga	Ásia Tropical e Subtropical		X		
Arecaceae	*Ptychosperma* sp.	palmeira	Austrália		X		
Arecaceae	*Roystonea borinquena* O.F.Cook	palmeira-imperial-de-porto-rico	República Dominicana, Haiti, Porto Rico		X		
Arecaceae	*Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F.Cook*	palmeira-imperial	Norte da América do Sul		X		X
Arecaceae	*Roystonea regia* (Kunth) O.F.Cook	palmeira-imperial	Sul da Flórida, América Central, Caribe			X	
Arecaceae	*Sabal maritima* (Kunth) Burret	sabal	Cuba, Jamaica		X	X	
Arecaceae	*Thrinax radiata* Lodd. ex Schult. & Schult. f.	palmeira-palha	Sul da Flórida, México à Nicarágua				X
Arecaceae	*Wallichia disticha* T. Anderson	palmeira-leque-do-himalaia	Himalaia à China		X		
Asparagaceae	*Beaucarnea recurvata* Lem.	pata-de-elefante	México			X	
Asparagaceae	*Cordyline australis* Hook. f.	cordiline	Nova Zelândia			X	
Asparagaceae	*Cordyline fruticosa* (L.) A.Chev.*	cordiline	Papua Nova Guiné			X	
Asparagaceae	*Dracaena* cf. *arborea* (Willd.) Link	dracena	África Tropical Úmida	X			
Asparagaceae	*Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl.*	dracena	África Tropical		X	X	

(continua)

(continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Origem	Unidade Federativa de registro			
				DF	GO	MS	MT
Asparagaceae	*Dracaena marginata* Lem.	dracena-tricolor	Ilhas Maurício		X		
Asparagaceae	*Dracaena reflexa* Lam.	dracena	Moçambique, oeste do Oceano Índico		X		
Asparagaceae	*Yucca aloifolia* L.	yuca	Sul da América do Norte ao norte da América Central		X		
Asparagaceae	*Yucca gigantea* Lem.	yuca	México e América Central		X	X	
Bignoniaceae	*Crescentia cujete* L.	coité	México à Venezuela, Caribe		X	X	
Bignoniaceae	*Jacaranda mimosifolia* D. Don.	jacarandá-mimoso	Bolívia	X	X	X	
Bignoniaceae	*Spathodea campanulata* P. Beauv.*	espatódia	África Tropical, Uganda e Angola	X	X	X	
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC.	ipê-rosa	México ao Equador		X	X	
Bignoniaceae	*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth*	ipê-de-jardim	América Tropical e Subtropical	X	X	X	
Boraginaceae	*Cordia africana* Lam.	cordia-africana	África, Península Arábica, Comores e Madagascar			X	
Cactaceae	*Cereus repandus* (L.) Mill.	cacto-do-peru	Caribe, Venezuela à Colômbia			X	
Cactaceae	*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.*	palma	México		X	X	
Caricaceae	*Carica papaya* L.	mamão	México à Venezuela	X	X	X	
Casuarinaceae	*Gymnostoma sumatranum* (Jungh. ex de Vriese) L.A.S.Johnson*	casuarina	Sumatra	X			
Combretaceae	*Combretum indicum* (L.) Jongkind	rangoon	Tanzânia, Ásia Tropical e Subtropical até o norte da Austrália		X	X	
Combretaceae	*Terminalia catappa* L.*	sete-copas	Comores, Madagascar, Ásia Tropical e Subtropical ao Pacífico, norte da Austrália	X	X	X	X

(continua)

(continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Origem	Unidade Federativa de registro			
				DF	GO	MS	MT
Cupressaceae	*Chamaecyparis pisifera* (Siebold & Zucc.) Endl.	cipreste	Japão		X		
Cupressaceae	*Cupressus lusitanica* Mill.*	cipreste	México à Nicarágua		X	X	
Cupressaceae	*Cupressus macrocarpa* Hartw. ex Gordon	cipreste	Califórnia			X	
Cupressaceae	*Cupressus sempervirens* L.	cipreste	Leste do Mediterrâneo ao Irã			X	
Cupressaceae	*Juniperus chinensis* L.	tuia	Rússia, Mianmar e leste da Ásia	X		X	
Cupressaceae	*Juniperus virginiana* L.	tuia	Canadá, leste dos EUA e México			X	
Cupressaceae	*Platycladus orientalis* (L.) Franco	tuia-da-china	Rússia à China		X		
Cupressaceae	*Thuja occidentalis* L.	tuia	Centro-Leste do Canadá e Nordeste dos EUA			X	
Cycadaceae	*Cycas circinalis* L.	cica	Índia		X	X	
Cycadaceae	*Cycas revoluta* Thunb.	cica	China, Japão e Taiwan		X	X	X
Dilleniaceae	*Dillenia indica* L.	flor-de-abril	China e Malásia		X	X	
Euphorbiaceae	*Acalypha wilkesiana* Müll. Arg.	acalifa-vermelha	Arquipélago de Bismarck		X		
Euphorbiaceae	*Aleurites moluccanus* (L.) Willd.	noz-da-índia	Ásia Tropical e Subtropical até o Pacífico Ocidental	X			
Euphorbiaceae	*Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. ex A.Juss.	cróton	Malásia para o sudoeste Pacífico		X	X	
Euphorbiaceae	*Euphorbia leucocephala* Lotsy	cabeleira-de-velho	México à Colômbia		X		
Euphorbiaceae	*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch	poinsétia	México à Guatemala		X		
Euphorbiaceae	*Ricinus communis* L.*	mamona	Etiópia, Somália	X			

(continua)

(continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Origem	Unidade Federativa de registro			
				DF	GO	MS	MT
Euphorbiaceae	*Acacia albida* Delile	acácia	Flórida ao Caribe, da Venezuela ao oeste da América do Sul				X
Fabaceae	*Acacia arborea* (L.) Willd.	brinco-de-índio	México à Bolívia, Caribe			X	
Fabaceae	*Acacia baileyana* F. Muell.	cootamundra	Austrália			X	
Fabaceae	*Adenanthera pavonina* L.*	falso-pau-brasil	Ásia Tropical até o norte da Austrália	X	X	X	
Fabaceae	*Albizia lebbeck* (L.) Benth.*	faveiro	Subcontinente indiano até Mianmar	X	X	X	X
Fabaceae	*Bauhinia blakeana* Dunn	pata-de-vaca (híbrida)	China	X	X		
Fabaceae	*Bauhinia variegata* L.	pata-de-vaca	China	X	X	X	X
Fabaceae	*Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.	flamboyanzinho	Sudeste do México à América Central	X	X	X	
Fabaceae	*Cajanus cajan* (L.) Huth	feijão-gandu	Índia		X	X	
Fabaceae	*Cassia fistula* L.	chuva-de-ouro	Mianmar		X	X	X
Fabaceae	*Cassia javanica* L.	cássia-rosa-de-java	China e Papuásia		X	X	
Fabaceae	*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.	flamboyant	Madagascar	X	X	X	X
Fabaceae	*Erythrina variegata* L.	brasileirinho	Tanzânia ao Pacífico		X	X	
Fabaceae	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit*	leucena	México à América Central	X	X	X	X
Fabaceae	*Parkinsonia aculeata* L.*	espinho-de-jerusalém	Argentina, Caribe			X	
Fabaceae	*Samanea saman* (Jacq.) Merr.	farinha-seca	América Central até a Venezuela e o Equador			X	
Fabaceae	*Senna siamea* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	cássia-do-sião	Sri Lanka, Indochina		X		
Fabaceae	*Tamarindus indica* L.	tamarindo	Comores, Madagascar		X	X	X

(continua)

(continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Origem	Unidade Federativa de registro			
				DF	GO	MS	MT
Lamiaceae	*Coleus barbatus* (Andrews) Benth. ex G.Don	boldo	Tanzânia, a Península Arábica, Índia até o sul da China Central		X	X	X
Lauraceae	*Cinnamomum burmanni* (Nees & T.Nees) Blume*	falsa-canela	China à Malásia Central			X	
Lauraceae	*Cinnamomum verum* J.Presl*	canela	Sri Lanka		X	X	
Lauraceae	*Persea americana* Mill.	abacateiro	México Central até a Costa Rica	X	X	X	X
Lythraceae	*Lagerstroemia indica* L.	resedá	Himalaia Central até o sul da China e a Indochina	X	X	X	X
Lythraceae	*Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers.	resedá-gigante	China até a Ásia Tropical		X		
Lythraceae	*Punica granatum* L.	romã	Turquia e Paquistão		X	X	X
Magnoliaceae	*Magnolia champaca* (L.) Baill. ex Pierre*	magnólia-amarela	Índia, China	X	X	X	
Magnoliaceae	*Magnolia grandiflora* L.	magnólia-branca	Sudeste dos EUA ao Texas			X	
Malpighiaceae	*Malpighia aquifolia* L.	cruz-de-malta	Cuba, República Dominicana, Haiti		X		
Malpighiaceae	*Malpighia emarginata* DC.	acerola	México ao norte da Colômbia		X	X	X
Malpighiaceae	*Malpighia glabra* L.	acerola	Texas, Venezuela, Equador, Caribe	X	X	X	X
Malvaceae	*Ceiba boliviana* Britten & Baker f.	barriguda	Peru à Bolívia			X	
Malvaceae	*Dombeya wallichii* (Lindl.) Baill.	astrapeia	Madagascar		X		
Malvaceae	*Gossypium barbadense* L.	algodão	Colômbia ao Peru			X	
Malvaceae	*Hibiscus rosa-sinensis* L.	hibisco	Vanuatu		X	X	
Malvaceae	*Hibiscus tiliaceus* L.	algodão-da-praia	África Tropical		X	X	
Meliaceae	*Azadirachta indica* A.Juss.*	nim	Indochina		X	X	X

(continua)

(continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Origem	Unidade Federativa de registro			
				DF	GO	MS	MT
Meliaceae	*Melia azedarach* L.*	cinamomo	Ásia Tropical e Subtropical, Austrália	X	X	X	
Meliaceae	*Toona ciliata* M.Roem.	cedro-australiano	China à Ásia Tropical			X	
Moraceae	*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg*	fruta-pão	Noroeste do Pacífico		X		
Moraceae	*Artocarpus heterophyllus* Lam.*	jaca	Índia	X	X	X	X
Moraceae	*Broussonetia papyrifera* (L.) L'Hér. ex Vent.	amoreira	Coreia e Indochina		X		
Moraceae	*Ficus auriculata* Loureiro	figueira-de-jardim	Paquistão ao Sul da China e Malásia			X	
Moraceae	*Ficus benjamina* L.	ficus	Ásia Tropical e Subtropical e Austrália	X	X	X	X
Moraceae	*Ficus carica* L.	figueira	Ásia Central e Afeganistão	X			
Moraceae	*Ficus elastica* Roxb.	falsa-seringueira	Nepal à China	X	X	X	
Moraceae	*Ficus lyrata* Warb.	ficus-lira	África Central Tropical	X	X		
Moraceae	*Ficus microcarpa* L.f.*	laurel-da-índia	Ásia Tropical e Subtropical até o Pacífico Ocidental		X	X	
Moraceae	*Ficus retusa* L.	ficus-escuro	Bornéu ao Japão			X	
Moraceae	*Ficus rubiginosa* Desf. ex Vent.	ficus-claro	Austrália			X	
Moraceae	*Morus nigra* L.*	amora	Irã	X	X	X	
Moringaceae	*Moringa oleifera* Lam.	moringa	Paquistão e Índia	X	X	X	X
Myrtaceae	*Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels	escova-de-garrafa	Austrália			X	
Myrtaceae	*Callistemon speciosus* (Sims) DC.	escova-de-garrafa	Austrália		X		

(continua)

(continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Origem	Unidade Federativa de registro			
				DF	GO	MS	MT
Myrtaceae	*Callistemon viminalis* (Sol. ex Gaertn.) G.Don	escova-de-garrafa	Austrália	X	X	X	
Myrtaceae	*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	eucalipto	Austrália	X			
Myrtaceae	*Eucalyptus grandis* W.Hill*	eucalipto	Austrália	X			
Myrtaceae	*Melaleuca leucadendra* (L.) L.	melaleuca	Austrália		X		
Myrtaceae	*Syzygium cumini* (L.) Skeels*	jamelão	Ásia Tropical e Subtropical	X	X	X	X
Myrtaceae	*Syzygium jambos* (L.) Alston*	jambo	Himalaia à China, Malásia	X		X	X
Myrtaceae	*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry*	jambo-vermelho	Indochina	X	X	X	X
Oleaceae	*Ligustrum japonicum* Thunb.*	ligustro-do-japão	China ao leste da Ásia temperada	X			
Oleaceae	*Ligustrum lucidum* W.T.Aiton*	alfeneiro	Centro-Sul da China e Coreia	X		X	
Oxalidaceae	*Averrhoa carambola* L.	carambola	Indonésia			X	
Pandanaceae	*Pandanus* sp.	pandanus	Velho Mundo Tropical e Subtropical		X	X	
Pandanaceae	*Pandanus utilis* Bory	pandanus	Zonas tropicais do Velho Mundo		X		
Paulowniaceae	*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.	kiri-japonês	Centro-Leste da China e Coreia		X		
Pinaceae	*Pinus caribaea* Morelet*	pinus	Sudeste do México até a América Central		X		
Pinaceae	*Pinus echinata* Mill.*	pinus	Sudeste dos EUA			X	
Pinaceae	*Pinus elliottii* Engelm*	pinus	Sudeste dos EUA	X			
Podocarpaceae	*Podocarpus macrophyllus* (Thunb.) Sweet	pinheiro-de-buda	Sul da China, Taiwan, Japão		X		

(continua)

(continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Origem	Unidade Federativa de registro			
				DF	GO	MS	MT
Polygonaceae	*Triplaris caracasana* Cham.	pau-formiga-de-caracas	Colômbia à Venezuela		X		
Proteaceae	*Grevillea banksii* R.Br.*	grevilha-anã	Malásia Central para Nova Guiné e Austrália, Nova Caledônia	X	X	X	
Proteaceae	*Grevillea robusta* A.Cunn. ex R.Br.*	grevílea	Austrália		X	X	
Rhamnaceae	*Hovenia dulcis* Thunb.*	uva-do-japão	Subcontinente indiano ao Japão	X		X	
Rosaceae	*Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai	marmelinho-de-jardim	China		X		
Rosaceae	*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.	nespereira	China	X	X	X	
Rubiaceae	*Coffea arabica* L.	café	Etiópia, Quênia, Sudão		X	X	
Rubiaceae	*Gardenia jasminoides* J.Ellis	jasmim	Indochina ao sul do Japão			X	
Rubiaceae	*Morinda citrifolia* L.	noni	Ásia Tropical e Subtropical até o norte da Austrália		X	X	
Rubiaceae	*Mussaenda erythrophylla* Schumach & Thonn.	mussaenda	África Tropical		X	X	
Rubiaceae	*Mussaenda philippica* A.Rich.	mussaenda-branca	Filipinas		X		
Rutaceae	*Citrus* x *aurantium* L.	laranja-amarga	China		X		
Rutaceae	*Citrus* x *latifolia* Tanaka	limão-taiti	Ásia		X		
Rutaceae	*Citrus* x *reticulata* Blanco	ponkan	China		X		
Rutaceae	*Citrus* spp.	cítricos	-			X	
Rutaceae	*Citrus* x *limon* (L.) Osbeck*	limoeiro	Ásia	X	X	X	X
Rutaceae	*Murraya paniculata* (L.) Jack*	murta-de-cheiro	Ásia Tropical e Subtropical		X	X	X

(continua)

(continuação)

Família	Espécie	Nome popular	Origem	Unidade Federativa de registro			
				DF	GO	MS	MT
Salicaceae	*Salix babylonica* L.	salgueiro-chorão	China à Coreia		X	X	
Salicaceae	*Salix nigra* Marshall	salgueiro	Leste do Canadá ao México	X			
Salicaceae	*Populus tremula* L.	álamo	Eurásia		X		
Sapindaceae	*Dimocarpus longan* Lour.	longana	Leste do Himalaia ao sul da China		X		
Sapindaceae	*Koelreuteria paniculata* Laxm.	flor-da-china	China à Coreia			X	
Sapindaceae	*Litchi chinensis* Sonn.	lichia	China, Malásia, Bornéu, Filipinas		X		
Solanaceae	*Atropa acuminata* Royle ex Lindl.	belladonna-branca	Afeganistão, Irã, Paquistão, Himalaia Ocidental			X	
Solanaceae	*Cestrum diurnum* L.	pau-de-sal	Santa Lúcia (Caribe)			X	
Solanaceae	*Cestrum nocturnum* L.	dama-da-noite	México à Venezuela		X	X	
Strelitziaceae	*Ravenala madagascariensis* Sonn.	árvore-do-viajante	Madagascar		X		X
Verbenaceae	*Duranta erecta* L.	pingo-de-ouro	Sul da Flórida ao norte da América do Sul		X	X	X
Vitaceae	*Leea guineensis* G. Don	leia	Velho Mundo Tropical e Subtropical		X		
Vitaceae	*Leea rubra* Blume ex Spreng.	leia	Ásia Tropical ao norte da Austrália		X		

Fonte: Autores.

É inegável que essas espécies podem fornecer importantes serviços ecossistêmicos de provisão no ambiente urbano, mas também é preciso avaliar se as mesmas apresentam características adequadas para serem utilizadas em ruas, praças e avenidas. Frutos suculentos caídos ao solo ou sobre a calçada podem atrair fauna não desejável, como vetores de doenças (*e.g.,* moscas, baratas e ratos), podem produzir odor desagradável ao apodrecer, podem tornar o piso escorregadio, podem atrair pessoas e representar risco de queda, entre outros desserviços [17,28].

Há espécies que são utilizadas principalmente como ornamentais, enquadram-se nessas, o jasmim-manga (*Plumeria* spp.), a pata-de-vaca (*Bauhinia* spp.), o resedá (*Lagerstroemia indica*) e o flamboyant (*Delonix regia)*, os quais apresentam floração exuberante. Outras apresentam copa densa e ornamental, como o faveiro (*Albizia lebbeck)* e o ficus (*Ficus* spp.), o qual foi amplamente utilizado no Brasil por ser muito tolerante a podas e prestar-se à topiaria artística [17]. O flamboyant e o ficus são inconvenientes na arborização urbana de acompanhamento viário, uma vez que apresentam sistema radicular com crescimento agressivo e superficial.

8.5. Espécies exóticas invasoras na região Centro-Oeste

As espécies exóticas podem encontrar condições ambientais adequadas à sua sobrevivência e passam a se reproduzir e dispersar em altas taxas [29], passando a ser consideradas invasoras. A invasão de ambientes por espécies não nativas é um fenômeno mundial com sérias consequências socioeconômicas e ecológicas [30]. Invasões biológicas criam uma tendência global de dominância por um número relativamente pequeno de espécies, formando comunidades homogêneas [31], reduzindo a diversidade de espécies, genes, interações e serviços ecossistêmicos.

Considerando a Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras [27], artigos científicos e publicações técnicas, 43 espécies exóticas são consideradas invasoras pelo Instituto Hórus (destacadas com * na Tabela 1). Nem todas as espécies listadas aqui constituem atualmente ameaças no Centro-Oeste brasileiro, mas possuem potencial invasor e, por isso, deve-se ter cuidado com seu uso/manutenção no sistema. Nesse sentido, merece destaque o trabalho realizado no Distrito Federal, onde foi publicada a Instrução Normativa nº 409/2018 – Ibram/Presi, de 29 de outubro de 2018, com a consolidação da Lista de Espécies da Fauna e Flora Exóticas Invasoras ou com potencial de invasão no Distrito Federal. Importante destacar que, para a maioria das espécies, não há estudos no Centro-Oeste, sendo esta uma demanda importante para ser fomentada nos estados e municípios.

Há espécies que são consideradas invasoras por sombrear espécies nativas e, consequentemente, impedir o crescimento destas, como é o caso do falso-pau-brasil (*Adenanthera pavonina*) [32] (Figura 2a), introduzida a partir da Ásia Tropical até o norte da Austrália [21] para fins ornamentais, sombreamento, artesanato e medicina popular [32]. Há espécies que inibem a germinação de sementes de espécies nativas por alelopatia, como é o caso da jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Figura 2b), que serve de alimento para a fauna, e é apreciada pela população brasileira, o que dificulta a prevenção de processos de invasão [27].

Uma das espécies ambientalmente mais agressivas é a leucena (*Leucaena leucocephala*, Figura 2c), planta nativa do México e da América Central, que foi utilizada em práticas agroflorestais no mundo todo, mas que, atualmente, é considerada uma das 100 piores espécies invasoras do mundo [34]. Ocupa terrenos baldios, beiras de estradas, áreas cultivadas, margens de rios e bordas de florestas [34].

Um estudo de distribuição espacial de plantas invasoras no país mostrou que a espécie ocorre em todos os biomas brasileiros (426 registros) [35]. Em Campo Grande (MS), na década de 90 e início dos anos 2000, a leucena chegou a ser recomendada para o uso na recuperação de áreas degradadas (constando em condicionantes de Licenças Ambientais de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD), devido à sua capacidade de crescimento rápido. Isso contribuiu para ampliação significativa da ocupação desta espécie nas Áreas de Preservação Permanente da cidade. Mas nesta cidade também há ações que, mesmo que de forma empírica, buscam desenvolver mecanismos de controle e erradicação de espécies exóticas invasoras, por exemplo, a proposta de projeto de lei por iniciativa de alguns cidadãos que propõe a criação de uma política pública para o controle da invasão de leucenas e outras espécies invasoras e o projeto-piloto que visa desenvolver técnicas de restauração ecológica em larga escala de áreas dominadas por leucenas, realizado em parceria entre o poder público municipal e a iniciativa privada.

Outra espécie que merece destaque é o ipê-de-jardim (*Tecoma stans*, Figura 2d), agressiva e de difícil controle, dissemina-se por sementes aladas e via vegetativa [36]. Esta espécie se alastra principalmente em áreas degradadas e áreas de florestas convertidas para pastagens e agricultura, mas também em ambientes urbanos e bordas de fragmentos florestais [27,36].

Figura 8.2 – Espécies exóticas invasoras comuns na arborização urbana da região Centro-Oeste brasileira: a) falso-pau-brasil (*Adenanthera pavonina*); b) jaca (*Artocarpus heterophyllus*); c) leucena (*Leucaena leucocephala*) e d) ipê-de-jardim (*Tecoma stans*).

Fonte: *Creative Commons* (autoria das fotos em citação).

8.6. Considerações finais

Para adequado manejo do espaço urbano, é preciso admitir a arborização como peça-chave no funcionamento e na manutenção desse sistema. Assim, seguem algumas sugestões para a efetiva melhoria dos espaços verdes urbanos.

É prioritário que sejam realizados amplos levantamentos de espécies em áreas urbanas da região Centro-Oeste, pois identificar e quantificar as espécies exóticas é passo inicial para definição de ações, especialmente as espécies invasoras (gerando listas municipais ou estaduais que embasem tomada de decisão); desenvolver programas de educação ambiental com foco na conscientização da população; fomentar pesquisas para desenvolvimento de técnicas que limitem a propagação de espécies exóticas invasoras (como o desenvolvimento de Guias de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas); prevenção da disseminação de espécies exóticas invasoras principalmente em áreas de alta fragilidade ambiental e áreas de alta relevância biológica (por exemplo, unidades de conservação inseridas em ambientes urbanos e periurbanos e matas ciliares).

Para a consulta das espécies exóticas invasoras no Brasil, sugerimos a visita ao sítio eletrônico do Instituto Hórus [37], que traz informações sobre ecologia, impactos, manejo e ocorrências, entre outras. Um panorama geral sobre o assunto pode ser consultado na publicação "Relatório Temático sobre as Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos", de 2024 [38] bem como na Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos [39].

8.7. Referências

[1] Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). A convenção sobre diversidade biológica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas; 2000.

[2] Comissão Nacional da Biodiversidade (CONABIO). Resolução nº 7, de 29 de maio de 2018: Estratégia nacional para espécies exóticas invasoras – Anexo [Internet]. 2018 [acesso 26 maio 2023]. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/parnasaojoaquim/images/stories/ANEXO_da_Resolucao_n_07_CONABIO_final_ESTRATEGIA_NACIONAL.pdf

[3] Richardson DM, Pysek P. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invisibility. Prog Phys Geogr. 2006;30(3):409-31.

[4] Moro MF, Souza VC, Oliveira-Filho AT, Queiroz LP, Fraga CN, Rodal MJN, et al. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? Acta Bot Bras. 2012;26:991-9.

[5] Avaliação Ecossistêmica do Milênio. Relatório-síntese da Avaliação Ecossistêmica do Milênio. 2005.

[6] Kovács-Hostyánszki A, Li JL, Pettis J, Settele J, Aneni T, Espíndola A, et al. Drivers of change of pollinators, pollination networks and pollination. In: Potts SG, Imperatriz-Fonseca VL, Ngo HT, editores. The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Bonn: IPBES; 2016. p. 27-149.

[7] Pyšek P, Blackburn TM, García-Berthou E, Perglová I, Rabitsch W. Displacement and local extinction of native and endemic species. In: Vilà M, Hulme PE, editores. Impact of biological

invasions on ecosystem services. Ecology 12. Cham: Springer International Publishing; 2017. p. 157-75.

[8] Binimelis R, Born W, Monterroso I, Rodríguez-Labajos B. Socio-economic impact and assessment of biological invasions. In: Nentwig W, editor. Biological invasions. Berlin: Springer-Verlag; 2002. p. 331-50.

[9] International Union for Conservation of Nature (IUCN). A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species. Gland, Cambridge, Bonn: IUCN; 2000. xvi.

[10] Ministério do Meio Ambiente (MMA). Fifth national report to the Convention on Biological Diversity – Brazil. Brasília, DF: MMA; 2015.

[11] Seto KC, Parnell S, Elmqvist T. Global outlook on urbanization. In: Elmqvist T, Fragkias M, Goodness J, Güneralp B, Marcotullio PJ, McDonald RI, et al., editores. Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities. Dordrecht: Springer; 2013. p. 1-12.

[12] Alves LP, Costa JAS, Costa CBN. Arborização urbana dominada por espécies exóticas em um país megadiverso: falta de planejamento ou desconhecimento? Rev Bras Geogr Fís. 2023; 16(3):1304-75.

[13] Esteves MC, Corrêa RS. Natividade da flora usada na arborização de cidades brasileiras. Cad Arquit Urban. 2018;22:159-71.

[14] PDAU/CG – Plano Diretor de Arborização Urbana de Campo Grande, MS. Campo Grande: Prefeitura Municipal de Campo Grande; 2010.

[15] Pena JCC, Martello F, Ribeiro MC, Armitage RA, Young RJ, Rodrigues M. Street trees reduce the negative effects of urbanization on birds. PLOS One. 2017;12(3):e0174484.

[16] Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrol Earth Syst Sci. 2007;11(5):1633-44.

[17] Lorenzi H, Bacher LB, Torres MAV. Árvores e arvoretas exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. 1. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora; 2008.

[18] Tourinho HLZ, Silva MGCA. Quintais urbanos: funções e papéis na casa brasileira e amazônica. Bol Mus Para Emílio Goeldi Cienc Hum. 2016;11(3):633-51.

[19] Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV), Cole TCH, Hilger HH, Carvalho FA. Filogenia das angiospermas – sistemática das plantas com flores (tradução do Angiosperm Phylogeny Poster – Flowering Plant Systematics). 2016.

[20] Flora e Funga do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro [Internet]. [acesso 4 jun. 2023]. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/

[21] Royal Botanic Gardens, Kew. Plants of the World Online (POWO) [Internet]. 2023 [acesso 4 jun. 2023]. Disponível em: https://powo.science.kew.org/

[22] Serviço Florestal Brasileiro (SFB). Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF). Brasília; 2015 [Internet]. [acesso 26 maio 2023]. Disponível em: https://snif.florestal.gov.br/pt-br/especies-florestais

[23] Forzza RC, Baumgratz JFA, Bicudo CEM, Canhos DAL, Carvalho-Jr AA, Coelho MAN, et al. New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. BioScience. 2012;62(1): 39-45.

[24] Baker WJ, Dransfield J. Beyond Genera Palmarum: progress and prospects in palm systematics. Bot J Linn Soc. 2016;182(2):207-33.

[25] Kinupp VF, Lorenzi H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora; 2014.
[26] 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.
[27] Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Florianópolis, SC; 2023 [Internet]. [acesso 1o jun. 2023]. Disponível em: http://bd.institutohorus.org.br
[28] Milano MS, Dalcin E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light; 2000.
[29] Richardson DM, Pysek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Divers Distrib. 2000;6:93-107.
[30] Oliveira CM, Auad AM, Mendes SM, Frizzas MR. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. J Appl Entomol. 2013;137(1):1-15.
[31] McNeely JA, Mooney HA, Neville LE, Schei PJ, Waage JK. Global strategy on invasive alien species. Gland: IUCN; 2001.
[32] Space JC, Flynn T. Report to the Kingdom of Tonga on invasive plant species of environmental concern. USDA Forest Service; 2001.
[33] Pelazza BB, Segato SV, Romanato FN. Quebra de dormência em semente de *Adenanthera pavonina* L. Nucleus. 2011;8(1):305-14.
[34] Sharma P, Kaur A, Batish DR, Kaur S, Chauhan BS. Critical insights into the ecological and invasive attributes of *Leucaena leucocephala*, a tropical agroforestry species. Front Agron. 2022;4:1-15.
[35] Reis DO, Araújo KCT, Silva FO, Santos MIAG, Fabricante JR. Distribuição de espécies exóticas invasoras em diferentes cenários no território brasileiro. Res Soc Dev. 2022;11(3): e54711327072.
[36] Silva JA, Reis TES, Reis LC. Análise da infestação do amarelinho (*Tecoma stans*) na zona rural do município de Bandeirantes, PR. Semin Ciênc Agrár. 2008;29(1):83-92.
[37] Instituto Hórus. Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras [Internet]. 2024 [acesso 22 jan. 2025]. Disponível em: https://bd.institutohorus.org.br/
[38] Dechoum MS, Junqueira AOR, Orsi ML, et al, organizadores. Relatório temático sobre espécies exóticas invasoras, biodiversidade e serviços ecossistêmicos. 1. ed. São Carlos: Editora Cubo; 2024.
[39] Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) [Internet]. [acesso 22 jan. 2025]. Disponível em: https://www.bpbes.net.br/

Capítulo 9

MORFOFISIOLOGIA DE ÁRVORES URBANAS

Por Gisseli Ramalho Giraldelli dos Santos, Manoel Cláudio Silva Junior, Lúcia Helena Ferreira Moura, Geraldo Alves Damasceno Junior e Silvia Rahe Pereira

9.1. Destaques deste capítulo

1. Conhecer a forma, o crescimento e as funções das árvores, bem como a interconexão entre suas partes e sua relação com o ambiente é essencial para o manejo adequado das florestas urbanas;
2. As análises das estratégias de construção das árvores incluem 24 modelos arquiteturais conhecidos, que devem auxiliar a adequada implantação da arborização urbana;
3. A implantação e o manejo da arborização foram guiados por observações empíricas ou inferências, existindo ainda um vasto campo para a comunicação entre municípios e academia consolidarem a melhor gestão do verde urbano;
4. A observação da morfofisiologia de árvores pode contribuir para amenizar situações estressantes, aumentando sua longevidade, ampliando o fornecimento de seus serviços ecossistêmicos, melhorando a qualidade de vida das pessoas e gerando a consequente redução de gastos públicos.

9.2. Introdução

Conhecer a morfofisiologia das árvores é essencial para a implantação, gestão e o manejo adequado do verde urbano. A morfofisiologia trata a forma e a estrutura da árvore, os mecanismos de seu crescimento, seu funcionamento geral, bem como a interconexão dessas características com o ambiente.

As árvores foram introduzidas nos ambientes urbanos no início no século XVII [1], como um dos elementos estruturais de configuração e composição da paisagem, símbolo da natureza nas cidades. A partir deste período se consolidam os tipos espaciais, como os bulevares, avenidas, alamedas e parques arborizados. No decorrer do século XIX, com o adensamento populacional das cidades, ocasionado pela acentuada expansão urbana e êxodo rural na Revolução Industrial, em que as experiências urbanísticas passaram a adotar padrões insalubres, concretizou-se o pensamento de que a implantação e manutenção de áreas verdes em meio urbano seria alternativa adequada para amenizar ou resolver problemas socioambientais nas cidades [2-4].

Dentre os diversos serviços e benefícios do verde urbano, destaca-se o conforto ambiental associado a efeitos psicológicos positivos na população humana, igualmente importante para a fauna desalojada que surpreendentemente se alimenta, abriga-se e se reproduz nas cidades. A sombra, a contemplação, a estética, a redução do estresse e da violência nos ambientes urbanos são vantagens associadas diretamente às características morfofisiológicas das árvores, uma vez que são produto de seu funcionamento, que se revertem como serviços ecossistêmicos. Após séculos de equívocos no seu manejo, as áreas verdes são agora consideradas pulmões urbanos e devem preservar a vegetação em sua estética e seu bom estado fisiológico [5].

Contudo, o ambiente urbano apresenta diferenças do ambiente florestal, nativo das espécies arbóreas usadas na composição de áreas verdes. Portanto, aspectos da morfofisiologia das árvores urbanas são modificados quando as espécies crescem em cidades, tanto por conta da grande plasticidade fenotípica que esses seres apresentam, sobretudo em resposta às condições ambientais, quanto pelo manejo arbóreo realizado para adequar as árvores ao espaço urbano.

Infelizmente, ainda pouco se pensa em adequar o espaço urbano às árvores. Porém, é evidente que elas não têm capacidades infinitas de reação. Envenenadas pela poluição atmosférica e/ou limitadas pelo crescimento em solos compactados, com lesões mecânicas causadas principalmente pelo manejo equivocado, desenvolvem-se da forma que é possível. Portanto, o conhecimento da morfofisiologia das árvores urbanas possui importância real, político-econômica e técnico-científica.

Real, porque a falta de conhecimento da morfofisiologia das espécies arbóreas quando em ambiente urbano leva a erros graves em projetos de arborização urbana. Tais erros coloca em risco a vida dos cidadãos e pode trazer danos e prejuízos ao patrimônio e às estruturas públicas. Os acidentes decorrentes são diversos: quedas de árvores, conflitos de copas com sistemas de distribuição de energia elétrica e cabeamento de telecomunicação, sistemas radiculares que danificam redes de esgoto e água, e raízes que afloram em vias públicas de transporte e circulação, cuja recuperação ou ressarcimento podem ser de custo elevado à sociedade.

Político-econômica, pois o manejo da arborização e a manutenção de áreas verdes geralmente tem baixa ou nenhuma prioridade na gestão urbana. Pressionados pela sociedade, muitos gestores criam órgãos mal estruturados e com previsão orçamentária deficiente, escassez de equipamentos e insumos, bem como recursos humanos insuficientes, muitas vezes sem nenhuma capacitação técnica para exercer a função.

Técnico-científica, aspecto frequentemente negligenciado, principalmente em razão das restrições políticas e econômicas. A percepção equivocada do ambiente resulta no tratamento do patrimônio arbóreo/florestal urbano como coisa qualquer, sem o reconhecimento da importância da infraestrutura verde para o funcionamento das cidades e o bem-estar das populações urbanas.

Quase que invariavelmente, a escolha, condução e manutenção do verde urbano segue experiência de poucos, geralmente sem conhecimento técnico-científico sobre a morfofisiologia das espécies arbóreas, ou é considerada apenas uma área desinteressante pela gestão

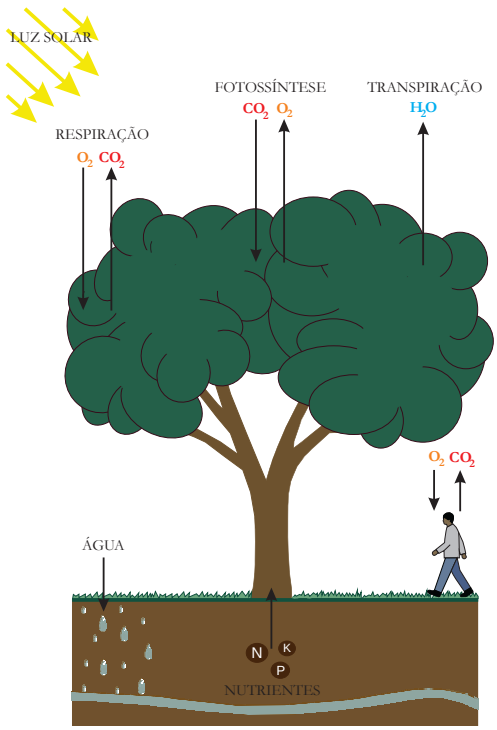
pública. Historicamente, esses erros são cometidos há séculos e tem comprometido o manejo arbóreo e das áreas verdes. Em muitos países da Europa, há exemplos da prática da poda realizada tecnicamente de forma inadequada, como a poda excessiva e a topiaria de árvores e arbustos, métodos de tradições antigas que remontam ao período de Luís XIV [5]. Como consequências da mutilação da copa, muitas árvores urbanas tiveram sua vida encurtada, ou perderam a sua função, pois tornaram-se disformes e muitas vezes desvalorizadas por parte significativa da população.

> Conhecer a forma, os mecanismos de crescimento e o funcionamento de cada componente das árvores, isto é, raízes, troncos e copas, bem como a interconexão entre essas partes com as condições ambientais, é essencial para a administração adequada das florestas urbanas.

Assim, o planejamento da arborização envolve desde a escolha da espécie até a implantação, gestão e manutenção de maneira tecnicamente adequada, o que permite ao gestor implantar e administrar a arborização com redução de custos de manutenção. O uso da arquitetura vegetal para a seleção de espécies facilita a arborização em vielas, praças, canteiros centrais, grandes áreas verdes, áreas edificadas, com ou sem redes elétricas, de água e esgoto. Além disso, é importante observar o manuseio do espaçamento, de modo a acirrar ou reduzir a competição em grupos de árvores para atingir o objetivo desejado.

Algumas estratégias devem ser implantadas para facilitar o crescimento de árvores em ambientes urbanos. O plantio em berços amplos e profundos permite o melhor estabelecimento do sistema radicular, com consequências positivas para o crescimento dos troncos e copas. Também devem ser adotadas avaliações e adequações contínuas no manejo com vistas ao sucesso almejado.

Figura 9.1 – Fluxos de interação entre as árvores e o ambiente.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

9.3. Características morfofisiológicas de importância para a arborização urbana

Tecnicamente, uma árvore pode ser descrita pelo conjunto de eixos aéreos (parte aérea) e subterrâneos (sistema radicular) que crescem em interação com o ambiente na busca dos elementos essenciais para seu crescimento, como água e nutrientes minerais nos solos e a luz e o dióxido de carbono da atmosfera (Figura 1). Este processo dinâmico e contínuo se inicia na germinação da semente e prossegue até que limitações ambientais e/ou estruturais se apresentem e determinem a morte da árvore.

A evolução das árvores, ao longo de milhões de anos de seleção natural, resultou em estruturas adaptadas para conviver com outros indivíduos e resistir aos estresses ambientais. Os desafios impostos pelo meio foram superados com o tempo e investimentos em sua bioquímica, engenharia e arquitetura. O processo selecionou formas diversificadas aos diferentes meios, como a rigidez dos troncos e sua capacidade de transporte de água e nutrientes para as copas em diferentes alturas. O resultado dessa jornada evolutiva é a existência de aproximadamente 100.000 espécies de árvores [6], que incluem as maiores e mais longevas plantas conhecidas.

9.4. O crescimento das árvores e suas características morfofisiológicas

Para crescer e se desenvolver, as árvores dependem fundamentalmente de três pilares:

- **Metabolismo**: O processo de manter as funções básicas, crescer e se desenvolver;
- **Reprodução**: A ação básica de se perpetuar, que envolve a floração, a frutificação e a dispersão de suas sementes;
- **Convivência**: A interação com outras espécies, essencial para a absorção de nutrientes (como as micorrizas nas raízes), suporte (epífitas nos troncos e galhos) e perpetuação (com agentes polinizadores e dispersores de sementes em suas copas).

O processo de crescimento em ambientes florestais ou urbanos pode ser dividido em três fases:

Na fase inicial de crescimento a árvore desenvolve as raízes, troncos e copas para o seu estabelecimento no local. Áreas adicionadas nas raízes e nas copas são conectadas por novos vasos condutores no tronco, que cresce em diâmetro. Qualquer restrição no crescimento das partes compromete o crescimento geral.

Na primeira fase do crescimento as árvores estão mais aptas a responder aos tratamentos planejados. Mesmo os ramos mais grossos cortados podem ser mais rapidamente cicatrizados. Nesta fase, por exemplo, é indicada a poda de condução.

Na segunda fase o crescimento se dá por reiteração, quando ocorre a replicação de ramos, unidades estruturalmente idênticas às da fase inicial de crescimento. Pequenas árvores crescem sobre a árvore inicial. Reconhecer as reiterações possibilita a previsão do produto final e o planejamento assertivo de podas e outras intervenções.

Nesta fase, a copa já perene apresenta galhos em ângulos mais abertos com o eixo central (o tronco). Na ausência de distúrbios maiores a forma será mantida ao longo da vida. A reprodução, a floração, a frutificação e a dispersão de sementes têm início e se repetirão periodicamente de acordo com a fenologia de cada espécie. As partes adicionadas pela reprodução, inflorescências, frutos e sementes geralmente são eliminadas e não contribuem significativamente para a forma definitiva da árvore.

Na terceira fase, a senescência, a reiteração é acentuada. Assim, ramos de tamanhos reduzidos são continuamente produzidos, mas não completam seu desenvolvimento e indicam a aproximação do fim da vida da árvore. Partes da copa são perdidas, com pouca possibilidade de reposição.

As três fases podem ocorrer em diferentes lapsos de tempo. As interações com os recursos do ambiente físico, as relações biológicas e as práticas de manejo aceleram, retardam ou retrocedem cada fase. Desta forma, transgredir os processos biológicos em áreas urbanas pode sentenciar a exclusão de várias árvores.

Todas as fases do crescimento e desenvolvimento vegetal são controladas pelos hormônios auxina, giberelina, citocininas, ácido abscísico, etileno e suas complexas interações [7].

Figura 9.2 – *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC: a) Gema apical e b) Gemas laterais.

Fonte: Autores.

Figura 9.3 – Detalhe da casca, madeira, câmbio vascular e anéis de crescimento.

Fonte: Autores.

Nas plantas, o crescimento resulta da divisão celular de tecidos denominados meristemas. O crescimento é hierárquico, proporcional, dinâmico, flexível e se dá pela acumulação e/ou perda

de módulos rumo à maturidade. Além disso, é aberto e oportunista. Assim, os módulos raiz, tronco, galhos, etc. são acrescentados, sempre que possível e sem número predefinido. Cada módulo cresce em resposta a fluxos de luz, dióxido de carbono, água e/ou nutrientes, e morre sem, até certo ponto, comprometer a função da árvore [8].

A ação isolada ou conjunta dos hormônios vegetais regula todo o processo. O comprimento dos módulos aumenta pela divisão das gemas apicais ou laterais (Figura 2). Galhos, ramos e raízes mais longos alcançaram recursos vitais ainda não explorados anteriormente. O maior peso das partes que crescem em comprimento é suportado pelo seu crescimento proporcional em diâmetro, que resulta da atividade do câmbio vascular (Figura 3).

9.4.1. Morfofisiologia da parte aérea

Os troncos são um eixo único que não apresentam folhas ou ramos. Eles elevam e sustentam as copas e as conectam com as raízes, que capturam a água e os nutrientes necessários nos solos. Elevar as copas otimiza a captação de luz e CO_2 na atmosfera. Copas maiores resultam em mais fotossíntese, que promove o crescimento concomitante e proporcional do tronco e do sistema radicular. Os troncos também servem de superfície para a colonização por inúmeras espécies epífitas, de fungos, líquens, samambaias, orquídeas, como também para as conhecidas parasitas ervas de passarinho.

Na copa, a água e os nutrientes, somados ao CO_2 e à luz, possibilitam a fotossíntese, que têm por consequência a retirada do carbono (C) e a simultânea liberação do oxigênio (O_2) na atmosfera, ambos cruciais para manter o ciclo da vida, garantindo a alimentação e a respiração dos demais seres vivos. O petróleo e o carvão, energias que alavancaram a organização social predominante, também resultaram do acúmulo da matéria orgânica produzida pela fotossíntese. Logo, as árvores certamente são repositórias de grandes volumes de carbono, que ali permanecem por muito tempo.

Quanto menor o número de árvores em ambientes naturais ou urbanos, menor é o volume de água que flui no sistema e mais seco se torna o clima local. Aqui configura-se o importante serviço de conforto ambiental pela melhoria da umidade atmosférica e consequentemente da temperatura em áreas arborizadas.

As espécies de crescimento rápido geralmente são menos longevas e têm madeira leve e porosa. Os poros, vasos condutores do xilema (a madeira) em maior número e com maior diâmetro, resultam no maior fluxo de seiva bruta. Esse fluxo elevado suporta um volume maior de produção de seiva elaborada nas copas, e, por consequência, em um crescimento geral mais acelerado. Por outro lado, as árvores de crescimento lento são mais longevas, com madeira mais pesada e menos porosa. O fluxo reduzido da seiva bruta e o menor volume de seiva elaborada determinam o crescimento mais lento. As taxas de crescimento e longevidade certamente devem figurar no rol dos critérios para administrar a qualidade ambiental em centros urbanos.

A parte mais exposta do tronco, a casca, é dividida em casca viva e casca morta, mais externa. A última protege a casca viva e o câmbio vascular de injúrias mecânicas e do calor produzido em incêndios, comuns na região do Cerrado. A perda do câmbio vascular determina a morte da árvore. Na casca viva se dá o transporte da seiva elaborada com os produtos da fotossíntese. O anel mais interno, câmbio vascular, produz mais casca para fora e madeira para seu interior. Assim se dá o crescimento em diâmetro de troncos, galhos, ramos e raízes.

Nas cascas das árvores existem ainda as lenticelas, que são estruturas que auxiliam nas trocas gasosas entre a árvore e o meio externo.

Proteger as cascas de árvores é essencial. Frequentemente se observam placas de anúncios comerciais fixadas com pregos ou amarradas com arames. Também ali se entalham corações, nomes e desenhos diversos que podem comprometer o fluxo da seiva elaborada e/ou mais drasticamente, o funcionamento do câmbio vascular. Retirar a casca morta, a casca viva e o câmbio vascular, o anelamento, é técnica silvicultural para matar galhos ou árvores.

Uma prática comum nas cidades é pintar o tronco das árvores com cal. Essa técnica, que deve ser evitada, obstrui as lenticelas que auxiliam as trocas gasosas no caule. Assim, campanhas educativas permanentes devem ser implementadas nos ambientes urbanos para proteger as cascas das árvores.

Na década de 1970, por meio da análise da combinação de estratégias de crescimento, os botânicos Francis Hallé, Rodelo Oldeman e Barry Tomlinson sistematizaram as estratégias de construção das árvores em 24 modelos [9] (Figura 4). Consideraram que os ramos são ortotrópicos, quando crescem mais ou menos eretos e mais ou menos paralelos ao tronco, e plagiotrópicos, quando crescem mais ou menos paralelos ao solo [10]. A posição das gemas, apicais ou laterais, são usadas para indicar o potencial de crescimento, seja ele determinado (= rítmico, periódico) ou indeterminado (= contínuo), e o número de gemas ativas no processo, assim como o tipo de crescimento monopodial de uma só gema, e simpodial, de mais de uma gema.

Os modelos de crescimento são geneticamente determinados (genótipo) e são alternativas para otimizar a exploração dos recursos do ambiente [10].

As palmeiras, embora não sejam consideradas árvores, possuem caule único, monoaxial, cujo crescimento se dá por divisão contínua da sua única gema apical, monopodial. A perda desta gema determina a sua morte. Estão incluídas no modelo Corner (Figura 5h), ou, quando perfilham, estão incluídas no modelo de Tomlinson.

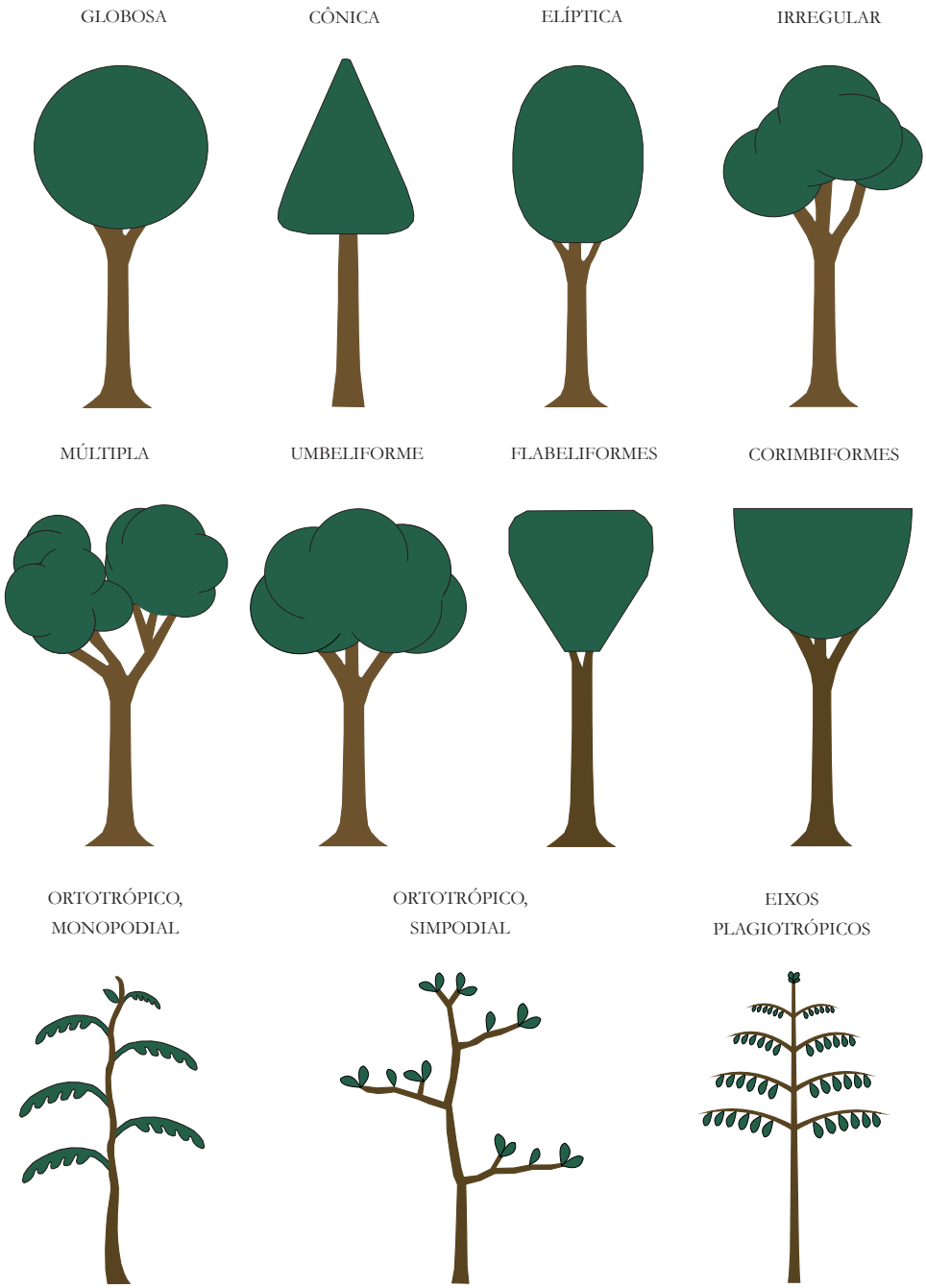
Posteriormente, em sua evolução, o maior número e a mais ampla distribuição de gemas laterais e apicais foi passo decisivo para o aprimoramento da arquitetura e crescimento das árvores. Isso também possibilitou a reconstrução da planta original pela brotação de suas partes. Ramos, troncos e raízes caídos produzem clones por brotação das gemas ou por crescimento vegetativo.

No modelo Scarrone está o cedro (*Cedrela fissilis*) [11]. O tronco monopodial, de crescimento indeterminado, com ramos simpodiais, determinados e ortotrópicos (Figura 5f). As árvores poliaxiais ou ramificadas, mais tardias no aparecimento ou evolução das árvores no planeta, são o produto da ação de muitas gemas laterais e apicais que expandem a copa vertical e lateralmente, o que aumenta sua capacidade produtiva.

Pesquisadores também determinaram para o Tamboril, ou Ximbuva (*Enterolobium contortisiliquum*) o modelo Troll [11]. O tronco é simpodial e indeterminado, com ramos também simpodiais, indeterminados e plagiotrópicos (Figura 5b). Um ramo terminal é posteriormente reorientado, cresce mais ou menos na vertical e adiciona a altura total.

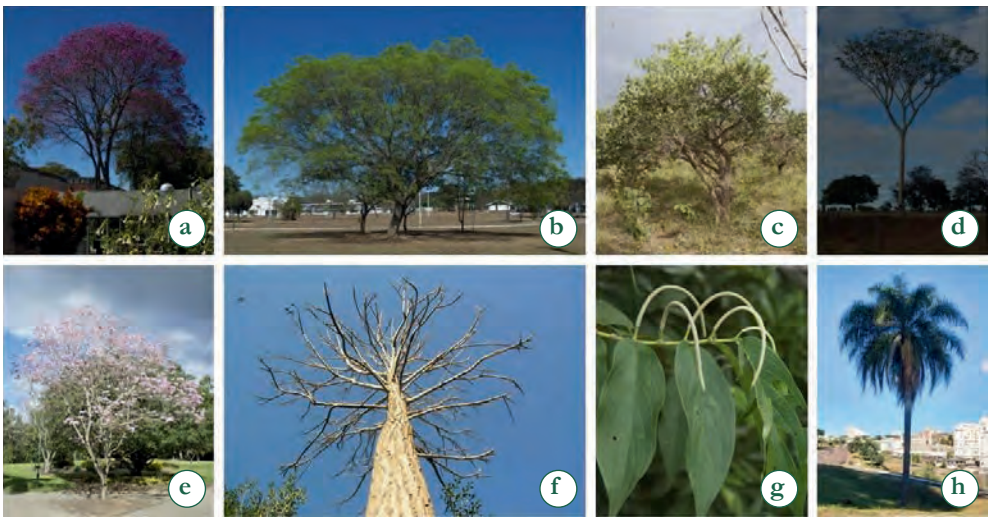
O ipê-rosa (*Tabebuia rosea*) (Figura 5e) foi incluído no modelo Prevost [12]. O tronco é simpodial e determinado, com ramos laterais também simpodiais, determinados e plagiotrópicos. Tardiamente um ramo lateral cresce verticalmente (ortotrópico), acresce nova unidade ao tronco da qual crescem novos ramos laterais.

Figura 9.4 – Alguns modelos arquiteturais das árvores.



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

Figura 9.5 – a) Modelo de Koriba: ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*); b) Modelo Troll: tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*); c) Modelo de Rauh: cocão (*Erythroxylum deciduum*); d) Modelo de Leeuwenberg: mandiocão (*Schefflera morototoni*); e) Modelo Prevost: ipê-rosa (*Tabebuia rosea*); f) Modelo Scarrone: cedro (*Cedrela fissilis*); g) Modelo de Petit: pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*); h) Modelo Corner: bocaiúva (*Acrocomia aculeata*).



Fonte: Autores.

A observação e o estudo da arquitetura em árvores facilitam a compreensão de seu crescimento e desenvolvimento e as limitações biológicas no processo, o que possibilita administrar áreas urbanas com menores custos e melhores resultados a longo prazo. A forma de construção da arquitetura pode variar com a idade. Por exemplo, galhos mais verticais em pequeno ângulo com o tronco indicam árvores juvenis que não ostentam a floração, enquanto a orientação mais horizontal dos galhos com copas mais amplas indica árvores maduras que ostentam a floração. Logo, plantas que se enquadram no primeiro caso não devem ser incluídas em programas de coleta de sementes.

Outro aspecto a ser observado é que a grande densidade de árvores (comum no ambiente florestal nativo) pode limitar a abertura das copas, que pode ocorrer precocemente em ambientes urbanos em plantios com espaçamentos maiores (forma específica, da espécie).

De crescimento aberto e dinâmico surpreendem as formas assumidas por árvores em situações florestais ou urbanas estressantes. A inteligência biológica acumulada em milhões de anos de evolução responde à solução de conflitos enfrentados. Quando cresce isolada, a árvore obtém o pleno suprimento de luz com ampla exploração dos recursos nos solos. A competição reduzida ou inexistente com árvores vizinhas resulta em crescimento simétrico e ordenado. Esta é a sua forma específica, em que seu modelo arquitetônico original é expresso com menor altura, troncos mais curtos e copas mais amplas (Figura 6).

Figura 9.6 – Forma específica: a) *Vochysia haenkeana*; b) *Caryocar brasiliense*; c) *Eugenia dysenterica*; d) *Albizia niopoides*.

Fonte: Autores.

Quando em ambientes florestais ou urbanos com maior competição e interação com outras árvores ou edificações vizinhas, apresentam sua forma florestal. Crescem mais em altura para alcançar a luz, apresentam troncos mais longos e de menor diâmetro e copas menores até que ultrapassem o dossel ou o ponto de sombreamento e possam expandir sua copa. Algumas espécies de árvores, entretanto, mantêm seu pleno crescimento e desenvolvimento na sombra das árvores maiores. São as árvores ombrófilas, ou árvores de sombra.

Na parte aérea, uma árvore jovem frequentemente apresenta troncos sem bifurcação que sustentam copas pequenas com ramos mais eretos, ou em pequeno ângulo com o eixo principal (= tronco). Os ramos frequentemente mantêm suas folhas e não têm capacidade de reprodução (floração/frutificação). Neste ponto está uma das possibilidades do manejo da forma em ambientes urbanos, de maneira que a administração dos espaçamentos no plantio original pode determinar a forma final das árvores. Árvores mais altas, com copas menores e de menor diâmetro dos troncos, podem ser o produto de plantios de uma determinada espécie com espaçamentos menores, enquanto a mesma espécie, plantada com espaçamentos maiores, pode se desenvolver como árvores mais baixas com copas mais amplas e com diâmetros dos troncos maiores.

9.4.2. Grupos ecológico-funcionais

As árvores podem ser classificadas de acordo com algumas de suas características morfofisiológicas em grupos funcionais, que vão desde aquelas que crescem em solo pobre, a plena luz solar, até aquelas que suportam grande sombreamento. O grupo a que uma espécie pertence indica seus ambientes preferenciais e seu padrão de crescimento, e deve ser considerado para que seja possível fazer a melhor escolha das espécies para plantio em ambiente urbano.

As espécies pioneiras são aquelas que normalmente suportam muita luz. De maneira geral, seu porte é variável, seu crescimento é muito rápido e sua 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, sem armazenamento. São próprias para áreas abertas e ensolaradas, em solos drenados ou bem drenados. Em projetos de arborização de ruas, as espécies pioneiras são escolhidas, muitas vezes, por serem tolerantes a condições impróprias do solo urbano e pela vantagem de atingir em pouco tempo o objetivo de plantio desejado. No entanto, essas árvores geralmente têm lenho frágil e quebradiço, desenvolvem múltiplos galhos com casca inclusa que apodrecem facilmente e podem quebrar com ventos fortes. Essas árvores normalmente vivem menos que outras que apresentam taxa moderada de crescimento.

Em outro extremo, existem espécies clímax, com crescimento mais lento e vida mais longa. Suas folhas criam mecanismos adaptativos para favorecer a captação de luz para a fotossíntese (podem ser folhas grandes e simples) e seus frutos são carnosos e maiores. Existem também várias espécies intermediárias, que transitam entre as pioneiras e as climáticas. São chamadas de secundárias iniciais e secundárias tardias, e suas características dependem muito das condições ambientais.

A maior parte das árvores nativas utilizadas na arborização das cidades é formada por espécies pioneiras ou secundárias iniciais, que combinam, portanto, a exigência de grande quantidade de luz, com rápido crescimento e maior porte. Várias delas exibem uma bela floração e frutos secos deiscentes quando maduros. Reagem rapidamente a danos sofridos, formando vigorosos ramos secundários após a poda. São exemplos disso os ipês (gênero *Handroanthus*, família Bignoniaceae). Espécies secundárias apresentam metabolismo mais lento, se desenvolvem bem mesmo sob menores taxas lumínicas, seu porte tende a ser menor e sua floração é menos vigorosa. Tem menor capacidade de reação a danos e, por isso, acabam por aceitar melhor as podas de formação.

Um outro agrupamento importante para a arborização urbana diz respeito à deciduidade. As espécies arbóreas apresentam distintos padrões de economia hídrica. Árvores decíduas em ambientes naturais podem se tornar sempre verdes em ambientes urbanos e vice-versa, em virtude de possíveis diferenças nas condições ambientais. As árvores decíduas com folhas pequenas podem comprometer o fluxo de águas pluviais e provocar alagamentos nas primeiras chuvas, tendo em vista a redução da área foliar capaz de interceptar tais águas. Além disso, devem ser evitadas em áreas destinadas ao convívio, passeios ou áreas para exercícios físicos onde o sombreamento é necessário.

9.4.3. Morfofisiologia do sistema radicular

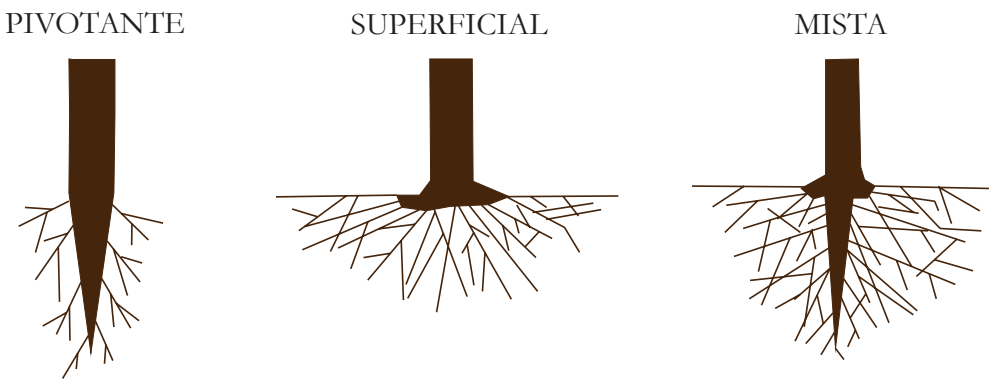
O sistema radicular tem início com a radícula após a germinação, e cresce por divisão contínua do seu ápice, protegido pela coifa. Cresce em comprimento e podem ou não produzir uma raiz pivotante. Nas laterais da radícula ocorrem nódulos das associações com fungos, bactérias, inúmeras raízes primordiais e gemas laterais que promovem a bifurcação e o crescimento em comprimento das ramificações. A bifurcação ocorre de forma ordenada e seu estudo é chamado rizotaxia. Na sequência ocorre o crescimento em diâmetro pela atividade do Câmbio Vascular.

Apesar do impacto visual das árvores no espaço urbano estar particularmente evidente em órgãos acima do solo (caules, folhas, flores e frutos), o volume e o impacto do sistema radicular no ambiente são comparáveis e, às vezes maiores, que dos órgãos acima do solo.

A morfofisiologia do sistema radicular está diretamente relacionada à capacidade das plantas em obter água e nutrientes minerais do solo. Quanto mais extenso, maior essa capacidade. Diferentes espécies de árvores apresentam arquitetura do sistema radicular como uma característica própria e também com seu desenvolvimento peculiar. O sistema radicular primário pode ser completamente substituído por um sistema secundário. A difícil avaliação do crescimento subterrâneo sugere que o crescimento da parte aérea seja tomado com indicador do crescimento e saúde do sistema radicular de árvores urbanas.

As raízes podem ser classificadas quanto à sua morfologia em: i) pivotante (ou axial) – que tem o crescimento da raiz principal perpendicularmente ao perfil do solo; ii) superficial – as quais se desenvolvem mais paralelamente ao perfil do solo; e iii) mista – apresenta as raízes principais e secundárias bem desenvolvidas (Figura 7).

Figura 9.7 – Esquema da classificação de raízes quanto à morfologia.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

As raízes crescem e se ramificam para fixar e dar estabilidade à árvore e ao solo onde crescem. Interagem com uma infinidade de organismos, como fungos e bactérias, que maximizam a captura de água e nutrientes, trocas gasosas e o armazenamento de reservas para o crescimento. Estabilizar o solo é importante em áreas íngremes frequentemente desmatadas e invadidas por construções irregulares.

As raízes são também o principal local de produção das citocininas, hormônio que atua no crescimento e na definição da forma. Na maturidade o novo balanço hormonal desencadeia a reprodução. As gemas apicais e laterais que produziam ramos e folhas passam a produzir inflorescências, flores e frutos.

9.5. Arquitetura das árvores urbanas

9.5.1. Reiteração, crescimento e cura

A interação complexa entre fatores genéticos e a multiplicidade de fatores ambientais raramente resulta precisamente nos modelos arquitetônicos conhecidos [10]. Mesmo em condições aparentemente ideais para o crescimento, surtos de pragas e/ou doenças, podas excessivas, colheita de seivas e resinas ou ainda chuvas, ventanias, raios, quedas de troncos e galhos podem desviar a forma do modelo geneticamente determinado.

Quando a árvore é saudável a retomada do crescimento, a cura, se dão pela reiteração. Esse processo se dá pela busca contínua do equilíbrio dinâmico forma x ambiente, é o resgate do plano arquitetônico original. De maneira prática, 'pequenas árvores' são formadas sobre o corpo existente a partir da brotação de gemas dormentes induzidas à divisão após um ferimento (reiteração traumática) ou em resposta a um surto momentâneo de condições favoráveis (reiteração adaptativa) [8].

As reiterações são repetições aproximadas do modelo de crescimento original da árvore. A cura ocorre quando uma reiteração se torna dominante e as demais são paulatinamente abortadas. Sem reiteração dominante, a árvore perde a forma original e se assemelha a um arbusto multirramificado [8].

9.5.2. Eficiência

É quase óbvia a interpretação que há um projeto de crescimento para cada planta e que características morfológicas estão associadas ao desempenho de uma ou várias funções [8]. A ramificação nas copas de árvores, ainda que visualmente previsível ou precisa em algumas espécies, não são observadas em outras. O crescimento geral e suas funções podem ser mais facilmente entendidos se dividirmos a planta em módulos [8]. A adição de módulos 'raiz' sugere que novos módulos 'tronco' e 'copa' serão também adicionados e a função básica da reprodução poderá ser completada na maturidade.

Quase invariavelmente a observação de padrões precisos sugere eficiência [8]. A precisão na disposição das folhas nos ramos (filotaxia), das inflorescências nos ramos e das flores nas inflorescências indicam economia na sua produção e que esta foi continuamente testada ao longo da evolução das plantas. Estratégias eficientes de crescimento resultam na produção da maior superfície possível, seja fotossintetizante nas copas e de absorção nas raízes, com a menor produção de volume para sustentar a árvore, elevar sua copa, aprofundar suas raízes para, como consequência, alcançar a reprodução [10].

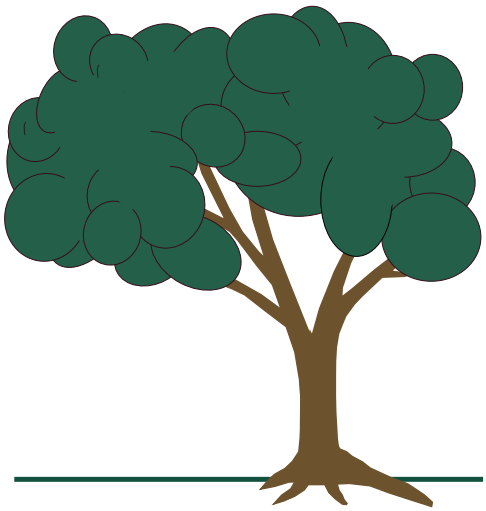
9.5.3. A poda

A poda inadequada é amplamente reconhecida como uma das principais causas dos problemas enfrentados por árvores em ambientes urbanos. Em termos gerais, a quantidade de folhas é proporcional à soma da seção transversal dos troncos e ramos na copa. Cerca de 60% das

reservas de amido (= carboidratos) destinados ao crescimento estão localizadas na copa. O restante está principalmente no sistema radicular. Podas excessivas e equivocadas resultam na perda substancial de recursos para o crescimento ou recuperação do crescimento, levando à exaustão fisiológica.

A poda para elevação da copa retira os maiores galhos inferiores, parte mais importante da arquitetura [10]. As feridas causadas quase que invariavelmente não cicatrizam e se tornam foco para doenças e pragas que comprometem ainda mais o processo de cura. Em casos mais extremos, o equilíbrio é comprometido de tal forma que chuvas e ventos podem derrubar a árvore. O processo de cura torna-se cada vez mais difícil em árvores mais velhas.

Figura 9.8 – Compensação da assimetria da copa pela produção de raízes tabulares.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

As árvores buscam continuamente o equilíbrio estabelecido pelo modelo arquitetônico original. A Figura 8 ilustra a compensação da assimetria gerada pela poda inadequada da copa. A formação de raízes tabulares retoma o equilíbrio estrutural, mas pode ocasionar problemas com a pavimentação urbana.

A poda de destopo induz à perda da dominância do meristema apical e permite a brotação das gemas laterais e a consequente proliferação de galhos nas copas. O excesso de brotos laterais pode gerar a necessidade de podas constantes com altos custos de manutenção.

9.5.4. Fatores limitantes

As árvores urbanas certamente estão submetidas a fatores limitantes para o seu desenvolvimento, muito distintos daqueles a que estão sujeitas as árvores estabelecidas em ambientes naturais. Enquanto nos ambientes naturais os indivíduos arbóreos que vivem em comunidades adensadas estão sujeitos à competição por recursos acima (luz) e abaixo do solo (água e nutrientes), um indivíduo isolado no ambiente urbano lida com outras restrições para seu pleno desenvolvimento.

Os solos urbanos são extremamente modificados pela intervenção humana, resultando em modificação de seu perfil pela introdução de materiais diversos. Em virtude de cortes e aterros, apresentam transição abrupta de suas camadas, ausência de horizonte bem definido e elevada compactação. Todas estas situações restringem o desenvolvimento radicular e a absorção de água e nutrientes pelas plantas [13]. Aliado às modificações do solo propriamente ditas, a ausência de área permeável de tamanho adequado ao redor das árvores também reduz a infiltração de água da chuva no solo e compromete as trocas gasosas entre o solo e a atmosfera. Esses fatores influenciam o desenvolvimento natural das raízes, podendo resultar no seu afloramento nos espaços pavimentados e prejudicar o caminhar dos cidadãos.

Outra diferença entre os ambientes naturais e urbanos se dá na oferta de nutrientes, uma vez que no primeiro caso há constante ciclagem de nutrientes e, no segundo, esse processo é quase inexistente.

Todo ser vivo, desde o organismo menos longevo até a árvore mais idosa, em algum momento, morre. Os organismos mortos, ou suas partes, que se separam ao longo do tempo (tais como folhas, casca, ramos e raízes), são decompostos em matéria orgânica no solo e, por fim, em nutrientes inorgânicos, CO_2, água e energia. Estes nutrientes podem então ser reabsorvidos pelas plantas [14] e não é necessária, portanto, a reposição através de adubação. No ambiente urbano, no entanto, as folhas, galhos e cascas que caem das árvores são rotineiramente recolhidos por varrição e, portanto, seus nutrientes não chegam a ser reabsorvidos. As árvores urbanas são normalmente adubadas somente no seu plantio, com deposição de adubos nos berços, e, em muitos casos, nem nesta etapa. Assim, podem apresentar sintomas de deficiência nutricional e consequentemente pode-se ter alteração no desenvolvimento natural da árvore.

Árvores urbanas precisam, ainda, superar mais dificuldades. O microclima das cidades é fortemente influenciado pelo asfalto e pelo concreto, que armazenam calor. Mesmo nos verões quentes, as florestas esfriam durante a noite. O mesmo não ocorre nas cidades, pois durante as noites as ruas e prédios emanam calor absorvido durante o dia e mantêm a temperatura alta, resultando em menor umidade relativa do ar [15]. Assim, os indivíduos têm de lidar fisiologicamente com variações de temperatura e umidade que não são as mesmas encontradas em seu ambiente de origem. Adiciona-se a isto o fato de que árvores localizadas em grandes centros urbanos ou em núcleos industriais terem de lidar com a poluição atmosférica, reduzida em ambientes naturais.

9.6. A região Centro-Oeste

Na região Centro-Oeste, aliada à expansão do agronegócio, houve acelerada expansão urbana, sendo que Campo Grande (MS), Cuiabá (MT), Goiânia (GO) e Brasília (DF) foram os centros urbanos que mais cresceram no país entre 1970 e 2000 [16]. Campo Grande (MS) foi a única capital brasileira a compor a rede inaugural do *Programa Tree Cities of the World*. Iniciada em 2019 por meio da parceria entre a *Arbor Day Foundation* e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), esta iniciativa reconhece cidades e comunidades comprometidas em garantir que as florestas e árvores urbanas sejam mantidas adequadamente, de forma sustentável, e que sejam devidamente celebradas. Segundo dados do IBGE, 96,3% das vias públicas de Campo Grande são arborizadas [17]. A cidade teve seu Plano Diretor de Arborização Urbana – PDAU instituído entre 2010 e 2011[18]. Em 2024 foi publicado um estudo que traçou um panorama completo da floresta urbana da cidade [19], realizado por meio de convênio entre a Prefeitura Municipal e a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, onde foram recomendadas as diretrizes para a primeira revisão do PDAU, já alinhadas ao cumprimento da regra 3-30-300 definida por Konijnendijk [20].

Em Goiânia (GO), segundo a Agência Municipal de Meio Ambiente (AMMA), está o maior número de árvores por habitantes do Brasil (0,79 exemplar por habitante). No entanto, em

Brasília, a Novacap – Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil – informa um patrimônio arbóreo de 5 M de árvores plantadas e a população atual, conforme estimativa IBGE, é de 3.055.149 M, o que resulta ~1,63 árvores por habitante, embora distribuídas de forma muito desigual no território.

Os primeiros plantios em Brasília na década de 1960 [21] incluíram espécies típicas da Mata Atlântica, principalmente. Os solos e o clima, com acentuado período de estiagem [22], resultaram na morte de 50.000 árvores adultas na década de 1970 [23,24]. Assim, a arborização em Brasília, a partir da década de 1970, iniciou a utilização de espécies do bioma Cerrado.

9.7. Aspectos morfofisiológicos das árvores no bioma Cerrado e suas consequências na arborização urbana

O Cerrado, bioma predominante na região Centro-Oeste, possui vegetação de elevada riqueza biológica, concomitante com alta pressão antrópica, razão pela qual foi incluído na lista das 25 áreas prioritárias (*hotspots*) para a conservação da natureza [25]. No contexto mundial, é a Savana Tropical Úmida na América do Sul. No Brasil, ocupa 24% do território Nacional, cerca de 2 milhões de km^2, dos quais em torno de 66% ou 1,3 milhões km^2 da área original por ele ocupada já foi desmatada.

O nome Cerrado, que significa, na língua hispânica, "fechado" ou "entre aberto", indica a vegetação com número de árvores que impõem o cavalgar cuidadoso. Para evitar confusões na ciência, o termo é usado como segue:

Cerrado sentido amplo (s.a.): inclui todo o bioma com sua variedade de tipos de vegetação de campos, de cerrado e de florestas.

Cerrado sentido restrito (s.r.): inclui a vegetação que ocupava cerca de 65% da área original do Cerrado (s.a.). A riqueza, para árvores com mais de 5 cm de diâmetro nos 30 cm de altura dos troncos, varia de 55 a 97 espécies, distribuídas entre 600 a 1.400 indivíduos por hectare. A maioria destas árvores varia entre 3 a 8 m de altura. Ribeiro & Walter [26] apresentaram a classificação da vegetação do Cerrado (s.a.), amplamente difundida, que inclui os campos, o cerrado (s.r.), os palmeirais e as florestas.

O Cerrado s.r., daqui em diante denominado Cerrado, onde a maioria dos estudos a respeito de árvores foi conduzido, cobria 65% da área original do bioma.

As árvores do Cerrado prosperam em ambiente considerado limitante para a maioria das culturas agrícolas em virtude das características do solo, tais a como presença de alumínio. Sua morfologia, anatomia e fisiologia indicam habilidades para a conservação da água num ambiente cuja disponibilidade pode ser limitada pela pronunciada estação seca.

Alguns estudos conduzidos na produção de mudas em viveiros mostraram grande investimento inicial na produção de raízes. Mudas de pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) mostraram até 1,30 m de comprimento de raízes com apenas 0,30 m de parte aérea, enquanto que para o jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*) a proporção raízes/parte aérea alcançou a cifra de 8/1.

No geral, a água disponível abaixo de 1 m de profundidade dos solos contribui com cerca de 80% da água usada na estação seca quando as gramíneas e as mudas de árvores, que ainda possuem sistema radicular raso, podem perecer. Disso infere-se que a abertura de berços profundos para o plantio de árvores urbanas pode ser crucial para o sucesso de seu crescimento e estabelecimento.

As raízes mais profundas captam maior volume de água em camadas do solo onde a disponibilidade de nutrientes é mínima. Em contrapartida, as raízes laterais são responsáveis pela absorção da maior quantidade de nutrientes nas camadas superficiais, local de maior concentração de matéria orgânica. Das habilidades em captar água e nutrientes em ambientes de clima mais severo resultam os eventos (fenofases) temporais que, quando acompanhados, concorrem para o entendimento das relações entre árvores x ambiente.

A maior ou menor folhação pode indicar o maior ou menor acesso à água e nutrientes. A floração, a frutificação, a dispersão de sementes, a germinação e o estabelecimento de plântulas (= mudas) ocorrem associadas ao fotoperíodo (=comprimento do dia/noite), chuvas, temperatura, balanço hormonal e também com o comportamento dos polinizadores e dispersores de sementes.

O evento mais destacado visualmente é a perda anual das folhas, ou deciduidade. A perda das folhas resulta em economia de água no período seco. Neste quesito as árvores são classificadas em decíduas, que perdem totalmente suas folhas na estação seca do ano; brevidecíduas, que perdem e repõem rapidamente suas folhas; as semidecíduas, que perdem parcialmente as folhas; e as sempre verdes (perenifólias), que trocam folhas ao longo do ano.

Das complexas relações ambientais, clima, solos e outras, resultam as respostas do metabolismo de plantas, fotossíntese, balanço hídrico, que em conjunto respondem pelo estabelecimento, crescimento e reprodução das plantas. As cerca de 12.000 espécies de plantas superiores anotadas do Cerrado [27] foram e são continuamente selecionadas para colonizar ambientes sombreados ou não, com solos de diferentes profundidades, mais úmidos ou mais secos e mais ou menos férteis [28]. As associações biológicas, competição, mutualismo, simbioses, parasitismos podem também ser decisivas para o sucesso ou fracasso na colonização dos diferentes ambientes.

Em razão dos poucos estudos a respeito do crescimento de árvores isoladas ou em comunidades, muito pouco se aprendeu sobre a observação de seu comportamento em ambientes urbanos. No Cerrado, o crescimento das árvores, embora alimentado pela abundância de luz, pode ser restrito pela disponibilidade de água e nutrientes nos solos. As espécies de árvores já estudadas mostraram alta concentração da biomassa nas raízes [29,30] que alcançam os reservatórios de água profunda. Isso indica a captação de água como fator prioritário para o seu funcionamento. O uso de águas profundas, compatível com raízes profundas, é importante aspecto no balanço hídrico nas comunidades do Cerrado [31]. As árvores podem obter até 83% do total de água usada em camadas profundas dos solos.

A demanda evaporativa da atmosfera também contribui para elevar os níveis do lençol freático [32]. Este fenômeno, que foi observado para algumas espécies do Cerrado, ocorre no período seco e cria reservatórios de água prontamente disponíveis na superfície do solo onde a maioria das raízes finas das árvores está localizada [30]. O fluxo de seiva em árvores decíduas e brevidecíduas é consistente com o levantamento hidráulico [33]. Assim, a escolha de árvores para plantios no Centro-Oeste deve considerar o balanço hídrico apresentado por cada espécie [28].

A seleção de árvores urbanas se deu e, muito provavelmente, assim continuará pela experiência prática adquirida nas cidades. Não é tarefa fácil apontar um fator ambiental como responsável por qualquer comportamento observado, mas a experiência conjunta pode, ao menos, decidir sobre a continuidade do uso de muitas espécies. Neste sentido, soluções como uma rede de municípios, com o objetivo de troca de informações sobre arborização urbana, administrada pela internet, seriam de grande valor.

Nas cidades, o crescimento dos sistemas radiculares de árvores é prejudicado pela compactação do solo. Mais um motivo para o plantio em berços profundos, de 1 m ou mais, o que poderia, em parte, amenizar o problema.

9.7.1. Árvores do Pantanal e suas possibilidades na arborização urbana

O Pantanal é uma planície inundável de cerca de 140.000 km^2, que teve sua origem no afundamento de parte da região que hoje é conhecida como bacia hidrográfica do alto Paraguai [34]. Está no domínio fitogeográfico do Cerrado, que possui clima AW na classificação de Köpen, com uma estação seca que vai de abril até setembro e uma chuvosa que vai de outubro até março [35]. As principais diferenças entre as condições ambientais do Cerrado e as do Pantanal são as chuvas, que diminuem da borda leste para a oeste e a inundação, que é o principal fator que restringe a capacidade de espécies arbóreas e palmeiras (que ocorrem nos cerrados, florestas estacionais e matas ciliares) de ocorrerem também no Pantanal [36,37].

A borda leste do Pantanal tem um conjunto de espécies arbóreas e de palmeiras mais semelhante ao Cerrado. Na medida em que caminhamos para a borda oeste essa influência diminui. A borda leste do Pantanal e o centro têm predominância de solos arenosos com alta quantidade de alumínio e baixa fertilidade natural [38]. Na medida em que caminhamos para a borda oeste os solos tendem a ser mais argilosos e com maior fertilidade natural.

Outro fator importante no Pantanal, comum também com o Cerrado, é o fogo. O fogo é um elemento muito comum na paisagem pantaneira. O fogo é um elemento cultural dos povos que habitam o Pantanal, mas já estava presente na planície antes dos registros mais antigos da ocupação humana [37]. A grande diferença para o Cerrado é que no caso do Pantanal o fogo age de maneira alternada à inundação e o efeito combinado desses dois fatores proporciona desafios para as árvores, arbustos e palmeiras que lá ocorrem [39].

Muitas espécies apresentam adaptações morfológicas e fisiológicas para conseguir ocupar e permanecer nesses ambientes. De maneira geral, estas espécies necessitam de metabolismo especial para conseguir sobreviver. Há espécies, por exemplo, com capacidade de realizar fermentação em suas raízes para conseguir resistir em tempos de inundação, ou espécies com cascas de árvores que podem proteger contra o fogo e facilitar a entrada de gases durante os períodos inundados [40].

Os eventos de fogo frequentes, ou inundação e, em muitos casos, com os dois tipos de evento, desafiam o estabelecimento de novos indivíduos. Muitas espécies só conseguem germinar e se estabelecer durante ciclos plurianuais de seca (sem inundação ou com inundação de baixa intensidade), que permitem uma janela de tempo para que atinjam um tamanho mínimo para resistirem

à inundação em anos subsequentes [41]. Outras espécies, como o carandá (*Copernicia alba*), conseguem germinar e crescer mesmo com eventos sucessivos de fogo e inundação.

Mas qual seria a relação disso tudo com a arborização urbana? Um dos desafios para a implantação da arborização nas cidades é a escolha das espécies adequadas a cada região e o uso de sementes oriundas de bom material genético. As plantas do Pantanal são comuns com várias espécies de outros domínios fitogeográficos adjacentes. Entretanto, as espécies que possuem populações que estão há muitas gerações crescendo e se multiplicando dentro das condições descritas acima possuem vigor especial, pois precisam aproveitar as janelas de oportunidades que são oferecidas para germinar e crescer. Um bom exemplo disso é o paratudo, uma espécie de ipê amarelo (*Tabebuia aurea*) que ocorre no Cerrado e também em áreas sujeitas a grandes períodos de inundação e também a grandes eventos de fogo [42]. Embora não haja estudos científicos detalhados, observamos que indivíduos dessa espécie oriundos do Pantanal podem crescer bem mais que os dos cerrados quando plantados nas cidades.

Outro exemplo bem-sucedido de introdução de espécies do Pantanal na arborização urbana é o da palmeira carandá (*Copernicia alba*). Vários indivíduos dessa palmeira, capaz de crescer sob influência do fogo e resistente à inundação, foram transplantados de áreas inundáveis no Pantanal para serem utilizados na arborização da Avenida Porto Carrero, em Corumbá. Graças às suas características de resistência, a ação foi muito bem-sucedida. E, como consequência, tem-se uma avenida que foi arborizada predominantemente com uma espécie nativa, o que agrega identidade cultural à cidade, cujos habitantes utilizam a palmeira para diversos fins [43,44]. De modo geral, as palmeiras suportam bem os transplantes, mesmo adultas e de grande porte. Esta deveria ser uma boa prática a ser adotada, quando de supressão de vegetação com autorização.

As temperaturas no Pantanal tendem a ser muito altas. Existem muitas árvores frondosas, geralmente com copa baixa, que poderiam ser aproveitadas na arborização de parques, praças e jardins em várias cidades do Centro-Oeste e que seriam muito oportunas dentro de um contexto de mudanças climáticas globais com perspectivas de aumento de temperatura nas cidades.

Existem cerca de 2500 espécies de árvores catalogadas no Pantanal [43]. Dessas, cerca de 490 espécies são arbustos e palmeiras [40] com potencial para uso em arborização urbana. Acreditamos que essa é uma oportunidade única de uso e de conservação das espécies que ali habitam, bem como a conservação da cultura do uso por parte das populações que habitam a região. Existem várias cidades próximas às áreas inundáveis, como Corumbá, Aquidauana, Cáceres, Poconé e outras que poderiam se beneficiar desse importante patrimônio.

9.7.2. As florestas estacionais (matas secas) do Centro-Oeste e a arborização urbana

As florestas estacionais são divididas em dois tipos básicos de acordo com a classificação do IBGE. As florestas estacionais semideciduais, que perdem de 20 a 50% das folhas na estação seca, e as florestas estacionais deciduais, que perdem acima de 50% das folhas na estação seca [45]. As florestas semideciduais são bastante comuns em áreas de relevo mais baixo e próximas

aos cursos d'água, enquanto as deciduais são mais comuns em áreas com manchas de solos mais férteis, às vezes com afloramentos rochosos, geralmente em partes mais altas do relevo. São exemplos de áreas onde ocorrem as morrarias da serra da Bodoquena no Mato Grosso do Sul, no Pantanal, e em Goiás.

Os elementos de floresta estacional semidecidual que podem ser utilizados na arborização são mais conhecidos e já aproveitados. Já os elementos das florestas deciduais ainda são pouco aproveitados, principalmente no contexto do Centro-Oeste, onde existem cidades com solos rasos e férteis que poderiam usufruir da morfologia e fisiologia dessas espécies nativas adaptadas a esse contexto. Muitas espécies, como *Handroanthus impetiginosus*, *Aspidosperma quirandi*, e *Pseudobombax marginatum* possuem raízes com capacidade de crescer por entre as rochas em áreas de afloramento, características que podem ser úteis em cidades que possuem solos rasos e compactados. Entretanto, é necessário observar também o local de plantio no caso de raízes superficiais, não indicadas para arborização de ruas, mas podendo ser usadas em parques e grandes praças.

Algumas características menos desejáveis para a arborização urbana são também muito comuns, como é o caso de acúleos e espinhos presentes em espécies como *Senegalia polyphylla*. Esses aspectos podem, no entanto, ser contornáveis quando a beleza cênica da espécie supera qualquer possibilidade de sentimento de repulsa pela presença de acúleos. Este também é o caso da *Ceiba pubiflora*, espécie com acúleos, mas de grande beleza graças ao seu tronco volumoso, que confere o nome popular da planta (barriguda) e ainda à beleza de suas flores, que ocorrem durante a estação seca [46].

Um outro aspecto importante a ser considerado na morfologia e fisiologia das espécies de florestas estacionais é a deciduidade. Como já abordado, essa pode ser uma característica indesejável para a arborização, dependendo do contexto do uso. No entanto, as florestas estacionais deciduais possuem espécies com grande beleza cênica e que, à exceção da maioria, são perenifólias. Alguns exemplos excelentes para a arborização são *Trichilia catigua* e *Capparidastrum coimbranum*, com seu lindo caule enegrecido, folhas escuras e florada lilás.

9.8. Considerações finais

No Centro-Oeste, a maior parte do conhecimento atual sobre a morfofisiologia do verde urbano decorre de observações empíricas ou por inferências baseadas nas experiências visualizadas em outros biomas. Esse cenário abre um vasto campo para estudos e pesquisas a respeito de florestas urbanas nesta região, abrindo-se a oportunidade para a troca de experiências tanto entre as administrações municipais em si, quanto para a colaboração entre as administrações municipais e a academia. Gestores podem, assim, basear suas decisões nas melhores práticas técnico-científicas, o que pode proporcionar significativa melhora nos resultados. A gestão baseada na morfofisiologia das árvores pode contribuir para amenizar situações estressantes, aumentar sua longevidade e ampliar os serviços ecossistêmicos, melhorando a qualidade de vida das pessoas e gerando a redução de gastos públicos.

9.9. Referências

[1] Lamas JMRG. Morfologia urbana e desenho da cidade. 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 2011.

[2] Mumford L. A cidade na história. Vol. I e II. Belo Horizonte: Itatiaia; 1965.

[3] Lima CPCS. Natureza e cultura: o conflito de Gilgamesh. Paisag Ambient Ensaios. 2004;(18):7-57.

[4] Sakata MG. Parques urbanos no Brasil – 2000 a 2017 [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2018.

[5] Édelin C. L'architecture végétale dans la conduite des arbres urbains. Conférence présentée au Jardin Botanique, Ville de Montréal; 1999.

[6] Hallé F. Des données récentes sur les arbres. Bull Acad Sci Lett Montp. 2017;48(Suppl 1).

[7] Raven PH, Evert RF, Eichhorn SE. Biologia vegetal. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.

[8] Bell AD. Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology. 2008.

[9] Millet J. Le développement des arbres révélé par le dessin. Quatre Temps Été. 2012.

[10] Hallé F, Oldemann RAA, Tomlinson PB. Tropical trees and forests. Berlin: Springer-Verlag; 1978.

[11] Costa MP, Longhi SJ. Modelos arquitetônicos para as espécies arbóreas de uma floresta estacional subtropical no Rio Grande do Sul. Cienc Florest. 2018;28(4). DOI: https://doi.org/10.5902/1980509835050

[12] Hallé F, Keller R. Mais d'où viennent les plantes? Arles: Actes Sud; 2019.

[13] Cadorin DA, Mello NA, Silva L, Emer AA. Aspectos morfológicos do solo utilizado para arborização urbana no município de Pato Branco, PR. Synergismus Scyent. 2014;9(1).

[14] Gurevitch J, Scheiner M, Fox GA. Ecologia vegetal. Porto Alegre: Artmed; 2009.

[15] Wohlleben P. A vida secreta das árvores. Rio de Janeiro: Sextante; 2016.

[16] Vasconcelos L. Urbanização: metrópoles em movimento. Desafios Desenvolv [Internet]. 2006 [acesso 27 dez. 2020]. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=994:reportagens#:~:text=A%20expans%C3%A3o%20econ%C3%B4mica%20pode%20ter,2000%20(leia%20tabela%20As%20cinco

[17] IBGE. Campo Grande, MS: panorama [Internet]. 2010 [acesso 27 dez. 2020]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/campo-grande/panorama

[18] PDAU/CG – Plano Diretor de Arborização Urbana de Campo Grande. Campo Grande: Prefeitura Municipal de Campo Grande; 2010.

[19] PDAU/CG. Estudos para subsidiar a revisão e monitoramento do Plano Diretor de Arborização Urbana de Campo Grande, MS. Caderno 3: Diretrizes de planejamento, ampliação, proteção e fomento da arborização urbana. Campo Grande; 2024.

[20] Konijnendijk C. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: introducing the 3-30-300 rule. J For Res. 2022;34.

[21] Lima RMC, Silva Júnior MC. Inventário da arborização urbana implantada na década de 1960 no Plano Piloto, Brasília, DF. Rev Soc Bras Arboric Urb. 2010;5(4):110-27.

[22] Gonzáles S, Rodrigues MGR, Alencar FOC, Lima Filho RM, Farias Neto P, Martins JL. Seleção e introdução de novas espécies arbóreas para utilização na área urbana do Distrito

Federal no período de 1988 a 1998. In: Encontro Nacional de Arborização Urbana; 2001; Brasília, DF. Resumos. Brasília: [s.n.]; 2001.

[23] Silva AS. Arborização urbana de Brasília: da concepção de Lúcio Costa e da configuração atual [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2003.

[24] Lima SC. Arborização urbana de Brasília: contribuição ao estudo de seu processo [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2003.

[25] Ministério do Meio Ambiente (MMA). Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação. Brasília: MMA; 2007. (Série Biodiversidade; 17).

[26] Ribeiro JF, Walter BMT. Fitofisionomia do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, editores. Cerrado: ambiente e flora. Brasília: Embrapa; 1998. p. 89-166.

[27] Mendonça RC, Felfili JM, Walter BMT, Silva Júnior MC, Rezende AV, Filgueiras TS, et al. Flora vascular do Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, editores. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: Embrapa-CPAC; 1998. p. 288-556.

[28] Palhares D, Franco AC, Zaidan LBP. Respostas fotossintéticas de plantas de cerrado nas estações seca e chuvosa. Rev Bras Biociênc. 2010;8(2):213-20.

[29] Gleeson SK, Tilman D. Plant allocation and the multiple limitation hypothesis. Am Nat. 1992; 139(6):1322-43.

[30] Lloyd J, Goulden ML, Ometto JP, Patiño S, Fyllas NM, Quesada C. Ecophysiology of forest and savanna vegetation. 2009. DOI: 10.1029/2008GM000740

[31] Oliveira RS, Bezerra L, Davidson EA, Pinto F, Klink CA, Nepstad DC, et al. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. Funct Ecol. 2005;19:574-81.

[32] Ferri MG. Transpiração de plantas permanentes dos cerrados. Bol Fac Fil Cienc Letr Univ São Paulo, Botânica. 1944;4:161-224.

[33] Scholz FG, Bucci SJ, Goldstein G, Moreira MZ, Meinzer FC, Domec JC, et al. Biophysical and life history determinants of hydraulic lift in Neotropical savanna trees. Funct Ecol. 2008; 22:773-86.

[34] Ab'Sáber AN. O Pantanal Mato-Grossense e a Teoria dos Refúgios. Rev Bras Geogr. 1988; 50:1-28.

[35] Soriano BMA. Caracterização climática de Corumbá. 1997.

[36] Pott A. Ecossistema Pantanal. In: Puignau JP, editor. Utilización y manejo de pastizales. Montevideo: IICA-PROCISUR; 1994. p. 31-44.

[37] Damasceno-Junior GA, Semir J, Santos FAM, Leitão-Filho HF. Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguai, Pantanal, Brazil. Flora. 2005; 200:119-35.

[38] Soares AF, Silva JSV, Ferrari DL. Solos da paisagem do Pantanal brasileiro: adequação para o atual sistema de classificação. In: Anais do 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal; 2006. p. 275-84.

[39] Arruda WDS, Oldeland J, Paranhos-Filho AC, Pott A, Cunha NL, Ishii IH, et al. Inundation and fire shape the structure of riparian forests in the Pantanal, Brazil. PLoS One. 2016; 11:e0156825. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156825

[40] Souza AHA, Batalha MA, Casagrande JC, Rivaben R, Assunção VA, Pott A, et al. Fire can weaken or trigger functional responses of trees to flooding in wetland forest patches. J Veg Sci. 2019;30:521-32. DOI: https://doi.org/10.1111/jvs.12719

[41] Ribeiro SP, Brown VK. Prevalence of monodominant vigorous tree populations in the tropics: herbivory pressure on Tabebuia species in very different habitats. J Ecol. 2006;94:932-41. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01133.x

[42] Anrique-Pineda DA, Souza EB, Paranhos-Filho AC, Encina CCC, Damasceno-Junior GA. Fire, flood and monodominance of Tabebuia aurea in Pantanal. For Ecol Manage. 2021;479: 118599. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118599

[43] Pott A, Pott VJ, organizadores. Plantas do Pantanal. Corumbá: Embrapa-SPI; 1994.

[44] Bortolotto IM, Damasceno-Junior GA, Pott A. Preliminary list of native food plants of Mato Grosso do Sul, Brazil. Iheringia Sér Bot. 2018;73:101-16. DOI: https://doi.org/10.21826/2446-8231201873s101

[45] Veloso HP, Rangel Filho ALR, Lima JCA. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE; 1991.

[46] Lima MS, Damasceno-Junior GA. Phenology and dispersal syndromes of woody species in deciduous forest fragments of the Pantanal in Mato Grosso do Sul State, Brazil. Acta Bot Bras. 2020;34:1-15. DOI: https://doi.org/10.1590/0102-33062019abb0353

Capítulo 10

ARBORIZAÇÃO URBANA E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Por Carolina Tavares da Silva Bernardo, Camila Aoki, Eliane Guaraldo, Flávio Macedo Alves, Arnildo Pott e Rogério Rodrigues Faria

10.1. Destaques deste capítulo

1. Serviços ecossistêmicos são benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas. O conceito visa a demonstrar a dependência dos ecossistemas naturais que a sociedade apresenta;
2. A arborização urbana provê uma série de serviços ecossistêmicos, oferece alimentos, regulação do clima e purificação do ar, contribui para o bem-estar e a qualidade de vida, através de espaços de recreação e benefícios estéticos;
3. Para tomadores de decisão e gestão pública, é crucial integrar serviços ecossistêmicos no planejamento urbano. Dentre as ações possíveis estão a conservação e restauração de ecossistemas e criação de espaços verdes;
4. O financiamento de pesquisas e ações de manejo são essenciais para a construção de cidades resilientes. Além disso, promover a conscientização a respeito da importância dos serviços ecossistêmicos e o papel da arborização urbana para o bem-estar da sociedade é urgente para uma boa gestão dos ambientes urbanos.

10.2. Introdução

Neste capítulo você encontrará conceitos e aspectos práticos a respeito do que são serviços ecossistêmicos, serviços ambientais, pagamentos por serviços ambientais, serviços ecossistêmicos urbanos, entre outros, e reflexões como eles podem ser conservados em sua cidade. Ao percorrer o capítulo, você poderá entender o que é e de onde vem o conceito de serviços ecossistêmicos, a diferença em relação aos serviços ambientais e, consequentemente, o que são os tão falados pagamentos por serviços ambientais, ou PSA. Além disso, entenderá a importância desse instrumento econômico de política para a conservação do meio ambiente e para evitar a perda de serviços ecossistêmicos no futuro.

Também poderá compreender a aplicação do conceito ao contexto urbano, ou seja, entenderá melhor o que são os serviços ecossistêmicos urbanos, quais os impactos negativos a respeito e,

ainda, como poderá estimular a criação de espaços para sua preservação. Por fim, poderá refletir sobre como as áreas urbanas podem ser utilizadas para a promoção da conservação dos serviços ecossistêmicos e redução dos impactos negativos da urbanização a respeito do meio ambiente e das alterações climáticas.

10.3. O que são serviços ecossistêmicos?

Se você pensa que a criação de serviços ecossistêmicos é algo recente, do século XXI, você está enganado. As primeiras publicações que mencionam este conceito datam de 1970 [1]. Ao longo das décadas do final do século XX, o conceito de serviços ecossistêmicos passou por adaptações e subdivisões. Cada área do conhecimento que utiliza este conceito, seja ecologia, economia, sociologia, sugere modificações para que o termo se adeque ao que cada área propõe.

Em ecologia, o conceito de serviços ecossistêmicos foi descrito em 1981 por um casal de ecólogos, Paul Ehrlich e Anne Ehrlich. Esse conceito foi desenvolvido com o objetivo de educar a sociedade, ao mostrar como o desaparecimento da biodiversidade afetaria diretamente o funcionamento do ecossistema, que apoia a oferta de bens e serviços críticos para o bem-estar humano [2-6].

> **E o que constitui um ecossistema?**
>
> Um ecossistema é composto por grupos de organismos (comunidade) que interagem com o ambiente físico e químico, incluindo a água, o ar, a luz solar e os nutrientes [7]. Essa unidade funcional tem uma dinâmica de matéria e energia na Terra, que são as funções e os processos ecossistêmicos.

Em economia, o conceito de serviços ecossistêmicos trouxe o entendimento de que as funções ecossistêmicas trazem bem-estar aos seres humanos, um conceito relacionado à utilidade, ou seja, que atende a um desejo de demanda de um determinado usuário. Isso significa que os serviços e bens fornecidos pela natureza trazem bem-estar aos seres humanos por atender a uma necessidade, como saciar a sede, por exemplo [8].

Como você pode perceber, não há um consenso na literatura científica a respeito do que são exatamente os "serviços ecossistêmicos". Mas, pode-se tirar uma ideia principal deste conceito, que é:

> Os serviços ecossistêmicos representam os serviços fornecidos pelos processos ecossistêmicos, como provisão de água limpa via ciclo da água, proteção contra enchentes pelas regiões de mangue e reprodução de plantas pela polinização, que fornecem bem-estar e outros benefícios, diretamente ou indiretamente, aos seres humanos [9,10].

E os serviços ambientais? Você já deve ter escutado este termo e achado que serviços ambientais e ecossistêmicos são sinônimos. Mas não são. Ambos os termos contêm ideias muito parecidas, mas com algumas diferenças.

O conceito de serviços ambientais surgiu na literatura antes do conceito de serviços ecossistêmicos, em 1970. O relatório "Estudo de Problemas Ambientais Críticos" desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia de Massachussetts, apresentou o termo "serviços" pela primeira vez ao descrever o funcionamento dos ecossistemas para a entrega de "serviços" à humanidade. No relatório, os autores afirmaram que os "serviços ambientais" poderiam reduzir se o funcionamento dos ecossistemas entrasse em declínio [1]. Ou seja, desde a década de 1970 já havia a preocupação com a possível redução da qualidade do meio ambiente e diminuição da oferta de serviços para a humanidade.

Ao longo do tempo, o conceito de serviços ambientais também passou por mudanças. Ele é muitas vezes confundido com serviços ecossistêmicos ou visto como parte dele. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, na sigla em inglês) define serviços ambientais como uma "subcategoria de serviços ecossistêmicos" [11]. Este conceito surgiu da análise econômica da atividade agrícola de um proprietário de terra. Segundo a FAO [11], agricultores recebem a maior parte de sua renda pela produção agrícola. Contudo, ao produzir esses bens, eles podem gerar impactos sobre os ecossistemas, que podem ser positivos e/ou negativos.

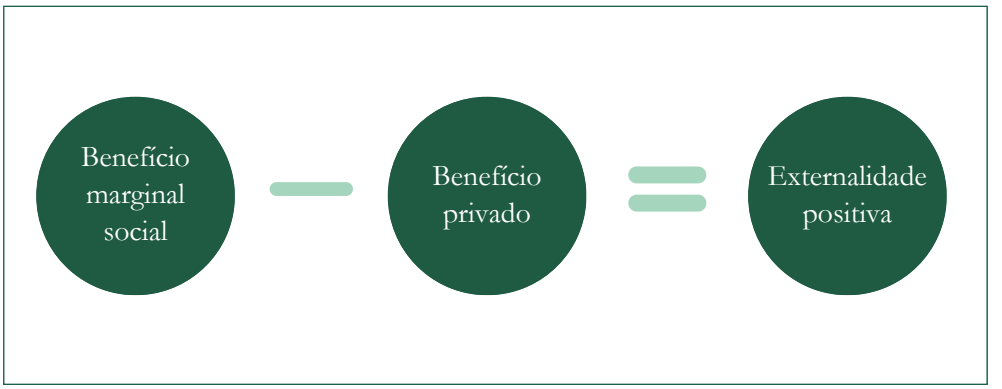
No caso apresentado, efeitos positivos podem ser a preservação de paisagens rurais cênicas ou a garantia da recarga de água no lençol freático. Já os efeitos negativos incluem o escoamento de substâncias químicas nocivas das terras de cultivo para as bacias hidrográficas, localizadas à jusante da propriedade, ou a erosão do solo em locais íngremes. No entanto, esses impactos (que na economia são denominadas externalidades positivas ou negativas) não são refletidos na renda dos agricultores. Portanto, o fornecimento desses efeitos, ou seja, externalidades, mesmo que positivos, de uma perspectiva social, não é prioritária de uma perspectiva privada/individual. Essas externalidades (ou efeitos) positivas, derivadas da ação humana sobre o ecossistema, foram denominadas serviços ambientais [11-13].

Com base nessa perspectiva, tornou-se possível falar em Pagamentos por Serviços Ambientais, que nada mais é do que um instrumento econômico de política ambiental. Pagamentos por Serviços Ambientais, ou PSA, referem-se à teoria econômica das externalidades (ou seja, dos efeitos não remunerados das atividades econômicas sobre o meio ambiente) e foi (e ainda é) muito utilizado em países tropicais, como Costa Rica, Bolívia e Brasil, desde 1997 [3,12,14,15].

Considerando o exemplo já citado anteriormente, a dinâmica do PSA envolve diretamente o proprietário de terra. O proprietário rural que conserva ambientalmente parte de sua propriedade gera uma série de serviços ambientais para a sociedade, mas raramente é compensado por isso. Assim, a diferença entre os benefícios gerados para a sociedade, que na economia chama-se "benefício marginal social" (que é alto, gerado pela conservação da natureza), e os benefícios que o proprietário de terra recebe ao conservar, que na economia chama-se "benefícios privados" (que é baixo, pois o proprietário não recebe nada pelo ato de conservar) gera externalidade positiva (Figura 1). Dessa forma, o proprietário rural, para aumentar o seu benefício privado, opta por um uso alternativo de sua terra, como a pecuária ou a agricultura [15-17], pois ganha mais com essa alternativa.

Essa lógica é baseada na seguinte premissa: ao receber pelo benefício social gerado pela conservação de um pedaço de sua propriedade com vegetação nativa, ele pode obter um retorno financeiro superior em vez de deixar a terra somente para a produção agrícola. Isso significa que o valor dos serviços ambientais que o proprietário de terra gera ao conservar e/ou reflorestar uma determinada área está sendo repassado a ele. Dessa forma, remunera-se as externalidades positivas geradas por uma ação humana para garantir a oferta de serviços ecossistêmicos [6,10,14].

Figura 10.1 – Conceito de externalidade positiva.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Alguns esquemas de pagamento por serviço ambiental já ocorrem no Brasil e têm crescido a cada ano. O primeiro projeto de PSA brasileiro foi desenvolvido em Extrema, Minas Gerais, intitulado inicialmente como "Recuperar e Preservar a Quantidade e Qualidade das Águas dos Mananciais de Consumo e Desenvolvimento do Médio Sapucaí" no ano de 1996. Em 2005 esse projeto progrediu para o projeto "Conservador de Águas" [18,19]. O objetivo era manter a qualidade da água e promover a adequação ambiental das propriedades rurais. A partir desta iniciativa, o desenho do projeto foi ampliado e serviu como modelo para ser utilizado em outros estados com o objetivo de melhorar a qualidade e a oferta de água. Dado o sucesso do projeto, a Agência Nacional de Águas (ANA) adotou o projeto em nível federal e expandiu para outras regiões [19,20].

Por causa da expansão dos projetos de pagamentos por serviços ambientais no Brasil e seu uso para o cumprimento das normas de preservação de áreas dispostas no Código Florestal, esse mecanismo foi inserido no novo Código Florestal (Lei n. 12.651/2012) ou Lei de Proteção da Vegetação Nativa, como um de seus instrumentos econômicos de política. Segundo a lei, é possível o pagamento de serviços ambientais para a conservação de áreas, para compensar emissões de carbono e para a manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal (RL), destinados a agricultores familiares [21].

Além disso, no início do ano de 2021, foi publicada a Lei n. 14.119/2021, que instituiu a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais, a PNPSA, e também o Programa Federal de Pagamentos por Serviços Ambientais, o PFPSA. Ele tem como objetivo principal implementar a PNPSA "nas ações de manutenção, recuperação ou de melhoria da cobertura vegetal, nas áreas prioritárias para a conservação, de combate à fragmentação de habitats, de formação dos corredores de biodiversidade e de conservação dos recursos hídricos", cujos pagamentos sejam realizados pela União [22].

10.4. Serviços ecossistêmicos urbanos

Quando analisadas as questões de bem-estar e qualidade de vida das pessoas, os serviços urbanos podem ir além daqueles providos pela administração municipal, estadual, distrital ou governamental (educação, segurança pública, saúde e etc). Uma nova interface de serviços é tida

como essencial para assegurar qualidade de vida aos habitantes dos municípios, bem como na prevenção de danos ambientais que sobrecarregam o setor público, o setor privado e os indivíduos. A Constituição da República Federativa do Brasil, em seu artigo 225, assegura:

> "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" [23].

Assegurar a oferta dos serviços ecossistêmicos depende de gestão e manejo adequados do ambiente, principalmente na esfera local, que se inicia dentro dos municípios. Para atender às demandas ambientais de cada região, a arborização urbana eleva o conceito de seleção de espécies vegetais, para uma concepção de planejamento mais holística e funcional, portanto sistêmica.

10.5. Como os serviços ecossistêmicos funcionam nas cidades?

A oferta de serviços ecossistêmicos varia de acordo com o ambiente. No caso das cidades, há especificidades sobre cada um dos diferentes serviços que são promovidos principalmente pela presença da vegetação na paisagem. Assim, os serviços ecossistêmicos urbanos se referem a uma série de benefícios fornecidos por um conjunto de elementos urbanos que abrangem ecossistemas naturais, ecossistemas construídos e os componentes abióticos das cidades [24]. A vegetação das cidades, principal provedora dos serviços, é composta pelas florestas urbanas, árvores nas calçadas, parques, gramados, jardins e também pela vegetação espontânea que cresce nos diferentes espaços [25,26].

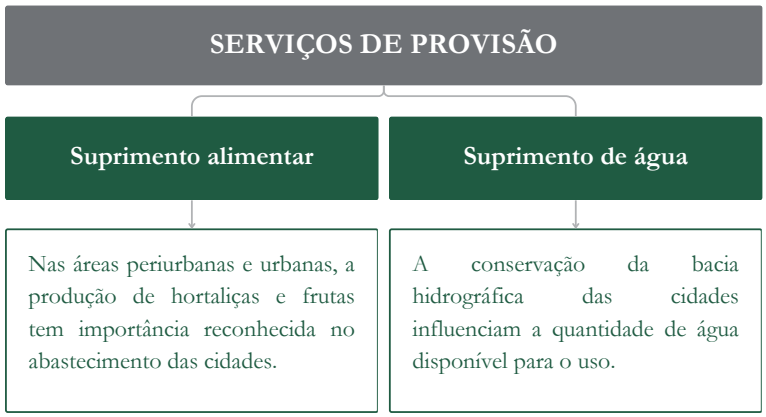
Considerando que os serviços ecossistêmicos podem ser classificados como de provisão, regulação, cultural e de suporte [27], a seguir apresenta-se a importância de cada um desses tipos sob a ótica das cidades, em um contexto genérico de ambientes e de localização geográfica, de acordo com a compilação de Gómez-Baggethun e coautores [28]. Cabe destacar que a região Centro-Oeste necessita de estudos específicos sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, desde sua caracterização até a validação de modelos.

Os serviços de provisão podem ser entendidos como produtos obtidos diretamente dos ecossistemas, ou os seus bens. Por exemplo: alimentos e fibras, produtos bioquímicos e medicinais. No ambiente urbano, os mais importantes são a água e os alimentos (Figura 2).

Os serviços de regulação incluem aqueles envolvidos na manutenção da qualidade do ar, regulação climática, controle de erosão, purificação da água, regulação de pragas na agricultura e polinização. Mesmo que com diferentes nuances, estes ainda são percebidos em ambientes urbanos (Figura 3).

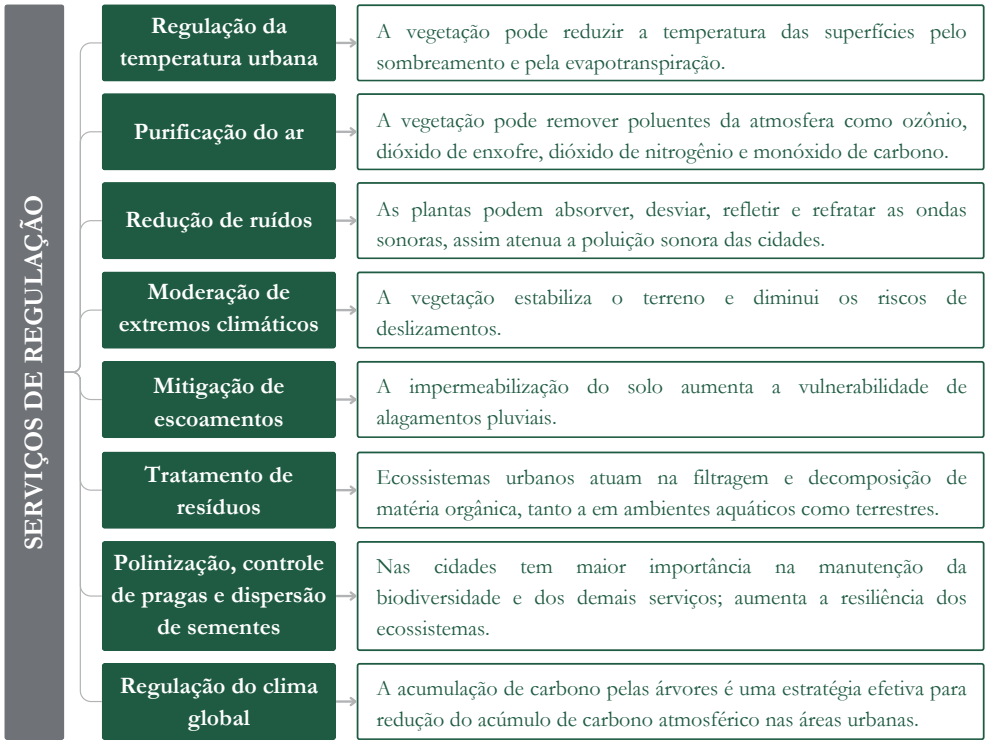
No que tange à a regulação do clima, é importante destacar os efeitos do aquecimento global sobre a biodiversidade e a oferta dos serviços ecossistêmicos. Estudo recente verificou que existe cada vez mais provas de que a biodiversidade contribui para o funcionamento do ecossistema e para a prestação de serviços ecossistêmicos. Assim, o aumento populacional nas cidades, que pressionam os espaços florestais e o uso da terra para a produção agropecuária, que também contribuem para a alteração do clima, reduzem a diversidade de florestas e consequentemente a oferta de serviços ecossistêmicos. Isso significa que os serviços de provisão e de regulação são os principais afetados com a mudança do clima [29].

Figura 10.2 – Tipos de serviços de provisão urbanos, baseado em Gómez-Baggethun.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Figura 10.3 – Tipos de serviços de regulação urbanos, baseados em Gómes-Baggethun [28].

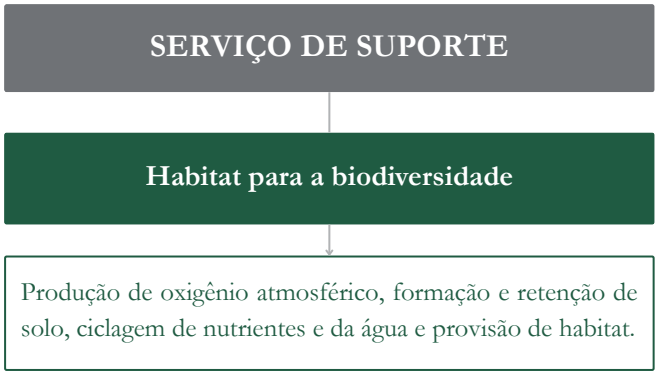


Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Ainda faltam informações específicas a respeito do que se pode fazer para reduzir os impactos da mudança do clima sobre a biodiversidade e a oferta dos serviços ecossistêmicos. Mas, os autores Wani e Sahoo verificaram que as áreas de vegetação mais preservadas e que podem oferecer mais serviços à população foram encontradas sob a administração da comunidade ao redor destas florestas [29].

Os serviços de suporte consistem das funções ecológicas escondidas pela produção de serviços ecossistêmicos, que no caso das cidades pode se caracterizar pelos habitats para as espécies e manutenção da biodiversidade, por exemplo (Figura 4).

Figura 10.4 – Tipo de serviço de suporte, baseados em Gómes-Baggethun [28].

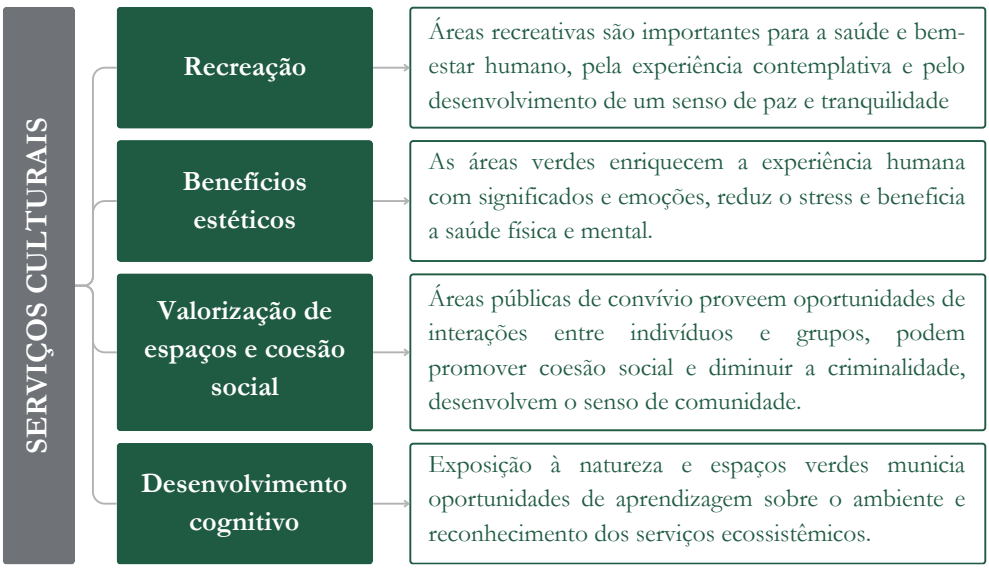


Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Os serviços culturais referem-se aos valores religiosos, espirituais e educacionais, além da geração de conhecimento, sendo todos elementos notavelmente presentes no ambiente urbano (Figura 5). Assim, os serviços ecossistêmicos culturais estão relacionados aos benefícios não materiais que os ecossistemas proporcionam, tais como atividades recreacionais, educacionais, estéticas, espirituais e aquelas relacionadas a valores e crenças [10].

Abordagens mais recentes, contudo, reconhecem o papel central que a cultura exerce sobre todas as relações entre as pessoas e a natureza. Com isso, mediam as relações que se estabelecem entre o homem e todas as demais categorias de serviços ecossistêmicos [30,31]. Dessa forma, faz-se necessário enfatizar e valorizar o papel do conhecimento local e nativo das comunidades, que pode influenciar a percepção do papel da natureza e dos ecossistemas sobre o bem-estar humano.

Figura 10.5 – Tipos de serviços culturais urbanos.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Os serviços ecossistêmicos culturais podem também prover aprendizado e inspiração. As paisagens terrestres e aquáticas, os organismos e os habitats proporcionam oportunidades para

o desenvolvimento da capacidade educativa, de conhecimento, bem-estar, informação, inspiração, arte e criatividade [31]. As experiências físicas e psicológicas também compõem parte dos serviços culturais providos pelos ecossistemas, pois criam oportunidades para atividades físicas, psicológicas e terapêuticas de relaxamento, recreação, lazer e apreciação estética baseada no contato próximo com a natureza (como a observação de aves, flutuação, mergulho e jardinagem) [32].

Os serviços culturais incluem as identidades culturais, pois podem ser a base de experiências culturais, espirituais e religiosas das comunidades [33]. Dentro desses, inclui o sentido de pertencimento ao lugar, de conexão com a terra, com as paisagens sagradas, o patrimônio paisagístico, sons, aromas e simbolismos associados a experiências de infância, nas quais os animais, árvores e plantas possuem valores icônicos.

O que é habitat, afinal?

Habitat é "o local onde um animal ou uma planta vive normalmente, muitas vezes caracterizado por uma forma vegetal ou uma característica física dominante (isto é, o habitat de lago, de floresta etc.)" [34].

Em resumo, as principais ações de planejamento para promover os serviços ecossistêmicos urbanos citados, incluem: conservação, restauração, aprimoramento e a criação de um novo ecossistema [35] (Figura 6).

Figura 10.6 – Ações de planejamento para promoção de serviços ecossistêmicos urbanos de acordo com Geneletti e coautores [35].

Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Antes de qualquer interpretação a respeito dos serviços ecossistêmicos, bem como alcançar subsídios para tomada de decisão em arborização urbana na região Centro-Oeste, faz-se necessário contextualizar a associação entre clima e vegetação para a região. Neste sentido, o conceito de

"bioma" nos auxilia a entender a dinâmica ambiental para um bom manejo dos ambientes urbanos. É importante frisar que diferentes regiões, com diferentes características de clima e vegetação, terão diferentes requerimentos para manutenção e promoção dos serviços ecossistêmicos. Informações mais específicas sobre clima e vegetação da região Centro-Oeste podem ser conferidos nos mapas e textos de outros capítulos do presente livro.

Assim, a região Centro-Oeste pode ser caracterizada climaticamente a partir de um regime predominantemente do tipo tropical, em menor proporção o tipo temperado (Figura 7). O que difere o clima tropical (A) do temperado (C) é a temperatura média dos meses mais frios, que no tropical fica acima de 18 °C e no temperado entre -3 °C e 18 °C. MA monção é caracterizada por precipitação (chuvas) média anual acima de 1500 mm. O clima úmido (f) é caracterizado por chuvas em todos os meses do ano, enquanto que o tipo sazonal (w) é caracterizado por período de verão chuvoso e inverno seco. Verão quente (a) e verão temperado (b) significam temperaturas médias do mês mais quente acima de 22 °C e abaixo de 22 °C, respectivamente.

Como resultado desse padrão climático tem-se o predomínio do bioma Cerrado por toda a região Centro-Oeste. Mas, pode-se notar a presença de cinco biomas nesta região: Cerrado; Amazônia (na porção norte do Mato Grosso); Pantanal (divididos entre Mato Grosso e Mato Grosso do Sul); Mata Atlântica (incursões em regiões do sul do Mato Grosso do Sul e Goiás); Chaco (oeste do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) [36]. Desta forma, observa-se que, mesmo dentro de um mesmo Estado, há variações de clima e vegetação que devem ser considerados para qualquer planejamento e tomada de decisão que envolvam os serviços ecossistêmicos urbanos.

> **O que são biomas?**
>
> Os biomas são tipos característicos de ecossistemas que se repetem. Esses tipos são produtos principalmente das condições climáticas em que ocorrem.

10.6. Serviços ecossistêmicos urbanos na região Centro-Oeste: por que promover?

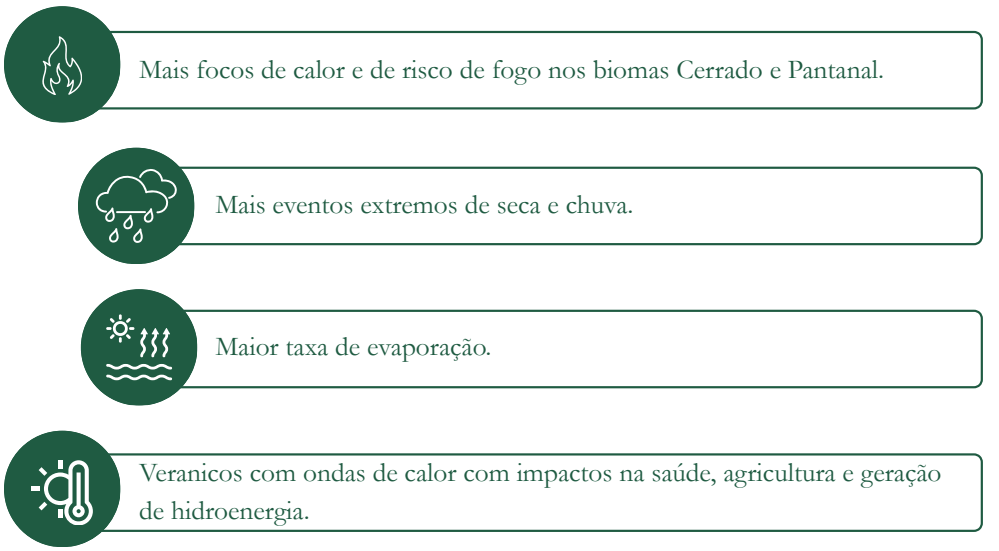
De modo geral, as cidades latino-americanas são caracterizadas por possuírem alta biodiversidade, fraca governança ambiental e desigualdade socioeconômica [37]. No Brasil, em todas as regiões e em cidades de todos os portes, os desastres ambientais urbanos têm sido parte integrante do cotidiano [38]. Aliás, em um cenário de mudanças climáticas, tais alterações potencializam os problemas ambientais já existentes nas cidades brasileiras, frutos da precariedade de gestão e infraestrutura [39].

Se considerar as projeções climáticas, os modelos do IPCC (sigla em inglês para Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) indicam para a região Centro-Oeste um cenário de anomalias em termos de precipitação e temperatura em todos os cenários apresentados. Em especial, o Centro-Oeste provavelmente se tornará mais quente e seco, com aumento médio na temperatura de 2 a 3 °C até 2070 [27]. As consequências para a região podem ser de diversas ordens (Figura 7).

Até meados de 1940, a região Centro-Oeste era formada somente por Mato Grosso e Goiás, pouco urbanizada e considerada área pouco povoada [40]. Com o impulso do desenvolvimento do agronegócio (anos 1970, 1980 e 1990), a partir do crescimento das cidades

existentes, bem como pela emancipação de novos municípios, a urbanização na região Centro-Oeste ocorreu sem considerar a dimensão ambiental em suas fases iniciais [39]. Atualmente, a região é composta pelos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e o Distrito Federal. A importância da preservação ambiental na região decorre da presença de importantes biomas terrestres, e também de constante estímulo ao desenvolvimento econômico, sobretudo pela atividade agropecuária [41].

Figura 10.7 – Cenário de consequências do aumento da temperatura na região Centro-Oeste de acordo com Soares [42].



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Desta forma, há um cenário desafiador aos municípios de todos os portes, em superar problemas antigos relacionados à ocupação do solo, ao planejamento voltado a desafios atuais e futuros, para que se possibilite a formação de cidades mais resilientes e capazes de promover o bem-estar da população. Assim, além do aperfeiçoamento da governança, é necessário que haja mais esforço para financiamento em pesquisa para o aprimoramento de práticas efetivas de gestão, manejo e promoção dos serviços ecossistêmicos urbanos tanto para a região Centro-Oeste como para toda a América Latina [37].

10.7. Árvores urbanas, manutenção da fauna e serviços ecossistêmicos

O Brasil é um país megadiverso e possui uma das maiores taxas de urbanização do mundo [43]. Soma-se a isso o fato de que muitos de seus maiores centros urbanos estão localizados em regiões importantes para a conservação da biodiversidade, chamados de *hotspots* [44], ou seja, biomas mais ricos e ameaçados do mundo. Isso é particularmente verdadeiro para a região Centro-Oeste brasileira, que inclui boa parte de seu território no Cerrado e na Mata Atlântica.

O processo de urbanização promove alteração e degradação de habitats, representando uma das maiores ameaças aos animais selvagens. O desenvolvimento do ambiente urbano pode

resultar em diminuição dos recursos de alimentação, eliminar a disponibilidade de locais de formação de ninhos ou de locais de reprodução para algumas espécies, além de fragmentar habitats e sujeitar as populações a pressões antrópicas, a poluentes, pesticidas, tráfego de pedestres, emissão de ruídos, entre outros efeitos [44]. Além de impactar negativamente muitas espécies animais, também afetam os processos dos ecossistemas [45-50].

Após a modificação inicial do ambiente pela urbanização, novos habitats surgem nas áreas urbanas e periurbanas. Esses ambientes transformados podem excluir espécies sensíveis, mas promover o estabelecimento de outras, porque as espécies animais respondem de formas distintas às alterações. Tal resposta depende, fundamentalmente, da sensibilidade de cada espécie aos distúrbios, de seus requisitos ecológicos específicos e de sua capacidade de persistir em ambientes modificados [51,52]. O processo de urbanização tende a favorecer espécies generalistas [45, 53-55], que se adaptam a qualquer tipo de ambiente, e isso pode levar a uma homogeneização biótica [55-58].

O que é homogeneização biótica?

É o processo no qual a biodiversidade presente em diferentes ecossistemas se assemelha com o passar do tempo e perde suas especificidades. Neste processo, portanto, há a redução da diversidade em qualquer nível de organização do ecossistema [60].

Essa paisagem alterada passa a se constituir um complexo mosaico composto de: estruturas construídas; superfícies impermeáveis; plantas nativas, exóticas e invasoras; grandes extensões de gramados; remanescentes florestais e árvores isoladas. A vegetação urbana (nativa e exótica), por exemplo, pode prover recursos alimentícios para diferentes grupos da fauna [60-66]. A fauna pode utilizar a vegetação urbana como um corredor para se mover entre parques urbanos e manchas de habitat [67]. A estrutura urbana pode proporcionar abrigos, poleiros ou locais para reprodução, sejam eles naturais (como copas das árvores e ocos em troncos) ou artificiais (como tetos e juntas de dilatação) [67-70].

Essas espécies, que habitam o ambiente urbano, fornecem serviços essenciais aos ecossistemas e às atividades humanas. Por exemplo, várias espécies de vertebrados e invertebrados (especialmente abelhas) são importantes polinizadores, permitindo a produção de frutos, que podem ser utilizados para a manutenção da fauna de frugívoros (animais que comem basicamente frutos) ou por seres humanos. A polinização por animais é importante para 87,5% das plantas com flores [71] e muitas delas são cultivadas pelo homem em ambientes urbanos (acerola, tomate, morango, goiaba, abacate, maracujá, entre outros). Esses animais, portanto, contribuem para o aumento da renda da população que cultiva alimentos em cidades e para aumento da produtividade na agricultura [72].

Outro serviço ecossistêmico prestado pela fauna associada a ambientes urbanos é a dispersão de sementes. Os processos de dispersão de plantas que dependem de vetores animais (chamada de zoocoria) podem ser desproporcionalmente afetados pela urbanização, já que muitos animais evitam ou restrigem seus movimentos em áreas urbanas [73]. Isso pode alterar a eficiência dos vetores de dispersão de animais e modificar os movimentos de sementes em habitats urbanos [74-76]. Como resultado, o fluxo genético entre as populações de plantas zoocóricas pode ser comprometido [77]. A consequência no longo prazo é afetar negativamente o funcionamento do ecossistema [78].

Além disso, a fauna silvestre pode atuar no controle biológico de pragas (como insetos e roedores), que é realizado por aves insetívoras e raptoriais e por morcegos, por exemplo [78-80]; pode contribuir para a economia local, por meio do turismo (como atividades para observação de aves ou *birdwatching*); e pode aumentar a qualidade de vida, o bem-estar cultural e espiritual, melhorando as experiências estéticas e fortalecendo o senso de pertencimento ao lugar [81].

A fauna associada ao ambiente urbano também pode se tornar um problema de saúde pública, pois os animais podem ser hospedeiros reservatórios e transmissores de vírus e de doenças zoonóticas (por exemplo, vírus da raiva, SARS Coronavirus, Hantavirus, Ebola e protozoários) [68]. No entanto, o papel da fauna urbana nos ciclos de transmissão de doenças é ainda pouco estudado.

Embora nossa compreensão sobre a ecologia urbana tenha avançado nos últimos anos, ainda existem áreas importantes que precisam de mais pesquisas, incluindo estudos sobre demografia, comportamento, interações ecológicas (como predação e competição) e doenças. Com o aumento da urbanização previsto para os próximos anos [49], a conservação da biodiversidade dependerá, em grande parte, do conhecimento e da conservação das espécies que habitam as áreas urbanas [81]. A expansão das áreas urbanas é inevitável, mas é posssível conservar as espécies, promovendo a inclusão de espaços verdes amigáveis à fauna [62,81].

A presença de amplas áreas verdes na cidade pode colaborar para a manutenção da biodiversidade, por exemplo [62,82]. As ruas com espécies de árvores predominantemente nativas parecem contribuir para o aumento da riqueza e abundância de espécies nativas da fauna e ainda para a adaptação à mudanças do clima [29]. Assim, as comunidades passam a se assemelhar mais àquelas de habitats naturais do que em ruas compostas predominantemente por espécies de árvores exóticas [83].

A gestão eficaz dos ecossistemas urbanos requer coordenação em diferentes escalas espaciais e interesse das partes [65,84,85]. Além disso, deve incluir a manutenção, restauração de fragmentos florestais urbanos e a conexão entre esses [86]. Uma possibilidade é a criação de um mosaico de zonas de habitat em uma cidade, na qual jardins privados e outros espaços verdes urbanos podem ser gerenciados sob um tema comum [85,87].

10.8. Recomendações aos gestores públicos

Abaixo reunimos algumas recomendações aos gestores públicos

- **Planejamento urbano integrado:** Incluir a conservação de serviços ecossistêmicos no planejamento urbano, considerando a importância da arborização, espaços verdes e ecossistemas naturais.
- **Conservação e restauração:** Implementar ações de conservação e restauração de ecossistemas urbanos, bem como a criação de espaços verdes urbanos.
- **Atenção à biodiversidade:** Priorizar o plantio de espécies nativas e a criação de habitats para a fauna urbana, que contribui para a manutenção dos serviços ecossistêmicos.
- **Manejo e conexão:** Manter e restaurar fragmentos florestais urbanos, conectando-os aos habitats.
- **Pesquisa e monitoramento:** Investir em pesquisa para aprimorar o conhecimento sobre os serviços ecossistêmicos na região e promover práticas de gestão eficazes.
- **Instrumentos econômicos:** Explorar instrumentos econômicos de política ambiental, como o pagamento por serviços ambientais (PSA), para recompensar práticas de

conservação e promover a restauração de ecossistemas, embora sua aplicação em áreas urbanas seja ainda um desafio.

- **Educação ambiental:** Promover a conscientização sobre a importância dos serviços ecossistêmicos e o papel da arborização urbana para o bem-estar da sociedade.

10.9. Considerações finais

Nesse capítulo trazemos a definição de serviços ecossistêmicos como os benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas, distinguindo-os de serviços ambientais, que surgem da análise econômica de atividades, como a agricultura. A conservação e reflorestamento, por exemplo, geram impactos positivos que podem ser remunerados via pagamento por serviços ambientais (PSA).

O texto aborda a aplicação do conceito em áreas urbanas, destacando os serviços de provisão (alimentos, água), regulação (clima, purificação do ar), culturais (recreação, bem-estar) e suporte (manutenção da biodiversidade). A vegetação urbana, incluindo florestas, árvores nas calçadas, parques e jardins, é fundamental para a provisão desses serviços.

Ressalta-se a importância da conservação ambiental na região Centro-Oeste, que possui biomas como o Cerrado, Amazônia, Pantanal, Mata Atlântica e Chaco. A região tem um clima predominantemente tropical, mas com variações que exigem atenção no planejamento e gestão de serviços ecossistêmicos urbanos.

10.10. Referências

[1] Study of Critical Environmental Problems. Man's impact on the global environment: assessment recommendation for action. 1st ed. Cambridge (MA): MIT Press; 1970.

[2] Armsworth PR, Chan KMA, Daily GC, Ehrlich PR, Kremen C, Ricketts TH, et al. Ecosystem-service science and the way forward for conservation. Conserv Biol. 2007;21(6):1383-4.

[3] Gómez-Baggethun E, De Groot R, Lomas PL, Montes C. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. Ecol Econ. 2010;69(6):1209-18.

[4] Kareiva P, Tallis H, Ricketts TH, Daily GC, Polasky S. Natural capital: theory and practice of mapping ecosystem services. 1st ed. Oxford: Oxford University Press; 2011.

[5] Méral P, Pesche D, coord. Les services écosystémiques: repenser les relations nature et société. 1st ed. Versailles: Éditions Quae; 2016.

[6] Peterson MJ, Hall DM, Feldpausch-Parker AM, Peterson TR. Obscuring ecosystem function with application of the ecosystem services concept. Conserv Biol. 2010;24(1):113-9.

[7] Ricklefs R, Relyea R. A economia da natureza. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2018.

[8] Mankiw NG. Princípios de microeconomia. 3. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning; 2005.

[9] Díaz S, Demissew S, Carabias J, et al. The IPBES conceptual framework: connecting nature and people. Curr Opin Environ Sustain. 2015;14:1-16.

[10] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: synthesis. A report of the Millennium Ecosystem Assessment. Washington (DC): Island Press; 2005.

[11] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Paying farmers for environmental services [Internet]. Rome: FAO; 2007 [acesso 2 jan. 2021]. Disponível em: http://www.fao.org/publications/sofa/2007/en/
[12] Méral P, Pesche D, eds. Les services écosystémiques [Internet]. Versailles: Éditions Quæ; 2016 [acesso 2 jan. 2021]. Disponível em: https://books.openedition.org/quae/26482
[13] Nogueira JM. Mercado ou governo? O dilema dos esquemas de pagamentos por serviços ambientais no Brasil. Relatório de Inteligência. Brasília: Instituto CNA; 2013.
[14] Tito MR, Ortiz RA. Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais EU-Brasil: pagamentos por serviços ambientais: desafios para estimular a demanda. Brasília: MMA; 2013.
[15] Wunder S. Payments for environmental services: some nuts and bolts. CIFOR Occasional Paper. 2005;(42).
[16] Jack BK, Kousky C, Sims KRE. Designing payments for ecosystem services: lessons from previous experience with incentive-based mechanisms. Proc Natl Acad Sci USA. 2008; 105(28):9465-70.
[17] Pagiola S, Platais G. Payments for environmental services. Environmental Strategy Notes. 2002;(3). Washington (DC): World Bank; 2002.
[18] Pagiola S, Von Glehn HC, Taffarello D, orgs. Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil. São Paulo: SMA/CBRN; 2013.
[19] Pereira PH, Cortez BA, Arantes LGC, Pereira KH, Omura PAC, Rodrigues RR. Projeto Conservador das Águas. Prefeitura de Extrema-MG. Edição 2017 [Internet]. [acesso 2 jan. 2021]. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sip/produtor-de-agua/documentos-relacionados-projetos/livro-conservador-das-aguas-extrema/view
[20] Agência Nacional de Águas (ANA). Programa Produtor de Água [Internet]. [acesso 28 fev. 2021]. Disponível em: http://produtordeagua.ana.gov.br/
[21] Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa... Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 mai. 2012 [acesso 10 mar. 2021]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm
[22] Brasil. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais... Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jan. 2021 [acesso 8 jul. 2024]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14119.htm
[23] Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, Centro Gráfico; 1988.
[24] Tan PY, Zhang J, Masoudi M, Alemu JB, Edwards PJ, Grêt-Regamey A, et al. A conceptual framework to untangle the concept of urban ecosystem services. Landsc Urban Plan. 2020; 200:103837.
[25] Breuste J, Schnellinger J, Qureshi S, Faggi A. Urban ecosystem services on the local level: urban green spaces as providers. Ekológia. 2013;32(3):290-304.
[26] Robinson SL, Lundholm JT. Ecosystem services provided by urban spontaneous vegetation. Urban Ecosyst. 2012;15:545-57.
[27] Joly CA, Padgurschi MCG, Pires APF, Agostinho AA, Marques AC, Amaral AG, et al. Apresentando o Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. In: Joly CA, Scarano FR, Seixas CS, Metzger JP, Ometto JP, Bustamante MMC, et al., editores. 1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. São Carlos: Editora Cubo; 2019. p. 6-34.

[28] Gómez-Baggethun E, Gren Å, Barton DN, Langemeyer J, McPhearson T, O'Farrell P, et al. Urban ecosystem services. In: Elmqvist T, et al., editores. Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities. Dordrecht: Springer; 2013. p. 175-251.

[29] Wani AM, Sahoo G. Forest ecosystem services and biodiversity. In: Shit PK, Pourghasemi HR, Das P, Bhunia GS, editores. Spatial modeling in forest resources management. Cham: Springer; 2021 [acesso 12 jan. 2021]. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-56542-8_22

[30] CICES – Common International Classification of Ecosystem Services [Internet]. 2024 [acesso 8 jul. 2024]. Disponível em: https://cices.eu/resources/

[31] Díaz S, Pascual U, Stenseke M, Martín-López B, Watson RT, Molnár Z, et al. Assessing nature's contributions to people. Science. 2018;359:270-2.

[32] Gallo DLL. Cidade humana: a vida urbana e a promoção da saúde como qualidade de vida [tese]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Urbanismo (PROURB); 2020.

[33] Guaraldo E. Repertório e identidade: a formação da paisagem e dos espaços públicos brasileiros. 81 (MS): Editora UFMS; 2020 [acesso 12 jan. 2021]. Disponível em: https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/3545

[34] Ricklefs R. A economia da natureza. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1996.

[35] Geneletti D, Cortinovis C, Zardo L, Adem EB, editores. Planning for ecosystem services in cities. Cham: Springer International Publishing; 2020.

[36] Walter BMT, Vieira R, Noronha SE. A região Centro-Oeste. In: Vieira RF, Camillo J, Coradin L, editores. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – região Centro-Oeste. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade; 2016. p. 67-90.

[37] Dobbs C, Escobedo FJ, Clerici N, Barrera F, Eleuterio AA, MacGregor-Fors I, et al. Urban ecosystem services in Latin America: mismatch between global concepts and regional realities? Urban Ecosyst. 2019;22:173-87.

[38] Marandola-Junior E. População, ambiente e mudanças climáticas: agenda para pesquisa e políticas públicas. In: Marandola-Junior E, D'Antona AO, Ojima R, orgs. População, ambiente e desenvolvimento: mudanças climáticas e urbanização no Centro-Oeste. Campinas: NEPO/Unicamp; Brasília: UNFPA; 2011.

[39] D'Antona AO, Dall Gallo PM. Urbanização, agronegócio e mudanças climáticas no Centro-Oeste. In: Marandola-Junior E, D'Antona AO, Ojima R, orgs. População, ambiente e desenvolvimento: mudanças climáticas e urbanização no Centro-Oeste. Campinas: NEPO/Unicamp; Brasília: UNFPA; 2011.

[40] Visconti GR, Santos MC. Região Centro-Oeste: desafios e perspectivas para o desenvolvimento sustentável. In: Cavalcanti IM, Lastres HMM, et al., orgs. Um olhar territorial para o desenvolvimento: Centro-Oeste. Rio de Janeiro: BNDES; 2014. p. 228-44.

[41] Vieira-Neto J. A urbanização da região Centro-Oeste brasileira. Espaço Rev. 2008;10(1): 38-65.

[42] Soares WR. Impactos das mudanças climáticas na região Centro-Oeste do Brasil. In: Marandola-Junior E, D'Antona AO, Ojima R, orgs. População, ambiente e desenvolvimento: mudanças climáticas e urbanização no Centro-Oeste. Campinas: NEPO/Unicamp; Brasília: UNFPA; 2011.

[43] Seto KC, Parnell S, Elmqvist T. Global outlook on urbanization. In: Elmqvist T, Fragkias M, Goodness J, Guneralp B, Marcotullio PJ, McDonald RI, et al., editores. Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities. Dordrecht: Springer; 2013. p. 1-12.
[44] Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature. 2000;403:853-8.
[45] Hernandez JL, Frankie GW, Thorp RW. Ecology of urban bees: a review of current knowledge and directions for future study. Cities Environ. 2009;2(1):1-15.
[46] Aronson MFJ, La Sorte FA, Nilon CH, Katti M, Goddard MA, Lepczyk CA, et al. Global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. Proc R Soc B. 2014;281(1780):20133330.
[47] Chace JF, Walsh JJ. Urban effects on native avifauna: a review. Landsc Urban Plan. 2006;74:46-69.
[48] Coetzee A, Barnard P, Pauw A. Urban nectarivorous bird communities in Cape Town, South Africa, are structured by ecological generalisation and resource distribution. J Avian Biol. 2018;49(6):e01526.
[49] Grimm NB, Faeth SH, Golubiewski NE, Redman CL, Wu J, Bai X, Briggs JM. Global change and the ecology of cities. Science. 2008;319:756-60.
[50] Pauw A, Louw K. Urbanization drives a reduction in functional diversity in a guild of nectar--feeding birds. Ecol Soc. 2012;17(2):1-27.
[51] Garden J, McAlpine C, Peterson A, Jones D, Possingham H. Review of the ecology of Australian urban fauna: a focus on spatially explicit processes. Austral Ecol. 2006;31:126-48.
[52] Sih A, Ferrari MCO, Harris DJ. Evolution and behavioural responses to human-induced rapid environmental change. Evol Appl. 2011;4:367-87.
[53] Callaghan CT, Major RE, Wilshire JH, Martin JM, Kingsford RT, Cornwell WK. Generalists are the most urban-tolerant of birds: a phylogenetically controlled analysis of ecological and life history traits using a novel continuous measure of bird responses to urbanization. Oikos. 2019;128(6):1-14.
[54] Kühn I, Klotz S. Urbanization and homogenization: comparing the floras of urban and rural areas in Germany. Biol Conserv. 2006;127(3):292-300.
[55] McKinney ML. Urbanization as a major cause of species homogenization. Biol Conserv. 2006;127:247-60.
[56] Dar PA, Reshi ZA. Components, processes and consequences of biotic homogenization: a review. Contemp Probl Ecol. 2014;7:123-36.
[57] Lososová Z, Chytrý M, Tichý L, Danihelka J, Fajmon K, Hájek O, et al. Biotic homogenization of Central European urban floras depends on residence time of alien species and habitat types. Biol Conserv. 2012;145(1):179-84.
[58] McDonald RI, Urban DL. Edge effects on species composition and exotic species abundance in the North Carolina Piedmont. Biol Invasions. 2006;8:1049-60.
[59] Clavero M, Garcia-Berthou E. Homogenization dynamics and introduction routes of invasive freshwater fish in the Iberian Peninsula. Ecol Appl. 2006;16(6):2313-24.
[60] Barbosa-Filho WG, Araujo AC. Flowers visited by hummingbirds in an urban Cerrado fragment, Mato Grosso do Sul, Brazil. Biota Neotrop. 2013;13(4):21-7.
[61] Bredt A, Uieda W. Bats from urban and rural environments of the Distrito Federal, Mid-Western Brazil. Chiroptera Neotrop. 1996;2:54-7.

[62] Ferreira CMM, Fischer E, Pulchério-Leite A. Fauna de morcegos em remanescentes urbanos de Cerrado em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Biota Neotrop. 2010;10(3):155-60.
[63] Rodrigues LC, Araujo AC. The hummingbird community and their floral resources in an urban forest remnant in Brazil. Braz J Biol. 2011;71(3):611-22.
[64] Sigrist MR, Aoki C, Souza CS, Laroca S, Maier JE, Vicente MR, et al. Listagem da entomofauna antófila do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Iheringia Ser Zool. 2017;107:e2017150.
[65] Souza FL, Valente-Neto F, Severo-Neto F, Bueno B, Ochoa-Quintero JM, Laps RR, et al. Impervious surface and heterogeneity are opposite drivers to maintain bird richness in a Cerrado city. Landsc Urban Plan. 2019;192:103649.
[66] Fernandez-Juricic E. Avifaunal use of wooded streets in an urban landscape. Conserv Biol. 2000;14:513-21.
[67] Ávila RW, Lúcia FV. Riqueza e densidade de vocalizações de anuros (Amphibia) em uma área urbana de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. Rev Bras Zool. 2004;21(4):887-92.
[68] Nunes H, Rocha FL, Cordeiro-Estrela PB. Bats in urban areas of Brazil: roosts, food resources and parasites in disturbed environments. Urban Ecosyst. 2017;20:953-69.
[69] Pulchério-Leite A, Meneghelli M, Taddei AV. Morcegos da região de Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul, com ênfase para as espécies urbanas. Ensaios Cid. 1999;3:113-29.
[70] Silva SG, Anacleto TCS. Diversidade de morcegos entre áreas com diferente grau de alteração na área urbana do município de Nova Xavantina, MT. Chiroptera Neotrop. 2011;17:1003-12.
[71] Ollerton J, Winfree R, Tarrant S. How many flowering plants are pollinated by animals? Oikos. 2011;120:321-6.
[72] Giannini TC, Boff S, Cordeiro GD, Cartolano EA Jr, Veiga AK, Imperatriz-Fonseca VL, Saraiva AM. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. Apidologie. 2015; 46:209-23.
[73] Gelmi-Candusso TA, Hämäläinen AM. Seeds and the city: the interdependence of zoochory and ecosystem dynamics in urban environments. Front Ecol Evol. 2019;7:1-37.
[74] Emer C, Galetti M, Pizo MA, Guimarães PR, Moraes S, Piratelli A, Jordano P. Seed-dispersal interactions in fragmented landscapes: a metanetwork approach. Ecol Lett. 2018;21:484-93.
[75] Gaynor KM, Hojnowski CE, Carter NH, Brashares JS. The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. Science. 2018;360(6394):1232-5.
[76] Markl JS, Schleuning M, Forget PM, Jordano P, Lambert JE, Traveset A, et al. Meta-analysis of the effects of human disturbance on seed dispersal by animals. Conserv Biol. 2012; 26:1072-81.
[77] Johnson MTJ, Munshi-South J. Evolution of life in urban environments. Science. 2017;358: eaam8327.
[78] Kasso M, Balakrishnan M. Ecological and economic importance of bats (order Chiroptera). ISRN Biodivers. 2013;2013:1-9.
[79] Kunz TH, Torrez EB, Bauer D, Lobova T, Fleming TH. Ecosystem services provided by bats. Ann N Y Acad Sci. 2011;1223:1-38.
[80] Luck GW, Davidson P, Boxall D, Smallbone L. Relations between urban bird and plant communities and human well-being and connection to nature. Conserv Biol. 2011;25(4): 816-26.
[81] Ives CD, Lentini PE, Threlfall CG, Ikin K, Shanahan DF, Garrard GE, et al. Cities are hotspots for threatened species. Glob Ecol Biogeogr. 2016;25:117-26.

[82] Coleti RCFB, Luchmann R, Dambrós SR. Relatório de avaliação ambiental: Programa de Desenvolvimento Integrado e Qualificação Urbana do Município de Campo Grande, MS. Campo Grande: Prefeitura Municipal de Campo Grande; 2007.
[83] White JG, Antos MJ, Fitzsimons JA, Palmer GC. Non-uniform bird assemblages in urban environments: the influence of streetscape vegetation. Landsc Urban Plan. 2005;71:123-35.
[84] Gaston KJ, Ávila-Jiménez ML, Edmondson JL. Managing urban ecosystems for goods and services. J Appl Ecol. 2013;50:830-40.
[85] Goddard MA, Dougill AJ, Benton TG. Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. Trends Ecol Evol. 2010;25:90-8.
[86] Maruyama PK, Bonizário C, Marcon AP, D'Angelo G, Da Silva MM, Da Silva Neto EN, et al. Plant–hummingbird interaction networks in urban areas: generalization and the importance of trees with specialized flowers as a nectar resource for pollinator conservation. Biol Conserv. 2019;230:187-94.
[87] Reis E, López-Iborra GM, Pinheiro RT. Changes in bird species richness through different levels of urbanization: implications for biodiversity conservation and garden design in Central Brazil. Landsc Urban Plan. 2012;107:31-42.

Capítulo 11

ARBORIZAÇÃO URBANA E A FAUNA ASSOCIADA

Por Eliane Cristina Vicente, Larissa Tinoco Barbosa, Fernanda Mussi Fontoura e Neiva Maria Robaldo Guedes

11.1. Destaques deste capítulo

1. A região Centro-Oeste abriga majoritariamente o bioma Cerrado, caracterizado por elevada biodiversidade, resiliência ecológica e importância estratégica para a conservação da fauna e flora;
2. Situada no Planalto Central, Brasília destaca-se por sua vegetação típica do Cerrado e por concentrar grande volume de dados ambientais, sendo usada como modelo de análise para a região;
3. A expansão urbana, o agronegócio e os desmatamentos têm causado degradação acelerada nos ecossistemas urbanos e periurbanos, ameaçando habitats e espécies nativas;
4. Campo Grande, com alta arborização, áreas preservadas e reconhecimento internacional, tornou-se símbolo de cidade verde no Centro-Oeste, abrigando rica fauna e promovendo conservação;
5. A perda de habitats e o avanço das cidades provocam o aumento de ocorrências de fauna silvestre em áreas residenciais, exigindo estratégias de manejo e educação ambiental contínua.

11.2. Introdução

Historicamente, o padrão desordenado das aglomerações humanas pode ser descrito como resultado das necessidades básicas das comunidades pioneiras em um território desconhecido e vasto. Essas comunidades buscavam pontos geográficos favoráveis para alojamento, alimentação e outras demandas essenciais. Nesse contexto, o uso intensivo e predatório de espécies vegetais tornou-se rotineiro e foi impulsionado pelo uso na construção de edificações, na geração de luz e calor, no preparo de alimentos e na incineração de resíduos.

Espécies vegetais consideradas "madeiras nobres" eram destinadas à Europa, onde se destacavam como valorosas. Nosso melhor, emblemático e histórico exemplo é o pau-brasil, cujo consumo frenético motivou a implementação da primeira lei ambiental (Regimento do Pau-Brasil, de 1605). Este padrão de consumo foi seguido igualmente pelas cerejeiras, imbuias, jacarandás e

mognos, resultando na criação do Regimento de Cortes de Madeira, instituído pela Coroa Portuguesa em 1799 [1-3].

O Regimento de Cortes de Madeira, embora considerado como importante ensaio para a regulamentação ambiental no Brasil, promoveu grandes danos pelo aumento da exploração das florestas em benefício da Coroa Portuguesa. Isto levou ao agravamento das desigualdades e permitiu a continuidade do desmatamento e uso intensivo dos recursos naturais, que foi, posteriormente, impulsionado pela agricultura semiextrativista e pela extração de outras matérias-primas de alto valor comercial, como minérios e animais.

Paralelamente, o desenvolvimento de colônias e vilarejos, decorrente das necessidades humanas mais complexas, resultou no surgimento das primeiras cidades (Urbs). As Urbs originárias foram marcadas pela ausência de regras, normas (ou organização adequada) e, claro, por graves problemas sanitários. Um exemplo emblemático desta realidade foi Cubatão, importante localidade histórica do estado de São Paulo. Desde sua origem até os tempos atuais, Cubatão padece de graves e recorrentes problemas de ordem sanitária, consequência direta dos grandes impactos ambientais. Nos anos 1980, a cidade recebeu o título de "Vale da Morte" em virtude da maior crise de saúde pública resultante dos danos ambientais ali vivenciados [4].

> Esses processos de urbanização e usos indevidos dos recursos naturais causaram impactos ambientais imensuráveis. Apenas em meados do século XX, os primeiros registros científicos de extinções de espécies nativas no Brasil qualificaram estes danos [5].

Tais impactos ambientais evoluíram de modo silencioso e ganharam notoriedade com o surgimento de importantes endemias e epidemias, como a Doença de Chagas, a Leishmaniose e a Dengue. Merece destaque o fato de que ainda afetam de maneira severa a saúde pública do Brasil, especialmente a Dengue, que, em 1984, ressurgiu de forma expressiva nas cidades, num contexto de ocupação desordenada das áreas urbanas. Ao longo do tempo, foram introduzidas e desenvolvidas novas técnicas de exploração e extração de recursos minerais, hídricos, faunísticos e madeireiros. Essas abordagens inovadoras agravaram ainda mais os problemas ambientais, acelerando a degradação e gerando poluentes em um ritmo de crescimento exponencial [5,6]. A supressão vegetal e carência de arborização urbana foi bastante agravada pelo êxodo rural. A migração das pessoas do campo para as cidades deu origem à "cultura do concreto", onde considerava-se que as árvores causavam sujeira nas ruas e calçadas [7].

Em 1981, foi criada a Política Nacional de Meio Ambiente, a primeira lei de proteção ambiental do país. Não obstante, na década de 1990, o Brasil vivenciou um dos períodos de desmatamento mais intensos em nome do desenvolvimento econômico. A perda de cobertura vegetal gerou uma imagem negativa do país no cenário mundial, notadamente na Conferência Rio 92. Sem que houvesse eventos de calor extremo, em 1994, uma grave seca afetou o país de modo contundente. Desde então, este cenário se mostra mais crítico a cada ano, tendo em vista os graves incêndios florestais que assolaram o Brasil em 2024.

Diante desse panorama, ainda paira a grande questão: por que florestar nossas cidades?

Neste capítulo, abordamos os padrões de fauna e flora observados nas principais cidades da região Centro-Oeste do Brasil. Nossa proposta é responder a questões relacionadas ao florestamento urbano, seus benefícios, os problemas enfrentados e sugestões para alcançar de maneira mais eficaz os objetivos de qualidade de vida animal (humanos e não humanos).

11.3. Região Centro-Oeste: aspectos biogeográficos

A região Centro-Oeste, segunda maior do território brasileiro, é composta pelos estados de Mato Grosso (MT), com aproximadamente 140 municípios e uma população de 3,5 milhões de habitantes; Mato Grosso do Sul (MS), formado por 79 municípios que abrigam cerca de 2,81 milhões de habitantes; Goiás (GO), com mais de 7,018 milhões de habitantes distribuídos em 246 municípios; e o Distrito Federal (DF), a menor unidade federativa do Brasil, dividido em 33 regiões administrativas, com uma população superior a 3,055 milhões de pessoas e uma área de 5.779,997 km². Ao todo, a região Centro-Oeste inclui 466 municípios, destacando-se Brasília, a capital federal, que é também a mais populosa da região [8]. Cuiabá (MT) é a cidade mais antiga do Centro-Oeste brasileiro, enquanto Brasília (DF), a capital federal, a mais recente.

Os primeiros pontos de ocupação da região Centro-Oeste datam do século XVIII. A busca dos locais alternativos de extração de minérios levou à exploração extensiva desta imponente região do país. Contudo, a descoberta de recursos naturais não minerais mais abundantes, fez com que os desbravadores dessa vasta região buscassem fontes mais adequadas e praticáveis de subsistência e capitalização, neste cenário biogeográfico, resultando em uma estrutura socioeconômica única para a época no Brasil [9,10].

Grande parte da extensão do Centro-Oeste está inserida nos domínios do Cerrado, conferindo à região uma natureza resiliente, uma beleza singular e características únicas para o uso agrícola do solo. A topografia da região é marcada, predominantemente, pelo imponente Planalto Central e seus subgrupos. Entre eles, destacam-se os Planaltos de Maracaju (MS), Taquari-Itiquira e dos Guimarães (MT). Além disso, uma pequena, porém notável, porção de áreas elevadas pertence ao Planalto Meridional, com destaque para o Planalto da Bodoquena (MS). Esses relevos margeiam e circundam, ao norte, leste e sudoeste, a maior planície inundável do mundo: a Planície Pantaneira (Pantanal), reconhecida como Patrimônio da Biosfera pela Unesco em 2000, localizada no extremo oeste de Mato Grosso do Sul e no sudoeste de Mato Grosso.

Na porção centro-sul do Planalto Central encontram-se o estado de Goiás e a Capital Federal, Brasília (DF). O Distrito Federal, a menor unidade federativa do Brasil, está inserido no maior bioma nacional: o Cerrado. Com mais de 5.700 km² de área territorial, está situado em uma faixa do Planalto Central, caracterizada por uma topografia mista que combina áreas planas, ondulações suaves, morros residuais e vales. A altitude na região varia entre 750 e 1.350 metros, sendo que, em grande parte do território, oscila entre 1.000 e 1.200 metros [11].

O clima é tipicamente tropical, com temperaturas médias anuais que variam de 13 °C no inverno a 30 °C no verão. Durante o período de seca (inverno), a umidade relativa do ar apresenta níveis extremamente baixos, frequentemente inferiores a 30% por longos períodos. Em anos consecutivos, valores críticos entre 8% e 10% têm sido registrados, condições severas que impactam diretamente o bem-estar de seres humanos e animais [11].

Para contextualizar o cenário urbano, incluindo aspectos de fauna e flora, a cidade de Brasília será utilizada como referência, tanto por concentrar maior volume de informações como por sua localização estratégica.

11.4. Contexto ambiental das principais cidades do Centro-Oeste brasileiro

De acordo com dados do Instituto Brasília Ambiental [12], a fauna silvestre de vertebrados em Brasília e seus arredores representa uma parcela significativa da biodiversidade do Cerrado, correspondendo a mais de 21% do total já registrado para o bioma. Entre as classes de vertebrados, os mamíferos destacam-se, compondo cerca de 70% das espécies observadas, seguidos pelas aves, com 55% dos representantes.

> Na década de 1960, Brasília possuía uma composição florística marcada por grande riqueza de espécies, embora predominavam espécies exóticas, padrão que ainda persiste na atualidade [13].

As condições climáticas da capital brasileira incentivam a população a valorizar o verde urbano, pois ele ameniza os impactos da poluição, melhora o conforto térmico e ainda proporciona uma oferta casual de alimentos para transeuntes, sejam eles humanos ou animais. Em 2022, foi iniciado um projeto público voltado para o incremento do reflorestamento em Brasília, reforçando os esforços de conservação e sustentabilidade ambiental.

Entretanto, a expansão urbana e o ritmo acelerado das atividades humanas têm colocado a fauna silvestre de Brasília em constante situação de vulnerabilidade. Entre janeiro e julho de 2021, mais de 1.500 animais silvestres foram resgatados em áreas urbanas do Distrito Federal, onde circulavam em busca de abrigo, água e alimentos [14]. Mamíferos são os mais afetados, estando frequentemente em risco de acidentes com veículos e ataques de animais domésticos. Outra ameaça significativa é o cativeiro ilegal de espécies silvestres. Muitos animais, tanto nativos quanto exóticos, são confiscados por não atenderem às exigências legais para a posse, representando uma prática nociva ao equilíbrio ambiental.

Um exemplo amplamente divulgado foi o caso da naja africana, uma serpente exótica mantida em cativeiro ilegal que, em 2020, protagonizou um incidente de grande repercussão. O episódio evidenciou o potencial risco ambiental associado à introdução e manutenção de espécies não nativas. Para mitigar problemas desse tipo, diversas campanhas educativas vêm sendo realizadas por diferentes instituições e organizações.

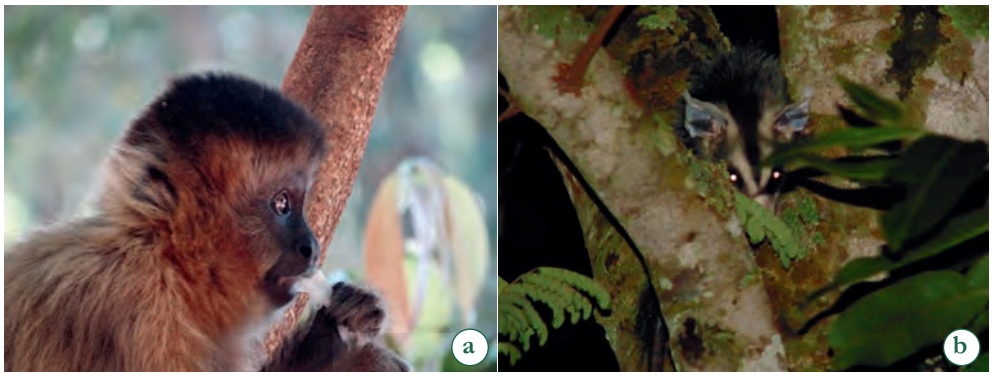
No estado de Goiás, totalmente inserido no bioma Cerrado, é possível identificar similaridades topográficas e climáticas com o Distrito Federal. A história econômica de Goiás sempre esteve ligada à exploração de recursos naturais, e, atualmente, o estado destaca-se pela expressiva produção agrícola e pecuária, que sustentam sua base econômica. Além disso, o turismo desempenha papel relevante em destinos muito procurados, como Pirenópolis e Caldas Novas.

Em Pirenópolis, remanescem áreas de preservação com natureza exuberante, onde a fauna silvestre ainda encontra espaços para circulação livre e convivência pacífica. Contudo, práticas inadequadas, como a oferta de alimentos e a humanização da fauna, ainda ocorrem de maneira discreta, realizadas por alguns moradores ou turistas desinformados sobre os danos que essas ações podem causar aos animais silvestres.

Em Goiânia, capital do estado de Goiás, observa-se um mosaico de ambientes bastante arborizados que proporcionam cenários agradáveis para a apreciação da vida animal (Figuras 1 a e b). Contudo, convivem com áreas desordenadas, desprovidas de planejamento ou cuidados

ambientais, especialmente no que diz respeito à saúde da fauna silvestre. Seja em parques bem cuidados ou em regiões urbanas carentes de políticas ambientais, os animais silvestres acabam expostos a resíduos e contaminantes gerados pelas rotinas humanas nos grandes centros urbanos, ou sofrem a perda de habitat natural (Figura 2).

Figura 11.1 – a) Macaco-prego (*Cebus apella*) em atividade de forrageio; b) Gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*) em atividade.



Fonte: Marcelino Benvindo Souza.

Figura 11.2 – Morcego (*Phyllostomus discolor*) ocupando edificação humana em decorrência da supressão de abrigo natural.

Fonte: Autores.

A extensa supressão do Cerrado ao redor das cidades contribui para o aumento de ocorrências de animais silvestres em áreas urbanas e até mesmo para encontros inesperados dentro de residências. Um caso emblemático ocorreu em outubro de 2012, quando uma onça-parda, também conhecida

como suçuarana ou puma (*Puma concolor*), foi encontrada dentro de um quarto em uma residência na cidade de Itumbiara (GO). A provável motivação para o incidente foi a busca por alimento, já que exames realizados por especialistas identificaram que o animal estava debilitado e abaixo do peso ideal.

A capital do estado de Mato Grosso, Cuiabá, com mais de 750 mil habitantes, é conhecida por suas temperaturas extremamente altas ao longo de quase todo o ano. A localização da cidade também resulta em condições severas de baixa umidade relativa do ar, especialmente no final do inverno, com destaque para o mês de agosto.

Nos últimos quatro anos, a expansão imobiliária em Cuiabá provocou significativa perda de áreas florestais, intensificando o desconforto climático para os moradores e, especialmente, para a fauna urbana. Relatos sobre o aparecimento de animais como sucuris e jacarés nos arredores residenciais ganharam destaque na imprensa, assim como o aumento da incidência de escorpiões em domicílios, resultando em acidentes preocupantes por toda a cidade. Além disso, a perda de habitats, locais de alimentação e áreas de nidificação tem causado alterações no comportamento de muitas espécies de aves, com registros de comportamentos não usuais. A esse respeito, a Dra. Neiva Guedes destaca: "As pessoas querem fazer a parte mais fácil e rápida, mas o importante é plantar árvores frutíferas e palmeiras para futuros ninhos" (comunicação pessoal e informal).

Figura 11.3 – Gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) se abrigando em coqueiro no quintal de uma residência.

Fonte: Autores.

A disputa entre diferentes espécies por ninhos tem se tornado mais intensa a cada temporada. Nesse cenário de redução florestal, é previsível que os animais busquem alternativas inusitadas para sobreviver, sendo as edificações humanas frequentemente atrativas. Essa dinâmica gera conflitos de convivência entre a população humana e a fauna urbana, conforme mostra a Figura 3 (informação verbal). Por outro lado, florestas urbanas em localidades próximas a Cuiabá, como

a Chapada dos Guimarães, oferecem um clima mais agradável, qualidade de vida e pontos turísticos marcados pela exuberância da natureza preservada.

A diversidade topográfica, hidrográfica, fitogeográfica e faunística da região Centro-Oeste proporcionou condições favoráveis para índices satisfatórios de preservação ambiental na maior parte dessa imensa área. Como resultado, algumas das melhores e maiores reservas ambientais do país encontram-se nas principais cidades da região. Um destaque notável é Campo Grande, capital do estado de Mato Grosso do Sul, que será utilizada como modelo neste estudo.

Campo Grande (MS), a maior cidade do estado, é caracterizada por composições típicas do Cerrado e é reconhecida como um modelo nacional de preservação da flora e fauna, sendo considerada um *hotspot* de biodiversidade. Os altos índices de diversidade florística da cidade lhe renderam o título de uma das cidades mais arborizadas do Brasil. Em 2024, pelo quinto ano consecutivo, Campo Grande foi contemplada com o título *Tree Cities of the World* (Cidades Árvore do Mundo), concedido pela Arbor Day Foundation.

A rica e variada vegetação da cidade inclui áreas de reserva (aproximadamente 725 hectares), praças públicas, vias arborizadas, jardins e quintais residenciais. Entre as espécies que embelezam a cidade, destacam-se os ipês, que contrastam com uma diversidade de plantas exóticas cultivadas em quintais, jardins e áreas públicas. Quando bem integradas ao cenário florestal, essas espécies exóticas são altamente benéficas e atraentes para diversos animais.

Dentro dessa rica diversidade de flora, já foram registradas quase 400 espécies de aves, cerca de 30 espécies de répteis e 50 espécies de mamíferos (terrestres e voadores) no município. Esses dados representam uma parcela significativa dos vertebrados que circulam na região [15-17].

11.5. Fauna urbana: desafios, adaptações, conflitos, benefícios e convivência

A manutenção da biodiversidade é essencial para garantir a qualidade de vida e reduzir os riscos de epidemias [18]. As áreas urbanas ainda desempenham um papel importante na mobilidade ecológica das espécies animais, que, ao não encontrarem seus recursos naturais habituais, podem desaparecer ou, em busca de abrigo, ocupar edificações humanas, configurando-se muitas vezes como indesejáveis [19].

Em 2013, um debate importante a respeito da presença de morcegos em edificações humanas levou ao consenso de que, em residências situadas em áreas vegetadas, o bom senso deve prevalecer sobre o projeto arquitetônico. Pessoas que optam por viver em ambientes florestados devem estar preparadas para conviver de forma segura com os animais que ali prosperam.

> Ambientes biodiversos indiscutivelmente oferecem melhores condições adaptativas e sanitárias, desempenhando papel fundamental nos serviços ambientais. Dessa forma, eles contribuem para a melhoria dos índices de saúde humana e animal.

É importante lembrar que, apesar da beleza e abundância da fauna e flora, acidentes como colisões com edificações, redes elétricas, atropelamentos e outros infortúnios são realidades tristes, mas que recebem a devida atenção por meio de programas de preservação ambiental. Nesse contexto, ações do poder público municipal e estadual se alinham eficazmente com projetos de instituições ambientais de diversas esferas.

A fauna terrestre, ao transitar pelas áreas urbanas e periurbanas, está inevitavelmente sujeita a diversos tipos de acidentes, com destaque para os atropelamentos, já que muitos animais precisam atravessar ruas e avenidas entre fragmentos florestais (Figura 4). Como medidas de mitigação, foram desenvolvidos vários programas coletivos.

O Projeto Bandeiras e Rodovias tem como principal objetivo reduzir os índices de atropelamento por meio da criação de materiais educativos, como um guia de manejo de paisagens e rodovias, sendo essa uma estratégia crucial para a proteção da população de tamanduás do Cerrado. Outro exemplo é o Projeto Quapivara, criado em 2018 pelo Ministério Público de Mato Grosso do Sul, com proposta educativa e integradora do trânsito de veículos e fluxo de animais, com foco na diminuição de atropelamentos de quatis, capivaras e tamanduás.

Figura 11.4 – Ave atravessando rua entre áreas fragmentadas na cidade de Campo Grande (MS).

Fonte: Edson Diniz.

Ações como campanhas educativas são necessárias para a identificação das principais rotas de trânsito animal (em áreas urbanas e periurbanas) e conscientização e inibição da domesticação e alimentação indevida de animais silvestres. A sinalização urbana nas vias públicas também traduz uma medida muito eficiente para a gestão do trânsito (Figura 5).

Os vertebrados aéreos, ou voadores, também enfrentam danos causados pela ambiência urbana, independentemente do nível de preservação das áreas florestais. Muitas espécies de aves urbanas são impactadas pelas rotinas humanas e, por vezes, sofrem com a deterioração de sua saúde. Isso ocorre, por exemplo, em virtude da oferta indiscriminada de alimentos para atrair esses belos animais para as proximidades das residências. Atividades educativas têm mostrado resultados significativos na redução desses comportamentos humanos.

Figura 11.5 – Placa de orientação sobre o projeto Quapivara.

Fonte: Autores.

O Projeto *Aves Urbanas – Araras na Cidade*, executado pelo Instituto Arara Azul, tem como objetivo principal estudar a ecologia das araras-canindé (*Ara ararauna*) na cidade de Campo Grande (MS) (Figura 6). Este programa de conservação beneficia tanto as araras quanto outras espécies, demonstrando a relevância de se investir em uma espécie bandeira, como as grandes araras azuis do Pantanal.

Figura 11.6 – Arara-canindé (*Ara ararauna*) em Campo Grande (MS): a) Monitoramento de ninho por drones; b-d) Indivíduos avistados em ninhos em palmeiras na arborização urbana.

Fonte: Autores.

Em Campo Grande, as grandes araras frequentemente se envolvem em acidentes, como colisões com redes de distribuição de energia elétrica, linhas de pipa com material cortante (Figura 7), atropelamentos, choques com edificações e ataques por animais domésticos [20-22]. Desde 2011, o projeto contabilizou mais de 50 araras mortas, principalmente em virtude de acidentes com redes elétricas [23,22]. Ações de mitigação foram traçadas e estão sendo implementadas com a colaboração dos gestores da empresa de energia local. Paralelamente, a articulação entre diversas instituições tem fortalecido as políticas de conservação, o que foi amplamente acolhido pela comunidade.

Em Campo Grande, as araras-canindé são amplamente apreciadas pelos moradores, tornando ainda mais relevante o trabalho contínuo em sua conservação [24]. Sua presença é tão simbólica que, em 2015, a ave foi declarada "Símbolo da Cidade" por meio da Lei nº 5.561 [25]. Subsequentemente, outras leis foram criadas para promover a conservação das araras, como a Lei nº 6.075/2018, que proíbe o corte de palmeiras mortas usadas como ninhos, e a Lei nº 6.567/2021, que reconhece Campo Grande como a "Capital das Araras" e estabelece o dia 22 de setembro como o "Dia Municipal de Proteção das Araras" [26,27]. Essas leis aumentam a visibilidade e a importância das araras, além de fortalecer as ações de conservação na cidade de Campo Grande.

Figura 11.7 – Indivíduos de arara-canindé (*Ara ararauna*) afetados pelo ambiente urbano: a) Ave eletrocutada em rede elétrica; b) Asa lesionada por acidente com fio de pipa com material cortante.

Fonte: Autores.

No entanto, o modelo de conservação citado não reflete a realidade de toda a região Centro-Oeste. Em muitas localidades, a biodiversidade de flora foi amplamente reduzida em razão da expansão da produção agrícola e das monoculturas, que em grande parte utilizam espécies exóticas. O maior problema dessas monoculturas é a baixa diversidade genética, o que favorece a proliferação de patógenos específicos. Além disso, elas interrompem ciclos ecológicos fundamentais para a fauna silvestre. A preservação de espécies nativas junto às áreas de produção

(sistemas agroflorestais), especialmente nas áreas periurbanas, minimizam os danos ambientais e favorecem o controle de populações de animais sinantrópicos (exóticos invasores).

O florestamento urbano, sem dúvida, proporciona melhores condições climáticas, reduzindo os impactos negativos das intempéries e promovendo melhorias na saúde coletiva. Entretanto, é preciso reforçar que a seleção criteriosa das espécies vegetais é que, de fato, vai refletir na funcionalidade dos ecossistemas urbanos [28,29].

No campo da bioclimatologia, à medida que as concentrações urbanas crescem exponencialmente, as cidades deveriam se tornar mais arborizadas, com jardins e vias públicas repletas de uma fauna encantadora e diversa. As áreas verdes dos centros urbanos seriam contínuas aos remanescentes florestais e corredores ecológicos. No entanto, as cidades verdes do Centro-Oeste estão se tornando ilhas em meio ao desmatamento das áreas periurbanas e rurais resultantes da expansão da agropecuária predatória.

A expansão desordenada do agronegócio, a exploração mineral, os crescentes desmatamentos e os destrutivos incêndios recentes, transformam as ilhas verdes urbanas em refúgios alternativos para animais silvestres, muitas vezes indesejados para a convivência com as sociedades humanas. Muitas espécies de morcegos encontram recursos abundantes de alimentação e abrigo em áreas urbanas, frequentemente em lugares inusitados. Um exemplo é a utilização de abrigos artificiais por *Histiotus velatus* nas regiões sul e sudeste do Brasil [30]. São cada dia mais comuns os relatos de encontros e avistamentos de pessoas com morcegos, serpentes, onças, tamanduás e outros animais em áreas residenciais, gerando riscos de acidentes, medo e aversão.

Esse delicado limiar de conflito, que envolve o apreço e o medo das pessoas em relação aos animais em ambientes urbanos, tem gerado esforços contínuos nos programas de educação ambiental e no planejamento urbano, alinhados às políticas globais de desenvolvimento sustentável.

11.6. Gestão, desafios e perspectivas

A escolha de espécies vegetais para compor os belos cenários paisagísticos urbanos deve ser criteriosa e, sempre que possível, diversificada. Essa abordagem é fundamental, pois determinadas espécies florísticas podem atrair uma grande variedade de animais, incluindo aqueles que não são bem-vistos ou até mesmo temidos pelas pessoas. Um exemplo disso são as belíssimas pata-de-vaca, que atraem não só colibris, mas também morcegos polinizadores. Outro aspecto delicado envolve a questão sanitária, muitas vezes associada de forma errônea a animais considerados "pragas urbanas" ou "invasores" [19].

Como lidar com os desafios e aspectos indesejáveis das florestas urbanas atraentes, com animais silvestres que podem gerar desconforto ou até riscos para a convivência humana?

A seguir, apresentamos orientações para potencializar os benefícios florestais nas cidades e minimizar os mitos, desconfortos e riscos associados à convivência com a fauna urbana.

I. **Evitar a oferta de alimentos aos animais urbanos:** Essa prática contribui para o bem-estar dos animais, minimiza o risco de superpopulações e reduz a ocorrência de epidemias, bem como a intoxicação aguda ou crônica da vida silvestre.
II. **Planejamento adequado na jardinagem e no cultivo de espécies vegetais:** A escolha, o plantio e a manutenção das espécies devem ser feitos com orientação profissional, com base em fontes qualificadas e confiáveis.

III. **Manejo de animais silvestres:** A intervenção em situações que envolvem animais silvestres deve ser realizada exclusivamente por profissionais devidamente qualificados para garantir a segurança e o bem-estar dos animais e das pessoas.

11.7. Considerações finais

Considerados os tópicos aqui abordados, deve-se atentar para o fato de que a fauna urbana está severamente impactada, mesmo em cidades tidas como *"*Modelos Florestais*"* ou *"*Cidades Verdes*"*. A vida silvestre tem sido intensamente negligenciada e maltratada pela rotina de produção e consumo humano. Isso ocorre, muitas vezes, em virtude da incoerência na forma como as pessoas lidam com os animais ou, simplesmente, pelo contato constante com resíduos e contaminantes biológicos, físicos ou químicos provenientes das atividades humanas. A fauna urbana está adoecida, contaminada e alterada pela exposição contínua aos poluentes, alimentos industrializados e à constante perturbação causada pela ação humana. Esse impacto, por sua vez, afeta os ecossistemas naturais, até os mais preservados, que continuam a receber os dejetos e os danos provenientes das atividades humanas.

De nada adianta acumular dados, textos e discursos se não houver prática. É necessário praticar a educação ambiental que já aprendemos. A continuidade de nossa fauna está em risco e nossa própria sobrevivência também. Faz-se necessário redirecionar nossa "pegada" ecológica agora ou enfrentaremos um único e infeliz resultado: o colapso da viabilidade humana, já que somos a espécie mais vulnerável e, ao mesmo tempo, a mais destrutiva (e autodestrutiva) do planeta.

11.8. Referências

[1] Dodge CJG. A forgotten century of brazilwood: the brazilwood trade from the mid-sixteenth to mid-seventeenth century. E-J Port Hist. 2018;16(1):1-27. DOI: https://doi.org/10.7301/Z0VH5MBT

[2] Hodge CJ. A forgotten century of brazilwood: the brazilwood trade from the mid-sixteenth to mid-seventeenth century. E-J Port Hist. 2018;16(1). [acesso 27 jan. 2025]. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6607355

[3] Maioli V, Belharte S, Kropf MS, Callado CH. Timber exploitation in colonial Brazil: a historical perspective of the Atlantic Forest. Rev Bras Hist Meio Amb. 2020;10(2):46-73. DOI: https://doi.org/10.32991/2237-2717.2020V10I2.P74-101

[4] Pitteri LC, Bresciani LP. A recuperação ambiental de Cubatão (SP): do "Vale da Morte" ao polo de sustentabilidade. Rev Bras Gest Desenvolv Reg. 2014;10(2):209-31. [acesso 27 jan. 2025]. Disponível em: https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/1221

[5] Mello-Théry NA. The Brazilian Atlantic Forest: occupation, death and protection of forest remnants and biodiversity. Kyoto: Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University; 2019. DOI: https://doi.org/10.33081/formacao.v30i56.9851

[6] Freitas F. Land use and deforestation in southeastern Brazil 1753-1840. Fronteiras J Soc Technol Environ Sci. 2013;2(2):49-77. DOI: https://doi.org/10.21664/2238-8869.2013V2I2.P49-77

[7] Nascimento CAS, Vianna MA, Ramos DAL, Villela LE, Francisco DN, Junior R. A migração do campo para os centros urbanos no Brasil: da desterritorialização no meio rural ao caos nas grandes cidades. Braz J Develop. 2018;4(5):2254-72. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv4n5-251

[8] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2019. Rio de Janeiro: IBGE; 2019. [acesso 27 jan. 2025]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html

[9] Esselin PM. A escravização indígena e o processo de ocupação territorial de Mato Grosso. Giappichelli Editore. 2019;(21):2. [acesso 27 jan. 2025]. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7100002

[10] Garcia PMP, Bonfim CS. A mineração e os limites geográficos na colonização de Cuiabá e Mato Grosso. Terra Didat. 2022;18:e022029. DOI: https://doi.org/10.20396/td.v18i00.8670731

[11] CODEPLAN – Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Atlas do Distrito Federal 2020. Brasília: Codeplan; 2020. [acesso 27 jan. 2025]. Disponível em: https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/Atlas-do-Distrito-Federal-2020-Cap%C3%ADtulo-2.pdf

[12] IBRAM – Instituto Brasília Ambiental. Relatório simplificado Rodofauna – 18 meses. Brasília (DF): IBRAM; 2012. [acesso 1 out. 2025]. Disponível em: https://www.ibram.df.gov.br/images/Rodofauna/Rel%C3%A1torio%2018%20meses.pdf

[13] Lima RMC, Silva Júnior MC. Inventário da arborização urbana implantada na década de 60 no Plano Piloto, Brasília, DF. Rev Soc Bras Arboric Urb. 2010;5(4):110-27. DOI: 10.5380/revsbau.v5i4.66321

[14] GDF. Mais de 1,5 mil animais silvestres já foram resgatados em estradas do DF em 2024. 2024. [acesso 29 jan. 2025]. Disponível em: https://agenciabrasilia.df.gov.br/2021/08/29/tempo-seco-estimula-animais-silvestres-a-sairem-do-seu-habitat/

[15] Ferreira CMM, Fischer E, Pulchério-Leite A. Bat fauna in urban remnants of Cerrado in Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Biota Neotrop. 2010;1(3). [acesso 27 jan. 2025]. Disponível em: https://www.biotaneotropica.org.br/BN/article/view/1287

[16] Mamede S, Benites M. Porque Campo Grande é a Capital Brasileira do turismo de observação de aves e propostas para o fortalecimento da cultura local em relação a esta prática. Atual Ornitol. 2018;1(201):8-15.

[17] Mamede S, Benites M. Identificação e mapeamento dos hotspots para observação de aves com base em indicadores socioambientais: roteirização turística de Campo Grande (MS). Rev Bras Ecotur. 2020;13(2):409-34. DOI: https://doi.org/10.34024/rbecotur.2020.v13.6817

[18] Guedes NMR, Vicente EC. Biodiversidade e perda de habitat no Pantanal. In: Alves GL, Mercante MA, Favero S, organizadores. *Pantanal Sul-Mato-Grossense: ameaças e propostas*. Campinas: Autores Associados; 2012. p. 143-62.

[19] Vicente EC. Animais invasores ou nossos convidados? Ciênc Pantanal. 2017;3(1):22-5.

[20] Guedes NMR. Araras da cidade. In: Quevedo TL. *Araras da cidade – Músicas do Mato*. Campo Grande: Editora Alvorada; 2012. p. 45-140.

[21] Barbosa LT. Avaliação do sucesso reprodutivo da arara-canindé (Ara ararauna – Psittacidae) em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. 2015. 55 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) – Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande; 2015.

[22] Tinoco L, Calderan A, Appel SC, Vicente E, Guedes NMR. Mortality of large macaws by electrocution in an urban area, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. Ambient Soc. 2022;25:e00182. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200018r2vu2022L1AO

[23] Barbosa LT. Fatores que influenciam o sucesso reprodutivo da arara-canindé (Ara ararauna) em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. 2018. 121 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) – Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande; 2018.

[24] Calderan A, Tinoco L, Souza CC, Guedes NMR. Percepção dos moradores sobre as araras-canindé (Ara ararauna) na área urbana de Campo Grande, MS. Rev Bras Educ Ambient. 2019;14(2):277-94.

[25] Campo Grande (MS). Lei n. 5.561, de 15 de junho de 2015. Institui a ave simbólica do município de Campo Grande-MS e dá outras providências. Diário Oficial de Campo Grande; 16 jun. 2015.

[26] Campo Grande (MS). Lei n. 6.075, de 28 de agosto de 2018. Proíbe o corte, derrubada, remoção ou sacrifício de árvores onde haja ninhos de arara-canindé. Diário Oficial de Campo Grande; 29 ago. 2018.

[27] Campo Grande (MS). Lei n. 6.567, de 19 de março de 2021. Reconhece Campo Grande como Capital das Araras e institui o Dia Municipal de Proteção das Araras (22 de setembro). Diário Oficial de Campo Grande; 19 mar. 2021.

[28] Pushpakumara G, Sokolow J, Sthapit B, Sujarwo W, Hunter D. Keeping it close to home: home gardens and biodiversity conservation. In: Routledge, editor. *[Local não indicado]*; 2020. p. 46-77. DOI: 10.4324/9781315471778-3. [acesso 27 jan. 2025]. Disponível em: https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315471778-3/keeping-close-home-gamini-pushpakumara-jessica-sokolow-bhuwon-sthapit-wawan-sujarwo-danny-hunter

[29] Wan JZ, Pellissier L, Wang CJ, Yu F, Li MH. Plant functional composition as an effective surrogate for biodiversity conservation. Basic Appl Ecol. 2023 Nov.

[30] Vicente EC, Calderan A, Guedes NR, Benvindo-Souza M, Oliveira C. Abrigos, morfometria e reprodução de *Histiotus velatus* (Chiroptera: Vespertilionidae). Biodivers Bras. 2023;13(2).

Capítulo 12

ARBORIZAÇÃO URBANA E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Por Bruna Lara de Arantes

12.1. Destaques deste capítulo

1. As árvores têm potencial comprovado para reduzir a poluição atmosférica, funcionando como filtros naturais que removem poluentes, especialmente em áreas com baixa cobertura vegetal;
2. Na região Centro-Oeste, as queimadas e o desmatamento frequentes, somados à urbanização desordenada, intensificam os níveis de poluição do ar e comprometem a saúde ambiental das cidades;
3. Apesar da gravidade do problema, o Centro-Oeste está entre as regiões com menor cobertura de monitoramento da qualidade do ar no Brasil, o que dificulta a gestão ambiental e a formulação de políticas públicas eficazes;
4. O Distrito Federal, mesmo sendo uma das 10 maiores áreas urbanas do país, tem perdido áreas verdes, especialmente de vegetação nativa, agravando a poluição e reduzindo a resiliência urbana;
5. É essencial implementar políticas públicas de arborização e preservação das áreas verdes urbanas, além de investir em infraestrutura de monitoramento ambiental, para garantir a qualidade de vida e sustentabilidade urbana a longo prazo.

12.2. Introdução

A poluição do ar é um problema ambiental alarmante em todo o mundo. A Organização Mundial da Saúde estima que 9 a cada 10 pessoas respiram ar com níveis de poluentes acima do recomendado [1]. Condições meteorológicas adversas, como aumento da temperatura global e alteração dos níveis de precipitação, intensificam as concentrações de poluentes no ar, principalmente em cidades que estão em constante expansão e não possuem planejamento ambiental eficaz [2-4].

A arborização nas cidades pode ser utilizada como um recurso para melhorar a qualidade do ar, além de diversos outros benefícios, como redução da temperatura local, bem-estar psicológico e melhoras na saúde humana [5-8]. Esses benefícios oferecidos pelas árvores, chamados

de serviços ecossistêmicos, quando monetizados alcançam valores que podem superar custos de manutenção e/ou desserviços – acidentes por quedas, polens alérgicos, entre outros [9-11].

A atenuação da poluição do ar pode se dar através da retenção e intercepção dos poluentes pelas superfícies das árvores, ou filtração pelas folhas, principalmente poluentes compostos por pequenas partículas [6]. Os poluentes absorvidos podem ser encontrados dezenas de anos depois nos troncos das árvores, que através dos anéis de crescimento, contam o histórico da poluição do ar de sua região [12]. Áreas de gramado e vegetação rasteira, comuns em parques e praças, também contribuem com a limpeza do ar, pois permitem a maior circulação do vento, facilitando o transporte de poluentes [8].

> As áreas verdes vêm enfrentando grandes desafios para permanecerem na paisagem urbana, pois as cidades expandem de forma acelerada, sem um planejamento ambiental eficiente.

No Brasil, estima-se que somente 51,5% dos municípios possuem plano diretor – o instrumento básico que regula e planeja a expansão urbana, garantindo que a cidade cumpra sua função social, entre elas a qualidade ambiental e a preservação da flora [13]. Dessa forma, as cidades se expandem desorganizadamente e agravam os problemas ambientais, sem sequer estimar devidamente suas áreas verdes e benefícios que elas oferecem (um padrão não somente brasileiro, mas também presente no histórico de urbanização das cidades da América Latina) [14,15].

Sabe-se ainda que o Brasil possui uma rede precária de monitoramento da qualidade do ar. Das 27 unidades federativas (sendo 26 estados, mais Distrito Federal), 20 não possuem monitoramento, e das 7 que possuem, somente 2 estados disponibilizam informações em tempo real, sendo eles São Paulo e Espírito Santo. Destaca-se que essa abordagem se refere às estações de monitoramento sob responsabilidade do estado, o que não inclui redes particulares ou de institutos de pesquisa e universidades [16]. Porém, é comum que as estações de monitoramento ativas não operem de forma contínua, em virtude de falhas mecânicas e/ou de manutenção, o que gera um banco de dados não padronizado, com grandes defasagens, que não permite análises robustas e não cumpre o papel informativo aos cidadãos.

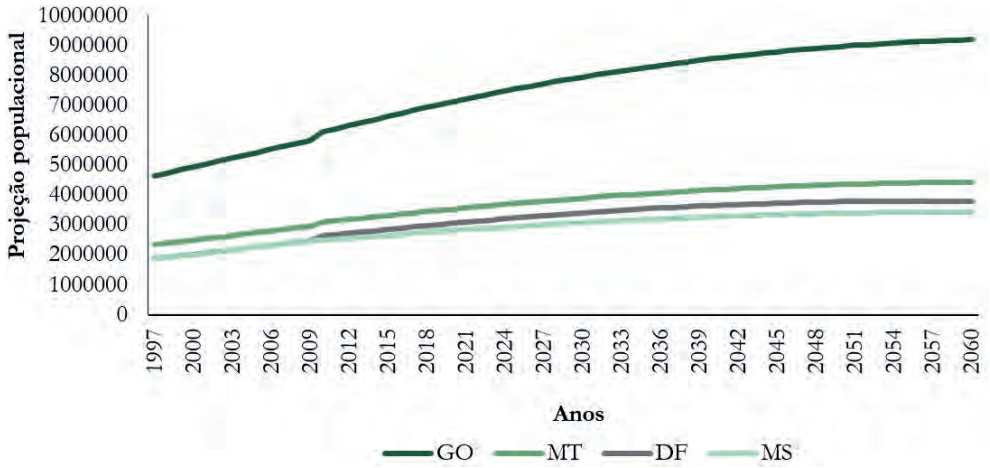
A região Centro-Oeste – foco desse capítulo – é uma das regiões do Brasil com um dos piores monitoramentos da qualidade do ar urbano. A região possui quatro estações de monitoramento estaduais, todas localizadas no Distrito Federal; ou seja, possui apenas 1,3% das estações ativas do país, atrás apenas da região Norte, que não possui nenhuma [16]. Uma alternativa interessante para acompanhamento da qualidade do ar tem sido a utilização de imagens de satélite, que oferecem dados climáticos em tempo real, do mundo todo. No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) faz monitoramento em tempo real de queimadas e desmatamento no Brasil desde 1990, por meio de análises de imagens de satélite – um meio eficaz e de menor custo relativo [17].

Dentro desse contexto, esse capítulo aborda a relação da arborização urbana e poluição do ar no Centro-Oeste brasileiro a partir de revisão de literatura e fontes de dados abertos, e propõe um estudo de caso sobre a cobertura do solo e qualidade do ar no Distrito Federal (Brasil).

12.3. Origem da poluição atmosférica na região Centro-Oeste

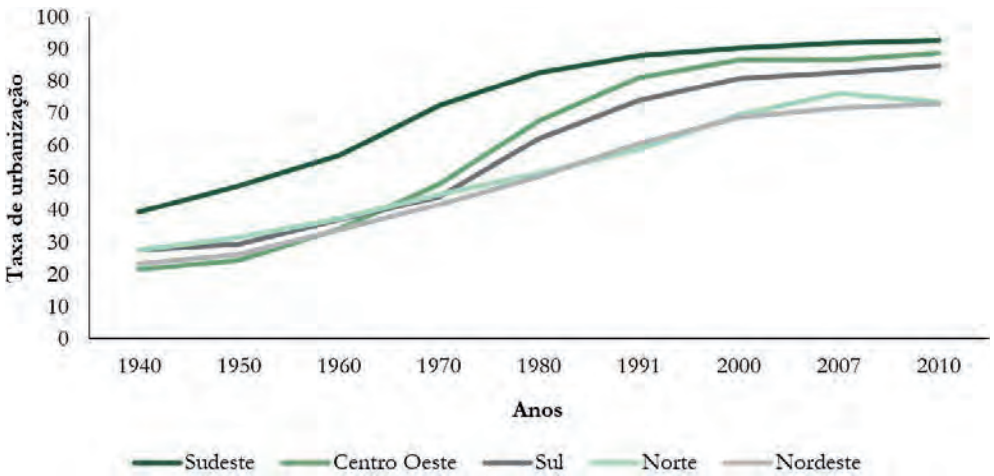
Composta pelos estados de Goiás (GO), Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS) e Distrito Federal (DF), a região Centro-Oeste possui uma alta densidade demográfica e tem projeção de crescimento de mais de 3 milhões de habitantes em todas as unidades federativas a partir de 2027 (Figura 1). A região possui ainda o segundo maior percentual de população residente em áreas urbanas (79,8%), ficando atrás somente da região Sudeste (Figura 2).

Figura 12.1 – Projeções populacionais para Goiás (GO), Mato Grosso (MT), Distrito Federal (DF) e Mato Grosso do Sul (MS), período 1997-2060, com base no CODEPLAN [18] E IBGE [19].



Fonte: Autora.

Figura 12.2 – Taxa de urbanização das regiões brasileiras, período 1940-2010, segundo o IBGE [20].



Fonte: Autora.

Brasília (DF) e Goiânia (GO) estão entre as 10 maiores áreas urbanas do país, com população acima de 300 mil habitantes e urbanização densa de 92,11% e 89,03% do seu território, respectivamente – ou seja, possuem uma ocupação do solo urbana contínua, com pouco espaçamento entre as construções, sem áreas livres em seu entorno ou apenas pequenos quintais [21].

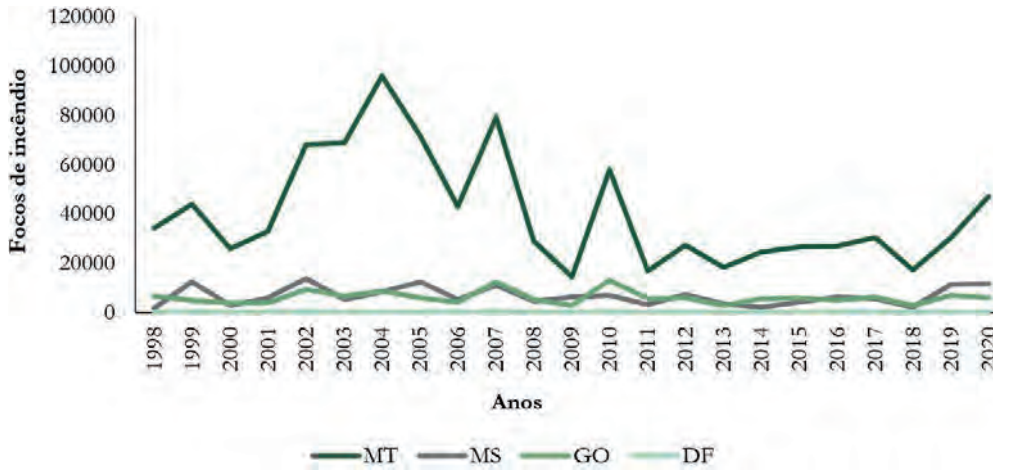
Historicamente, a região Centro-Oeste teve sua urbanização voltada ao desenvolvimento econômico e preenchimento dos "vazios demográficos", tendo algumas cidades planejadas, como por exemplo Goiânia e Brasília, que possuem paisagens padronizadas pela indústria da construção, que tradicionalmente não tiveram planejamento ambiental adequado, deixando pouco espaço para áreas verdes e dando preferência a rodovias e áreas asfaltadas [22,23]. A não priorização das áreas verdes pode agravar, por exemplo, o aumento da temperatura nas cidades, sendo que no verão a região Centro-Oeste apresenta médias máximas de 40 ºC [24].

Apesar do intenso desenvolvimento urbano, os estados da região têm predomínio de áreas agrícolas, sendo a principal produtora nacional de grãos nas safras dos anos de 2018 e 2019, além de ser território de comunidades tradicionais como indígenas, quilombolas e outras [25].

O principal problema ambiental que incide sobre a Região Centro-Oeste relacionado à qualidade do ar são as queimadas – não naturais. Dentre os fatores responsáveis pelo acontecimento de focos de incêndio, os principais são: manejo inadequado de culturas e expansão das fronteiras agrícolas, que somados a uma fraca ação governamental de fiscalização, fomentam a degradação ambiental e o desmatamento dos principais ecossistemas da região, sendo a Amazônia o bioma mais queimado em 2020, seguido por Cerrado e Pantanal [22,26,27].

Dados históricos, providos por monitoramento via satélite, mostram que Mato Grosso é o estado brasileiro que mais apresentou focos de incêndio nos últimos 22 anos, de 1998 até novembro de 2020, seguido por Mato Grosso do Sul, que fica na 10ª posição [27]. A Figura 3 mostra os focos de incêndio dos estados do Centro-Oeste, mais o Distrito Federal – que possui as menores ocorrências da região. Ainda segundo o INPE, dentre os 10 municípios que mais apresentaram focos de incêndio em 2020, quatro deles estão na região Centro-Oeste, sendo: 1º Corumbá (MS), 2º Poconé (MT), 5º Barão de Melgaço (MT), e 8º Cárceres (MT).

Figura 12.3 – Número de focos de incêndio detectados pelo satélite de referência AQUA, de 1º jan. 1998 até 6 dez. 2020 para os estados de Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS), Goiás (GO) e Distrito Federal (DF), segundo o INPE [27].



Fonte: Autora.

As queimadas se originam a partir da combustão da biomassa, e a composição de suas emissões pode variar principalmente em função da matéria vegetal que está em queima e das condições climáticas. Por exemplo, observam-se diferenças químicas em emissões das queimadas da Floresta Tropical e do Cerrado [28]. No geral, as queimadas são uma fonte de emissão de gases altamente tóxicos ao ambiente e à saúde humana, constituídos incialmente de monóxido de carbono, material particulado e cinzas, e, em um segundo momento, ao interagir com os gases da atmosfera, podem apresentar emissões de compostos orgânicos como hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x) [29].

A fumaça das queimadas pode ser transportada do local de origem até muitos quilômetros de distância pelas massas de ar, atingindo diversas cidades, estados e até outros países. No sudeste da Ásia foi observado que a fumaça originada das queimadas florestais dos estados Kalimantan

e Sumatra (Indonésia), que ocorreram entre junho e outubro de 1997, foi transportada por mais de mil quilômetros até chegar à cidade-estado de Singapura, em novembro. A cidade recebeu uma forte neblina de fumaça e registrou nesse período um aumento de 30% em atendimentos hospitalares por causas respiratórias [30].

Dessa forma, os incêndios florestais ocorridos na região Centro-Oeste têm sua fumaça, e consequentemente seus poluentes, transportados para diversas áreas urbanas do país. Vários são os efeitos deletérios, que vão desde prejuízos à saúde física e psicológica de seus habitantes, fauna e flora, até prejuízos econômicos, como o fechamento de aeroportos em razão da alta neblina e baixa visibilidade.

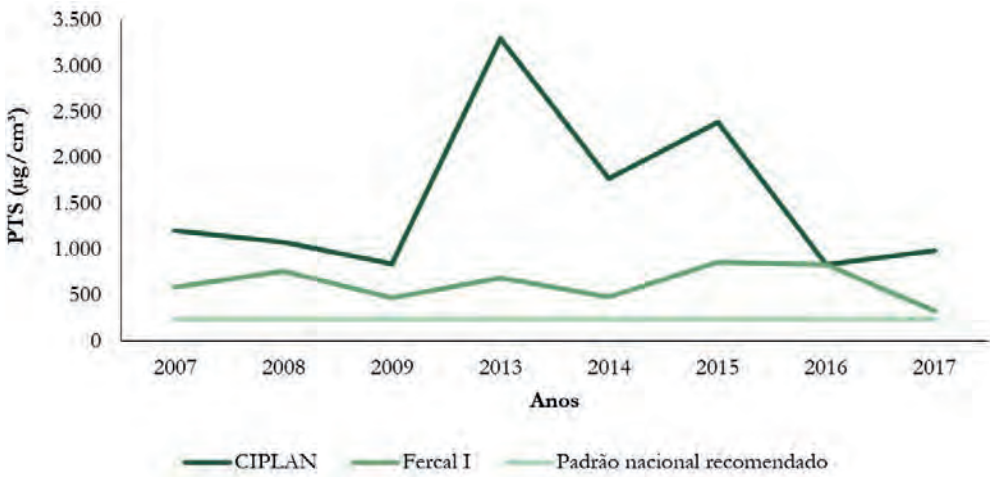
No ano de 2020 o Pantanal bateu recorde de queimadas, com 22.116 focos de incêndio, superando o ano de 2005 com 12.536 focos; estima-se que 20% da vegetação pantaneira tenha sido destruída [27,31]. Setembro foi o mês com maior número de focos de queimadas (8.106), e nesse período foi noticiado que aviões presidenciáveis tiveram dificuldade de pouso na cidade de Sinop (MT) [27,32]. No mesmo mês, ainda, foi possível observar, através de imagens do INPE, uma grande nuvem de fumaça chegando à cidade de São Paulo, provinda das queimadas pantaneiras [33].

12.4. Distrito Federal: cobertura do solo e poluição do ar

O Distrito Federal (DF) é atualmente composto por 33 regiões administrativas, um macrozoneamento de subdivisões territoriais previstas no Plano Diretor, que tem como seu núcleo a região de Brasília [34]. Sua população é estimada em 3.055.149 habitantes, e possui o maior Índice de Desenvolvimento Humano do país [35].

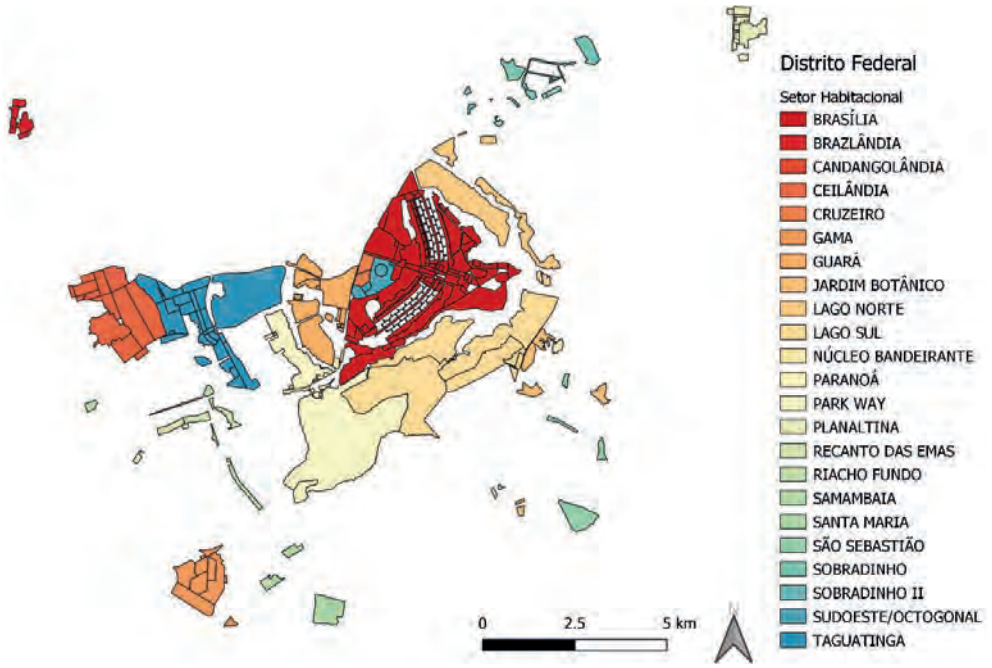
Segundo os dados históricos do Instituto de Energia e Meio Ambiente, que monitora Material Particulado (MP10), Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Fumaça (FMC) no DF, o poluente que apresentou os valores mais altos entre 2007 e 2017 foi o PTS, com pico em 2013 para a estação CIPLAN e 2015 para a estação FERCAL 1, ambas localizadas em Sobradinho, ao norte do DF. Destaca-se que em todos os anos as recomendações nacionais para a qualidade do ar, de 240 μg/cm³, foram ultrapassadas (Figura 4).

Figura 12.4 – Partículas Totais em Suspensão (PTS), estações da CIPLAN e FERCAL I, localizadas em Sobradinho (Distrito Federal), segundo o Instituto de Energia e Meio Ambiente.



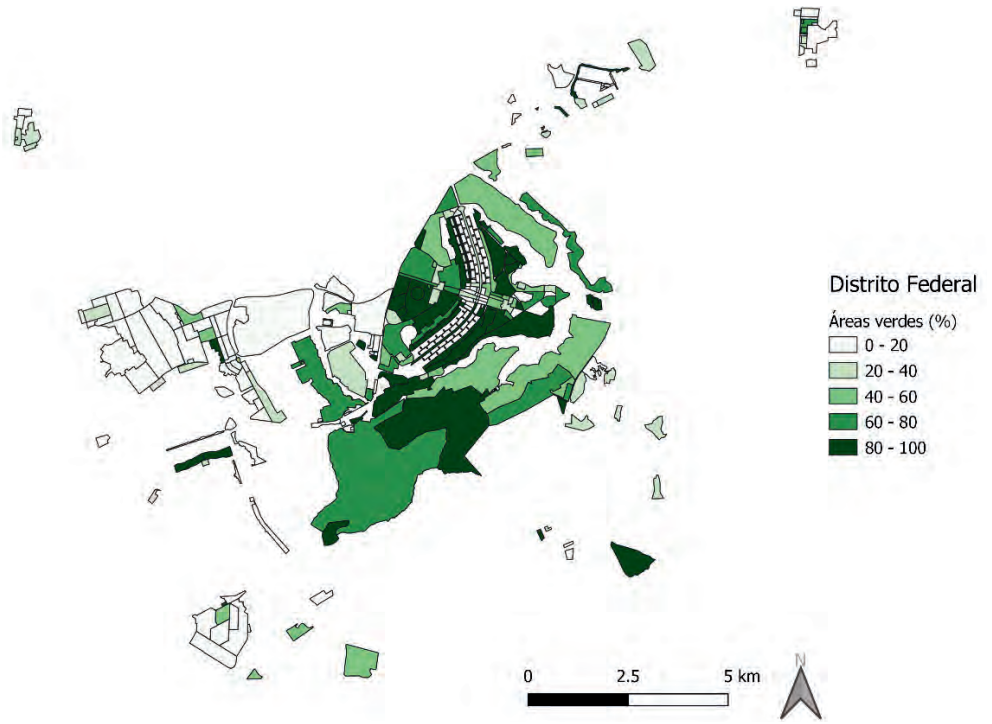
Fonte: Autora.

Figura 12.5 – Vinte e três regiões administrativas do Distrito Federal, divididas por setores habitacionais [37].



Fonte: Autora.

Figura 12.6 – Áreas verdes (formação campestre, savânica, florestal e áreas de reflorestamento) do Distrito Federal, por região administrativa [37].



Fonte: Autora.

As estações de monitoramento da qualidade do ar do DF estão ativas entre os anos de 2009 e 2020 – de forma não contínua, monitorando PTS, SO2 e FMC. O IEMA não oferece dados contínuos e em tempo real, ou boletim público online, pois como as estações são manuais, os dados são coletados uma vez na semana e disponibilizados no site do IBRAM (Instituto de Saúde e Sustentabilidade, 2019). Dessa forma, para o estudo de caso, foram levantados dados de Dióxido de Nitrogênio (NO_2 mol/m^2) troposférico (de 10 a 12 km de altitude) fornecidos pelo satélite SENTINEL, por meio do *Google Earth Engine* (2021). Os dados correspondem à macroescala da atmosfera urbana, mensurados por média diária, para os meses de setembro, outubro e novembro de 2019, com 1 km de resolução espacial.

No ano de 2019, o mês que apresentou maiores focos de incêndio no Centro-Oeste foi agosto [27], sendo que a estação seca da região vai de abril a setembro, o que torna mais grave a concentração de poluentes na atmosfera [24]. Sabe-se ainda que o NO_2 é um dos possíveis gases tóxicos resultantes da interação da fumaça da queimada com a atmosfera [29], e é dos poluentes mais frequentemente estudados em pesquisas na área urbana, junto ao Material Particulado, devido à sua alta toxicidade [36].

A classificação supervisionada da cobertura do solo foi fornecida pela Secretaria de Gestão do Território e Habitação [37], ano 2019, através de *Support Vector Machines* de imagens SENTINEL, com 10m de resolução espacial. As classes utilizadas foram: formação campestre, formação savânica, formação florestal, reflorestamento, solo exposto, água, área construída e sistema viário. Segundo a UNESCO [38], uma característica marcante da riqueza do Cerrado, bioma predominante do DF, é a sua composição variada, que vai desde áreas de formações savânicas a formações florestais. As formações do Centro-Oeste podem ser definidas como: (i) campestre: predominância de formações herbáceo rasteiras, poucos arbustos e ausência de indivíduos arbóreos, solos superficiais e com baixa capacidade de drenagem; (ii) savânica: estratos arbóreos, arbustivo e herbáceo, distribuídos aleatoriamente, com regiões de interflúvio; e (iii) formações florestais: áreas de dossel contínuos, com possíveis áreas de transição entre Cerrado e Floresta Amazônica, Atlântica, Caatinga e Pantanal [38].

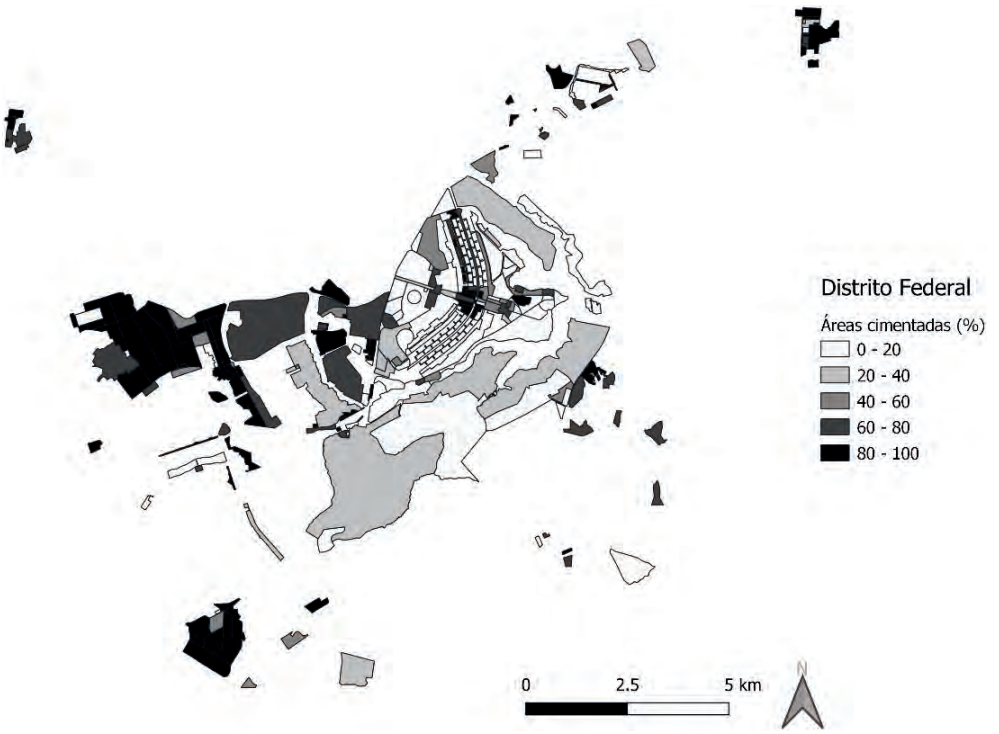
Considerando que a área urbana é o nosso foco de estudo, os dados foram estimados considerando os setores habitacionais do Distrito Federal, que permitem excluir áreas agrícolas, reservas ambientais e áreas não urbanizadas [37]. Dessa forma, obtivemos 261 observações, que correspondem a 23 regiões administrativas do DF, ilustradas na Figura 5.

Os resultados mostram que as 23 regiões administrativas do Distrito Federal, no ano de 2019, apresentaram uma cobertura do solo composta por 43,37% de área construída, 30% de formação campestre, 9,14% de formação savânica, 8,31% de formação florestal, 5,72% de solo exposto, 2,16% de sistema viário, e menos de 1% de áreas de reflorestamento, água, áreas de queimadas e de agricultura.

A partir dessa análise foi possível classificar as regiões administrativas do DF que mais possuem áreas verdes, somando as classes de formação campestre, formação savânica, formação florestal e reflorestamento, que juntas somam 47,48% da cobertura do território (Figura 6), e as regiões mais cimentadas, somando as classes de área construída e sistema viário, que juntas somam 45,53% do território (Figura 7).

Os setores que possuem 80% ou mais de seu território coberto por áreas verdes estão em sua maioria em Brasília, nas Asas Sul e Norte, Cruzeiro Sudoeste Octogonal e Lago Sul. As regiões com menos áreas verdes, até 20% da cobertura do solo, estão predominantemente em Taguatinga, Planaltina, Ceilândia, Gama e Samambaia. Concomitantemente, essas regiões menos esverdeadas são aquelas mais cimentadas, com 60% do solo ou mais coberto por construções e pavimentações.

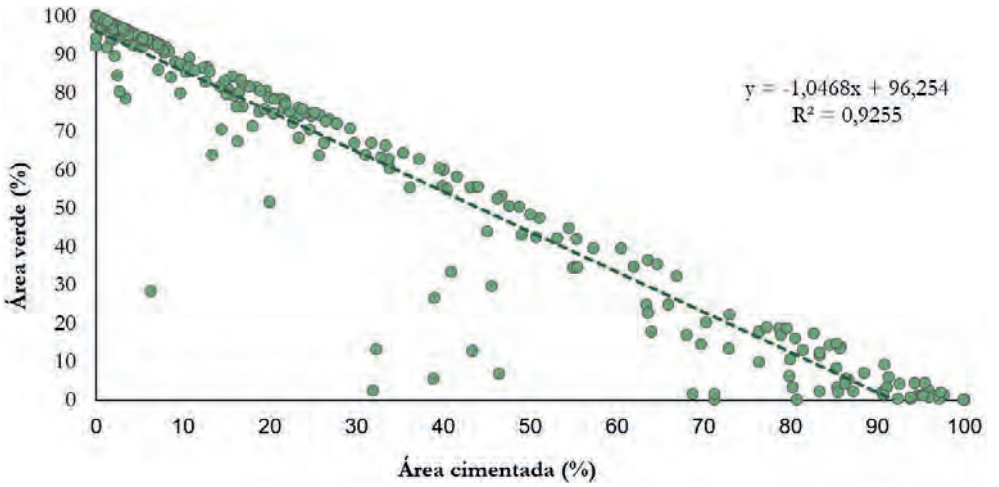
Figura 12.7 – Áreas cimentadas (áreas de construção e pavimentação) do Distrito Federal, por região administrativa [37].



Fonte: Autora.

Para ilustrar essa relação, a Figura 8 mostra a relação (linear) entre os valores das classes de área verde e área cimentada. Pode-se observar como os 261 setores habitacionais se distribuem pela reta, se acumulando nas extremidades. Ou seja, são frequentes setores com predominância de áreas verdes ou de áreas construídas, sendo menos frequentes setores fora dessa tendência.

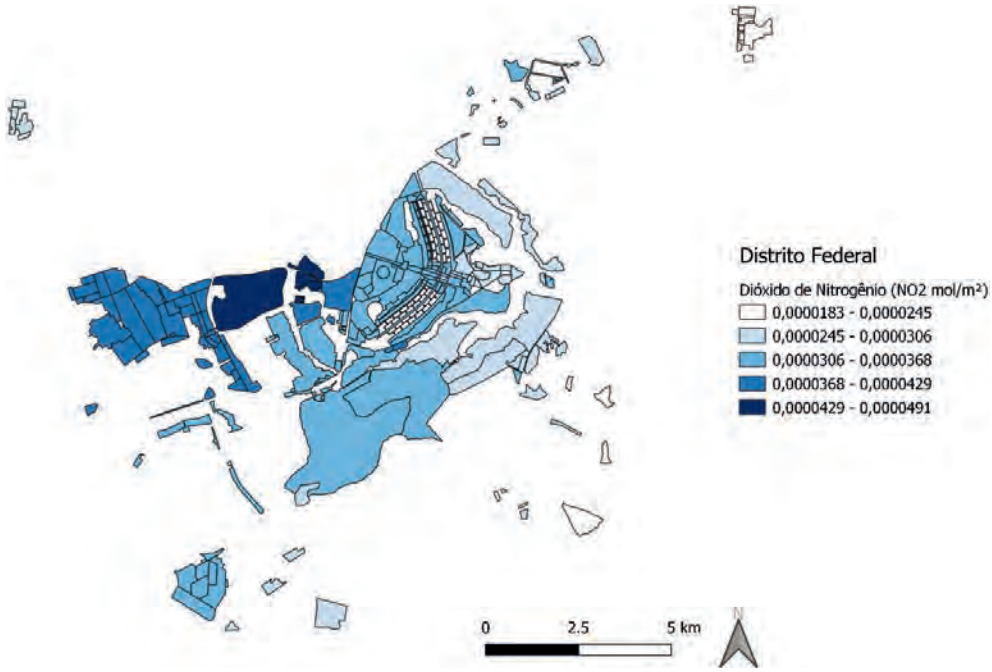
Figura 12.8 – Relação linear entre as classes de cobertura do solo áreas verdes e áreas cimentadas, para as 261 observações dos setores do Distrito Federal [37].



Fonte: Autora.

Os valores para NO_2 troposférico foram maiores no mês de setembro, o último mês da estação seca, diminuíram em outubro, obtendo os menores valores em novembro – meses que abrem a estação chuvosa [24]. Esses valores podem estar relacionados às queimadas recorde em agosto de 2019, as quais possivelmente tiveram os compostos químicos de suas fumaças carregados pelas massas de ar atmosféricas [27]. Os dados de NO_2 troposférico, média dos meses de setembro, outubro e novembro de 2019, são mostrados na Figura 9.

Figura 12.9 – Valores de Dióxido de Nitrogênio (NO_2) troposférico, valor médio dos meses de setembro, outubro e novembro de 2019, para a região do Distrito Federal, por região administrativa [39].



Fonte: Autora.

Pode-se perceber que os setores a oeste são aqueles que possuem os valores mais altos para o NO_2, sendo eles: Taguatinga, Ceilândia, Guará e Samambaia – regiões que apresentaram poucas áreas verdes e predominância de áreas cimentadas. Porém, regiões mais centrais, como Brasília, Asa Norte e Sul, Park Way e Lago Sul, também apresentaram valores altos, apesar de terem domínio de áreas verdes. Tal resultado pode estar associado ao alto fluxo de veículos e à atividade urbana nessa região, visto que a frota automotiva urbana é uma grande fonte de Óxidos de Nitrogênio (NOx) [40]. Além disso, os altos índices de Óxidos de Nitrogênio (NO_x) aumentam a concentração de Ozônio (O_3), poluente responsável pelo *smog* fotoquímico (fumaça fotoquímica) – formação de uma neblina densa, que é o resultado visual de poluição do ar, comum em áreas muito urbanizadas como Los Angeles (EUA) [41].

As regiões identificadas nesse estudo como as que mais possuem áreas verdes, também denominadas de "Plano Piloto", são regiões centrais dos postos de trabalho, consumo sofisticado e atividades de cultura e lazer; já as localidades identificadas com menos áreas verdes e maiores concentrações de NO_2, são bairros de caráter popular com formação típica de conglomerados urbanos. Além disso, a instituição destaca que, no período de 1998 a 2001, a área urbana no DF aumentou 12,6%, enquanto a área verde diminuiu em 29% [38].

É importante destacar que mesmo no Distrito Federal, região que tem um histórico de urbanização planejada, pode-se observar como as áreas verdes e as áreas cimentadas competem por espaço, com tendências espaciais desarmônicas. Esse padrão é descrito na literatura, quando o processo de urbanização nas cidades não é planejado ambientalmente e faz com que as áreas construídas e as áreas verdes tenham a distribuição espacial oposta [42].

Regiões mais periféricas, dominadas por áreas construídas, adensamento conturbado e com pouco espaço para áreas verdes, criam ambientes com baixa permeabilidade para águas de chuva, estão sujeitos a enchentes, temperaturas mais elevadas, e consequentemente menor qualidade de vida aos cidadãos [3].

12.5. Considerações finais

A poluição do ar nas cidades do Centro-Oeste brasileiro é um problema ambiental grave, que é intensificado pelas queimadas e desmatamento frequentes no estado, e pelo rápido processo de urbanização, que ocorre sem planejamento ambiental adequado. Além disso, a região Centro-Oeste é uma das regiões que menos monitora a qualidade do ar no país.

Pode-se observar, por meio do estudo de caso, que a região do Distrito Federal vem perdendo áreas verdes, principalmente de vegetação nativa, e que essas áreas competem por espaço com áreas construídas e aglomerados urbanos. É preciso que ações de esverdeamento urbano e preservação das áreas existentes sejam colocadas em prática, garantindo assim a resiliência da cidade e a qualidade de vida que ela pode oferecer aos seus habitantes.

Algumas limitações da pesquisa são importantes de serem destacadas. Para o estudo de caso utilizaram-se dados de NO_2 troposférico. Embora a resolução desses dados não seja ideal para uma área urbana, eles representam uma alternativa interessante em face da escassez ou ausência de dados abertos gerados por redes de monitoramento públicas, que, estas sim, ofereceriam a resolução ideal. Os níveis de poluentes na malha urbana variam comumente na escala de um quarteirão (até 100 m) a uma escala de bairro (501 a 4000 m). Essa variação é influenciada por múltiplos fatores, incluindo a posição da estação de monitoramento, a fonte e intensidade da emissão, o relevo e o transporte de poluentes, entre outros aspectos do microclima [43].

Uma rede de monitoramento nacional frágil e precária constrói um sistema social complexo e perverso, que reforça e retroalimenta os desafios ambientais [44], uma vez que não é possível mensurar o problema da qualidade do ar, e, consequentemente, dificulta a elaboração de políticas públicas, pesquisas científicas e ações de gerenciamento urbano que podem apontar direções para a solução. Além disso, as cidades deixam de cumprir sua função social de educação ambiental e saúde pública, por não informarem devidamente sua população a respeito da qualidade do ar.

12.6. Agradecimentos

À Secretaria de Gestão do Território e Habitação (SEGETH), secretaria integrante da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH) órgão responsável pelo planejamento urbano no Distrito Federal, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e *Google Earth Engine* pela disponibilização dos dados abertos, plataformas mais que fundamentais

para pesquisas urbanas. A Tiago de Conto, PhD *student in Geographical Sciences* na Universidade de *Maryland*, pelo auxílio na geração dos dados de poluição da plataforma *Google Earth Engine*.

12.7. Referências

[1] OMS – Organização Mundial da Saúde. 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action. São Paulo; 2019. [acesso 3 nov. 2020]. Disponível em: http://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action

[2] Fornaro A. Águas de chuva: conceitos e breves históricos. Há chuva ácida no Brasil? Revista USP. 2006;(70):78-87.

[3] Nobre CA, Young AF, Saldiva P, Marengo JA, Nobre AD, Alves Jr S, et al. Vulnerabilidade das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. Relatório Final. São José dos Campos: INPE; 2010.

[4] Ribeiro WC. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. Parcerias Estratégicas. 2010;13(27):297-322.

[5] Morani A, Nowak DJ, Hirabayashi S, Calfapietra C. How to select the best tree planting locations to enhance air pollution removal in the MillionTreesNYC initiative. Environmental Pollution. 2011;159(5):1040-7.

[6] Nowak DJ, et al. Modeled PM2.5 removal by trees in ten US cities and associated health effects. Environmental Pollution. 2013;178:395-402.

[7] Baró F, et al. Contribution of ecosystem services to air quality and climate change mitigation policies: the case of urban forests in Barcelona, Spain. Ambio. 2014;43(4):466-79.

[8] Nguyen T, Yu X, Zhang Z, Liu M, Liu X. Relationship between types of urban forest and PM2.5 capture at three growth stages of leaves. Journal of Environmental Sciences. 2015; 27:33-41.

[9] McPherson EG. Accounting for benefits and costs of urban greenspace. Landscape and Urban Planning. 1992;22(1):41-51.

[10] Dwyer JF, McPherson EG, Schroeder HW, Rowntree RA. Assessing the benefits and costs of the urban forest. Journal of Arboriculture. 1992;18:227-34.

[11] 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 Forestry & Urban Greening. 2012;11(4):351-63.

[12] Baes CF III, McLaughlin SB. Trace elements in tree rings: evidence of recent and historical air pollution. Science. 1984;224(4648):494-7.

[13] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Perfil dos Municípios Brasileiros: Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Rio de Janeiro; 2018.

[14] Escobedo FJ, Clerici N, Staudhammer CL, Corzo GT. Socio-ecological dynamics and inequality in Bogotá, Colombia's public urban forests and their ecosystem services. Urban Forestry & Urban Greening. 2015;14(4):1040–53.

[15] Dobbs C, Hernández-Moreno Á, Reyes-Paecke S, Miranda MD. Exploring temporal dynamics of urban ecosystem services in Latin America: Bogotá and Santiago. Ecological Indicators. 2018;85:1068-80.

[16] Instituto Saúde e Sustentabilidade. Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. São Paulo; 2019.
[17] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). História do INPE. 2017. [acesso 7 dez. 2020]. Disponível em: http://www.inpe.br/institucional/sobre_inpe/historia.php
[18] CODEPLAN. Compatibilização entre projeções populacionais, PDAD 2018 e nova delimitação oficial das regiões administrativas do DF. Nota Técnica. Brasília; 2020. [acesso 7 dez. 2020]. Disponível em: http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/NT-Compatibiliza%C3%A7%C3%A3o-entre-as-proje%C3%A7%C3%B5es-populacionais-a-PDAD-2018-e-a-nova-delimita%C3%A7%C3%A3o-oficial-das-Regi%C3%B5es-Administrativas-do-DF.pdf
[19] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Projeções da população do Brasil e Unidades da Federação 2010-2060. Rio de Janeiro; 2020.
[20] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo demográfico 1940-2010. Rio de Janeiro; 2020. [acesso 3 dez. 2020]. Disponível em: https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122
[21] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Áreas Urbanizadas do Brasil: 2015. Relatórios Metodológicos, v.44. Rio de Janeiro; 2017.
[22] Hogan DJ, Carmo RL, Azevedo AMM, Gama I, Darcie C, Delgado CC. Um breve perfil ambiental da Região Centro-Oeste. In: Hogan DJ, Carmo RL, Cunha JMP, Baeninger R, orgs. Migração e Ambiente no Centro-Oeste. Campinas: NEPO/UNICAMP; 2002.
[23] Moysés A. Desigualdades socioespaciais no Centro-Oeste brasileiro: o caso da Região Metropolitana de Goiânia. In: VIII Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais; 2004. [acesso 1 dez. 2020]. Disponível em: https://www.ces.uc.pt/lab2004/inscricao/pdfs/grupodiscussao40/Aristides%20Moyses.pdf
[24] Sette D. Os climas do Cerrado do Centro-Oeste. Revista Brasileira de Climatologia. 2005;1(1).
[25] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Indicadores IBGE: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro; 2020.
[26] Embrapa. Landau EC, Guimarães DP. Variação espaço-temporal da incidência de queimadas na região Centro-Oeste entre 2003 e 2010. Sete Lagoas: Embrapa; 2011.
[27] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Programa Queimadas. 2020. [acesso 7 dez. 2020]. Disponível em: http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/situacao-atual/
[28] Yamasoe MA, Artaxo P, Miguel AH, Allen AG. Chemical composition of aerosol particles from vegetation fires in the Amazon Basin. Atmospheric Environment. 2000;34:1641-53.
[29] Ribeiro H, Assunção JV. Efeitos das queimadas na saúde humana. Estudos Avançados. 2002; 16(44):125-48.
[30] Emmanuel SC. Impact to lung health of haze from forest fires: the Singapore experience. Respirology. 2000;5(2):175-82.
[31] Pesquisa FAPESP. Recorde de queimadas no Pantanal em 2020. [acesso 31 dez. 2020]. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/recorde-de-queimadas-no-pantanal-em-2020/
[32] G1. Avião de Bolsonaro arremete em MT por causa da fumaça de queimadas. 18 set. 2020. [acesso 30 dez. 2020]. Disponível em: https://g1.globo.com/mt/mato-grosso/noticia/2020/09/18/voo-de-bolsonaro-a-mato-grosso-teve-de-arremeter
[33] G1. Nuvem de fumaça provocada por queimadas no Pantanal chega a São Paulo. 18 set. 2020. [acesso 30 dez. 2020]. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/

2020/09/18/nuvem-de-fumaca-provocada-por-queimadas-no-pantanal-chega-ao-ceu-de-sao-paulo.ghtml
[34] Codeplan, IBGE. Projeção da população da Região Centro-Oeste e Tocantins. Correio Braziliense; 28 jan. 2000.
[35] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades: Panorama. Rio de Janeiro; 2020.
[36] Arantes BL, Mauad T, Silva Filho DF. Urban forests, air quality and health: a systematic review. International Forestry Review. 2019;21(2):167-81.
[37] Segeth. Cobertura do Solo 2019. Brasília; 2020.
[38] UNESCO. Vegetação do Distrito Federal: tempo e espaço. 2. ed. Brasília; 2002.
[39] Google Earth Engine. Sentinel-5P NRTI NO2: Near Real-Time Nitrogen Dioxide. 2021. [acesso 10 jan. 2021]. Disponível em: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S5P_NRTI_L3_NO2
[40] CETESB. Qualidade do ar: poluentes. 2020. [acesso 1 dez. 2020]. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/
[41] Tiao GC, Box GEP, Hamming WJ. Analysis of Los Angeles photochemical smog data: a statistical overview. Journal of the Air Pollution Control Association. 1975;25(3):260-8.
[42] Bradley GA. Urban Forest Landscapes. Seattle: University of Washington Press; 1995.
[43] São Paulo. Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013. Estabelece padrões de qualidade do ar. Diário Oficial do Estado de São Paulo. 24 abr. 2013.
[44] Andersson C, Törnberg A, Törnberg P. Societal systems – complex or worse? Futures. 2014; 63:145-57.

Capítulo 13

ARBORIZAÇÃO URBANA E SAÚDE PÚBLICA

Por Fernanda de Moraes Goulart e Dayse da Silva Albuquerque

13.1. Destaques deste capítulo

1. O plantio de árvores em calçadas e espaços urbanos verdes contribui significativamente para a melhoria da saúde global da comunidade, alinhando-se a uma abordagem salutogênica que valoriza os fatores que fortalecem a saúde;
2. Pesquisas demonstram que o contato continuado com ambientes naturais reduz o estresse, melhora o humor e promove o bem-estar psicológico, especialmente relevante em áreas urbanas densas;
3. Ambientes urbanos arborizados incentivam o exercício físico, o que contribui para a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, diabetes e hipertensão;
4. Na região Centro-Oeste, onde o clima seco é um desafio à saúde pública, a arborização pode atenuar o estresse térmico, melhorar a qualidade do ar e ampliar o conforto ambiental durante os períodos de seca;
5. A qualificação de áreas verdes urbanas pode complementar a infraestrutura de saúde pública, promovendo ambientes urbanos mais saudáveis, sociáveis e resilientes.

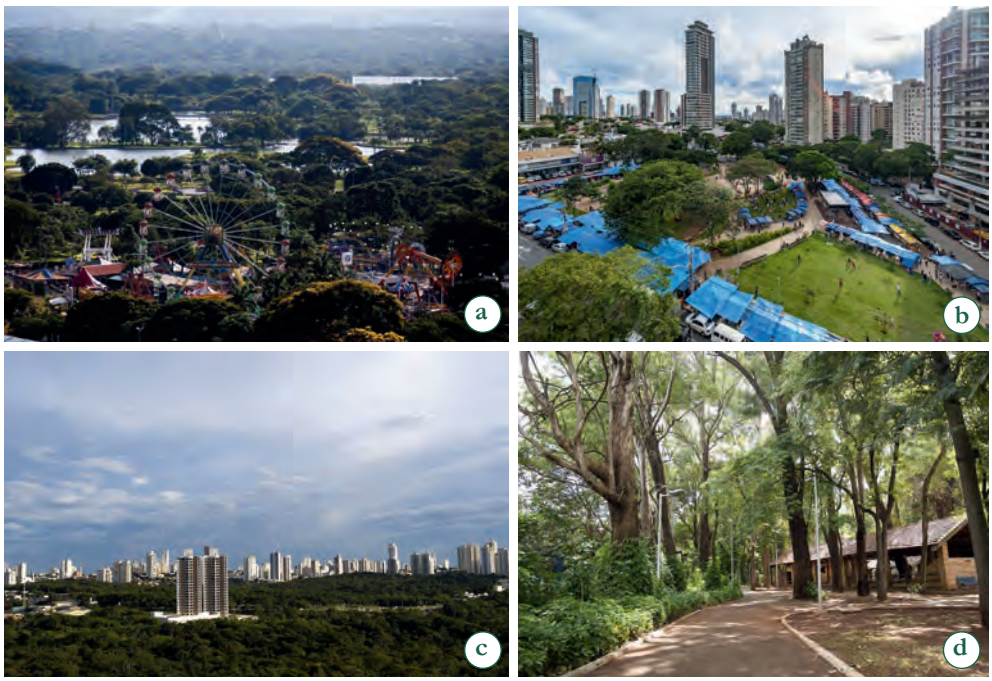
13.2. Introdução

A saúde pode ser entendida como "um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afecções e enfermidades" [1]. De fato, estar saudável não é uma condição permanente, e sim uma construção diária em cada indivíduo, que se baseia não somente em decisões individuais ou hábitos, mas também em seu contexto ambiental. Denomina-se "saúde coletiva" a prática que tem como foco a promoção de saúde a partir do reconhecimento das incidências e prevalências de morbidades no plano coletivo, captando as expressões de uma localidade ou categoria social e criando políticas públicas para atendê-las [2]. Esta prática de medicina se contrapõe ao âmbito clínico de intervenção, por propor o estudo das tendências epidemiológicas e do perfil populacional de uma localidade como dados norteadores para a implementação de políticas públicas em saúde.

A saúde coletiva reconhece a possibilidade de se cuidar de uma população intervindo na composição dos ambientes de aglomerações urbanas e rurais, qualificando os espaços públicos e criando condicionantes na cidade que elevam a qualidade de vida e saúde das pessoas. Neste sentido, parques, praças, áreas de proteção e outros locais arborizados figuram como grandes aliados à saúde coletiva, uma vez que fornecem à população locais adequados para a prática de atividades físicas, para superar sensações de mal-estar e estresse, além de uma atmosfera mais limpa e protegida.

É seguro afirmar que a maior parte das pessoas acredita que espaços públicos arborizados são considerados agradáveis, propiciando sensações de bem-estar [3]. Cenários urbanos que primam pelo projeto paisagístico, com árvores frondosas sombreando as calçadas, praças com gramados e espaços dedicados ao esporte são populares, atrativos e interessantes para a população (Figura 1). A noção de que o ser humano possui uma força interna que o leva a responder positivamente e associar-se a ambientes naturais é uma ideia antiga que nas últimas décadas tem paulatinamente contado com o amparo científico [4-8].

Figura 13.1 – a) Parque da Cidade Sarah Kubitschek em Brasília (DF), maior parque urbano da América Latina; b) Praça do Sol em Goiânia (GO); c) Parque Mãe Bonifácia, em Cuiabá (MT) e d) Horto Florestal em Campo Grande (MS).



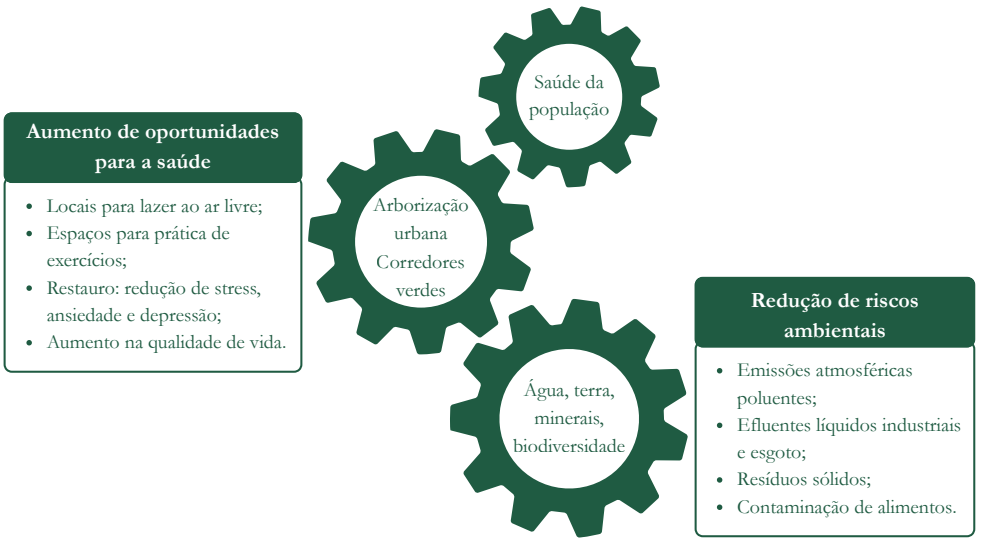
Fonte: a) Roberto Castro – MTur, 2018; b) Leandro Moura – MTur, 2018; c e d) Flávio André – MTur.

O contato com a natureza, especialmente a vegetação, é essencial para a manutenção da saúde física e psicológica das pessoas. Há inúmeros estudos que certificam a capacidade dos ambientes naturais de promover o restauro cognitivo e reduzir o estresse, conjectura testada repetitivamente em diferentes contextos [9-11], inclusive no Brasil [12-14] . Além da sensação de bem-estar psicológico, soma-se ainda aos efeitos positivos do contato com áreas verdes o aumento da longevidade, melhora da saúde mental e da qualidade do sono, redução de doenças cardiovasculares, obesidade, e melhor recuperação de doenças e desfechos de natalidade [15].

Neste sentido, a presença de elementos naturais no contexto de ambientes urbanizados é essencial para a qualidade de vida e bem-estar das populações, em vista dos serviços ecossistêmicos salutogênicos prestados por elementos da natureza [16].

O modelo salutogênico (Figura 2) busca a melhoria de atributos que determinam positivamente a saúde, cujo investimento de recursos concentra-se em ações de promoção à saúde com ênfase em boas práticas, em oposição ao modelo patogênico que se concentra na causa específica de enfermidades ou lesões [17]. Assim, este capítulo pretende discutir como os espaços verdes urbanos podem ser um aliado à promoção da saúde coletiva, a partir de resultados das pesquisas científicas na área, que podem servir como embasamento na criação de políticas públicas salutogênicas, com um enfoque especial para a região Centro-Oeste do país.

Figura 13.2 – Modelo salutogênico.



Fonte: Autoras; Zabotto Ambiental.

De acordo com o modelo salutogênico [16], a saúde da população é garantida a partir das forças que geram saúde. Neste sentido, é importante focar as ações governamentais para a redução de riscos ambientais à saúde e a criação de oportunidades acessíveis para a manutenção desta, por meio de espaços públicos adequados ao lazer, à prática esportiva e ao restauro cognitivo.

13.3. Saúde mental e bem-estar

Ao final do século XIX, motivados pelo clima tenebroso das densas e sujas cidades pós-industriais, surgiram soluções urbanas que pretendiam conciliar as qualidades salutares existentes no campo com a efervescência cultural e econômica da urbe. Um exemplo foi o movimento das cidades-jardim criado por Ebenezer Howard [18], no qual edifícios e áreas verdes relacionam-se para compor uma atmosfera bucólica. Urbanistas brasileiros, fortemente inspirados por este movimento, aplicaram seus conceitos em cidades novas abundantemente arborizadas, como é o caso de Goiânia, com desenho de Atílio Corrêa Lima [19], e do plano piloto de Brasília, por

Lúcio Costa [20]. Sob o pretexto de revigorar a saúde das pessoas das mazelas criadas pela cidade, buscava-se, no Brasil e no mundo, aumentar as áreas verdes dentro dos espaços urbanos [21].

De fato, estudos mostram que a distribuição de vegetação na cidade e a sua elevada qualidade ambiental colaboram para a melhoria do modo de vida das populações, principalmente ao se considerar aspectos associados à saúde e ao bem-estar. Nesse sentido, a ausência ou a baixa oferta de espaços arborizados no contexto urbano contribui para o aumento de níveis de fadiga mental e estresse. Os benefícios psicológicos e sociais decorrentes do contato com elementos naturais oferecidos pela arborização têm sido recorrentemente citados na literatura voltada para os estudos pessoa-ambiente [22, 23].

Estudos que consideram a arborização urbana em sua totalidade têm mostrado que a sua presença em uma vizinhança se relaciona com níveis mais baixos de cortisol entre os moradores, que também reportam uma melhor saúde geral e maior satisfação com a vida [10]. A interação e a conexão entre vizinhos é outro benefício relatado por moradores de uma mesma localidade [24]. Logo, a presença de espaços arborizados no entorno da moradia favorece o fortalecimento de laços comunitários, essenciais para o suporte social e a troca afetiva entre vizinhos.

Em uma pesquisa realizada com participantes majoritariamente residentes no Distrito Federal, constatou-se a preferência por cenários de natureza entre 54,4% dos respondentes [14]. Em outro estudo com a população idosa de Brasília (DF) e de Natal (RN), cujo objetivo foi identificar lugares favoritos e afetos relacionados como estratégias de regulação das emoções, verificou-se que, dentre os locais citados pelos participantes com idade entre 60 e 90 anos, predominaram (além da própria casa) ambientes facilitadores de interação social e ambientes naturais [25]. Esses achados reforçam o entendimento do papel exercido pela arborização no contexto urbano, pois as justificativas dos respondentes de ambas as pesquisas estão relacionadas à capacidade restaurativa desses espaços e à possibilidade de conexão com a natureza.

A preferência por determinados espaços de acordo com as características percebidas pelos indivíduos tem sido objeto de estudo e tem apresentado resultados similares aos supracitados, enfatizando a importância do valor estético das paisagens. Dentre as abordagens voltadas à discussão do tema, destacam-se a Teoria de Recuperação do Estresse, proposta por Ulrich [26], e a Teoria da Restauração da Atenção, apresentada por Kaplan e Kaplan [4]. Ambas se propõem a avaliar ambientes de maneira a identificar fatores que reduzam o estresse e proporcionem relaxamento. O estresse citado nessas teorias faz alusão a uma resposta psicofisiológica às demandas cotidianas com as quais se tem dificuldade de lidar devido à sobrecarga mental. A restauração cognitiva advinda da percepção de elementos naturais avaliados como agradáveis por aquele que contempla e interage com o ambiente é obtida por meio da sensação de distanciamento de aspectos desagradáveis associados a outros tipos de ambientes, pela possibilidade de construção de vínculo com esse lugar, pela fascinação que leva à despreocupação e recuperação de um estado de tranquilidade e pela satisfação de outras necessidades subjetivas ao buscar o contato com esse tipo de ambiente.

A presença de parques verdes urbanos, por exemplo, possibilita a preservação ambiental e invoca a preocupação humana em relação à importância do cuidado. Laços afetivos com a natureza permitem o engajamento e a defesa dessas áreas, envolvendo os moradores em ações de manutenção e proteção. Esses comportamentos mantêm o funcionamento do ecossistema e promovem a participação comunitária por meio de associações, realização de eventos educativos e momentos de expressão artística e cultural [27]. A satisfação com o local de moradia envolve a densidade de espaços arborizados e impacta a percepção dos residentes, pois a vegetação é um dos componentes centrais para construção do apego ao lugar e o sentimento de segurança [23].

Crianças entre 8 e 11 anos entrevistadas na cidade de Brasília (DF) relataram que a presença de árvores no entorno da casa e da escola se torna um recurso para o desenvolvimento de brincadeiras individuais e coletivas. A mediação de adultos nesse cenário também se faz essencial para garantir a segurança das crianças e para estimular a aprendizagem de novas habilidades e instigar a criatividade. Desse modo, a arborização urbana torna-se um espaço de troca de experiências intergeracionais. Pessoas idosas também citaram a importância de espaços arborizados no entorno de suas moradias nesse estudo, revelando que eles auxiliam na realização de caminhadas, por oferecerem sombra. Além disso, permitem uma permanência mais longa para conversar com os vizinhos e para ter contato com pequenos animais como saguis e pássaros. Os momentos de lazer descritos remetem ao bem-estar percebido pelos moradores devido à arborização [28].

Tendo em vista os resultados de pesquisa citados, aspectos como apego ao lugar e conexão com a natureza ficam em destaque. Logo, o bem-estar percebido pelas pessoas resultante da arborização urbana também está inter-relacionado à dimensão afetiva. A conexão com a natureza é definida como um elo com ambientes naturais e que predispõe o envolvimento em comportamentos protetivos a esses espaços [29]. Similarmente, o apego ao lugar incorpora os significados atribuídos a esses espaços que geram sentimentos de pertencimento [30]. A combinação dos aspectos perceptivos que se encontram em uma dimensão cognitiva de compreensão e representação do espaço e dos aspectos afetivos colaboram para uma relação que reconhece os benefícios desse contato.

Em um levantamento de estudos realizados entre 1997 e 2013, as principais condições associadas ao pouco envolvimento comunitário foram ruas e calçadas em condições precárias, ausência de espaços verdes e de iluminação pública e a dificuldade de acesso ao transporte público [31]. Moradores idosos de três localidades de Brasília corroboram esses dados ao reivindicar a promoção de atividades de lazer em espaços verdes, a ocupação dos espaços públicos, o apoio dos agentes públicos e da população às hortas comunitárias e a melhoria da infraestrutura urbana [32].

Os estudos citados reforçam o que vem sendo discutido teoricamente nas últimas décadas sobre o tema. Essas evidências demonstram a relevância de se dar continuidade ao investimento em espaços verdes urbanos considerando as especificidades de cada local. A região Centro-Oeste apresenta esse potencial para a promoção do bem-estar de seus moradores, principalmente no período mais seco, em que a presença de árvores se torna um alívio. Além disso, o incentivo para a redução do sedentarismo é presente com o aumento desses espaços. Logo, há benefícios amplos para a saúde.

13.4. Mobilidade saudável e atividades físicas em geral

A cada avanço tecnológico, as pessoas contam com mais facilidades em seu dia a dia que substituem os esforços físicos. O automóvel tomou lugar dos deslocamentos a pé, televisores e celulares ocupam os momentos de lazer e, gradualmente, trabalhos manuais passam a ser substituídos por máquinas, de maneira que parte dos empregos podem ser executados em uma cadeira de escritório. Em contrapartida, este estilo de vida levou pessoas do mundo todo ao sedentarismo [33]. Comportamento sedentário é uma questão de saúde pública, por associar-se a vários danos à saúde do indivíduo, tais como a obesidade, doenças metabólicas, baixa autoestima, diabetes, hipertensão, entre outros [34]. Apesar da prevalência de comportamentos sedentários ser resultado de um amplo conjunto de fatores sociais, culturais, fisiológicos e ambientais, trata-se de um problema que pode ser abordado sob a perspectiva da saúde coletiva, por meio de ações que estimulem comportamentos ativos na população, como a prática de caminhadas e de exercícios físicos.

No Brasil, mais especificamente no Centro-Oeste, o aumento de comportamentos sedentários é uma realidade. Os dados coletados pela Pesquisa Nacional de Saúde mostram que apenas 40,5% das pessoas participantes da pesquisa no Centro-Oeste alegaram não ter permanecido sedentárias durante o ano de 2019 [35]. Em 2023, o Ministério da Saúde realizou uma pesquisa telefônica que levantou a prevalência de fatores de risco e proteção para doenças crônicas [36]. Os resultados alertaram para incidência de excesso de peso em mais da metade dos moradores das capitais do Centro-Oeste e DF, além de uma grande quantidade de hipertensos.

Dentre as estratégias possíveis para estimular a prática de atividades físicas e caminhadas no Centro-Oeste, destaca-se a criação de espaços públicos de qualidade, já que 44,7% da população que pratica essas atividades opta por fazê-lo em espaços livres abertos [37]. No que diz respeito à presença de espaços urbanos arborizados nas cidades, um ponto elementar é que sua oferta cria a demanda [38]. Assim, construção de um novo parque ou praça estimula as pessoas à criação de novos hábitos saudáveis, oferecendo novos trajetos para caminhar até seu destino ou fazer pausas durante o dia. Um estudo realizado em Brasília comparou três regiões urbanas com diferentes características de infraestrutura em arborização; uma região de superquadras (índice de cobertura arbórea (ICA) de 59,67%), uma vizinhança de médiarenda (ICA: 4,79%) e uma região de baixa renda (ICA: 1,75%). Os moradores da superquadra registraram em média um número maior de caminhadas realizadas em uma semana em comparação aos outros bairros, mesmo com a maior parte de sua população indicando possuir e preferir o uso do carro [39]. Isto pode ser um indicativo de que mesmo com acesso a meios de transporte não ativos, a infraestrutura verde estimula a mobilidade ativa tanto em deslocamentos para o lazer quanto funcionais. Esta associação também foi observada em maior ou menor grau nas cidades de Porto Alegre e Florianópolis [39].

> Quanto mais atraente for o paisagismo de um espaço público, com árvores frondosas, flores e corpos d´água, maior será o número de visitantes [40,41].

Ainda, ter um local próximo de casa que ofereça o contato com a natureza, como parques ou praças e ruas arborizadas, inspira sentimentos de bem-estar e satisfação [42,43]. Ao visitar tais locais, a pessoa percebe sinais ambientais que vão estimulá-la a fortalecer ou inibir a prática de comportamentos saudáveis. Insolação, detritos no chão e o medo do crime podem desestimulá-la, ao passo que caminhos sombreados, agradáveis e limpos podem contribuir para o reforço do hábito de caminhar [44].

Sendo assim, morar próximo a áreas arborizadas pode ser um fator estimulante para a prática de atividades físicas e de caminhadas. Há uma ampla base de evidências científicas que afirmam que comunidades próximas a parques contam com um maior número de praticantes de todo tipo de atividades relacionadas ao deslocamento a pé, sejam atividades esportivas, recreativas, sejam deslocamentos ao comércio local [41,45]. No Brasil, a pesquisa "Mobilidade Urbana Saudável", que investigou os hábitos de caminhar e pedalar nas cidades de Brasília, Porto Alegre e Florianópolis, constatou que uma percepção positiva da vizinhança aumenta a probabilidade de caminhar e andar de bicicleta. Em Brasília, os participantes apontaram a presença da arborização como um elemento que valoriza a experiência de percorrer pelo bairro [46].

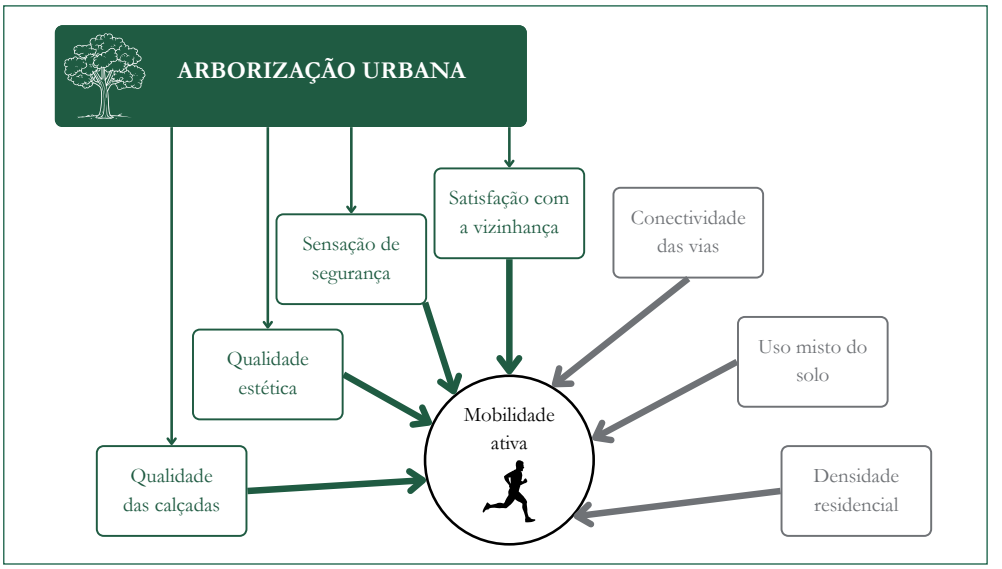
Em suma, o indivíduo reconhece as possibilidades e oportunidades do espaço público a partir do próprio ato de se deslocar [47]. Isto significa que, ao sair pela rua, uma pessoa avalia o quão apropriadas ao deslocamento estão as calçadas, reconhecendo durante a caminhada sinais que reforçam ou impedem esta atividade. Desta maneira, a arborização urbana passa a assumir um importante papel na composição do envoltório do pedestre, ao criar percursos interessantes e confortáveis.

Contudo, dependendo da forma como o paisagismo é implementado, ele pode atuar como uma barreira à mobilidade urbana. Por exemplo, espécies com raízes expostas e estolões quebram os calçamentos dos passeios, aumentando o risco de acidentes. Em um levantamento realizado na cidade de Pires do Rio, em Goiás, os moradores identificaram os problemas nas calçadas devido às raízes como a principal desvantagem da arborização urbana [48]. Outra característica inconveniente em algumas espécies de árvores é a produção de dejetos. Flores e frutos, ainda que visualmente agradáveis nas copas das árvores, uma vez caídos no chão, sujam o calçamento e oferecem aos pedestres riscos de escorregamento e queda.

Desde que se atente para a escolha de espécies que não incomodem o pedestre, o plantio de árvores nas áreas públicas é um elemento estimulante para a prática de caminhadas, seja com o propósito de lazer, seja para deslocamentos cotidianos. Estudos em mobilidade urbana analisam o conjunto de aspectos ambientais que tornam um espaço público adequado à tal prática, operacionalmente denominado de índice de "caminhabilidade" [49]. Existem alguns modelos teóricos que discriminam tais aspectos, dentre os quais a Escala de Caminhabilidade na Vizinhança (*NEWS* no acrônimo em inglês), que enfatiza a percepção do pedestre [50].

O índice *NEWS* discrimina sete dimensões ambientais da caminhabilidade (Figura 3), das quais cinco podem ser beneficiadas por um projeto paisagístico: a qualidade das calçadas, a qualidade estética, a satisfação com a vizinhança, a sensação de segurança contra o crime e contra acidentes de trânsito. As três primeiras dimensões dizem respeito às vantagens da arborização urbana já mencionadas: a capacidade que as árvores possuem de criar ambientes mais atraentes, confortáveis e satisfatórios aos pedestres. Porém, outro aspecto que deve ser mencionado é a contribuição da arborização urbana para a percepção de segurança, tanto contra o crime como contra acidentes de trânsito.

Figura 13.3 – Influência da arborização na composição de um espaço urbano que estimule a prática de mobilidade ativa.



Fonte: Autoras; Zabotto Ambiental.

Estudos em planejamento de trânsito indicam que a arborização ao longo de vias traz maior segurança aos pedestres por dois motivos principais: as árvores demarcam as bordas das calçadas

e limitam o campo visual dos motoristas, levando-os a reduzir sua velocidade [51-53]. Na prática, caso um motorista perca o controle enquanto dirige e suba o meio-fio, o tronco das árvores irá impedi-lo de atingir os transeuntes. Assim, em zonas urbanas, acidentes que envolvem árvores, além de raros, costumam não ser fatais [53].

A relação entre a presença da arborização urbana e a sensação de segurança contra o crime é um pouco mais complexa. Relaciona-se com a noção de vigilância e territorialidade, e à ideia de que percebemos como seguros os espaços urbanos que estão em bom estado de manutenção e sem sinais de vandalismo [54]. O contraponto seriam espaços abandonados e pouco atraentes, que inspiram insegurança e desestimulam sua ocupação [40,55,56]. Neste sentido, a presença de árvores saudáveis e podadas em uma vizinhança transmite um sinal positivo aos visitantes, de que aquele local é seguro, cuidado e observado. Novamente, a escolha do tipo de arborização é essencial: precisam ser espécies atraentes e interessantes, fáceis de manter e, principalmente, devem-se evitar espécies que podem servir de esconderijo a criminosos [46].

Árvores plantadas ao longo das calçadas criam uma matriz conectada de corredores verdes que aumentam a qualidade do ambiente público, adequando-o para a prática de caminhadas. Soma-se a essa infraestrutura verde a presença de parques e praças públicas, áreas de descanso e lazer ao ar livre. Com um conjunto maior de espaços abertos confortáveis e seguros, a população passa a ter mais opções para a prática de exercícios leves a moderados, e pode melhorar, assim, sua saúde e qualidade de vida.

13.5. Considerações finais

Políticas públicas voltadas para a preservação e ampliação de áreas verdes urbanas possuem um impacto notável na promoção da saúde e do bem-estar das pessoas, não apenas por reduzir a incidência de riscos ambientais, como a contaminação do ar e do solo, mas por oferecer espaços públicos abertos para o descanso, o lazer e a prática de exercícios. Tais atividades são elementos-chave na prevenção e tratamento de transtornos mentais e doenças crônicas não transmissíveis, como hipertensão arterial, diabetes e problemas respiratórios.

Ao voltar-se para a qualidade dos territórios e o real impacto destes sobre os níveis de saúde de uma população, é possível traçar estratégias que extrapolam os limites da dimensão político-operativa do Sistema Único de Saúde, efetivamente abrindo locais para o desenvolvimento de práticas saudáveis, voltadas para o cotidiano das pessoas [57]. Neste sentido, as árvores urbanas são essenciais para construir espaços públicos salutares, cujas qualidades passam a ser elementos da produção da saúde, contribuindo de sobremaneira na redução da carga global de doenças na população.

Esta é uma realidade especialmente relevante para a região Centro-Oeste do Brasil, que tem registrado uma tendência clara de intensificação de eventos extremos nas últimas décadas, caracterizada por ondas de calor e secas, associada a influências antropogênicas [58,59]. A arborização urbana pode dar o suporte necessário para a infraestrutura de saúde pública, pois contribui para reduzir o estresse térmico, melhora a qualidade do ar em períodos de seca e queimadas ao reter poeira e partículas em suspensão, e cria microclimas mais saudáveis que beneficiam especialmente crianças, idosos e pessoas com doenças crônicas. Além de prevenir problemas respiratórios e cardiovasculares, a presença de árvores e áreas verdes promove bem-estar psicológico, reduzindo sintomas de estresse,

ansiedade e depressão, enquanto estimula a prática de atividades físicas ao ar livre, favorecendo a convivência social. Dessa forma, a arborização urbana no Centro-Oeste transcende o aspecto estético e assume papel estratégico na promoção da saúde e da qualidade de vida da população.

13.6. Referências

[1] Organização Mundial da Saúde. Preâmbulo da Constituição da Organização Mundial da Saúde conforme adotada pela Conferência Internacional de Saúde. 1946.

[2] Silva MJS, Schraiber LB, Mota A. O conceito de saúde na Saúde Coletiva: contribuições a partir da crítica social e histórica da produção científica. Physis. 2019;29(1):e290102. [acesso 12 jan. 2022]. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0103-73312019290102

[3] Russell KC. Therapeutic uses of nature. In: Clayton SD, editor. The Oxford handbook of environmental and conservation psychology. New York: Oxford University Press; 2012. p. 428-44.

[4] Kaplan R, Kaplan S. The experience of nature: a psychological perspective. New York: Cambridge University Press; 1989.

[5] Kellert SR, Wilson EO. The biophilia hypothesis. Washington (DC): Island Press; 1993.

[6] Scopelliti M, Carrus G, Bonnes M. Natural landscapes. In: Clayton SD, editor. The Oxford handbook of environmental and conservation psychology. Oxford: Oxford University Press; 2012.

[7] Howell AJ, Passmore H-A. The nature of happiness: nature affiliation and mental well-being. 2013. p. 231-58. [acesso 12 jan. 2022]. Disponível em: https://worlddatabaseofhappiness.eur.nl/publications/the-nature-of-happiness-nature-affiliation-and-mental-well-being-16190/

[8] Mayer FS, Frantz CM. The connectedness to nature scale: a measure of individuals' feeling in community with nature. J Environ Psychol [Internet]. 2004;24(4):503-15. doi:10.1016/j.jenvp.2004.10.001. [acesso 12 jan. 2022]. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272494404000696

[9] Home R, Hunziker M. Psychosocial outcomes as motivations for visiting nearby urban green spaces. Leis Sci. 2012;34:350-65. doi:10.1080/01490400.2012.687644

[10] Honold J, Lakes T, Beyer R, Van der Meer E. Restoration in urban spaces: nature views from home, greenways, and public parks. Environ Behav [Internet]. 2016;48(6):796-825. [acesso 12 jan. 2022]. Disponível em: https://doi.org/10.1177/0013916514568556

[11] Van den Berg AE, Jorgensen A, Wilson ER. Evaluating restoration in urban green spaces: does setting type make a difference? Landsc Urban Plan [Internet]. 2014;127:173-81. doi:10.1016/j.landurbplan.2014.04.012. [acesso 12 jan. 2022]. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204614000966

[12] Albuquerque DS, Silva DS, Kuhnen A. Preferências ambientais e possibilidades de restauro psicológico em campi universitários. Psicol Cienc Prof. 2016;36.

[13] Sousa AL, Medeiros JS, Albuquerque DS, Higuchi MIG. Parque verde urbano como espaço de desenvolvimento psicossocial e sensibilização socioambiental. Psico. 2015;46(3):301-10. doi:10.15448/1980-8623.2015.3.17423. [acesso 12 jan. 2022]. Disponível em: https://revistaseletronicas.pucrs.br/revistapsico/article/view/17423

[14] Reifschneider E. Ambientes restauradores: uma retomada do urbano. 2016.

[15] Amato-Lourenço LF, Moreira TCL, Arantes BL, Silva Filho DF, Mauad T. Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. Estud Av [Internet]. 2016;30.

[16] Bolund P, Hunhammar S. Ecosystem services in urban areas. Ecol Econ [Internet]. 1999;29(2):293-301. doi:10.1016/S0921-8009(99)00013-0. [acesso 21 abr. 2022]. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800999000130

[17] Martins MCA. A promoção da saúde: percursos e paradigma [Internet]. 2005 [acesso 21 abr. 2022]. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/69975382/A-Promocao-da-saude--percursos-e-paradigma

[18] Howard E. Garden cities of to-morrow. Organ Environ [Internet]. 2003;16(1):98-107. doi:10.1177/1086026602250259. [acesso 21 abr. 2022]. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1086026602250259

[19] Oliveira HA, Beker SS, Domingos JM. Goiânia-GO: um projeto de cidade-jardim que não resistiu às forças do progresso. Fronteira J Soc Technol Environ Sci. 2019;8(3):356-78. doi:10.21664/2238-8869.2019v8i3.p356-378. [acesso 21 abr. 2022]. Disponível em: https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/3200

[20] Lauande F. O projeto para o plano-piloto e o pensamento de Lúcio Costa. Arquitextos. 2007;8(087.08).

[21] Trevisan R. Introdução ao ideário cidade-jardim no Brasil. In: Peixoto ER, Derntl MF, editores. Arquitetura, estética e urbanismo: questões da modernidade. Brasília: FAU/UnB; 2014. p. 204-19.

[22] Honold J, Beyer R, Lakes T, Van der Meer E. Multiple environmental burdens and neighborhood-related health of city residents. J Environ Psychol [Internet]. 2012;32(4):305-17. doi:10.1016/j.jenvp.2012.05.002. [acesso 21 abr. 2022]. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027249441200028X

[23] Hur M, Nasar JL, Chun B. Neighborhood satisfaction, physical and perceived naturalness and openness. J Environ Psychol [Internet]. 2010;30(1):52-9. doi:10.1016/j.jenvp.2009.05.005. [acesso 26 abr. 2022]. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272494409000437

[24] Jang Y, Son Y. The characteristics of urban forests as restorative environments with the use of the Perceived Restorativeness Scale: focusing on the Hongneung Experimental Forest, Seoul, South Korea. Int Rev Spat Plan Sustain Dev. 2020;8:107-23. doi:10.14246/irspsd.8.1_107

[25] Macedo D, Oliveira CV, Günther IA, Alves SM, Nóbrega TS. O lugar do afeto, o afeto pelo lugar: o que dizem os idosos? Psicol Teor Pesq. 2008;24.

[26] Ulrich RS. Visual landscape preference: a model and application. Man Environ Syst. 1977; 7(5):279-93.

[27] Maller C, Townsend M, St Leger L, Henderson-Wilson C, Pryor A, Prosser L, et al. Healthy parks, healthy people: the health benefits of contact with nature in a park context. Number 26. 2009.

[28] Albuquerque D. A congruência entre a pessoa e o ambiente residencial na perspectiva de crianças e idosos [tese]. Brasília: Universidade de Brasília; 2019.

[29] Frantz CM, Mayer FS. The importance of connection to nature in assessing environmental education programs. Stud Educ Eval [Internet]. 2014;41:85-9. doi:10.1016/j.stueduc.2013.10.001. [acesso 26 abr. 2022]. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191491X13000436

[30] Scannell L, Gifford R. Defining place attachment: a tripartite organizing framework. J Environ Psychol. 2010;30(1):1-10. doi:10.1016/j.jenvp.2009.09.006. [acesso 26 abr. 2022]. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272494409000620

[31] Levasseur M, Généreux M, Bruneau JF, Vanasse A, Chabot É, Beaulac C, et al. Importance of proximity to resources, social support, transportation and neighborhood security for mobility and social participation in older adults: results from a scoping study. BMC Public Health. 2015;15:503. doi:10.1186/s12889-015-1824-0. [acesso 26 abr. 2022]. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s12889-015-1824-0

[32] Albuquerque DS, Klavdianos ND, Günther IA, Portella A. Participação social no envelhecimento: concebendo cidades amigas aos idosos. PIXO Rev Arquit Cidade Contemp [Internet]. 2020;4(14). doi:10.15210/pixo.v4i14.18466. [acesso 26 abr. 2022]. Disponível em: https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/pixo/article/view/18466

[33] World Health Organization. Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world. Geneva: WHO; 2018.

[34] Alexandre M, Silva A, Coelho-Ravagnani C. Comportamento sedentário em adolescentes atendidos pela Estratégia de Saúde da Família em Cuiabá, Brasil. Rev Bras Ativ Fís Saúde [Internet]. 2016;21(4):344-54. doi:10.12820/rbafs.v.21n4p344-354.

[35] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saúde 2019: percepção do estado de saúde, estilos de vida, doenças crônicas e saúde bucal: Brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro: IBGE; 2020.

[36] Brasil. Ministério da Saúde. Vigitel Brasil 2006-2023: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de prática de atividade física nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal entre 2006 e 2023. Brasília; 2024.

[37] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Práticas de esporte e atividade física: 2015. Brasília; 2017.

[38] Whyte WH Jr. The social life of small urban spaces. Washington (DC): Conservation Foundation; 1980.

[39] Goulart FM, Gunther H, Borello Vargas JC, D'Orsi E. Antecedentes da arborização urbana à caminhabilidade: um estudo exploratório no Brasil. Rev Gest Ambient Sustent [Internet]. 2023;12(2):e23476. doi:10.5585/geas.v12i2.23476. [acesso 26 abr. 2022]. Disponível em: https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/23476

[40] Koohsari MJ, Karakiewicz JA, Kaczynski AT. Public open space and walking: the role of proximity, perceptual qualities of the surrounding built environment, and street configuration. Environ Behav. 2013;45(6):706-36. doi:10.1177/0013916512440876

[41] Sugiyama T, Gunn LD, Christian H, Francis J, Foster S, Hooper P, et al. Quality of public open spaces and recreational walking. Am J Public Health. 2015;105(12):2490-5. doi:10.2105/AJPH.2015.302890

[42] Kweon BS, Ellis CD, Leiva PI, Rogers GO. Landscape components, land use, and neighborhood satisfaction. Environ Plan B Plan Des. 2010;37(3):500-17. [acesso 26 abr. 2022]. Disponível em: https://doi.org/10.1068/b35059

[43] Lee SM, Conway TL, Frank LD, Saelens BE, Cain KL, Sallis JF. The relation of perceived and objective environment attributes to neighborhood satisfaction. Environ Behav. 2017; 49(2):136-60. doi:10.1177/0013916515623823

[44] Goulart FM, Gunther H. Contribuição da arborização urbana para a mobilidade ativa. Brasília: Universidade de Brasília; 2018.
[45] Slater S, Pugach O, Lin W, Bontu A. If you build it will they come? Does involving community groups in playground renovations affect park utilization and physical activity? Environ Behav. 2016;48(1):246-65. [acesso 29 abr. 2022]. Disponível em: https://doi.org/10.1177/0013916515614368
[46] Keivani R, Neto I, Dorsi E, Spencer B, Borello Vargas J, Jones T, et al. Resumo dos principais resultados e recomendações: Mobilidade Urbana Saudável. 2019.
[47] Günther H. Mobilidade e affordance como cerne dos estudos pessoa-ambiente. Estud Psicol (Natal) [Internet]. 2003;8.
[48] Rodrigues T, Malafaia G, Queiroz S, Rodrigues A. Percepção sobre arborização urbana de moradores em três áreas de Pires do Rio – Goiás. 2010;12.
[49] Borello Vargas J. Forma urbana e transporte a pé: mobilidade, caminhabilidade, vitalidade. 2017.
[50] Cerin E, Saelens BE, Sallis JF, Frank LD. Neighborhood Environment Walkability Scale: validity and development of a short form. Med Sci Sports Exerc [Internet]. 2006;38(9):1682-91. doi:10.1249/01.MSS.0000227639.83607.4D
[51] Burden D. Urban street trees: 22 benefits specific applications. Glatting Jackson; 2006.
[52] Ewing R. Pedestrian- and transit-friendly design: a primer for smart growth. Florida: American Planning Association; 1999.
[53] Wolf K, Bratton N. Urban trees and traffic safety: considering U.S. roadside policy and crash data. Arboric Urban For [Internet]. 2006;32. doi:10.48044/jauf.2006.023
[54] Newman O. Creating defensible space. New Brunswick (NJ): Rutgers University; 1996.
[55] Donovan GH, Prestemon JP. The effect of trees on crime in Portland, Oregon. Environ Behav [Internet]. 2012;44(1):3-30. [acesso 29 abr. 2022]. Disponível em: https://doi.org/10.1177/0013916510383238
[56] Kuo FE, Bacaicoa M, Sullivan WC. Transforming inner-city landscapes: trees, sense of safety, and preference. Environ Behav [Internet]. 1998;30(1):28-59. [acesso 29 abr. 2022]. Disponível em: https://doi.org/10.1177/0013916598301002
[57] Santos AL, Rigotto RM. Território e territorialização: incorporando as relações produção, trabalho, ambiente e saúde na atenção básica à saúde. Trab Educ Saúde. 2010;8.
[58] Pampuch LA, Bueno PG, Reboita MS, Tomaziello ACN, Nunes AMP, Cardoso AA, et al. Brazil climate highlights 2023. Ann N Y Acad Sci [Internet]. 2025;1549(1):120-38. doi:10.1111/nyas.15394
[59] Stríkis NM, Buarque P, Cruz FW, Bernal JP, Vuille M, Tejedor E, et al. Modern anthropogenic drought in Central Brazil unprecedented during last 700 years. Nat Commun [Internet]. 2024;15(1):1728. doi:10.1038/s41467-024-45469-8

Capítulo 14

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E BIODIVERSIDADE NA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Maria Ana Farinaccio, Adriana Takahasi, Aristônio Magalhães Teles, Isa Lucia de Morais, Marcus Vinícius Santiago Urquiza e Paulo Robson de Souza

14.1. Destaques deste capítulo

1. A Educação Ambiental (EA) é definida como processo contínuo de construção de valores, conhecimentos e atitudes voltados à conservação ambiental, devendo estar presente em todos os níveis de ensino;
2. O ensino de botânica aliado à EA contribui para aproximar as comunidades da biodiversidade, reforçando a valorização de espécies nativas nos contextos urbanos;
3. Projetos desenvolvidos em Quirinópolis, Goiânia, Corumbá e Ladário mostram como trilhas ecológicas, guias ilustrados e levantamentos botânicos fortalecem a EA no Centro-Oeste;
4. As experiências relatadas estimulam a pesquisa, o uso educativo de áreas verdes e a sensibilização ambiental da população para o Cerrado e o Pantanal;
5. Oito propostas são sugeridas no capítulo para trabalhar a arborização urbana na EA de jovens e adultos, de forma contextualizada à realidade socioambiental da região.

14.2. Introdução

Os artigos 1º e 2º da Lei Federal no 9.795/1999, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental [1], definem Educação Ambiental (EA) como

> "processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade." "A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal."

Para melhor desenvolvê-la, é preciso nos atentarmos para os seus objetivos, diretrizes e bases conceituais e históricas. Esses fundamentos estão bem estabelecidos nos documentos Tratado de

Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global [2], Carta da Terra [3], Política Nacional de Educação Ambiental [1], nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental [4] e na Cartilha de Educação Ambiental [5], cujos atalhos de acesso são apresentados no final deste capítulo.

14.3. Educação Ambiental no Centro-Oeste

Diversos são os trabalhos publicados na forma de artigos científicos, dissertações, teses, livros, relatos de experiências e outros materiais concernentes ao Centro-Oeste que poderiam dar suporte ao tema EA, ensino de botânica e arborização urbana de modo contextualizado à região. Na Tabela 1 apresentamos algumas dessas referências, organizadas por estados e pelo Distrito Federal, inclusive citando grupos de estudos, redes e outros coletivos, ações e projetos. Nosso propósito não foi apresentar os melhores trabalhos, mas uma simples amostra do "estado da arte" da EA em nossa região.

Tabela 14.1 – Alguns dos projetos, publicações, pesquisadores, grupos de estudos e coletivos do Centro-Oeste dedicados à Educação Ambiental.

Unidade Federativa	Referência/Trabalho	Acesso
Distrito Federal	Educação ambiental em uma perspectiva da ecopedagogia: análise de projetos desenvolvidos no Programa Agrinho em uma cidade do DF – Dissertação de Paula Cristina Moreira Neto (2010).	https://repositorio.unb.br/handle/10482/7218
	Legislação Ambiental sobre Educação Ambiental	http://www.sema.df.gov.br/educacao-ambiental/
	Movimento Tempo de Plantar/Gincana Verde – iniciativa local de livre adesão de voluntários.	https://www.facebook.com/tempodeplantarbrasil/
	Panorama dos projetos de Educação Ambiental no Distrito Federal segundo a Escola da Natureza – Artigo de Guilherme Nogueira Dias (2013).	https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1699-1.pdf
	Plano Distrital de Educação Ambiental – PDEA.	http://www.sema.df.gov.br/plano-distrital-de-educacao-ambiental-2
	Projeto Parque Educador – tem como foco alunos de escolas públicas para a realização de atividades de educação integral, ambiental e patrimonial nas Unidades de Conservação Distritais.	http://www.sema.df.gov.br/projeto-parque-educador/
Goiás	A inclusão da Educação Ambiental nas escolas públicas do estado de Goiás – dissertação de Adriana Seabra Vasconcelos Almeida (2011).	https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/565

(continua)

(continuação)

Unidade Federativa	Referência/Trabalho	Acesso
Goiás	Programa Plante a Vida – distribuição de mudas de plantas do Cerrado para a população de Goiânia. Considerado o maior programa de plantio voluntário do mundo.	https://www.goiania.go.gov.br/shtml/amma/apresentacao.shtml
	Projeto Educa+Ação Ambiental – Plantando Sementes para o Futuro (Ministério Público de Goiás) – objetiva fomentar ações dos Promotores de Justiça voltadas à educação ambiental.	http://www.mpgo.mp.br/portal/conteudo/educacao-ambiental#.X2mCk2hKjIU
	Rede de Educação e Informação Ambiental de Goiás (REIA-GO) – o *blog* apresenta grupos de estudos, conexões interessantes, contatos locais.	http://reia-go.blogspot.com/
Mato Grosso	Análise da arborização urbana de três cidades da região norte do estado de Mato Grosso – Artigo de Danielucia Noya Almeida e Rubens Marques Rondon Neto (2010).	https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-570412
	Apaixonadamente pesquisadora em Educação Ambiental – Artigo de Michèle Sato (2001).	http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=108
	Grupo Pesquisador em Educação Ambiental, Comunicação e Arte (Gpea) – Disponibiliza ensaios, artigos, teses, dissertações, material de apoio pedagógico.	www.gpeaufmt.blogspot.com
	Rede Mato-grossense de Educação Ambiental (REMTEA) – Acesso ao Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, à Política Estadual de Educação Ambiental (MT), ensaios, artigos, teses e dissertações.	https://remtea.blogspot.com/
Mato Grosso do Sul	A educação ambiental no que fazer dos professores e sua inserção como conteúdo curricular – Artigo de Suzete Wiziack e Ruth Pavan (2015).	http://ojs.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/27572
	Educação Ambiental e suas bases legais no estado de Mato Grosso do Sul – Artigo de Áurea da Silva Garcia, Ilza Alves Pacheco, Marilyn Errobidarte de Matos e Ângela Zanon (2008).	https://periodicos.furg.br/remea/article/view/3034/1712
	Política Estadual de Educação Ambiental de MS.	https://www.imasul.ms.gov.br

(continua)

(continuação)

Unidade Federativa	Referência/Trabalho	Acesso
Mato Grosso do Sul	Projeto Pé na Água/CNPq/UFMS – Acesso ao livro *Pé na Água*, à cartilha *Um mergulho na Bacia do Apa*, artigos e outros materiais de apoio.	https://www.redeaguape.org.br/single-post/2017/01/10/Materiais-did%C3%A1ticos-do-Projeto-P%C3%A9-na-%C3%81gua
	Rede Aguapé de Educação Ambiental do Pantanal – Disponibiliza notícias, materiais didáticos em várias mídias, todos os números da Revista *Aguapé* e outras publicações relacionadas à EA.	www.redeaguape.org.br

Fonte: Autores.

A seguir relatamos quatro trabalhos desenvolvidos por cinco dos autores deste capítulo nas cidades de Quirinópolis e Goiânia (GO), Corumbá e Ladário (MS), e em seguida finalizamos com oito propostas para abordar o tema arborização urbana na EA de jovens e adultos.

14.4. Trilha Ecológica do Jardim Botânico da UEG, campus Sudoeste, Sede Quirinópolis: uso de área verde urbana para fins educacionais, pesquisa, recreação e valoração do Cerrado

O Jardim Botânico (JB) da Universidade Estadual de Goiás (UEG), *campus* Sudoeste, tem 11.608 m² e o plantio das espécies arbóreas no local iniciou-se em 1995. Desde que foi criado, os objetivos do JB foram o de ser um banco de espécies vegetais, resguardando exemplares típicos do Cerrado, e o de subsidiar estudos práticos de botânica e ser fonte de pesquisa pela comunidade acadêmica do curso de Ciências Biológicas, Geografia e áreas afins, da UEG.

No JB, existem 97 espécies, das quais 83% são nativas, distribuídas em 26 famílias e 66 gêneros, com 1.803 indivíduos jovens e 487 adultos [6]. Esse espaço é importante para a área urbana de Quirinópolis, pois não existe outro agrupamento vegetacional urbano maior que o ali encontrado. Neste sentido, o JB desempenha diversas funções, entre elas a ecológica, pela presença da vegetação, a qual oferece diversos recursos à fauna urbana; a do solo não impermeabilizado; e contribui também para melhorias no clima dos bairros nas suas proximidades e na qualidade do ar, água e solo. A função social está intimamente relacionada com a possibilidade de lazer e práticas desportivas, subsidiadas pelas atividades de caminhada na pista que foi construída no seu entorno. A função estética diz respeito à diversificação da paisagem construída e o embelezamento da cidade. A função psicológica ocorre quando as pessoas em contato com os elementos naturais dessa área relaxam, funcionando como antiestresse. Este aspecto está relacionado com o exercício do lazer, da recreação e das caminhadas realizadas no entorno do JB. A função do ponto de vista cultural é desenvolvida por estabelecer uma pedagogia de Educação Ambiental e permitir que futuras gerações possam desfrutar da área verde do JB e conservá-la [7].

Neste viés, diante da existência do JB, ao pensarmos em um projeto de pesquisa pautado na Educação Ambiental, nós tomamos consciência quanto à ausência ou pouca exploração desse espaço verde com grandes possibilidades de aplicação nos processos de ensino-aprendizagem,

tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior. O uso deste espaço vai de encontro à preocupação com a transversalidade da Educação Ambiental e do seu caráter formal e não formal. Neste contexto, o objetivo desta seção consiste em descrevermos como foi pensada a Trilha Ecológica no JB com a finalidade principal de uso para processos contínuos de Educação Ambiental, com expectativa em aumentar o uso e a valoração do espaço e da biodiversidade do Cerrado, com ênfase na flora, constituindo ferramenta de aprendizagem e sensibilização ambiental.

O início da construção da trilha ocorreu em agosto de 2015, com a definição do seu percurso e das espécies que seriam contempladas. Foram selecionadas plantas nativas do Cerrado e o número de espécies foi estabelecido de acordo com o recurso disponível para a confecção das placas de identificação[1]. Ao longo do percurso, nós identificamos com o nome científico e vulgar 24 espécies vegetais (Tabela 2) com placas de metal.

Tabela 14.2 – Sequência e nome das espécies vegetais do Cerrado, as quais são vivenciadas ao longo da Trilha Ecológica do JB da UEG, *campus* Sudoeste, Sede Quirinópolis, Goiás.

Sequência	Espécie		
	Nome popular	Nome científico	Família
1	chichá	*Sterculia striata* A.St.-Hil. & Naudin	Malvaceae
2	pau-d'óleo	*Copaifera langsdorffii* Desf.	Fabaceae
3	ipê-amarelo	*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae
4	capitão	*Terminalia argentea* Mart.	Combretaceae
5	baru	*Dipteryx alata* Vogel	Fabaceae
6	canafístula	*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.	Fabaceae
7	embaúba	*Cecropia pachystachya* Trécul	Urticaceae
8	macaúba	*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Arecaceae
9	sucupira-branca	*Pterodon emarginatus* Vogel	Fabaceae
10	angico	*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan	Fabaceae
11	ipê-verde	*Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.	Bignoniaceae
12	ingá	*Inga cylindrica* (Vell.) Mart.	Fabaceae
13	jenipapo	*Genipa americana* L.	Rubiaceae
14	pau-santo	*Kielmeyera rubriflora* Cambess.	Calophyllaceae
15	jatobá	*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne	Fabaceae
16	jatobá	*Hymenaea courbaril* L.	Fabaceae
17	pequi	*Caryocar brasiliense* Cambess.	Caryocaraceae
18	camisa-fina	*Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart	Fabaceae

(continua)

1. As placas foram financiadas com recursos da Associação das Revendas de Insumos e Agrotóxicos do Sudoeste Goiano – ASSIASGO.

(continuação)

Sequência	Espécie		
	Nome popular	Nome científico	Família
19	amendoim-bravo	*Platypodium elegans* Vogel	Fabaceae
20	aroeira	*Astronium urundeuva* Allemão	Anacardiaceae
21	gonçalo-alves	*Astronium fraxinifolium* Schott	Anacardiaceae
22	tingui/timbó	*Magonia pubescens* A.St.-Hil.	Sapindaceae
23	ipê-amarelo	*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Bignoniaceae
24	tamboril	*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong	Fabaceae

Fonte: Autores.

Ao lado de cada placa de identificação, penduramos uma garrafa PET de 500 ml, contendo um papel com algumas informações sobre as espécies, tais como importância ecológica, usos econômicos, curiosidades, características botânicas e algumas brincadeiras. A ideia é a de que o próprio visitante leia essas informações para os demais visitantes e escolha quem irá responder à pergunta ou realize alguma brincadeira dentro do processo de aprendizagem sobre uma das 24 espécies que compõem o percurso da trilha. Isso é importante para que cada um se sinta corresponsável e como parte integrante da realização do processo de ensino-aprendizagem. Para uma melhor compreensão de como propusemos a dinâmica da trilha, seguem as informações colocadas ao lado de duas espécies:

1. *Sterculia striata* – chichá – As flores fornecem recursos para abelhas e beija-flores. Produz anualmente frutos avermelhados que se abrem e contêm castanhas, as quais são consumidas pelo homem e pela fauna. Estamos começando a trilha, somos muito gratos por ter vocês aqui conosco!!! Você ou um de seus colegas conseguem citar algumas árvores do nosso bioma Cerrado?

19. *Platypodium elegans* – amendoim-bravo –- Esta árvore, conhecida como uruvalheira, nome popular derivado de orvalho, pois acontece de gotejar um líquido de sua copa em períodos muito secos. Isto ocorre devido ao excremento de insetos como um tipo de cupim que faz seu ninho nessa espécie. Utilidade: melífera e sua madeira é empregada na carpintaria e marcenaria; além disso, apresenta potencial ornamental e para a recomposição de áreas degradadas. Esta é a 19ª espécie da trilha e com isso o desafio agora é maior. Você pode aceitar o desafio ou escolher um de seus colegas para fazê-lo. Desafio: cite 10 árvores que nós já conhecemos hoje. Se acertar ganha um brinde, mas se errar terá que fazer um discurso de agradecimento ao responsável por você estar aqui conosco hoje.

Dessa forma, além de abordarmos informações sobre as espécies vegetais do Cerrado, os desafios apresentados ao longo da trilha fazem com que os visitantes fiquem atentos às informações e se divirtam nesta proposta de ensino-aprendizagem. Os brindes, que geralmente são bombons, são fornecidos pelos guias da trilha naquele momento com o intuito de despertar o

interesse dos alunos pelas atividades propostas. Ao longo do percurso, algumas espécies vegetais já apresentadas continuam ocorrendo e isto torna o momento oportuno para perguntar aos visitantes qual é aquela espécie. Com o conjunto de atividades desenvolvidas, os visitantes são capazes, ao final da trilha, de citar a maioria das espécies conhecidas no percurso e também de compreender a importância do JB para a comunidade local enquanto área verde e local para uma gama de atividades de ensino, pesquisa e extensão. As informações sobre as espécies, assim como as dinâmicas, podem ser adaptadas para qualquer faixa etária.

A trilha possui 387 m de comprimento por aproximadamente 2 m de largura e o seu percurso foi definido para ter duração de aproximadamente uma hora. Esse tempo foi considerado viável para ser percorrido por pessoas de qualquer faixa etária, entretanto, pode ser adaptado para os alunos menores. As bordas da trilha foram delimitadas com garrafas PET de 2 litros cheias de água (o uso da água é para que a garrafa fique enrijecida e evite que seja amassada se alguém pisar) e enterradas com a parte do fundo para cima. As garrafas são doadas pela comunidade local e foram colocadas na trilha com o auxílio de voluntários de diversas instituições de ensino locais. Nossa ideia de se usar garrafas PET foi a de desenvolver uma ação sustentável, transformando o que seria descartado em algo útil e com uma durabilidade considerável.

Antes de percorrerem a trilha, os visitantes conhecem o Herbário José Ângelo Rizzo (JAR), da UEG, *campus* Sudoeste, Sede Quirinópolis, no qual participam de uma palestra tanto sobre o JAR quanto sobre a Trilha Ecológica. Desde sua criação, a Trilha Ecológica recebeu cerca de 2.000 alunos oriundos da Educação Básica e do Ensino Superior de Quirinópolis e região.

14.5. Guia Ilustrado das Árvores das Praças de Ladário (MS)

Em 2016, fomos procurados pela Prefeitura Municipal de Ladário (MS) para desenvolver um projeto de extensão[2] que auxiliasse na sensibilização ambiental da população sobre a importância da arborização. Uma das dificuldades, naquele momento, era o volume de pedidos de remoção ou poda de árvores e plantio de espécies inadequadas nas vias públicas e conflitos com a rede de serviços.

A partir de discussões entre professores e alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFMS/CPAN[3], decidimos elaborar uma cartilha identificando as espécies arbóreas plantadas nas praças da cidade, registros fotográficos, informações botânicas e ecológicas das espécies. Foram definidos dez espaços verdes da região central de Ladário: praças, canteiros centrais da Av. 14 de Março e a região portuária. Em campo, todas as árvores foram mapeadas e coletadas para a identificação e registro fotográfico da planta, folhas, flores e frutos. Todas as informações técnicas sobre as espécies foram obtidas a partir de bibliografia especializada. Os mapas de localização das plantas nas praças, a edição de imagens e a editoração foram feitos pelos autores utilizando *softwares* gratuitos (como o *Scribus*). Foram registradas 37 espécies de árvores nos espaços verdes públicos.

2. Este material foi resultado do projeto de extensão "Conheça as árvores da praça" executado por meio de Acordo de Cooperação Técnica nº 46/2016 firmado entre a Prefeitura Municipal de Ladário e a UFMS.

3. *Campus* do Pantanal da UFMS em Corumbá, cidade conhecida como a Capital do Pantanal. A cidade de Ladário é um enclave no município de Corumbá, dificultando a visualização dos limites entre as duas cidades.

Como resultado, elaboramos o *Guia Ilustrado das Árvores das Praças de Ladário* (não publicado – usaremos a sigla GIAPL para nos referirmos à obra). No GIAPL, as plantas estão ordenadas pela cor de suas flores (brancas, cremes e esverdeadas; amarelas; rosas, roxas, lilases e violáceas; vermelhas e alaranjadas), em ordem alfabética de nomes populares mais utilizados na região. Na publicação, a cor da floração é representada por uma barra vertical na página par e uma horizontal na página ímpar. Os nomes científicos de espécies, famílias botânicas e demais informações técnicas são visualizadas na página par, enquanto as fotografias da planta, do tronco, da folha, da flor e do fruto na página ímpar. Todas as informações técnicas são referenciadas no texto.

Criamos, ainda, uma representação gráfica para cada uma das características elencadas (porte da árvore, deciduidade foliar, potencial de uso econômico, medicinal, comestível ou paisagístico, adequabilidade de plantio em vias públicas) e suas respectivas categorias, inseridas na barra vertical colorida da página. Ao final da publicação, apresentamos os croquis das praças e a localização de cada árvore.

Um dos desdobramentos para esta publicação seria sua utilização como material de apoio para a sensibilização ambiental dos alunos da rede de ensino, pois várias escolas se localizam bem próximas destas praças. Há uma dificuldade em se encontrar materiais didáticos que explorem a realidade local para uso dos professores sem treinamento ou habilidade para a identificação botânica ou mesmo o acesso às informações técnicas adequadas.

> Um estudo sobre o ensino de botânica destaca que poucos professores de Ciências sabem citar as espécies nativas que conhecem, e os livros didáticos adotados não apontam as espécies nativas locais [8]. Por isso destacam a possibilidade de se usar a arborização urbana do entorno da escola para atividades práticas de reconhecimento da flora nativa.

O material também foi produzido para ser consultado pelo público leigo, já que contempla várias fotos para o reconhecimento da espécie, bastando observar a cor da flor. Mesmo que isto não fosse possível, a inserção dos mapas esquemáticos com a localização das plantas nas praças poderia levar ao reconhecimento da espécie e, a partir daí, a consultar as informações técnicas.

Diante do exposto, concluímos que o GIAPL foi um material produzido com rigor técnico, ricamente ilustrado, utilizando espaços livres públicos e gerando um potencial de uso em diferentes áreas, tanto da educação formal ou não formal (botânica, biologia, ecologia, geografia) quanto da sensibilização ambiental/EA e histórico-cultural, uma vez que as praças e os canteiros estudados fazem parte da história e do cotidiano da comunidade ladarense.

14.6. Projeto Que árvore é essa? Conhecendo as árvores do campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás: um relato de experiência

O *campus* Samambaia da Universidade Federal de Goiás (UFG) localiza-se na cidade de Goiânia e ocupa uma área de aproximadamente 4.662.400 m^2 (UFG 2020) com inúmeras áreas verdes de convívio comum e de circulação de usuários do *campus*. A beleza do cenário natural do *campus* se dá, sobretudo, pela presença de árvores, muitas das quais remanescentes do Bosque Auguste de Saint-Hilaire (um fragmento remanescente de Floresta Semidecídua) e outras, exóticas, que foram plantadas ao longo dos anos. Elas prestam um serviço ambiental fundamental

para a comunidade do *campus* e do seu entorno, pois auxiliam na atenuação do calor e na estabilidade climática, na redução dos níveis de poluição visual, sonora e atmosférica, além de servirem como refúgio para a vida silvestre que habita a área, como o macaco-prego (*Sapajus apela*), muito frequente no *campus*. [9].

Além de atuarem como promotoras do bem-estar dos usuários do *campus*, muitas das espécies presentes na área chamam a atenção pela sua exuberância e beleza, além de serem utilizadas como materiais didáticos e de pesquisa por docentes, técnicos e discentes da UFG. No entanto, apesar da grande área verde e arborizada presente no *campus*, as árvores ali encontradas não possuem nenhum tipo de indicação de identificação. Assim sendo, desenvolvemos o projeto[4] intitulado "Que árvore é essa? Conhecendo as árvores do campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás: um relato de experiência". O objetivo do nosso projeto foi identificar, por meio de placas munidas de QRCode, as espécies de árvores nativas e exóticas utilizadas na arborização do *campus* e disponibilizar, na internet, informações botânicas e ecológicas a respeito de cada uma das espécies.

Para a realização do inventário das espécies e seleção dos espécimes dividimos o mapa do *campus* em 46 áreas amostrais que foram georreferenciadas individualmente. Em cada uma das áreas foram selecionados espécimes que receberam etiquetas plásticas provisórias com numeração da área e numeração do espécime. O critério que utilizamos para a seleção dos espécimes foi o da sua proximidade com as áreas de circulação de pessoas, tais como passarelas, caminhos, prédios e áreas de convívio. Os dados de cada espécime selecionado (área amostral onde ele ocorre, número do espécime, família, nome científico e nome popular) foram compilados em uma planilha. Paralelamente, as espécies foram descritas dendrologicamente e documentadas por meio de fotografias e de materiais testemunhos que foram coletados e incorporados ao acervo do herbário UFG.

Todas as 46 áreas foram amostradas, resultando na seleção de 100 espécimes[5], distribuídos em 20 famílias, 49 gêneros e 57 espécies de espermatófitas. Os espécimes selecionados receberam uma placa de identificação feita em acrílico (15 cm x 22 cm), presa por um sistema de espiral, contendo as seguintes informações: nomes populares e científicos, família e o QRCode. O QRCode remete para uma página do Departamento de Botânica em que é possível encontrar mais informações sobre a espécie, tais como: origem, distribuição, polinização, dispersão, usos, material testemunho e coordenadas dos espécimes inventariados no *campus*. Os 100 espécimes plaqueados encontram-se presentes em sete áreas localizadas no entorno da Reitoria e do Instituto de Ciências Biológicas (ICB).

Em 2019, realizamos uma Oficina intitulada "Que árvore é essa? Conhecendo algumas árvores da UFG" para os participantes da Semana do ICB, evento tradicional da UFG. Esta

4. Iniciado em 2018 e concluído em 2023, o projeto foi cadastrado na Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da UFG (PROEC). Envolveu a participação de 12 docentes do Departamento de Botânica, dois servidores da universidade com formação em Engenharia Agronômica e dois estudantes.

5. As placas foram financiadas por meio de uma parceria no desenvolvimento do trabalho intitulado Rede de Taxonomistas, promovido e financiado pela Vale S.A. e executado tecnicamente pela Bioma Meio Ambiente – Consultoria Ambiental. O coordenador do projeto de extensão, Prof. Dr. Aristônio Magalhães Teles, como taxonomista, prestou serviços identificando táxons de sua *expertise* para a empresa em troca do custeio da confecção das placas utilizadas no projeto.

Oficina consistiu em uma visita guiada por uma trilha preestabelecida onde os participantes visitaram algumas espécies e ouviram sobre a sua identificação e características, bem como suas origens, distribuição, usos e curiosidades. Em 2020, planejamos realizar uma oficina no mesmo evento, intitulada "O que os olhos não veem, as mãos sentem", destinada a estudantes cegos ou com baixa visão de Goiânia. O objetivo era oferecer uma trilha guiada a esses estudantes, proporcionando-lhes uma experiência sensorial com as árvores, explorando a textura e o cheiro dos troncos, folhas, flores e frutos, acompanhada de explicações sobre a identificação e as características das espécies, além de suas origens, distribuição, usos e curiosidades. No entanto, devido à pandemia de Covid-19, o evento ocorreu de forma remota, o que impossibilitou a realização da oficina. O projeto também tem contribuído para a formação profissional de estudantes. Acreditamos que esse projeto proporcionou à comunidade universitária e externa uma maior apropriação do conhecimento sobre as árvores, estimulando estudos e o uso das espécies arbóreas como materiais didáticos.

Figura 14.1 – a) Mapa do *campus* Samambaia da Universidade Federal de Goiás (UFG) com as 46 áreas amostrais; b) Bacuri (*Attalea phalerata*) com placa provisória na raque da infrutescência; c) Oficina ministrada durante a Semana do ICB da UFG; d) Bacuri, uma das espécies ocorrentes no *campus*, próximo a uma passarela; e) Modelo de placa de identificação para as árvores.

Fonte: Autores.

14.7. Projeto Árvores do Câmpus do Pantanal

O projeto que ora relatamos foi desenvolvido em uma das cidades mais quentes do país, encravada no coração do Pantanal, Corumbá, no estado de Mato Grosso do Sul. A sua arborização é composta, principalmente, por flamboyant (*Delonix regia*) e sete-copas (*Terminalia catappa*). Apesar do calor intenso, a cidade é pouco arborizada e a população, em geral, pouco se envolve com as questões de arborização urbana. Acreditamos que possa ser efeito de Corumbá ser uma ilha urbana no Pantanal, o que pode dar a impressão de que arborização urbana não tem importância, já que a população vive rodeada por uma enorme área verde.

É nessa cidade que o Câmpus do Pantanal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CPAN) está inserido. Fundado em 1967, ainda no Mato Grosso uno, somente com a divisão do Estado, em 1979, a universidade foi federalizada. Dentro desse contexto histórico, verificamos que parte das edificações foram construídas nos anos 1960 e outras, possivelmente, a partir da década de 1980, além de reformas recentes para implementar a acessibilidade. Esses momentos estão relacionados à arborização do CPAN, já que novas edificações geralmente comprometem os espaços verdes.

Atualmente, a arborização do *campus* é composta por árvores remanescentes das suas primeiras construções, mas principalmente de árvores jovens já que, desde 1986, com a criação do curso de Ciências Biológicas, o plantio de árvores foi intensificado.

O projeto de ensino de graduação Árvores do Câmpus do Pantanal[6], associado ao Herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus do Pantanal (COR)[7], incluiu o desenho de um cenário em que a arborização do *campus* é um reflexo da arborização da cidade, ou seja, é praticamente invisível para a maioria da comunidade acadêmica e para os servidores, consequentemente é negligenciada e desvalorizada. Diante disso, iniciamos esse projeto com o objetivo principal de sensibilizar toda a comunidade do CPAN quanto à sua arborização e, para isso, reunimos um grupo de estudantes que se interessaram em conhecer as árvores do *campus*.

Entendemos que seria primordial que esses acadêmicos reconhecessem e valorizassem a arborização do CPAN para se tornarem protagonistas na transmissão do conhecimento. Então iniciamos as coletas das espécies em fase reprodutiva para sua identificação e inclusão no acervo do COR, além do registro fotográfico das características morfológicas. Após esse engajamento inicial, percebemos que havia muito mais a ser explorado e realinhamos os nossos objetivos iniciais e, com esses estudantes, ampliamos nosso objetivo central: além de divulgar as espécies arbóreas do CPAN, queríamos motivar a interação da comunidade com a natureza, estimulando a troca de informações, despertando a curiosidade e a importância das árvores no paisagismo do CPAN, assim agregando cultura ao ambiente.

Para tanto, além das coletas de material botânico e identificação, passamos a levantar informações sobre cada uma das espécies e disponibilizar para a comunidade de uma forma mais atrativa. Optamos por colocar placas de identificação nas árvores munidas de QRCode, assim cada usuário acessa um maior número de informações sobre cada espécie. Para contemplar essas inovações, a equipe foi ampliada: além dos professores, técnicos e acadêmicos do curso de Ciências Biológicas, também integram o grupo, uma professora e alunos do curso de Sistemas de Informação e o diretor do CPAN, pois houve uma percepção, por parte da administração do *campus*, da importância da arborização. Logo no início, já foi perceptível que o desenvolvimento deste projeto fomenta nos acadêmicos o protagonismo no cuidado com o patrimônio natural.

6. Edital PROGRAD 69/2020.

7. Edital PROPP – Recadastramento Sem Fomento nº 93/2019 – "Herbário COR, centro depositário de informação da biodiversidade vegetal do Pantanal sul-mato-grossense"

Devido à pandemia Covid-19, a partir de março de 2020 trabalhamos remotamente; assim, as reuniões presenciais foram substituídas, com sucesso, por reuniões virtuais semanais, já que o projeto segue com uma equipe muito comprometida. Essa situação nos proporcionou trazer profissionais para falar com os acadêmicos, não só da UFMS, mas também de outras instituições. Estas *lives* trouxeram um resgate histórico da arborização do *campus*; relato de experiências similares desenvolvidas em outras regiões e saberes de áreas correlatas, como arquitetura e paisagismo, agregando conhecimento a toda equipe.

Os acadêmicos desenvolveram um sistema *Web* que permite acessar um QRCode presente nas placas de identificação. Também produziram um mapa das árvores via Google Earth, que conduz os usuários para conhecer as espécies. Além disso, aprenderam a usar uma chave de identificação para famílias botânicas, já que o grupo de estudantes é bem heterogêneo, dos primeiros aos últimos semestres.

À época de instalação do sistema (meados de 2020), nossas perspectivas eram de, após identificarmos todos os indivíduos em nível de espécie, colocarmos as placas com QRCode[8], munidas de nomes científico, comum e da família botânica de cada árvore. Acreditamos que o QRCode nas placas desperta a curiosidade de toda a comunidade. Quando acessado, proporciona um envolvimento do usuário com a arborização do *campus*, já que cada árvore fará sua apresentação, de forma lúdica e transmitindo informações ecológicas, de distribuição, importância econômica etc. Além da gravação, o código também dará acesso a fotos da espécie visitada. Depois de fixarmos todas as placas, foram traçadas trilhas ecológicas para receber os estudantes das Redes de Ensino Estadual e Municipal que visitam o CPAN e, assim, envolver toda a garotada para aprender botânica por meio da Educação Ambiental usando como ferramenta a arborização urbana.

14.8. Sugestões para se trabalhar Educação Ambiental e Arborização Urbana no ensino formal e não formal

Além dos quatro trabalhos aqui relatados, que podem ser replicados após algumas adaptações à realidade local, sugerimos oito atividades com ênfase no Ensino Fundamental. Para que sejam bem-sucedidas, não devem ser impostas aos escolares, mas sugeridas, uma espécie de desafio, de modo a se obter o envolvimento natural de toda a escola. Devem envolver conteúdos e professores de várias disciplinas – e não apenas o professor de Ciências! –, contemplando as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental do Conselho Nacional de Educação/Ministério da Educação[9] [4], bem como considerar os fundamentos da Educação Ambiental apresentados no início deste capítulo. São elas:

8. As placas financiadas com recursos do Edital Propp/UFMS nº 40/2020 – Mulheres na Ciência UFMS 2020.

9. A Resolução nº 2/2012 do CNE/MEC estabelece que:
"Art. 8º A Educação Ambiental, respeitando a autonomia da dinâmica escolar e acadêmica, deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada e interdisciplinar, contínua e permanente em todas as fases, etapas, níveis e modalidades, não devendo, como regra, ser implantada como disciplina ou componente curricular específico.

1 – **Gincana "Nossas árvores, nossa riqueza"** – Trabalho em equipe, a atividade teria como objetivos primordiais (i) reconhecer e valorizar a biodiversidade local, (ii) desenvolver a noção de pertencimento e (iii) favorecer a interpretação ambiental. Primeiro, seriam apresentadas as regras e as bibliografias a serem utilizadas (dois ou três livros ou *sites* adequados à faixa etária; ou uma síntese, uma apostila feita pela escola; recomendamos evitar títulos fora da bibliografia indicada, para não gerar conflitos). Em seguida, seriam apresentadas as tarefas a serem cumpridas e dado um prazo razoável para estudos (por exemplo, uma semana). Exemplos de tarefas: (1) reconhecer árvores nativas a partir de fotos; ligar, com barbantes, três ou quatro polinizadores às espécies de árvores que polinizam, de uma lista de quatro a seis árvores (sugerimos usar imagens, e não se esquecer dos morcegos e abelhas indígenas); (2) citar e discutir *n* benefícios proporcionados pela arborização urbana para o bem-estar da população e do clima local; (3) listar cinco árvores mais frequentes nas ruas e avenidas da cidade; (4) citar e discutir *n* problemas causados pelo plantio de espécies inadequadas às calçadas e/ou uso na arborização urbana de espécies que não são da flora regional[10]; (5) propor algumas tarefas criativas e que envolvam improvisação, contemplando os temas sementes e produção de mudas – nesse sentido, e para evitar memorizações desnecessárias, no cumprimento da tarefa sugerimos um tempo razoável para consulta a manuais técnicos contextualizados à região, por exemplo "Produção de sementes de espécies florestais nativas" [10] e "Produção de mudas de espécies florestais nativas" [11], ambos com ênfase em espécies do Pantanal e Cerrado e disponíveis na internet (atalho nas referências). Recomendamos que haja atividades artísticas valendo ponto (música autoral, paródia, canto coral, poesia, desenho, dança, mímica, esquete etc.), desde que envolvam os temas árvores / arborização urbana / produção de mudas / cuidados com as árvores urbanas. Mas é preciso cuidado para que a brincadeira não se torne demasiado competitiva.

2 – **O campeão do verde é...** – Proposta envolvendo especialmente Geografia e Matemática, os alunos seriam instigados a identificar, por imagens de satélite e técnicas simples de medição de área[11], quais são os bairros proporcionalmente mais arborizados da cidade. Para fechar a atividade, uma exposição fotográfica dos bairros "campeões" seria bem-vinda (para economizar, valeria álbum fotográfico no Facebook e Instagram da escola).

3 – Insta **"Árvores do meu lugar"** – No Instagram seriam divulgadas fotos de árvores da cidade e detalhes delas (tronco, folhas, flores, frutos ou sementes), indicando o nome popular,

---

Parágrafo único. Nos cursos, programas e projetos de graduação, pós-graduação e de extensão, e nas áreas e atividades voltadas para o *aspecto metodológico* da Educação Ambiental, é facultada a criação de componente curricular específico.

Art. 9º Nos cursos de formação inicial e de especialização técnica e profissional, em todos os níveis e modalidades, deve ser incorporado conteúdo que trate da *ética socioambiental* das atividades profissionais."

Fonte: http://portal.mec.gov.br/component/docman/?task=doc_download&gid=16490&Itemid=

10. Uma das dificuldades dos alunos, incluindo os da graduação, é enxergar as plantas como seres vivos e que árvores em calçadas vivem em ambientes em que não se adaptaram: o solo se limita àquele da cova, porque já foi compactado e foram colocados rejeitos de obra, não tem nutriente, nem água, nem ar, e ainda constroem a calçada justamente no colo do tronco! Eis porque a importância de se discutir quais espécies não servem para a arborização urbana.

11. Como calcular a área verde de um bairro a partir de uma imagem de satélite, por exemplo? O artigo "Metodologias para determinar áreas em superfícies irregulares no ensino da geometria aplicando a proporcionalidade", disponível em http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/download/180/163, apresenta uma técnica simples para a determinação da área em figuras planas irregulares usando-se papel transparente, lápis, tesoura e balança de precisão.

localização e o autor da foto. Dar preferência para árvores localizadas no bairro e dentro da escola. Sugerir fotos que retratam mudanças sazonais na mesma planta (perda de folhas, floração ou frutificação) ao longo do ano letivo. Uma boa ideia seria fotografar, também, as árvores notáveis da cidade (as maiores, as mais bonitas, as históricas, as mais fotografadas etc.). Inclusive, entendemos que esta atividade pode extrapolar o ambiente escolar! Pode-se criar um *insta* por cidade ou bairro e as pessoas irem incluindo as fotos.

4 – **Álbum de Figurinhas** – A ser feito e impresso artesanalmente sobre as principais espécies que arborizam a cidade (vale árvores de quintais), depois de pesquisa feita pelos alunos sob orientação docente. Dar preferência para fotos de autoria dos estudantes. Imprescindível a participação das equipes de Língua Portuguesa e Artes. O texto sobre cada espécie não pode ser maior que este parágrafo. O livro (para colar as figurinhas) e as figurinhas (fotos) poderiam ser disponibilizados em dispositivos de armazenamento de arquivos em nuvem, em formato PDF para impressão doméstica. É imprescindível que um adulto supervisione o recorte das figurinhas, para se evitar acidentes com objetos perfurocortantes. Incentivar a disputa de figurinhas pela brincadeira chamada "bafo" (neste caso, seria preciso ter figurinhas carimbadas e algumas com acesso limitado a, por exemplo, uma turma, e outras a outro grupo).

5 – **Jogo da memória** – O objetivo do jogo seria localizar duas imagens idênticas, em meio a dezenas de outras viradas para baixo. Em quadrados de papel-cartão, paraná ou papelão, colar fotos de árvores floridas obtidas na internet ou fotos feitas pelos estudantes e comunidade escolar (professores e técnicos da escola e responsáveis pelas crianças), sendo a mesma foto para duas fichas. O objetivo educativo da atividade, além do reconhecimento da árvore pela foto utilizada, estaria no verso: em uma das fichas que formam a dupla, seria colada uma etiqueta com o nome científico e família da árvore; na outra, seus nomes vulgares, não se esquecendo de incluir o nome mais usado na região. Uma possibilidade seria fazer fichas em tamanho A4, para brincadeira coletiva na quadra de esportes e outros ambientes amplos.

6 – **Crônica da floresta plantada** – Supõe-se que cada árvore plantada nos quintais e ruas de uma cidade tenha uma história a ser contada pelos moradores. Quem a plantou? Quando foi? Por que foi escolhida esta espécie e não outra? Quando floresce? Dá frutos comestíveis? Atrai beija-flores e abelhas? Já foi podada? Já esteve doente? Já sofreu vandalismo? Estas e tantas outras perguntas poderiam ser feitas pelos estudantes às pessoas da família, a vizinhos e ao setor de arborização da cidade. Cada uma dessas histórias seria contada pelo estudante usando o tipo de comunicação da sua preferência: redação, fábula (tendo a árvore e seus visitantes como personagens), história em quadrinhos, vídeo (feito com o celular), cordel, paródia etc. Importante seria a escola ter um espaço para disponibilizar esses produtos infantojuvenis resultantes da atividade. Recomendamos que eles sejam guardados em dispositivos de armazenamento de arquivos em nuvem, divulgando-se o endereço via *link* ou QR Code (que poderiam ser postos no mural da escola, em *blogs*, perfil no Facebook, no Instagram da escola etc.). No caso de crônicas e outros trabalhos escritos, poderiam até virar livrinhos artesanais ou de baixa tiragem, ou mesmo um *e-book*!

7 – **Reportagem "A política de arborização da cidade"** – Usando técnicas jornalísticas, propomos um trabalho em grupo para que os alunos consultem os setores públicos e privados que cuidam da arborização urbana ou a estudam, tais como órgãos da prefeitura, empresas de eletricidade, pesquisadores, viveiros e ONGs. Recomendamos entrevistas a técnicos e gestores e consulta a páginas de internet oficiais e locais. Esperamos que, ao final, os estudantes possam compreender o processo que leva as cidades a terem, ou não, uma baixa diversidade de espécies arbóreas usadas na arborização de praças, ruas e avenidas, bem como os motivos do suposto

baixo ou nenhum plantio de espécie da flora regional nesses espaços. O material final poderia ser uma reportagem escrita, um *podcast*, um vídeo, um *post* no Instagram ou Facebook.

8 – **Campanha árvore-homenagem** – Reportando à experiência da Universidade Estadual de Goiás, que no *campus* de Anápolis convida os palestrantes visitantes a plantarem uma árvore no próprio *campus*, como um marco da sua passagem, sugerimos que os alunos desenvolvam uma proposta semelhante, por meio de um projeto formal (minimamente, conteria justificativa, objetivos, procedimentos e metas). Elaborado o projeto, via direção da escola, este seria encaminhado ao órgão competente com um pedido de destinação de área para esta finalidade (ex.: uma ou mais praças) e a cedência de mudas de árvores. A abrangência da proposta seria municipal, ou seja, qualquer escola poderia aderir ao projeto. Sugestões: (1) usar mudas de espécies nativas; (2) homenagear professores que estão se aposentando; (3) o homenageado escolheria a espécie, a partir de uma lista, no começo do ano letivo da sua aposentadoria; (4) a escola do homenageado cuidaria da muda ao longo do ano letivo; (5) outra ideia seria homenagear professores falecidos; neste caso, a muda seria escolhida e plantada pelos familiares, e a escola em que o homenageado trabalhou e seus descendentes cuidariam da muda ao longo do ano letivo.

> Embora várias dessas propostas, provavelmente, só possam ser desenvolvidas no contraturno, são relativamente simples de serem executadas e praticamente não envolvem recursos financeiros significativos. Para lhes dar peso e exequibilidade, seria interessante envolver as secretarias municipais e/ou estaduais de educação e, no caso da rede municipal, facilitaria muito a respectiva secretaria estabelecer diálogos com o setor de arborização urbana, com vistas a parcerias e apoio institucional.

Como dito, elaboramos essas propostas com ênfase no Ensino Fundamental. Mas com algumas adaptações, as de números 2, 3, 6, 7 e 8 podem ser desenvolvidas no Ensino Médio e em ações de EA com adultos, enquanto as oito podem ser testadas, aperfeiçoadas ou aplicadas nos cursos de formação de professores, especialmente nos estágios.

Acreditamos, inclusive, que todas elas são possíveis de serem trabalhadas no Ensino Superior com alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Em um curso de formação de professores, estes tipos de atividades podem ser trabalhados como Prática como Componente Curricular (PCC) que hoje é uma obrigatoriedade (segundo a Resolução CNE/CP2 de 19/2/2002) nos cursos de licenciatura. Além disso, algumas dessas ações podem ser estendidas a um público não escolar, especialmente pessoas e instituições que utilizam mídias sociais.

14.9. Considerações finais

Este é um panorama do "estado da arte" da EA na região Centro-Oeste. Com base em experiências locais, oferecemos subsídios para o desenvolvimento de novos projetos que utilizem a arborização de espaços públicos na construção de conhecimentos, habilidades, atitudes e competências por meio do ensino de botânica e da EA para a conservação do meio ambiente. Esperamos que as propostas e trabalhos aqui apresentados inspirem educadores, gestores, jovens e cidadãos em geral, na busca por cidades cuja arborização seja plena de significados e promova novos valores sociais com vistas à sustentabilidade.

14.10. Referências

[1] Brasil. Política Nacional de Educação Ambiental: Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 [Internet]. Brasília (DF): Ministério da Educação; 1999 [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm

[2] Grupo de Trabalho das Organizações Não Governamentais. Tratado de educação ambiental para sociedades sustentáveis e responsabilidade global [Internet]. Rio de Janeiro: s.n.; 1992 Jun 3-14; arquivado em 2022 [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: https://web.archive.org/web/20090824071453/http:/www.ufpa.br/npadc/gpeea/DocsEA/TratadoEA.pdf

[3] Comissão da Carta da Terra. A Carta da Terra [Internet]. s.l.: s.n.; 2000 [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/cartadaterra.pdf

[4] Brasil. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes curriculares nacionais para a educação ambiental: Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012 [Internet]. Brasília (DF): Ministério da Educação; 2012 [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=10988-rcp002-12-pdf&category_slug=maio-2012-pdf&Itemid=30192

[5] Brasil. Senado Federal. Coleção ambiental: educação ambiental [Internet]. Brasília (DF): Coordenação de Edições Técnicas; 2015 [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/509141/educacao_ambiental_1ed.pdf?sequence=1

[6] Cruz NV. Inventário da flora lenhosa e de palmeiras do Jardim Botânico da UEG, Câmpus Quirinópolis, Goiás [monografia]. Quirinópolis (GO): Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Sudoeste – Unidade Quirinópolis; 2019.

[7] Vidigal MC, Resende ILM. Florística e fenologia do componente arbóreo do Jardim Botânico da UEG, UnU-Quirinópolis. In: Anais do 12º Simpósio de Iniciação Científica; 2011; Quirinópolis, GO. Quirinópolis: UEG; 2011.

[8] Silva LM, Farina B, Lourenço JFG. O ensino de botânica no litoral do Paraná e as implicações da arborização urbana. Rev SBAU. 2012;7(3):97-103.

[9] Silva Júnior MC, Lima RMC. 100 árvores urbanas: Brasília, guia de campo. Brasília (DF): Rede de Sementes do Cerrado; 2010.

[10] Scremin-Dias E, Battilani JL, Souza ALT, Pereira SR, Kalife C, Souza PR, Jeller H. Produção de sementes de espécies florestais nativas: manual [Internet]. Campo Grande (MS): Editora UFMS; 2006 [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5694867/mod_resource/content/1/Battilani-et-al.-2006_-Manual-de-produc%CC%A7a%CC%83o-de-sementes.pdf

[11] Scremin-Dias E, Kalife C, Menegucci ZRH, Souza PR. Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual [Internet]. Campo Grande (MS): Editora UFMS; 2006 [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: https://www.ufrb.edu.br/biblioteca/documentos/category/18-sementes-e-viveiros-florestais?download=222

Capítulo 15

ÁREAS URBANAS E PERIURBANAS: CONEXÕES VERDES E SEGURANÇA ALIMENTAR

Por Helena Maria Maltez, Fabiana Mongeli Peneireiro e Igor Amaury Aveline

15.1. Destaques deste capítulo

1. As agroflorestas nas áreas urbanas e periurbanas oferecem soluções integradas para problemas ambientais, sociais e de saúde pública;
2. As árvores urbanas contribuem para a regulação climática, fertilidade do solo, infiltração de água, sequestro de carbono, fornecimento de alimentos e habitat para a fauna;
3. Mesmo assim, as árvores enfrentam resistência cultural nas cidades, onde são vistas muitas vezes como sujeira ou risco, exigindo mudanças de percepções pela população;
4. Três experiências concretas (Coletivo Re-Ação Agroecológica, Quintal Abaetetuba e Ecovila Aldeia do Altiplano) mostram diferentes formas de implantar e manter agroflorestas urbanas e periurbanas no Cerrado;
5. É proposto um conjunto de ações e políticas públicas essenciais para consolidar e ampliar as agroflorestas urbanas e periurbanas.

15.2. Introdução

Com o objetivo de requalificar os espaços urbanos e periurbanos com potencial multifuncional visando à segurança alimentar e ao estabelecimento de ilhas e corredores verdes, são apresentadas neste capítulo reflexões e alguns exemplos concretos do Distrito Federal, que podem servir como inspiração para os municípios brasileiros.

Ainda que as cidades não possam prescindir das zonas rurais, pois o campo provê a cidade com alimentos e outras matérias-primas, água, ar puro e lazer, cada vez mais o Poder Público e as pessoas que habitam as cidades estão se dando conta dos benefícios de integrar ao espaço urbano aspectos próprios das zonas rurais. Alguns exemplos são a ampliação de áreas verdes nos grandes centros urbanos, a criação de corredores ecológicos e parques, a restauração de áreas de preservação permanente junto a nascentes e córregos, o plantio de árvores, a concessão de áreas públicas e privadas para agricultores urbanos plantarem alimentos, entre outros.

O ser humano não pode deixar de ter consciência de que a natureza é a provedora elementar das necessidades humanas, que fazemos parte de um macro-organismo complexo e que cumprimos um papel importante na promoção e conservação da vida neste microrganismo chamado Terra. Para tanto, precisamos superar o que Fritjof Capra [1] chamou de "analfabetismo ecológico", um total desconhecimento sobre o funcionamento da Natureza e seus mecanismos de manutenção da vida no planeta.

O uso da terra pelo ser humano pode ser altamente degradador, com a urbanização acelerada e desorganizada, as monoculturas de larga escala, o manejo inapropriado do solo, e o uso de agrotóxicos, que geram poluição, erosão, contaminação dos solos e das águas, perda de biodiversidade e redução da quantidade de água. Ou pode promover a vida e melhorar as condições ecológicas ao mesmo tempo em que produz alimentos orgânicos de alta qualidade nutricional, como por meio das agroflorestas (Figura 1).

No ambiente natural, e principalmente na região tropical, como é o caso do Brasil, é raro encontrar uma árvore isolada, desagregada de um núcleo florestal. Uma árvore isolada possui muita dificuldade de crescer saudável. Por outro lado, quando diferentes plantas atuam de forma conjunta, criam solo fértil e bem-estruturado, propício para o crescimento de raízes e para uma boa infiltração da água, já que cada uma, realizando sua específica função, propicia o desenvolvimento de diferentes formas de vida (desde microrganismos que vivem no solo até aves que se alimentam de insetos e insetos que polinizam as fruteiras) que ajudarão no equilíbrio ecológico e na promoção da vida. Essas são algumas das razões do plantio agroflorestal ser uma ótima forma de plantar árvores na cidade.

Agroflorestas são sistemas de produção baseados na floresta em sua estrutura e função, uma combinação de espécies agrícolas com florestais. Estes sistemas buscam aliar produção com conservação (e até mesmo melhorias) dos recursos como solo, água e biodiversidade. Como em uma floresta, nas agroflorestas a cobertura do solo com matéria orgânica é fundamental e a luz do sol é melhor aproveitada pelas plantas, que são distribuídas em diferentes "andares". A cobertura do solo garante a infiltração de água, reduzindo a temperatura, evitando perdas excessivas por evaporação, o que resulta no seu melhor aproveitamento e na menor necessidade de irrigação. Com o plantio biodiverso, obtém-se grande variedade de produtos e a produção é escalonada no tempo.

Em qualquer área, pequena ou grande, urbana ou rural, é possível implantar agroflorestas para produção de alimentos, e até mesmo para recuperação de áreas degradadas e restauração ecológica. Na cidade, nos quintais, nas praças, nas áreas verdes comunitárias, incluindo escolas e postos de saúde, as agroflorestas podem ser altamente produtivas, melhorar o ambiente, ser acolhedoras, repletas de beleza, podendo também promover saúde física e mental, além de gerar conhecimentos e cultura.

Figura 15.1 – Agrofloresta biodiversa, multiestratificada no Distrito Federal: melhor aproveitamento da energia solar e produção diversificada, escalonada no tempo.

Fonte: Autores.

15.3. O papel fundamental das árvores

Árvores são um componente essencial na promoção da vida no planeta Terra. Foi somente com a formação das florestas que a quantidade de carbono na atmosfera reduziu-se a patamares que permitiram a existência das espécies superiores de animais, como nós, seres humanos. A árvore faz sombra e transpira, e esse vapor lançado para a atmosfera reduz a temperatura, tornando o ambiente mais agradável, úmido e fresco. Trata-se de um ar-condicionado natural que não consome energia, nem aquece a parte externa do ambiente que está sendo refrigerado, como acontece com o funcionamento do motor dos aparelhos de ar-condicionado convencionais.

A árvore, com suas raízes profundas, em associação com microrganismos, bombeia nutrientes do solo para a sua copa. Mediante a queda natural ou a realização de podas, as folhas e galhos depositados sobre o solo, ao se decomporem, promovem a sua fertilidade e protegem-no da erosão. O solo passa a funcionar como uma esponja, armazenando a água e promovendo a vida dos organismos que ali vivem. As raízes das árvores são constantemente renovadas e, quando morrem e se decompõem, formam, junto com a movimentação dos animais (larvas de insetos, formigas, minhocas, entre outros), uma rede de "túneis" pelos quais a água pode se infiltrar em profundidade e abastecer os lençóis freáticos que, por sua vez, alimentam as nascentes, que dão origem aos rios, e os poços artesianos, fundamentais para o fornecimento de água para as cidades e para a irrigação na agricultura.

Árvores também geram frutos para as pessoas e para os animais, são perenes, demandam pouco trabalho para se ter produção de grande quantidade de alimento. As árvores são lares de vários animais, como pássaros, insetos, mamíferos, e embelezam a paisagem (Figura 2).

Figura 15.2 – Papel das árvores no ecossistema: a) ninho de ave; b) função como habitat para avifauna.

Fonte: Autores.

As árvores, enquanto crescem, capturam carbono da atmosfera por meio da fotossíntese, transformando-o em folhas, galhos e troncos, contribuindo para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Numa agrofloresta, as árvores têm todas essas funções, com a vantagem adicional, com relação à agricultura sem árvores, de possibilitar o trabalho na sombra.

Apesar dos inúmeros benefícios proporcionados pelas árvores, há grande resistência dos moradores da cidade, cuja percepção sobre o que é belo e o que é lixo desconsidera as dinâmicas e belezas da natureza dentro de uma cultura que preconiza a limpeza higiênica como um valor, no plantio e na preservação das árvores na área urbana. Árvores são vistas como agentes: de sujeira (frutas, folhas e galhos que caem nas calhas e calçadas), de atração de animais (pela desconexão das pessoas com a diversidade de vida biológica), de risco (da queda de galhos e troncos sobre pessoas, carros e infraestruturas). É grande o desafio a ser enfrentado com respeito às vantagens das árvores sobre o custo dado pelo trabalho necessário para sua manutenção (podas regulares, colheita dos frutos, varrição de calçadas e assim por diante).

15.4. As agroflorestas no contexto urbano e periurbano

O plantio de agroflorestas nos contextos urbanos e periurbanos, principalmente se adotarmos uma perspectiva agroecológica, pode agregar todos os benefícios proporcionados pelas árvores (discutidos anteriormente) com diversas outras vantagens, tais como:

Do ponto de vista social:

- geração de alimentos e outros produtos, como flores, ervas medicinais e aromáticas, temperos etc.;
- promoção da soberania e segurança alimentar e nutricional;
- geração de ocupação e renda;
- promoção da identidade e pertencimento;
- fortalecimento e promoção da autoestima, da saúde mental e do bem-estar humano;
- geração de conhecimento;
- promoção da cultura;

- fortalecimento da organização social e a união, contribuindo com a consolidação de laços comunitários;
- beleza cênica, ampliando as alternativas de lazer e conexão com a natureza.

Do ponto de vista ambiental:

- produção de água (com a infiltração da água da chuva, redução da erosão e abastecimento dos lençóis freáticos);
- manutenção e melhoria da fertilidade do solo;
- mitigação da poluição e redução do ruído;
- captação de carbono da atmosfera;
- melhoria do microclima;
- atração e conservação de abelhas nativas e aves;
- manutenção e incremento da sociobiodiversidade (ao combinar espécies agrícolas com florestais, incluindo muitas espécies nativas);
- eliminação do uso de agroquímicos (fertilizantes químicos e agrotóxicos – herbicidas, inseticidas, fungicidas etc.);
- pouca dependência por insumos externos;
- melhor aproveitamento de recursos que se transformam em lixo (por exemplo, o material resultante das podas);
- equilíbrio ecológico devido à maior diversidade de vida.

Vista como um organismo, a agrofloresta é composta por plantas herbáceas e árvores de diferentes alturas e com diferentes funções. Enquanto algumas são plantadas para produzirem alimento, outras são plantadas para serem podadas e produzirem matéria orgânica (biomassa) para cobrir o solo e ainda estimular o crescimento das outras por meio de sua rebrota.

A escolha das espécies das árvores a serem plantadas numa agrofloresta urbana ou periurbana depende de alguns fatores como: a vontade e preferência das pessoas diretamente envolvidas (agricultores, proprietários da terra, moradores, frequentadores do espaço público); as condições do terreno (solo, relevo) e do clima; a complementaridade entre as diferentes funções para otimização do sistema; e a presença de mercado para o produto (quando existe o objetivo de comercialização).

No contexto agroflorestal, as árvores podem ser plantadas por meio de sementes, mudas, estacas ou rizomas. O plantio por sementes se dá de forma adensada (Figura 3), para então, depois, ser feito o desbaste, permanecendo os indivíduos mais vigorosos.

Agrofloresta – "sistemas agroflorestais mais diversificados e similares aos ecossistemas florestais naturais do lugar, caracterizados por alta diversidade de espécies e cujo manejo baseia-se na sucessão natural das espécies. Ernst Götsch e outros técnicos e agricultores que se inspiram no seu trabalho ao longo dos anos têm desenvolvido e disseminado esse tipo de sistema em diversos biomas do Brasil." (*http://www.florestal.gov.br/publicacoes/873-guia-tecnico-restauracao-ecologica-com-sistema-agroflorestais-conciliar-conservacao-com-producao-opcoes-para-cerrado-e-caatinga*)

Definição de **sistemas agroflorestais** adotada na legislação brasileira: "sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com diversidade de espécies nativas e interações entre estes componentes". (Instrução Normativa MMA nº 5 de 08/09/2009)

Agroecologia – "enfoque científico, teórico, prático e metodológico, com base em diversas áreas do conhecimento, que se propõe a estudar processos de desenvolvimento sob uma perspectiva ecológica e sociocultural e, a partir de um enfoque sistêmico, adotando o agroecossistema como unidade de análise, apoiar a transição dos modelos convencionais de agricultura e de desenvolvimento rural para estilos de agricultura e de desenvolvimento rural sustentáveis".

(*https://aba-agroecologia.org.br/revista-brasileira-de-agroecologia/*)

Figura 15.3 – Plantio de árvores por semeadura direta adensada. Note a quantidade de plântulas germinando no mesmo local.

Fonte: Autores.

15.5. A importância da cobertura do solo

A cobertura do solo com matéria orgânica é fundamental e constitui a base de um sistema de produção realmente sustentável (Figura 4). A matéria orgânica (biomassa ou serrapilheira)

cobrindo o solo protege-o do sol (dos raios ultravioleta e das altas temperaturas) e do impacto das gotas de chuva. A matéria orgânica reduz a erosão e mantém a umidade do solo, reduzindo a necessidade de irrigação.

Figura 15.4 – Solo generosamente coberto com matéria orgânica ao redor da muda de árvore.

Fonte: Autores.

Esta matéria, formada por folhas e galhos, é rica em carbono e nutrientes, e é fonte de energia para a vida do solo. Quando insetos e microrganismos (fungos e bactérias) decompõem este material, promovem a ciclagem dos nutrientes, que são disponibilizados para as raízes das plantas, dispensando o uso dos adubos químicos. Os adubos químicos, além de poluírem o ambiente e criarem desequilíbrio no metabolismo das plantas, têm um custo elevado de aquisição e provocam um enorme passivo ambiental desde a extração (mineração) até o transporte (emissão de derivados de petróleo).

A cobertura com matéria orgânica é fundamental para o desenvolvimento da microbiota e fauna do solo (Figura 5), por exemplo as minhocas, que abrem galerias, promovendo a aeração do solo, melhorando, consequentemente, a respiração das raízes e infiltração da água.

Essa matéria orgânica pode ser proveniente da poda das árvores e roçagem de capins do próprio local, e/ou também vir de fontes externas, por exemplo, utilizando-se o resíduo do beneficiamento de produtos agrícolas como casca de arroz ou café, entre outros.

Para a manutenção contínua dos serviços prestados pela cobertura do solo, é necessária a reposição rotineira desse material, que é rapidamente decomposto pelos organismos que dele se alimentam.

Figura 15.5 – Macrofauna do solo (larvas de besouro) decompondo o tronco, juntamente com os fungos.

Fonte: Autores.

O aspecto estético e a falta de conhecimento sobre o benefício da matéria orgânica talvez sejam os principais entraves para utilizá-la como cobertura do solo. Esse desafio pode ser superado com educação e utilizando-se materiais triturados depositados de forma organizada nos canteiros e/ou ao redor das árvores, gerando assim um resultado mais atraente do ponto de vista estético.

> Uma sociedade que valoriza a matéria orgânica e as sementes pensa em seu futuro.

15.6. Segurança e soberania alimentar e nutricional

Vivemos em um mundo altamente desigual. Enquanto temos um bilhão de pessoas que passam fome, vemos poucos grupos corporativos mundiais dominarem grandes *commodities* mundiais, promovendo uma economia da acumulação e da devastação. Para estes, pouco importa se, para essa acumulação, são gerados custos ambientais, se o ar é poluído e se as águas são contaminadas. Para eles, passivos ambientais não passam de meras externalidades alheias ao mundo que nos cerca.

Em contrapartida, a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) compreende a "realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis" (Art. 3º da Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006).

Contudo, hoje vivemos em uma sociedade alienada da produção dos alimentos que ela mesma consome. Vamos ao mercado e compramos os alimentos que precisamos, porém, sem saber como, quando e onde foram produzidos. Muitas vezes o alimento que estamos comprando percorreu milhares de quilômetros até chegar àquela prateleira. Além do custo ambiental de sua produção, pelo uso desenfreado de agrotóxicos altamente perigosos à saúde humana e ambiental, também devemos levar em conta os custos de beneficiamento, empacotamento, armazenamento e transporte.

Por esse motivo, a promoção de cinturões produtivos (agricultura periurbana) e o incentivo à agricultura urbana têm se tornado de suma importância para alcançarmos uma sociedade ecologicamente mais equilibrada e para o cumprimento da lei de segurança alimentar e nutricional supracitada.

> Precisamos, enquanto sociedade, tornarmo-nos coparticipantes da produção de alimentos e fortalecer a agricultura e o comércio local.

A agricultura urbana, além de melhorar a qualidade ambiental da cidade, tem o potencial de fornecer alimentos de qualidade, e promover educação ambiental e alimentícia. Conhecer o que comemos e seus benefícios é fundamental na construção de uma sociedade consciente e empoderada. Ainda, com uma agricultura periurbana bem-estruturada, as pessoas na cidade têm a oportunidade de se conectar diretamente com os agricultores, criando redes de economia de ciclo curto, mais sustentáveis.

Ao conhecer e participar do processo da produção de alimentos, os cidadãos se tornam conscientes dos riscos e do enorme trabalho necessário para produzir alimentos de qualidade, passando a valorizar muito mais os agricultores e agricultoras agroecológicos. Isso fortalece a agricultura familiar, a diversificação da produção e a agroecologia.

Enquanto não mudarmos a forma de produção, respeitando, prioritariamente, os ciclos da natureza, estaremos longe do estado de bem-estar humano real e sustentável; estaremos vivendo em uma sociedade baseada apenas no consumo material, uma economia que satisfaz uma minoria à medida que devasta os bens naturais e corrompe o direito à vida de milhões de pessoas.

15.7. Experiências no Cerrado

As três experiências em agrofloresta urbana e periurbana apresentadas a seguir, localizadas no Distrito Federal, possuem similaridades e diferenças entre si e evidenciam a diversidade de situações, contextos e soluções possíveis. Todas trazem elementos fundamentais para a prática agroflorestal e podem inspirar tanto aqueles que desejam apoiar e/ou realizar ações concretas quanto os formuladores de políticas públicas.

15.7.1. Experiência 1: Coletivo Re-Ação Agroecológica

O Coletivo Re-Ação Agroecológica surgiu, no início de 2014, do interesse comum de diversos moradores da quadra SQN 206 da Asa Norte, Brasília, em transformar sua comunidade a

partir de práticas mais sustentáveis e comunitárias. Os moradores começaram a se reunir, trocar experiências e promover mutirões de plantios de hortas medicinais e agroflorestas (Figura 6).

Figura 15.6 – Primeira reunião da articulação DF de Agricultura Urbana no Coletivo Re-Ação Agroecológica no final de 2014.

Fonte: Coletivo Re-Ação Agroecológica, 2014.

Após alguns encontros e atividades, o grupo escreveu um projeto que foi lançado em uma plataforma *website* de financiamento coletivo. Com dedicação e mobilização comunitária, captou-se o recurso que precisavam para impulsionar suas ações. Assim, foram promovidas oficinas de educação ambiental para jovens e adultos, de compostagem doméstica e produção de hortaliças e cursos gratuitos de Agroecologia para a comunidade e outros interessados. Ainda, com o recurso captado, foram custeados os insumos necessários à implantação de um sistema agroflorestal biodiverso, de uma central de compostagem e de um viveiro, todos executados por meio de mutirões comunitários (Figura 7).

Para tanto, o coletivo buscou atuar de forma inovadora e participativa. Durante o primeiro ano, divulgou-se o projeto em todos os prédios próximos e seus apartamentos, promovendo as ações do coletivo e incentivando a imersão de toda a comunidade numa transição agroecológica do bairro. Posteriormente, consolidou-se um grupo pequeno de moradores ativos no coletivo e uma rede de apoiadores que divulgam as ações comunitárias para os vizinhos interessados em contribuir das mais diversas maneiras.

O Coletivo Re-Ação Agroecológica tem como objetivo fortalecer o envolvimento comunitário e o empoderamento social a partir de práticas agroecológicas e construir de forma participativa um espaço de agricultura urbana agroflorestal, aberto e possível de replicação em outras localidades. Para tanto, precisamos nos desafiar a reinventar o que entendemos por espaço público.

Figura 15.7 – Mutirão de manejo da agrofloresta urbana do Coletivo Re-Ação Agroecológica.

Fonte: Coletivo Re-Ação Agroecológica, 2020.

Hoje, cada vez mais o espaço público se torna mero conector de um mosaico imenso de espaços privados onde o Estado tem o dever de manter a segurança e a ordem em nome dos cidadãos que podem adquiri-los. Esta rede conectora de propriedades privadas torna-se estandarte da propaganda manipuladora da moral, dos costumes e do senso estético da população que nela transita. A cidade é cada vez mais um território de escassez onde se tornam raros os encontros e o convívio nos espaços públicos que, diferentemente dos espaços privados, podem propiciar a interação com pessoas diferentes, que possuem trajetórias, lugares de origem e culturas diversas.

A agricultura urbana converge diferentes pessoas em práticas criativas, repensando a organização do espaço e do cotidiano. O espaço é lugar de disputa de narrativas, valores, práticas e princípios. Com a agricultura urbana, podemos tornar desertos verdes (gramados) e terrenos baldios em espaços de abundância de alimentos, convivências e trocas, lugares articuladores de uma sociedade heterogênea, criando empatia e cultura.

Ao longo dos anos, muita gente de todos os lugares, de dentro e de fora de Brasília, viu no Coletivo Re-Ação Agroecológica a oportunidade de contribuir com a produção comunitária de alimentos e de aprender para replicar em suas localidades. Logo, puderam-se observar moradores, porteiros, empresários, assalariados e diaristas locais trabalhando juntos em um espaço de convívio comum, compartilhando experiências e colheitas.

Na pandemia de COVID-19, durante o ano de 2020, muitos moradores e outros frequentadores da agrofloresta do Coletivo Re-Ação Agroecológica (Figuras 8 e 9) agradeceram a existência daquele lugar encantador, cheio de vida e alimentos, onde puderam, seguindo as orientações de segurança da OMS (Organização Mundial da Saúde), caminhar, tomar sol, interagir com o ambiente, colher frutos, plantar e sentir a natureza de forma segura e agradável.

Figura 15.8 – Foto aérea da agrofloresta do Coletivo Re-Ação Agroecológica.

Fonte: Coletivo Re-Ação Agroecológica, 2018.

Figura 15.9 – Aspecto da agrofloresta, com mamoeiro e bananeira cheios de frutos.

Fonte: Coletivo Re-Ação Agroecológica, 2018.

Espaços comunitários de agricultura urbana na cidade promovem saúde física e mental para as pessoas que frequentam e contribuem com o lugar. Diferentes gerações convivendo em prol de um bem comum. Um espaço dando a oportunidade de diferentes pessoas e diferentes iniciativas se reunirem.

Diversas vezes pessoas se reúnem para praticar Yoga e Tai Chi Chuan, muitos professores levam seus alunos à agrofloresta para darem aula de biologia, paisagismo, urbanismo e ecologia, grupos se reúnem embaixo das árvores para fazerem reuniões de trabalho, pais levam diariamente seus filhos para passear, dentre outros frequentadores.

O Coletivo Re-Ação Agroecológica não possui acesso à água para irrigação. Preocupado com a questão hídrica no DF e observando que muita água corria nas calçadas impermeabilizadas quando chovia, canaletas e bacias de infiltração de água foram construídas ao longo da agrofloresta para conter a água e permitir que ela se infiltre, reabastecendo os lençóis freáticos (Figura 10). Hoje, quando chove muito, a água que iria para os bueiros das ruas abaixo da agrofloresta, e por vezes causava enchentes, é canalizada para dentro da agrofloresta e com muita facilidade penetra no solo e desaparece, pois a área é toda arborizada e o solo coberto com matéria orgânica e cheio de vida tornou-se muito poroso e permeável.

Figura 15.10 – Canaletas e bacias de infiltração de água da chuva, construídas ao longo da calçada, orientando a água para dentro da agrofloresta.

Fonte: Coletivo Re-Ação Agroecológica, 2017.

Os participantes organizam mutirões de plantio entre outubro e dezembro, e no restante do ano promovem mutirões de colheita, manejo e cuidados gerais. A cada semestre se reúnem para planejar os dias de mutirão que ocorrem, via de regra, mensalmente. Contudo, por vezes, até de 15 em 15 dias o grupo se reúne no local. Alguns participantes vão periodicamente, sozinhos,

para manejar também, sem depender do coletivo. Algumas famílias adotam um canteiro e cuidam dele durante o ano.

A agrofloresta está localizada em área pública, aberta, e recebe muitos visitantes. Periodicamente, é feita a manutenção de cartazes e placas ao longo das áreas plantadas para orientar os visitantes. Alguns transeuntes colhem sem dar satisfação aos participantes. Contudo, o grupo não se incomoda, pois partilhar é uma bênção. Todos os participantes do coletivo colaboram na arrecadação de insumos e mudas para os plantios. Muitos possuem minhocários e composteiras em seus apartamentos e levam o adubo feito domesticamente com os restos de alimentos da cozinha.

Brasília possui muitas árvores, e muitas sementes que são plantadas são provenientes da coleta de vários colaboradores. Quando alguma árvore é cortada pela prefeitura nas proximidades, o coletivo recolhe a madeira e as folhas para delimitação e cobertura dos canteiros (Figura 11).

Figura 15.11 – Pitangueira plantada com uso de madeira e folhas cortadas pela prefeitura local como cobertura do solo.

Fonte: Coletivo Re-Ação Agroecológica, 2016.

Promover agroflorestas em áreas urbanas é uma grande oportunidade. Nelas, aprendemos todos os dias a importância da biodiversidade e que, na natureza, os diferentes se complementam, multiplicando suas potencialidades. Ao promovermos agroflorestas, aprendemos que podemos ser positivos; agentes promotores de vida e abundância; atraímos fauna e flora e, a cada momento, interagimos com o ambiente em prol da harmonia entre todos. Crianças de todas as idades se encontram e dissertam sobre a beleza do mundo fora dos espaços individualizados e sobre a potência que temos enquanto coletivo de mudar nossa própria realidade.

10 passos para criar sua agrofloresta comunitária

1 – Encontre um espaço. Pode ser uma praça, um quintal, um terreno baldio ou até mesmo uma laje.
2 – Converse com as pessoas. Visite as hortas que já existem, converse com vizinhos e consulte pessoas com experiência.
3 – Seja curioso, busque conhecer diferentes plantas e como elas interagem entre si. Esteja aberto para aprender.
4 – Use mapas. Desenhe sua horta ou agrofloresta, imagine como gostaria que ela fosse e faça um planejamento do que precisa para fazê-la.
5 – Mão na massa. Chame um mutirão de gente que quer trabalhar, colocar a mão na terra e conhecer novas pessoas.
6 – Cuide do espaço. Sua agrofloresta precisará ser regada, receber atenção periódica, ser adubada e manejada a cada mês.
7 – Dê tempo ao tempo. Entenda e interaja com sua horta. Cada planta terá seu tempo para crescer.
8 – Divulgue o que você fez e crie um diário de plantio com as atividades feitas e que serão feitas.
9 – Celebre a abundância. Festeje as conquistas com todos aqueles que ajudaram.
10 – Divirta-se, aproveite, experimente e seja ousado.

Fonte: Autores.

15.7.2. Experiência 2: Quintal Agroflorestal Abaetetuba

Desde 2005, o Quintal Agroflorestal Abaetetuba, localizado no bairro do Jardim Botânico, em Brasília, vem sendo enriquecido e manejado sob uma perspectiva agroflorestal. O quintal, de 624 m^2, que começou periurbano em 2005 e em 2021 já estava imerso na matriz urbana devido à expansão da cidade, abriga 176 espécies de plantas, além de incalculáveis espécies de insetos, micro, meso e macrofauna do solo, aves, morcegos e répteis. O nome "Abaetetuba" provém do tupi, e significa "lugar cheio de gente boa".

Trata-se de um "respiro" em meio à destruição acelerada do Cerrado do entorno, que vem sendo ocupado por condomínios. Nesses condomínios, os terrenos são relativamente grandes e se esperaria um desejo de verde. Entretanto, o Cerrado dá lugar a construções em praticamente toda a área dos terrenos, o que resulta na impermeabilização do solo e perda de biodiversidade. No caso de algumas poucas exceções, quando muito, há um gramado e algumas fruteiras esparsas.

No Quintal Agroflorestal Abaetetuba, plantio e manejo (principalmente poda e cobertura do solo) são realizados com o objetivo de ocupar tridimensionalmente todo o espaço, observando-se o encaixe entre plantas de diferentes estratos, visando acelerar a sucessão das espécies. Busca-se o máximo acúmulo de água tanto na parte aérea quanto no solo, o que se reflete na temperatura amena da casa mesmo nos dias de maior calor.

Trata-se de um quintal dinâmico e pulsante de vida, sujeito a manejo intenso e, portanto, cada dia diferente na evolução do sistema agroflorestal, no sentido de maior quantidade e qualidade de vida consolidada.

Em se tratando de uma área particular, o quintal proporciona uma intimidade ímpar dos habitantes e frequentadores da casa com cada ser que nele vive (plantas, animais e microrganismos), constituindo espaço de aprendizado constante, não somente sobre as plantas e seu ecossistema, mas também numa perspectiva de evolução pessoal, já que os fenômenos e relações que se estabelecem no quintal são uma metáfora de todas as outras dimensões da vida humana em sociedade, por exemplo, quando se observa os ritmos diferentes de cada planta que, assim como as pessoas, devem ter seu ritmo respeitado.

A manutenção do quintal é feita, no dia a dia, pela moradora, com a contratação eventual (em média quatro vezes por ano) de serviço externo de poda com motosserra e a realização de dois ou três mutirões anualmente.

Por se tratar de uma "vitrine" e por estar localizado dentro da cidade, há uma grande preocupação com a dimensão estética, utilizando-se o belo como referência para o manejo. O resultado positivo pode ser demonstrado pela demanda do quintal como espaço cênico para produção de filmes, ensaios fotográficos e eventos de arte e cultura.

Ao construir uma casa ou jardim particular, não existe, de maneira geral, na nossa cultura brasileira, nenhum compromisso com a dimensão estética das cidades.

Poucos se sentem responsáveis por deixar a cidade mais bonita e harmônica, e cada um constrói e decora conforme seu próprio senso estético pessoal, sem diálogo algum com o entorno urbanístico e arquitetônico nem preocupação com o desfrute da beleza pelos outros moradores do bairro ou da cidade. A construção de muros imensos formando ruas na forma de corredores de concreto é a demonstração cabal dessa visão de cidade.

Ainda que não assegure toda a demanda alimentar da família, o quintal abastece de forma significativa parte dessas necessidades, principalmente em termos de verduras e frutas, com autonomia em chás e temperos.

Existem hoje no quintal 28 espécies de fruteiras, sendo 17 em produção: abacate, acerola, banana-prata-antiga, banana-prataçã, cereja-do-cerrado, biribá, café, goiaba, graviola, ingá-de-metro, jabuticaba, jaca, limão-galego, mamão, manga, pitanga e pitaya. As demais ainda são muito jovens ou não se adaptaram bem às condições locais, fornecendo, entretanto, outros serviços como beleza e diversidade, além de cumprirem finalidades pedagógicas (sobre como não fazer), por exemplo, o açaí, o cupuaçu, o figo, entre outras.

Existem, ainda no quintal, 33 espécies de árvores e arbustos, sendo 24 nativas do Cerrado. As campeãs em termos do número de indivíduos são o ipê-roxo e a amora. O ipê-roxo porque existe no quintal um ipê adulto enorme que, todo ano, dispersa milhões de sementes, e algumas são deixadas para se tornarem jovens. A amora, por ter sido plantada abundantemente devido à facilidade de se obter o material para plantio (estacas).

Vivem no quintal 26 espécies de plantas comumente conhecidas como medicinais e aromáticas, sendo as mais abundantes e utilizadas pelos moradores: o guaco, o capim-limão, a cúrcuma, a alfavaca, a babosa, o boldinho e o crajiru.

Além das frutas, há no quintal, atualmente, 18 outras espécies de plantas alimentares transitórias e efêmeras. O quintal é praticamente todo sombreado e as plantas alimentares de ciclo curto, como grãos e raízes que exigem uma grande quantidade de luz para se desenvolverem, não encontram mais ambiente propício para produzirem. Há poucos indivíduos de cada espécie desse grupo, que ainda assim são plantados e mantidos com a finalidade de se ter um quintal mais bonito e diverso, assim como para uso pedagógico, propiciando a experimentação e aprendizado sobre como as diferentes espécies se desenvolvem em diferentes situações. Ainda assim, alguns alimentos desta categoria já frequentaram e/ou frequentam de forma significativa as refeições da casa, como a abóbora, a couve, a mandioca, o maracujá, o ora-pro-nóbis, a taioba (Figura 12) e o tomate-cereja. Cúrcuma, taioba e helicônias povoam grande parte do estrato baixo do quintal, definindo sua fisionomia (estética).

Figura 15.12 – Taioba no Quintal Agroflorestal Abaetetuba. Note a presença de cobertura vegetal morta sobre o solo.

Fonte: Autores.

Por princípio, não se retira nenhum indivíduo que chega por dispersão natural (vento, aves, morcegos), a menos que se tenha um motivo concreto de manejo visando ao aumento da quantidade de vida consolidada, assim como de produção de alimentos e medicinais. Quando o solo é bem coberto, as sementes vingam, portanto, a regeneração natural é bastante intensa e evidente. E no Quintal Agroflorestal Abaetetuba, o solo é mantido permanente e completamente coberto por uma camada densa de material de poda picado e organizado. Nele prosperam, além das sementes dispersas pelo vento e pelos animais, também uma infinidade de organismos que vivem no solo, como larvas de insetos, minhocas, fungos etc. (Figura 13).

Figura 15.13 – Diversidade de organismos no Quintal Agroflorestal Abaetetuba: a) fungos; b, c) insetos, de diferentes espécies e estágios.

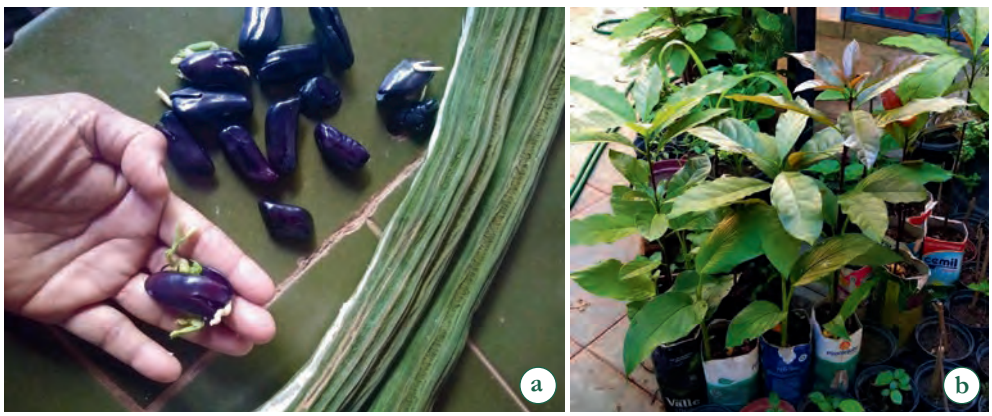
Fonte: Autores.

Mantendo-se o máximo de biodiversidade, aumenta-se o equilíbrio e a resiliência do sistema. Portanto, neste quintal, não é utilizado nenhum tipo de pesticida nem adubo químico. A adubação se resume a um pouco de esterco curtido, composto e/ou *bokashi* (cerca de seis sacos por ano) no momento do plantio e, de vez em quando, em adubação de cobertura somente das plantas alimentícias.

A biodiversidade também é dada pelas 71 espécies que não se enquadram em nenhuma das categorias acima. São ervas e arbustos espontâneos, e/ou tipicamente ornamentais (ainda que todas as plantas sejam ornamentais quando manejadas para tal finalidade), desde orquídeas até a flor-de-leopardo, passando pela maria-sem-vergonha e a mamona. Algumas são utilizadas para cobertura do solo por meio de podas regulares. Certas espécies possuem poucos indivíduos, como as orquídeas, o hibisco-rosa, o gerânio, a crotalária ou o margaridão-branco, enquanto outras se espalham em algumas regiões do quintal, como a guiné, as helicônias, as aráceas, a espada-de-são-jorge e o joão-gomes.

Um dos aspectos mais marcantes também é a produção de material para plantio em outros lugares. Do quintal já saíram incontáveis sementes, mudas, estacas e rizomas que foram plantados em agroflorestas em diversos locais do DF e em projeto no Alto Rio Doce (MG). E assim, o quintal se expande e se multiplica (Figura 14).

Figura 15.14 – a) sementes de ingá-de-metro (*Inga edulis*); b) mudas de abacateiro (*Persea americana*).



Fonte: Autores.

A diversidade de vida ou biodiversidade, assim como o vigor e aspecto de vitalidade é o que mais impressiona os visitantes e pessoas que participam de atividades, como oficinas, vivências ou mutirões. Muitas pessoas que participam desses espaços coletivos de troca e aprendizagem se sentem estimuladas a iniciarem seus próprios plantios quando percebem que é possível, num terreno urbano relativamente pequeno, fazer uma agrofloresta altamente diversa, produtiva e bela.

15.7.3. Experiência 3: Agrofloresta no entorno da cidade: geração de alimento, solidariedade e serviços ambientais

A experiência que será relatada a seguir trata da recuperação de áreas degradadas e produção de alimentos por meio de agrofloresta, com bases agroecológicas, localizada aproximadamente a 30 km do centro de Brasília. Com um relevo acidentado e solos degradados, histórico de queimadas e superpastejo, a área tem sido cuidada, há 10 anos, numa perspectiva agroflorestal, e é notória a transformação do lugar (Figura 15).

Figura 15.15 – Evolução de uma área degradada convertida em sistema agroflorestal: a) condição inicial da área degradada (2010); b) sistema agroflorestal desenvolvido na mesma área (2021).

Fonte: Autores.

Árvores foram plantadas ao longo da estrada, especialmente ao redor das bacias de infiltração distribuídas para recolher as águas pluviais da estrada, evitando erosão e mantendo, portanto, a qualidade da via (Figura 16).

Figura 15.16 – a, b) bacias de infiltração vegetadas na beira da estrada.

Fonte: Autores.

Em áreas de mais fácil acesso são implantadas agroflorestas com grande diversidade de espécies:

- espécies agrícolas, como hortaliças (incluindo as PANC – plantas alimentícias não convencionais), milho, mandioca, mamão, banana;
- árvores frutíferas (como limoeiro, laranjeira, mexerica, pinha, abacateiro, mangueira, pupunheira, pitangueira, acerola, graviola, cacau, café, araçá, biribá, jatobá, jaqueira, goiabeira, cajazeira etc.);
- árvores para poda (como ingazeira, urucum, aroeira-pimenteira, saboneteira, amendoim-bravo, amendoeira, mutamba, eucalipto etc.); e
- árvores para compor a biodiversidade (como ipê, aroeira-verdadeira, baru, tamboril, sapucaia, jaracatiá, jerivá, gueroba, xixá, pau-rei, paineira, ingá, jequitibá, araçá etc.).

Aqui, por se tratar do bioma Cerrado, procuramos plantar espécies que permanecem vigorosas no período seco, que geralmente é de seis meses. Dentre elas estão as espécies-chave: feijão-guandu, algodão-arbóreo, chaya, mutamba, leucena, ingá-feijão, cajá-mirim (Figura 17).

Figura 15.17 – Áreas de plantio agroflorestal na Ecovila Aldeia do Altiplano, no Distrito Federal: a) horta, com presença de bananeiras; b) horta, com presença de plantas ornamentais; c) espécies arbóreas já formando sombra; d) árvores já grandes na paisagem da agrofloresta.

Fonte: Autores.

15.8. CSA – Comunidade que Sustenta a Agricultura

A proximidade com os centros urbanos favorece o estreitamento de laços entre agricultores e apoiadores da atividade produtiva, não mais consumidores, mas parceiros, chamados coagricultores. Esse sistema de organização é conhecido como CSA (Comunidade que Sustenta a Agricultura). No Distrito Federal, há mais de 40 grupos de CSA.

Trata-se de uma abordagem de economia solidária, em que a parceria é estabelecida entre quem produz alimentos e quem deseja apoiar a atividade e se alimentar de alimentos de qualidade, sem tóxicos, conhecendo sua procedência, como, onde e por quem é produzido. Transcende-se a lógica de mercado, a cultura do apreço supera a cultura do preço.

Uma parceria entre quem produz e quem apoia a produção, com fidelização por um período determinado (pode ser um semestre), em que os coagricultores se comprometem a pagar pelos custos de produção, e o(a) agricultor(a) a produzir alimentos de qualidade, com responsabilidade social e ambiental de todos.

Geralmente, a entrega das cestas é semanal, com determinado número de itens a combinar, dos alimentos da safra, ou seja, que produzem bem no período. Sem o uso de embalagens, os coagricultores, que geralmente moram próximo ao agricultor ou do ponto de distribuição das cestas, levam para sua casa alimentos frescos, saudáveis, saborosos e, inclusive, passam a conhecer alimentos novos e a prepará-los. Esses aprendizados acontecem no grupo a partir do compartilhamento de conhecimentos entre todos.

O poder público, ao acolher esse movimento no qual o(a) cidadão(ã) se envolve neste grupo auto-organizado, cujas colas são solidariedade, compromisso e cooperação, estimula o exercício da cidadania, o fortalecimento da economia local, e a adoção de uma postura cooperativa e responsável. Com essa característica de Comunidade de Aprendizagem, uma CSA promove saúde, educação ambiental, disseminação dos conhecimentos.

15.8.1. Coagricultor coloca em prática, próximo ao prédio, em Brasília, onde mora, seus conhecimentos sobre agrofloresta adquiridos na CSA: um exemplo de aprendizagem e replicação.

Peter Faluhelyi, um coagricultor, levou os conhecimentos adquiridos em sua vivência na CSA para a área verde do edifício onde mora, para o pátio da escola onde era professor de Física (recém-aposentado), e para a área verde da escola de remo onde frequenta (Figura 18).

Segundo Peter, trata-se da "formação de um jardim agroflorestal em pequena escala em área urbana, de 8 a 12 m na área verde de um bloco residencial, com disposição geométrica circular com uma coroa circular externa plantada com leguminosas e arbustos adaptados ao Cerrado. Também tem uma diversidade de espécies de flores que respondem ao solo ácido e mais pobre em nutrientes. O solo mudou sua cor e sua permeabilidade: de amarelo e bem duro para marrom mais escuro em que se pode enfiar uma pá de jardim até 15 cm para dentro facilmente. Usei folhas caídas de mangueiras, pau-ferro, guapuruvu, e outras ainda que estou identificando".

Figura 15.18 – Jardim agroflorestal implantado por coagricultor em área urbana.

Fonte: Peter Faluhelyi.

15.9. Estética, lazer e saúde mental

São incontáveis os relatos de melhoria da saúde mental, de bem-estar e de sentimento de alegria e pertencimento proporcionados pelo plantio e manejo de agroflorestas. Estudos científicos

revelaram que as plantas liberam, na evapotranspiração, fitormônios que simulam os hormônios que causam bem-estar (dopamina, ocitocina, serotonina e endorfina). Com base nesse conhecimento, os japoneses criaram a ideia de "banho de floresta", situação em que as pessoas vão à floresta "respirarem" esses fitormônios. A prática agroflorestal tem revelado que esse efeito pode ser amplificado quando, além do simples desfrute, aumentamos nossa interação com as plantas por meio do plantio, do manejo, da colheita e da alimentação.

Nos últimos anos, temos vivido crises de abastecimento, o aumento do preço dos combustíveis, alta da inflação. São muitos os relatos de pessoas que começaram ou aumentaram suas pequenas hortas em casa, em pequenos espaços para, muito mais que tentar garantir uma boa colheita, buscar refúgio e sanidade mental aumentando sua conexão com a natureza. E que poder tem uma simples planta em uma sala, trazendo leveza, harmonia, aroma e bom ar para o lar.

No cotidiano, muitos vão a academias fechadas gastar (desacumular) energia e calorias. Enquanto isso, outros tantos estão cada vez mais buscando atividades ao ar livre e, por que não, plantar e manejar agroflorestas na cidade, seja em áreas públicas, seja em seu próprio quintal. Além de servir como atividade física, quando realizado coletivamente, serve como lazer compartilhado, proporcionando a sensação boa de estar contribuindo com a saúde do planeta.

> O senso estético agroflorestal parte da profunda compreensão de que o mundo é um organismo complexo e que precisamos fazer parte dele, buscando formas de convivência.

Agroflorestas se tornam refúgio para insetos, pássaros, calangos e outros animais, mas muitas pessoas não gostam de insetos. Pássaros se alimentam de insetos e sem eles os pássaros e outros animais não sobreviveriam. Se queremos menos insetos, podemos plantar mais árvores e criar o habitat ideal para propagação dos pássaros. A agrofloresta propicia, portanto, a oportunidade de refletir sobre a organicidade da vida e o papel de cada espécie nessa grande teia da qual fazemos parte.

É incrível como um pé de manga consegue atrair tanta gente para desfrutar dos seus deliciosos frutos. As iniciativas de agricultura urbana, de forma geral, também incomodam algumas pessoas por acharem que essas iniciativas atraem "pessoas estranhas". Muitas vezes são transeuntes que param para desfrutar, outras vezes são moradores de rua procurando algo para comer. A questão é discutirmos, enquanto sociedade, o que entendemos por cidade. Um espaço agregador que contribui para reunir pessoas e criar tolerância diante de uma sociedade tão heterogênea ou um espaço para se reproduzir a segregação, a discriminação e a falta de tolerância. Quando se planta e maneja agroflorestas de forma coletiva, é necessário abrir mão, negociar, encontrar os caminhos comuns possíveis, criar um senso estético partilhado e esses são exercícios sociais que contribuem para a construção de sociedades mais pacíficas e harmônicas.

Os espaços públicos de agricultura urbana desafiam as pessoas a ver o outro como igual, parte de uma mesma sociedade, e buscar formas criativas de torná-la de todos. A fonte de grande parte das doenças é sentir-se só. Com a prática da agrofloresta nos espaços públicos urbanos, passamos a fazer parte de uma comunidade e isso é curador. Para isso, precisamos ressignificar o que entendemos por cidade e reinventar o senso estético, superando o padrão higienista da cidade e de suas áreas verdes.

As transformações que acontecem no ambiente natural contribuem e são um reflexo das transformações que acontecem dentro de cada pessoa que se propõe a participar da vida de uma agrofloresta. Plantar e manejar agroflorestas nos mostra tanto a nossa enorme capacidade de criar quanto nossas limitações para controlar o desenvolvimento da vida. Nem sempre as coisas saem como previstas e essa percepção aumenta a nossa flexibilidade e resiliência diante dos desafios da vida. Fazer agrofloresta é um trabalho espiritual que nos desafia a nos tornarmos mais humanos, solidários e cooperativos, enfim, a nos tornarmos melhores, que é o objetivo de todo trabalho espiritual.

A agrofloresta como espaço, local e situação de cura, desfrute e lazer vem ganhando espaço e, ao mesmo tempo que exige uma mudança de olhar sobre o que é o belo, conquista os corações e estômagos com a abundância de alimentos que é capaz de proporcionar. A transformação sobre a concepção do que seja belo tem também o poder de provocar reflexões profundas sobre o uso do espaço público e o papel de cada um, com sua moradia privada, em contribuir para que a cidade seja mais bela e sustentável.

15.10. Políticas públicas de apoio e fomento às agroflorestas urbanas e periurbanas

A seguir, listamos algumas ações importantes relacionadas a políticas públicas visando ao apoio e ao fomento às agroflorestas urbanas e periurbanas:

- ***Fortalecimento do arcabouço jurídico*** nacional, estaduais, distrital e municipais que fortaleça e facilite a implantação, manejo e escoamento da produção oriunda da agricultura urbana e periurbana;
- ***Lançamento de editais, prêmios, capacitação técnica*** e facilitação do acesso a insumos para viabilizar projetos de agricultura urbana e periurbana;
- ***Programas de compras públicas e aquisição de alimentos***: PAA (Programa de Aquisição de Alimentos), PAPA-DF (Programa de Aquisição da Produção da Agricultura), PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar), fomentando e viabilizando economicamente as iniciativas de agricultura urbana e periurbana;
- ***Organização de cadeias produtivas*** desde viabilizar material de plantio até estimular o beneficiamento do produto final para gerar retorno econômico e viabilizar cadeias produtivas locais e mais sustentáveis;
- ***Regulamentação, espaço e infraestrutura para projetos de agricultura urbana, feiras e centros comunitários***. Torna-se imprescindível a regulamentação da atividade de agricultura urbana em cada município, para que os coletivos busquem regularizar seus projetos e possam buscar apoio público e privado (editais, parcerias, patrocínios) para consolidar e ampliar suas atividades. É importante que a regulamentação não seja restritiva e possa abarcar os mais diferentes formatos de projetos e ações, e facilite o acesso aos espaços públicos e privados ociosos da cidade. As feiras fortalecem a ligação entre campo e cidade pela venda direta de produtos pelos agricultores;
- ***Legislação que facilite e fomente o uso de tecnologias sociais*** como a captação de água da chuva, uso de painéis fotovoltaicos e o tratamento permacultural dos resíduos orgânicos domésticos (bacia de evapotranspiração, biocompostagem etc.). No Cerrado, por conta da sazonalidade das chuvas, é importante o acesso à água para o cultivo de

agroflorestas produtivas. Contudo, a água tratada da cidade saliniza o solo, e o custo da água em áreas urbanas é muito caro;

- ***Assistência técnica*** oficial por parte dos órgãos de pesquisa e extensão rural;
- ***Apoio e organização de um sistema para disponibilização do material obtido com as podas urbanas***. O material triturado de podas das árvores urbanas é muito valioso e deve ser aproveitado localmente da melhor maneira possível. Encaminhar este material para as áreas agroflorestais na cidade e para agricultores do entorno favorece bastante a fertilidade do solo e o desenvolvimento das plantas. Realizar um cadastro de agricultores que fazem agroflorestas, ou organizados para iniciarem seus plantios é muito importante para facilitar a ***distribuição do material triturado***, bem como articular essa rede, promovendo a ***troca de experiências***;
- A ***disponibilidade de sementes e mudas é fundamental*** para viabilizar a implantação de agroflorestas e o plantio de árvores em geral. Assim, é importante mecanismos de incentivo e fortalecimento de redes de coletores, locais de distribuição, feira de trocas de sementes, ou seja, estratégias para que quem queira plantar árvores possa ter sementes e mudas no momento adequado de plantio (no início do período chuvoso). Apoio aos viveiros comunitários;
- ***Fortalecimento dos espaços colegiados como o Consea*** (Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional), com participação efetiva da sociedade civil e implementação das políticas, planos e projetos construídos e negociados no âmbito desses colegiados;
- ***Difundir informações, promover campanhas e atividades de capacitação, e estimular plantios agroflorestais em espaços urbanos*** promove uma nova mentalidade de sustentabilidade e compromisso da cidade com a natureza, em que se valorizam as áreas verdes arborizadas, a matéria orgânica e um solo vivo e poroso;
- ***Estimular agroflorestas nas escolas e nos bairros***, promover cursos de formação e campanhas de conscientização;
- As políticas públicas de educação e manutenção das árvores pelo órgão responsável por plantios, podas e manutenção de áreas públicas devem ***facilitar e estimular o plantio das árvores*** e não aumentar os entraves e as dificuldades, a pretexto de facilitar a manutenção.

15.11. Considerações finais

Podemos concluir que as agroflorestas podem e devem ser disseminadas nas áreas urbanas e periurbanas, já que prestam serviços ambientais essenciais, como abrigar a biodiversidade, aumentar a resiliência a eventos extremos, facilitar a infiltração de água no solo contribuindo com a recarga dos aquíferos e mitigar os efeitos das mudanças do clima. As Agroflorestas podem constituir excelentes corredores verdes ecológicos permitindo o fluxo genético e a proteção de mananciais hídricos. Afinal, as cidades não podem se eximir de cuidar da natureza e dos serviços ambientais, os quais, afinal de contas, melhoram a qualidade de vida dos cidadãos.

As experiências descritas evidenciam o potencial das agroflorestas urbanas e periurbanas em contribuir com a segurança alimentar e nutricional, promover encontros entre diferentes

pessoas que, trabalhando juntas, participam da construção de uma sociedade mais justa, solidária e cooperativa a partir da ressignificação do papel das áreas verdes e dos espaços ociosos da cidade.

Se sentir parte de uma comunidade e trabalhar com a terra, observando o ciclo das plantas e praticando o cuidado com a vida, contribuem enormemente para o bem-estar e a felicidade, reduzindo a ansiedade e depressão. A agrofloresta revela-se uma excelente aliada para a promoção da saúde mental, pois melhora a autoestima, traz esperança na realização dos frutos e ajuda no sentimento de pertencimento, de fazer parte, de participar do ciclo da vida. As agroflorestas, ao embelezarem as cidades, contribuem para uma nova percepção sobre o belo e sua relação com a sustentabilidade.

Os maiores desafios são de natureza cultural. É necessária uma mudança de olhar para ver a beleza da cobertura do solo com matéria orgânica assim como a superação da *biofobia*, do medo da diversidade de vida, principalmente dos insetos e dos bichos do solo, mas também das aves, répteis, anfíbios, aranhas, que causam tanto nojo e medo, mas são tão fundamentais para a sustentação da vida em nosso planeta.

As perguntas que ficam no ar são: as políticas públicas estão dando suporte e acompanhando a evolução da relação entre as pessoas e a natureza, as iniciativas e projetos de agroflorestas urbanas e periurbanas? A legislação atual estimula ou dificulta a disseminação de agroflorestas nas áreas urbanas e periurbanas?

Neste capítulo, sugerimos algumas recomendações para políticas públicas que poderiam dar suporte e estimular a disseminação e implantação de agroflorestas nas áreas urbanas e periurbanas e, assim, promover a melhoria ambiental das cidades, além de vários benefícios sociais, culturais e estéticos.

15.12. Referência

[1] Capra, Fritjof. Ecoliteracy: The Challenge for Education in the Next Century. Liverpool Schumacher Lectures; 20 Mar 1999; Berkeley: Center for Ecoliteracy; 1999.

15.13. Leituras e material sugerido

Corrêa Neto NE, Messerschmidt NM, Steenbock W, Monnerat PF. Agroflorestando o mundo de facão a trator: gerando práxis agroflorestal em rede. Barra do Turvo; 2016.

Miccolis A, Peneireiro FM, Marques HR, Vieira DLM, Arco-Verde MF, Hoffmann MR, Rehder T, Pereira AVB. Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: ISPN/ICRAF; 2017.

Rebello JFS, Sakamoto DG. Agricultura Sintrópica segundo Ernst Götsch. Alto Paraíso de Goiás: Edições Aguará; 2022.

Steenbock W, Vezzani FM. Agrofloresta: aprendendo a produzir com a natureza. Curitiba; 2013.

Abaetetuba: um quintal agroflorestal cheio de gente boa! [Vídeo]. Direção: Helena Maria Maltez. YouTube; c2020? [acesso 27 nov. 2024]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=sTHbo9dPtkc

Regeneração: produção e manejo agroflorestal. [Vídeo]. Participação: Fabi Peneireiro, Eurico Vianna. YouTube; c2021? [acesso 27 nov. 2024]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ag8bcM8ntvw

Agroflorestar: semeando um mundo de amor, harmonia e fartura. [Vídeo]. Produção: Amorim Filmes. YouTube; c2019? [acesso 27 nov. 2024]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=rU9W_FBHwvA

PARTE 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 optmize 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 16

MAPEAMENTOS FITOGEOGRÁFICOS, PEDOLÓGICOS E USO E COBERTURA DA TERRA

Por Anderson Sandro da Rocha, Sidney Kuerten, Juliane Regina Becker, Ricardo Franco Trudes de Mattos e Eder Renato Merino

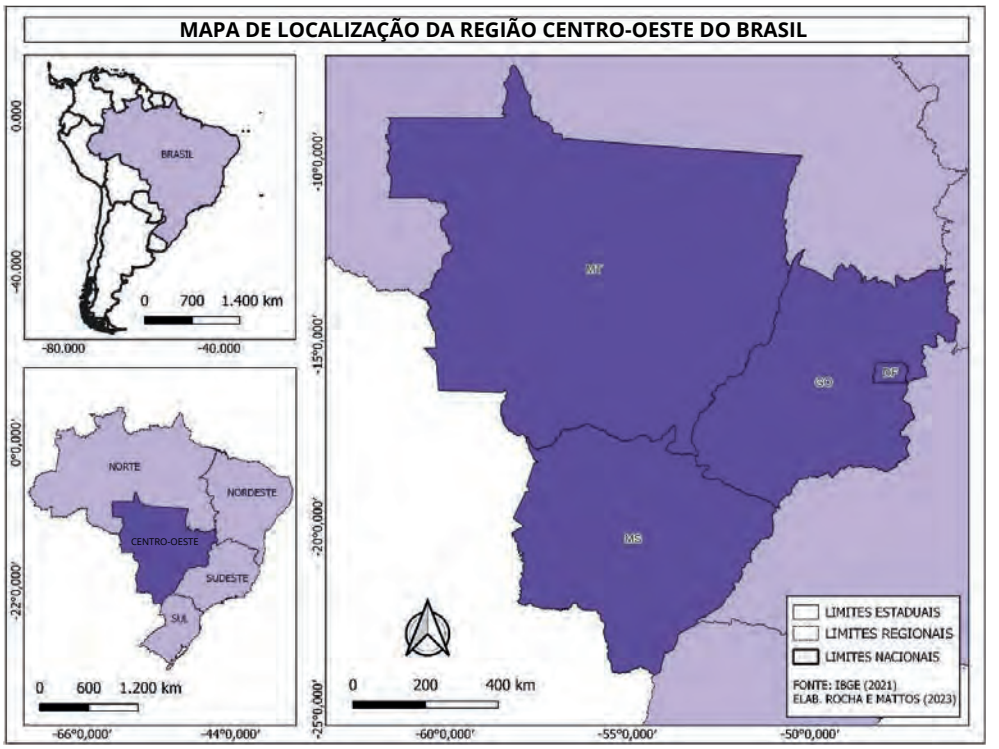
16.1. Destaques deste capítulo

1. A região Centro-Oeste abrange 1,6 milhão de km² (18% do Brasil) e cerca de 16 milhões de habitantes, com maior população em Goiás e destaque para o Distrito Federal pela densidade;
2. A região reúne Cerrado, Pantanal e porções da Amazônia e Mata Atlântica, predominando a vegetação savânica, além de florestas estacionais, ombrófilas e savanas-estépicas;
3. Os planaltos, chapadas, depressões e a planície pantaneira formam um mosaico de relevo que influencia a biodiversidade, os recursos hídricos e o uso do território;
4. Predominam Latossolos, Neossolos e Argissolos nos planaltos, enquanto Planossolos e Gleissolos marcam o Pantanal. O uso agropecuário é dominante, seguido por florestas e formações naturais;
5. A expansão agrícola e urbana pressiona a biodiversidade, mas os dados cartográficos e ambientais reunidos fornecem base estratégica para políticas de conservação e arborização urbana.

16.2. Introdução

A região Centro-Oeste do Brasil compreende os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e o Distrito Federal, abrangendo uma área total de 1.606.354 km², que representa 18% do território nacional. De acordo com o último censo, 16.287.609 habitantes ocupam esta região, cerca de 8% do total do país [1]. O estado de Mato Grosso envolve a maior área territorial com 903.208 km², enquanto o estado de Mato Grosso do Sul compreende 357.142 km², o estado de Goiás 340.243 km² e o Distrito Federal 5.761 km². A maior população da região encontra-se no estado de Goiás com pouco mais de 7 milhões de habitantes. Nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul a população representa respectivamente 3,6 e 2,7 milhões de pessoas, com destaque também para a população do Distrito Federal, que embora ocupe um território pequeno apresenta uma grande população, com cerca de 2,8 milhões de pessoas.

Figura 16.1 – Localização da região Centro-Oeste do Brasil.



Fonte: Autores.

Em relação aos aspectos naturais, pode-se constatar que a região Centro-Oeste possui uma grande biodiversidade ambiental. Quanto às fitofisionomias, observa-se o predomínio da vegetação de savana ao longo dos três estados da região, assim como no Distrito Federal. Em menor proporção espacial, observa-se ainda a presença de florestas estacionais e florestas ombrófilas concentradas particularmente no estado de Mato Grosso, além de savanas-estépicas em Mato Grosso do Sul e diferentes zonas de contato vegetacional em ambientes de transição dos biomas regionais.

> A região se destaca pelas atividades pecuárias e agrícolas, com áreas ocupadas por pastagem para criação de gado e grandes produções de soja, milho e cana-de-açúcar. O Centro-Oeste também apresenta importantes áreas de exploração do ecoturismo e turismo rural.

O setor urbano abriga grandes regiões metropolitanas com destaque para as capitais Cuiabá, Campo Grande, Goiânia e Brasília. O estado de Goiás apresenta a maior malha urbana com área de 1.932 km². No estado de Mato Grosso, os espaços urbanos são equivalentes a 1.224 km², seguido por Mato Grosso do Sul, com total de 773 km² e pelo Distrito Federal que abrange 584 km² [2]. Essas áreas urbanizadas apresentam diferentes dinâmicas estruturais e ambientais e compreendem um amplo espaço para ampliação da arborização no Centro-Oeste do país.

16.3. Representação cartográfica e base de dados

Visando ampliar a representação cartográfica da região Centro-Oeste, foram elaborados mapas temáticos das unidades de vegetação, hipsometria, distribuição dos solos, bem como o uso e cobertura da terra em escalas estaduais e regionais. Os mapeamentos das unidades de vegetação foram realizados utilizando a base de dados do IBGE [3]. Inicialmente, foram selecionadas as informações das unidades de vegetação pretérita e secundária. As informações foram reclassificadas com auxílio do *software* QGIS. A reclassificação uniu as principais informações fitogeográficas com a representação da formação original e da vegetação secundária em dois níveis categóricos (Unidade e Subunidade de Vegetação).

O mapa hipsométrico foi produzido a partir de dados SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*; USGS, 2000) obtidos a partir do *site*, disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov/. As cenas foram inseridas em um banco de dados digital no *software* QGIS para gerar um mosaico que foi posteriormente recortado ao limite da área de análise com *datum* SIRGAS 2000. Foi utilizada a renderização de banda simples falsa-cor, com oito classes coloridas com a paleta de cores cpt-city/topography/sd-a.

Os mapeamentos pedológicos buscaram representar as ordens de solos no primeiro nível categórico de acordo com SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos) [4], utilizando da base de dados do BDIA (Bando de Dados de Informações Ambientais) [5]. Os arquivos vetoriais foram selecionados individualmente em cada estado e também no Distrito Federal e posteriormente categorizados em ordens de solos com uso do *software* QGIS.

Para a representação do uso e cobertura da terra regional, foram utilizadas as bases de dados da Rede MapBiomas [2], referente ao mapeamento de 2022 (Coleção 8) para representação cartográfica e para o cálculo de área. Os dados foram separados em classes de floresta, formação natural não florestal, agropecuária, área urbanizada, área não vegetada e corpos de água. Os limites políticos estaduais e regionais foram obtidos na base de dados territoriais do IBGE [6]. Esses dados políticos, em conjunto com os dados ambientais, serviram de base para as representações cartográficas e quantitativas dos aspectos fitogeográficos, pedológicos e de uso e cobertura da terra da região Centro-Oeste.

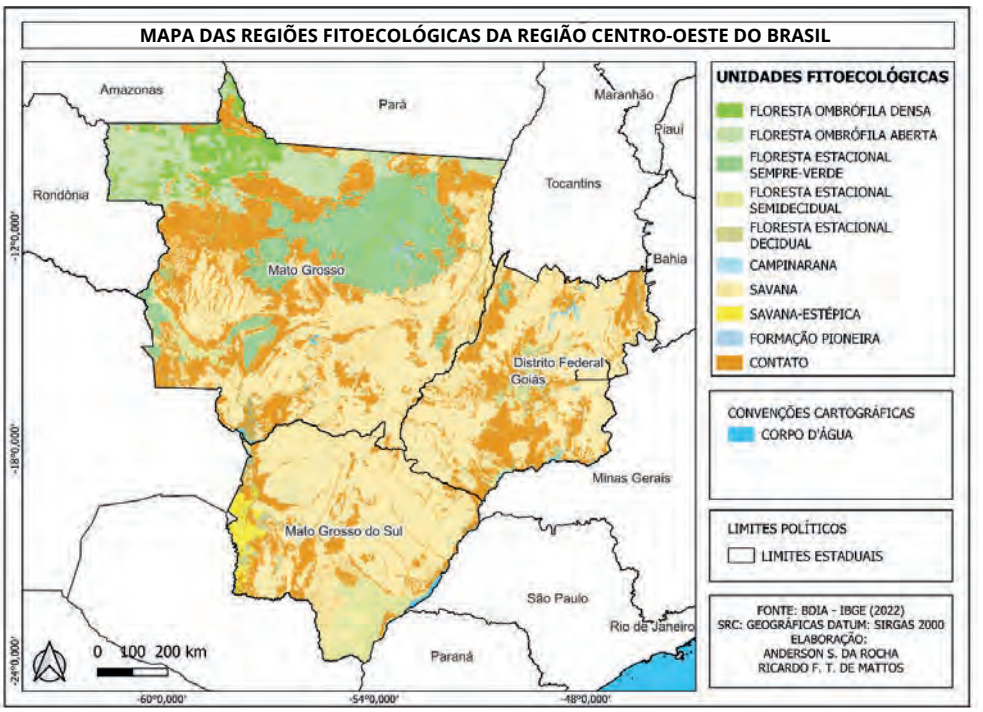
16.4. Mapeamento Fitogeográfico da região Centro-Oeste

O Centro-Oeste brasileiro compõe uma rica biodiversidade, especialmente associada à interação dos aspectos fitogeográficos, edafoclimáticos, hidrológicos e geomorfológicos. A região abriga os biomas do Cerrado, da Mata Atlântica e integralmente o bioma do Pantanal, tendo a unidade de vegetação predominante em Savana. Além desta, ocorrem Florestas Estacionais e Floresta Ombrófila em Mato Grosso e Savanas-estépicas na porção leste de Mato Grosso do Sul (Figura 2). Em termos gerais, as Savanas, denominadas no Brasil como Cerrado, abrangem 93% do território do Distrito Federal, cerca de 60% e 65% dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul e 31% de Mato Grosso (Tabela 1).

As Savanas compreendem mais de 7.000 espécies vegetais, sendo a proporção de herbáceas e lenhosas de 3:1 [7]. A Savana é conceituada como uma vegetação xeromórfica (espécies vegetais adaptadas a condições áridas e semiáridas), que ocorre sob distintos tipos de clima. No

Centro-Oeste, as Savanas ocorrem particularmente em solos do tipo Latossolos, Argissolos e Neossolos. Na região, podem ser evidenciados quatro subgrupos de formação: Florestada (Cerradão); Arborizada (Campo Cerrado, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso); Parque (Campo-Sujo-de-Cerrado, Cerrado-de-Pantanal, Campo-de-Murundus ou Covoal e Campo Rupestre) e Gramíneo-Lenhosa (campo espinhoso) [8].

Figura 16.2 – Mapa de Unidades Fitoecológicas da região Centro-Oeste do Brasil.



Fonte: Autores.

Nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, em função da variabilidade das condições edafoclimáticas, topográficas e hidrológicas, ocorrem domínios fitogeográficos específicos. Em Mato Grosso, observam-se importantes áreas de Floresta Estacional Sempre-Verde, abrangendo 17% do território, bem como a Floresta Ombrófila Aberta (compondo cerca de 12%) e a Floresta Ombrófila Densa (abrangendo 6% do total estadual) devido à sua proximidade com o Bioma Amazônico.

Tabela 16.1 – Distribuição original do Sistema Fisionômico-Ecológico dos estados da região Centro-Oeste.

Unidades Fitoecológicas e outras áreas	Mato Grosso do Sul		Mato Grosso		Goiás		Distrito Federal	
	Área km²	%	Área km²	%	Área km²	%	Área km²	%
Floresta Ombrófila Densa	0	0,00%	55.584	6,15%	0	0,00%	0	0,00%

(continua)

(continuação)

Unidades Fitoecológicas e outras áreas	Mato Grosso do Sul		Mato Grosso		Goiás		Distrito Federal	
	Área km²	%	Área km²	%	Área km²	%	Área km²	%
Floresta Ombrófila Aberta	0	0,00%	108.036	11,96%	0	0,00%	0	0,00%
Floresta Ombrófila Mista	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Floresta Estacional Sempre-Verde	0	0,00%	161.467	17,87%	2.000	0,59%	0	0,00%
Floresta Estacional Semidecidual	36.383	10,19%	16.947	1,88%	10.304	3,03%	0	0,00%
Floresta Estacional Decidual	5.501	1,54%	607	0,07%	9.238	2,72%	0	0,00%
Campinarana	0	0,00%	66	0,01%	0	0,00%	0	0,00%
Savana	233.059	65,28%	288.734	31,96%	206.757	60,79%	5.398	93,20%
Savana-Estépica	13.055	3,66%	295	0,03%	0	0,00%	0	0,00%
Estepe	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Formação Pioneira	10	0,00%	2.112	0,23%	9	0,00%	0	0,00%
Corpo d´água continental	4.032	1,13%	5.310	0,59%	3.237	0,95%	58	1,01%
Contato	64.955	18,19%	264.226	29,25%	108.566	31,92%	335	5,79%
Total	**356.996**	**100%**	**903.385**	**100%**	**340.110**	**100%**	**5.791**	**100%**

Fonte: Autores.

No extremo leste de Mato Grosso do Sul e sudoeste de Mato Grosso ocorre o bioma do Pantanal, um dos biomas mais importantes do país. O Pantanal caracteriza-se pela maior área inundável do planeta, formada por domínio fitogeográfico composto por ampla variedade de espécies. Em termos de domínio fitogeográfico ocorrem áreas compostas por Savana-Estépica e Savanas Florestadas, Savanas Gramíneas, Savanas Arborizadas, Formações Florestais e principalmente Vegetação com Influência Fluvial, além de diferentes zonas de contato [9].

O Pantanal pode ser caracterizado como uma planície formada principalmente por sedimentos recentes compostos por ambientes inundáveis e não inundáveis, onde ocorrem diferentes domínios vegetativos. A planície pantaneira apresenta grande diversidade fitogeográfica, visto que a área é zona de confluência de vários biomas, como o do Cerrado, da Amazônia, da Mata Atlântica e o do

Chaco. De acordo com as pesquisas recentes, a vegetação da planície sedimentar é um mosaico de aquáticas, campos inundáveis, florestas ripárias, savanas (cerrados), cerradão, floresta decidual, e uma grande parte de savanas e florestas pioneiras monodominantes [10].

Embora apresente uma biodiversidade única, o bioma do Pantanal tem enfrentado fortes pressões antrópicas, especialmente nas últimas três décadas.

A região vem sofrendo as consequências da expansão local da pecuária extensiva e das atividades agrícolas, praticadas especialmente nas áreas de planalto, que ocasionam grandes impactos ambientais nas áreas de planície do Pantanal [9]. De acordo com os dados do Projeto MapBiomas, entre 1985 e 2020, uma média de 150.957 km² foi consumida anualmente pelo fogo no Brasil, sendo que o Pantanal sofreu os maiores impactos, especialmente em 2020, quando registrou o maior índice de queimadas dos últimos 30 anos, totalizando mais de 40.000 km² queimados.

16.5. Aspectos do relevo da região Centro-Oeste

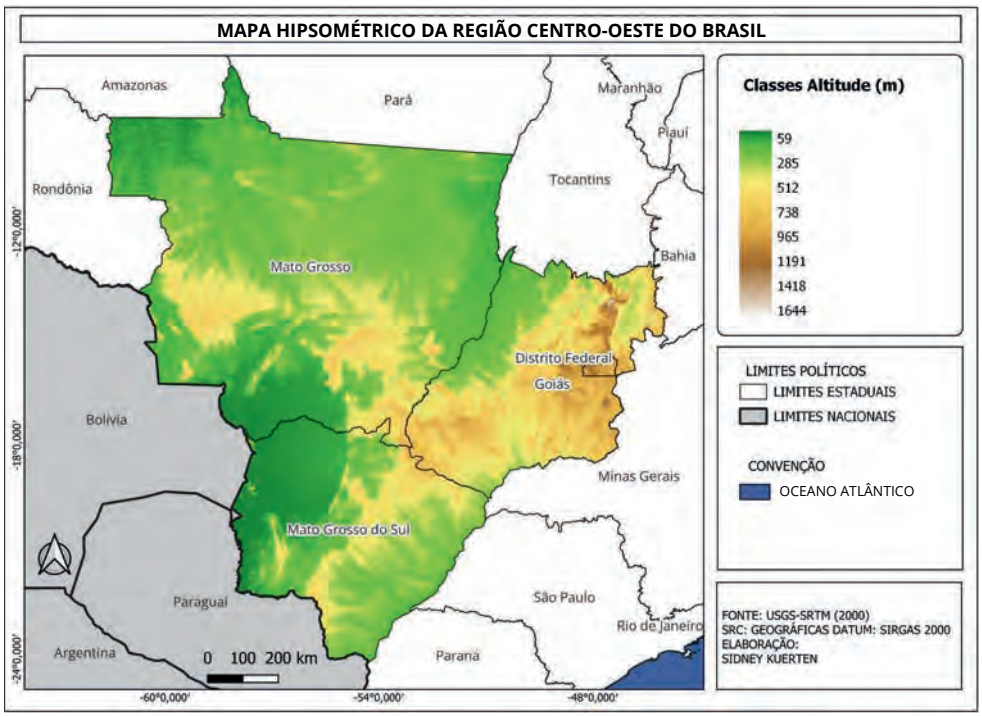
A região Centro-Oeste do Brasil possui uma diversidade impressionante de unidades de relevo que desempenham um papel fundamental na formação da paisagem desta vasta área do país. Podem ser encontradas extensas áreas de planaltos ondulados, além de serras, chapadas e uma das maiores planícies inundáveis do mundo, o Pantanal. As serras da Bodoquena (MS), dos Parecis (MT) e dos Pirineus (GO) são apenas alguns exemplos das formações montanhosas que adornam a paisagem, oferecendo não apenas beleza cênica, mas também importantes ecossistemas que abrigam uma rica biodiversidade. O mosaico de unidades de relevo não apenas define o cenário físico da região, mas também influencia o clima, a vegetação e a vida das comunidades que nesses estados habitam, tornando a região Centro-Oeste do Brasil única em sua diversidade geográfica.

Inicialmente as formas de relevo da região Centro-Oeste estão integradas no contexto dos Domínios Morfoestruturais (maior unidade de classificação do relevo), que engloba os fatos geomorfológicos resultantes de eventos geológicos somados a forças geotectônicas regionais sob o predomínio de classes de rochas dominantes. Em linhas gerais, as principais formas de relevo integram planícies em ambientes sedimentares recentes (quaternários), planaltos e chapadas presentes em bacias e coberturas sedimentares fanerozoicas (datadas entre os últimos 541 milhões de anos), além de serras, planaltos, depressões originadas em cinturões móveis e crátons (antigas porções da crosta terrestre submetidas preferencialmente a processos erosivos) neoproterozoicos (datados entre 1 bilhão e 541 milhões de anos). De acordo com o IBGE [11], predominam nesta região do país os planaltos (36,8%) e depressões (28,3%), seguidos por planícies (13,9%), patamares (9,2%), chapadas (7,2%) e serras (3,7%).

Mato Grosso e Mato Grosso do Sul abrigam a planície do Pantanal, com cotas topográficas que variam entre 80 e 150 metros acima do nível do mar, reconhecida como a maior área alagada do mundo. A planície pantaneira experimenta anualmente um período de inundação decorrente de um conjunto de fatores climáticos, topográficos e hidrológicos. Contrastando com essa vasta planície, encontra-se no coração do Pantanal a Morraria do Urucum, que se destaca pelas suas

formações rochosas ricas em minérios de ferro e manganês, com altitudes que chegam a ultrapassar 970 metros proporcionando vistas panorâmicas na região. Margeando a planície pantaneira ao sul, destaca-se a Serra da Bodoquena, uma cadeia montanhosa com altitudes que variam de 200 a 800 metros, formada por uma grande diversidade de rochas metamórficas e sedimentares que formaram inúmeras quedas-d'água e cavernas calcárias que atraem turistas do mundo todo. Adjacente à planície do Pantanal, a borda Planalto do Paraná marca os divisores de águas das bacias do Rio Paraguai (oeste) e Rio Paraná (leste), um limite topográfico com altitudes que ultrapassam 600 metros formando cânions, escarpas e amplos anfiteatros de erosão na cabeceira dos principais afluentes do Rio Paraguai (Figura 3).

Figura 16.3 – Relevo da região Centro-Oeste do Brasil. As cores verdes com baixas cotas topográficas integram principalmente planícies e depressões, enquanto as cores entre amarelo e marrom correspondem às cotas topográficas elevadas que perfazem os planaltos, chapadas e serras.



Fonte: Autores.

Ao norte de Mato Grosso, o relevo abrange a Depressão Sul-Amazônica seguida por planaltos e chapadas com altitudes entre 400 e 800 metros, dentre os quais se destacam a Chapada dos Parecis e dos Guimarães, nesta última se destacando as escarpas acentuadas recortadas por vales e cânions profundos com presença de cachoeiras e rios de águas cristalinas. O Planalto dos Guimarães pertencente à Bacia Sedimentar do Paraná, que se estende ao sul e avança para Mato Grosso do Sul, integra as paisagens que margeiam a planície pantaneira. Na região centro-leste do estado, a Serra do Roncador e a Serra dos Parecis compõem um subconjunto da Chapada dos Guimarães, com cotas altimétricas que variam entre 150 e 800 metros. A sudoeste, destaca-se a Província Serrana que abriga a Serra das Araras com um conjunto de relevo serrano de origem orogenética submetido à intensa erosão que resultou em ricas formas e estruturas de relevo

dobrado (do tipo apalachiano), atuando também como divisor de águas entre afluentes das bacias hidrográficas do Amazonas e do Paraná.

O estado de Goiás e o Distrito Federal exibem uma notável diversidade geomorfológica, caracterizada pela presença predominante de áreas degradacionais com planaltos entremeados por extensos compartimentos agradacionais que formam planícies e depressões de considerável magnitude. A região destaca-se pela presença de recursos hídricos significativos, abrangendo bacias hidrográficas de rios de importância crucial, como o Tocantins, Araguaia e Paranaíba, desempenhando um papel essencial no abastecimento de água e no desenvolvimento regional.

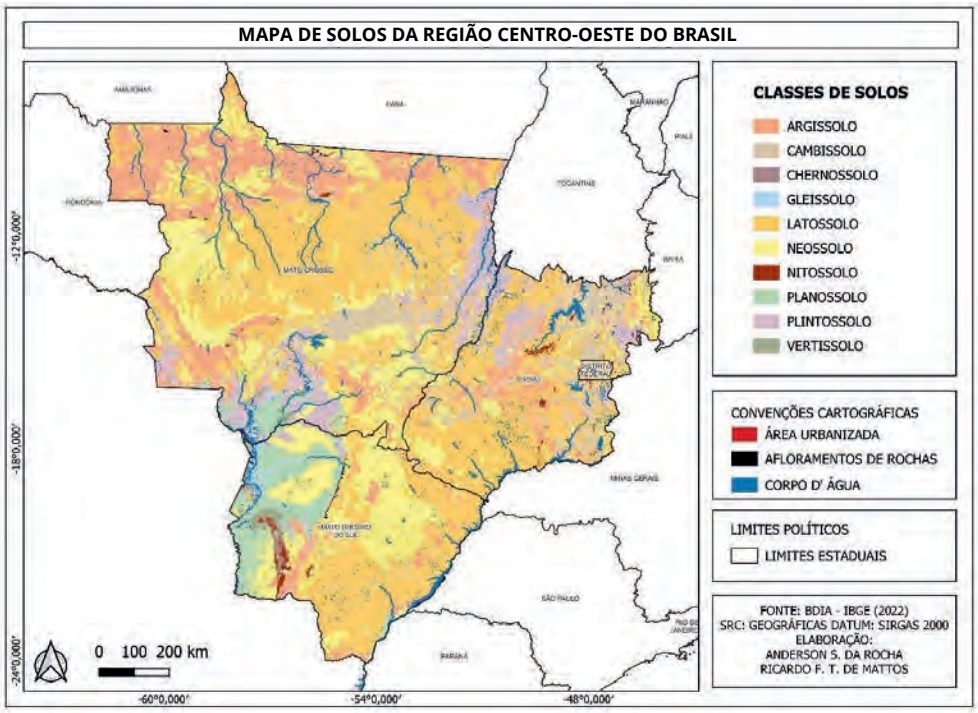
A porção meridional do estado de Goiás engloba partes do Planalto da Bacia do Paraná e do Planalto dos Guimarães. Notáveis áreas incluem o Chapadão do Rio Verde-Alto das Garças e o Chapadão das Emas-Taquari, onde também é possível identificar superfícies interdenudacionais da Bacia do Paraná na direção sudoeste do estado. Na porção ocidental e noroeste, encontramos a região da Depressão do Tocantins-Araguaia, principalmente no alto e médio curso, caracterizada por superfícies aluviais, majoritariamente do período quaternário. Por fim, a região central e nordeste, que também inclui o Distrito Federal, faz parte do Planalto Central Brasileiro, marcado por vastas extensões de chapadas e chapadões, proporcionando terreno propício para a expressiva produção agrícola da região Centro-Oeste. Destaca-se a imponente Chapada dos Veadeiros, uma joia geomorfológica e paisagística. Por fim, no limite nordeste do estado, encontra-se uma ampla depressão conhecida como Vão do Paranã, uma área de transição com patamares dos chapadões do oeste baiano.

A região do DF é caracterizada, em grande parte, por uma topografia predominantemente plana a suavemente ondulada, inteiramente inserida no Planalto Central Brasileiro. Essa topografia plana foi um dos principais fatores considerados ao escolher a localização de Brasília para ser a capital do Brasil, os pontos mais elevados estão geralmente entre 1.000 e 1.300 metros acima do nível do mar. As unidades geomorfológicas principais são compostas em grande parte pelas Chapadas do Distrito Federal e Planalto de Cristalina. Uma pequena porção da região sudoeste do DF é composta pelo Planalto Dissecado do Alto Tocantins-Paranaíba. E outra pequena porção na região norte alcança o Planalto Dissecado das Altas Bacias do Rio Maranhão e o Chapadão de São Gabriel do Oeste. A região ainda exibe alguma variação nas altitudes e relevos, com vales fluviais e pequenas elevações dispersas que acrescentam beleza à paisagem da região e oferecem oportunidades para a preservação de áreas verdes e a prática de atividades ao ar livre e contribuem para a beleza cênica do Distrito Federal.

16.6. Mapeamento pedológico da região Centro-Oeste

O mapeamento pedológico da região Centro-Oeste (Figura 4) permite observar que a distribuição espacial dos solos existentes apresenta grande diversidade. O conjunto de fatores como o material de origem, o relevo, o clima, os organismos e o tempo de evolução são fundamentais para explicar sua heterogeneidade pedológica. A análise espacial das principais classes de solos (Tabela 2) permitiu verificar diferentes porcentagens e variabilidades nos estados da região. A maior ocorrência de classes de solos no Centro-Oeste é das classes dos Latossolos e Neossolos (média de 60% de cobertura). Outras classes que são destaques por área de ocorrência são os Planossolos (15,61%) em Mato Grosso do Sul (na planície do Pantanal), os Argissolos (21,64%) em Mato Grosso e os Cambissolos (21,1% e 22,47% respectivamente) em Goiás e no Distrito Federal.

Figura 16.4 – Mapa de solos da região Centro-Oeste do Brasil.



Fonte: Autores.

No Centro-Oeste brasileiro ocorrem tanto os Latossolos Vermelho-Amarelos de textura média e arenosa como os Latossolos Vermelhos que apresentam textura argilosa. Essas classes representam os tipos de solos de maior ocorrência em todos os estados da região. Os Latossolos ocorrem principalmente nos relevos planos e suave-ondulados e se caracterizam como solos profundos de boa drenagem. Os Latossolos de textura argilosa geralmente apresentam grande retenção de água, enquanto os de textura arenosa apresentam alta permeabilidade.

A região Centro-Oeste também apresenta relevantes áreas compostas por solos rasos e pouco profundos, principalmente os Neossolos e Cambissolos. Essas classes ocupam os setores mais inclinados do relevo, com destaque para os setores do leste de Goiás e as porções centrais de Mato Grosso e nordeste de Mato Grosso do Sul, principalmente os setores de borda das chapadas e as áreas de serras, onde geralmente ocorre maior dissecação do relevo. Nesses setores, a necessidade de manutenção das áreas de vegetação nativa é de fundamental importância, tendo em vista que o risco de erosão é maior em função da profundidade de solos e inclinação do relevo.

Na planície do Pantanal também se destaca a classe dos Planossolos Háplicos e Nátricos. Essas classes geralmente apresentam horizonte B plânico, com alto nível de adensamento. Ao longo do ambiente pantaneiro ocorre ainda uma forte presença dos solos hidromórficos do tipo Gleissolo, que ocupa principalmente as áreas alagadas da Bacia do Rio Paraguai.

O Centro-Oeste é composto, de forma geral, de uma grande variedade de classes de solos. Embora predominem os Latossolos, Neossolos, Argissolos e Planossolos, também é possível verificar em diferentes setores da região as classes de Nitossolos, Chernossolos, Plintossolos e Vertissolos, esses últimos com concentração pontal nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Tabela 16.2 – Distribuição espacial dos solos nos estados da região Centro-Oeste do Brasil.

Classes de Mapeamento	Mato Grosso do Sul		Mato Grosso		Goiás		Distrito Federal	
	Área km²	%	Área km²	%	Área km²	%	Área km²	%
Argissolo	21.044	5,89%	192.788	21,34%	29.601	8,70%	28	0,49%
Cambissolo	756	0,21%	42.692	4,73%	71.756	21,10%	1.301	22,47%
Chernossolo	3.937	1,10%	391	0,04%	34	0,01%	0	0,00%
Espodossolo	0	0,00%	27	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Gleissolo	11.956	3,35%	25.943	2,87%	3.354	0,99%	0	0,00%
Latossolo	141.333	39,59%	365.321	40,44%	173.125	50,90%	3.147	54,35%
Luvissolo	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Neossolo	102.679	28,76%	162.639	18,00%	26.673	7,84%	147	2,54%
Nitossolo	3.482	0,98%	775	0,09%	1.879	0,55%	0	0,00%
Organossolo	268	0,08%	2.834	0,31%	132	0,04%	0	0,00%
Planossolo	55.730	15,61%	17.218	1,91%	30	0,01%	0	0,00%
Plintossolo	5.837	1,63%	83.743	9,27%	27.716	8,15%	217	3,75%
Vertissolo	5.475	1,53%	3.113	0,34%	0	0,00%	0	0,00%
Dunas	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Outros	813	0,23%	659	0,07%	2.174	0,64%	890	15,37%
Corpo d'água	3.686	1,03%	5.237	0,58%	3.637	1,07%	60	1,04%
Total	**356.996**	**100%**	**903.379**	**100%**	**340.110**	**100%**	**5.791**	**100%**

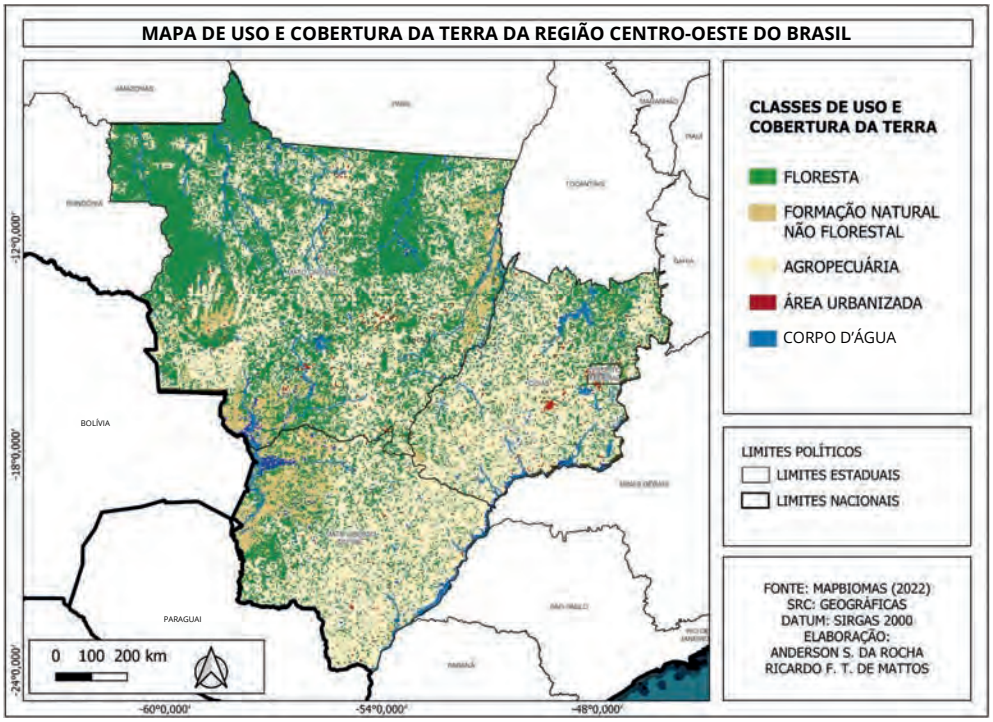
Fonte: Autores.

Cabe destacar que os levantamentos e mapeamentos de solos dos estados da região apresentam grande variabilidade de escalas, sendo necessário, portanto, análises mais detalhadas para identificação das classes de solos no contexto local. A descrição dessas classes de solos descritas no contexto regional pode ser encontrada em diferentes artigos e textos científicos que abordam com especificidade a temática, dentre os quais se destaca o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [4].

16.7. Mapeamento de uso e cobertura da terra da região Centro-Oeste

O mapeamento de uso e cobertura da terra da região Centro-Oeste evidencia a predominância de uso agropecuário, seguido pelas classes florestas e formações naturais não florestais (Figura 5, Tabela 3). A maior parte do uso agropecuário, composto por áreas de pastagem e agricultura, ocorre no oeste de Mato Grosso do Sul, na porção sul e leste de Goiás e no setor central e sul de Mato Grosso. Já as áreas recobertas por florestas e formações naturais não florestais ocupam principalmente o nordeste de Goiás, o oeste de Mato Grosso do Sul e a porção noroeste e oeste de Mato Grosso.

Figura 16.5 – Mapa de uso e cobertura da terra da região Centro-Oeste do Brasil.



Fonte: Autores.

O estado de Mato Grosso possui a maior parte do território composto por florestas e formações naturais não florestais, sendo que cerca de 60% do território estadual é recoberto por essas duas classes de uso. As áreas florestais que representam 476.220 km² abrangem diferentes setores do estado, porém apresentam maior representatividade espacial na sua porção norte nas áreas compostas pela Amazônia Legal, onde geralmente se concentram as principais unidades de conservação e terras indígenas.

Em termos de uso agropecuário, o estado de Mato Grosso apresenta grande destaque nacional, sobretudo na produção agrícola de soja, milho, cana-de-açúcar e algodão, além de ser um dos maiores produtores de proteína animal de carne bovina, suína e de aves. No estado, as áreas de pastagem abrangem cerca de 209 mil km² e a área agrícola cerca de 117 mil km². Os diferentes usos da terra ocupados pelas atividades da agropecuária representam cerca de 38% do território estadual.

No estado de Mato Grosso do Sul a agropecuária abrange a maior parte do território, com 211 mil km², que equivalem a 59% da área total. As áreas de pastagem compõem uso predominante no estado com cerca de 130 mil km². A pastagem abrange toda a porção leste, centro-norte e sul do estado. As áreas agrícolas também apresentam destaque, porém com ocorrência localizada no setor centro-sul, especialmente ao sul de Campo Grande e pequenas porções no extremo norte. O estado também compreende importantes áreas de uso misto envolvendo atividades da pecuária, agricultura e silvicultura. Em termos de áreas naturais protegidas, destacam-se as florestas com cerca de 21% e as formações naturais não florestais com áreas representando 16% do território.

Tabela 16.3 – Distribuição espacial do uso e cobertura da terra nos estados da região Centro-Oeste do Brasil.

Classes de Mapeamento	Mato Grosso do Sul		Mato Grosso		Goiás		Distrito Federal	
	Área km²	%	Área km²	%	Área km²	%	Área km²	%
Floresta	76.446	21,41%	476.220	52,73%	86.491	25,42%	1.834	31,83%
Formação Natural Não Florestal	60.215	16,86%	65.982	7,31%	13.380	3,93%	458	7,95%
Agropecuária	211.650	59,27%	347.131	38,44%	231.509	68,04%	2.686	46,62%
Área Não Vegetada (exceto Área Urbanizada)	951	0,27%	5.441	0,60%	3.118	0,92%	139	2,42%
Área Urbanizada	773	0,22%	1.224	0,14%	1.932	0,57%	584	10,13%
Corpo d'Água	7.052	1,97%	7.116	0,79%	3.813	1,12%	60	1,04%
Usos não observados	1	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Total	**357.089**	**100,00%**	**903.114**	**100,00%**	**340.243**	**100,00%**	**5.761**	**100,00%**

Fonte: Autores.

As formações naturais não florestais de Mato Grosso do Sul ocorrem principalmente nos setores mais planos compostos pela planície pantaneira situada no oeste do estado. Nesse setor, também ocorrem grandes áreas alagadas associadas à dinâmica topográfica, hídrica e geológica da Bacia do Alto Paraguai. Os setores compostos por sedimentos recentes e relevos planos, com altitude inferior a 100 metros, geralmente compõem as áreas alagadiças e a vegetação típica do bioma do Pantanal. Cabendo destacar que embora esse bioma abrigue várias espécies vegetais e animais, o mesmo encontra-se sob forte pressão ambiental.

O estado de Goiás e o Distrito Federal também apresentam amplas áreas compostas por usos agropecuários, com respectivamente 68% e 46% do total estadual. Em Goiás, o uso da pastagem abrange áreas expressivas no setor centro-oeste e norte e extremo sul do estado, ocupando cerca de 129 mil km² do total de 231 mil km² do uso agropecuário. Já no Distrito Federal, o uso agropecuário apresenta distribuição espacial setorizada, sendo que no extremo leste predominam áreas agrícolas e na porção oeste áreas de pastagem. Em termos de distribuição florestal, observa-se ao longo do estado de Goiás e do Distrito Federal, a ocorrência de cerca de 25% e 31% das suas respectivas áreas representadas por vegetação, geralmente com domínio fitogeográfico de aspecto savânico típico do Cerrado brasileiro.

Na região Centro-Oeste, as capitais Cuiabá, Campo Grande, Goiânia e Brasília apresentam grandes áreas urbanas e alta concentração populacional, enquanto as demais cidades presentes no território regional compõem pequenas malhas urbanizadas com destaque para as cidades de pequeno porte, com menos de 20 mil habitantes. Nos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás as áreas urbanas compreendem respectivamente 1.224 e 1.932 km², sendo que em Mato Grosso essas áreas representam apenas 773 km². Nesses três estados as áreas urbanas representam área

inferior a 1% da área total. No Distrito Federal, a proporção em termos totais é maior, e abrange cerca de 10% do total territorial, cuja área é de 584 km².

16.8. Considerações finais

A região Centro-Oeste destaca-se pela sua vasta biodiversidade, resultante da complexa interação entre os aspectos fitogeográficos, edafoclimáticos e geomorfológicos. O predomínio da vegetação savânica ocorre ao longo dos três estados da região, assim como no Distrito Federal. A ocorrência de Latossolos, Neossolos e Argissolos é maior nas áreas de planaltos, enquanto os Planossolos e Gleissolos predominam nas áreas de planícies de Mato Grosso do Sul e parte de Mato Grosso. Quanto à geomorfologia, a região exibe extensas áreas de planaltos ondulados, serras, chapadas e destaca-se por abrigar o Pantanal, uma das maiores planícies inundáveis do mundo. Este mosaico de elementos confere à região uma riqueza única, refletindo a diversidade e a complexidade de seu ambiente.

Constatou-se que no Centro-Oeste brasileiro predominam os usos da terra pela agropecuária, seguido de florestas e formações naturais. O uso agropecuário nesta região do país é composto por áreas de pastagem e agricultura, com destaque para o oeste de Mato Grosso do Sul, na porção sul e leste de Goiás e no setor central e sul de Mato Grosso. As áreas recobertas por florestas e formações naturais não florestais ocupam principalmente o nordeste de Goiás e o oeste de Mato Grosso do Sul. Em Mato Grosso, podemos observar que as porções noroeste e oeste também abrangem extensas áreas cobertas por vegetação nativa.

Neste capítulo, a rápida abordagem sobre diversidade natural e antrópica que constitui esta região do país teve o intuito de cativar e convidar o leitor para a leitura dos capítulos seguintes, cujos textos revelam estudos detalhados com informações atualizadas sobre os temas aqui apresentados. Os mapas apresentados nesta seção em escalas regionais serão detalhadamente analisados em escala estadual, consolidando uma variedade de dados e informações espaciais. Essa abordagem é crucial para projetos de planejamento ambiental e territorial, além de ser fundamental para propostas que busquem a expansão de áreas verdes no contexto do Centro-Oeste brasileiro. Essa integração de informações em diferentes escalas fornece uma base sólida para desenvolvimento de estratégias e políticas públicas com foco na preservação do ambiente na região.

16.9. Referências

[1] IBGE. Censo 2022 [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2022 [acesso 11 out. 2023]. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/index.html?localidade=31

[2] MapBiomas. Projeto MapBiomas – série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil, 2021-2022 [Internet]. [acesso 22 out. 2023]. Disponível em: https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/

[3] IBGE. Mapeamento de recursos naturais – base contínua de vegetação do Brasil, escala 1:250.000 [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2021 [acesso 10 fev. 2022]. Disponível em: https://metadadosgeo.ibge.gov.br/geonetwork_ibge/srv/por/catalog.search#/metadata/3b3c686e-8c91-41d8-94aa-dd861461f0b0

[4] Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumbreras JF, Coelho MR, et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília (DF): Embrapa; 2018 [acesso 18 out. 2023]. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf

[5] IBGE. Mapeamento de recursos naturais – base contínua de pedologia do Brasil, escala 1:250.000 [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2021 [acesso 20 set. 2022]. Disponível em: https://metadadosgeo.ibge.gov.br/geonetwork_ibge/srv/por/catalog.search#/metadata/78aca02d-7198-43a0-ae23-b4d7b416553e

[6] IBGE. Malha municipal [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2021 [acesso 8 set. 2022]. Disponível em: https://ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html

[7] Coutinho LM. Biomas brasileiros. São Paulo: Oficina de Textos; 2016.

[8] IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos [Internet]. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2012 [acesso 2 out. 2023]. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011

[9] SOS Pantanal, Conservação Internacional, ECOA, Fundación Avina, WWF-Brasil. Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai – porção brasileira, período de análise: 2002-2008. Brasília (DF): Instituto SOS Pantanal; 2009.

[10] Pott A, Oliveira AKM, Damasceno-Júnior GA, Silva JSV. Plant diversity of the Pantanal wetland. Braz J Biol. 2011;71(Supl):265-73. doi:10.1590/S1519-69842011000200005

[11] IBGE. Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2019 [acesso 18 out. 2023]. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101648

Capítulo 17

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DE GOIÁS, DO DISTRITO FEDERAL E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Frederico Augusto Guimarães Guilherme, Daniele Aparecida Moreira Batista, Ricardo Flores Haidar e Benedito Alísio da Silva Pereira

17.1. Destaques deste capítulo

1. Este capítulo reúne informações sobre a flora arbórea de Goiás e do Distrito Federal, com foco no bioma Cerrado e suas formações florestais e savânicas;
2. A lista de espécies privilegia árvores nativas do Cerrado, recomendadas para uso em arborização urbana, valorizando a biodiversidade regional;
3. São descritos os caracteres ecológicos que orientam a seleção adequada das espécies para diferentes contextos urbanos;
4. São apresentados dados sobre fenologia, arquitetura da planta, status de conservação e fauna associada às espécies nativas, facilitando a interpretação técnica;
5. Esta síntese foi elaborada para atender tanto à população local quanto a gestores públicos e técnicos municipais, em linguagem acessível e prática.

17.2. Introdução

Este capítulo tem como objetivo apresentar informações que poderão servir para auxiliar gestores públicos e demais agentes envolvidos em seleção de espécies nativas para uso em arborização de cidades no estado de Goiás e no Distrito Federal. Visa, em última instância, contribuir para uma maior utilização de espécies regionais na arborização urbana e auxiliar na conservação *ex situ* de espécies ameaçadas nos seus habitats naturais.

O estado de Goiás e o Distrito Federal estão situados na região Centro-Oeste do Brasil, aproximadamente entre 12º30’ e 19º30’ de latitude sul e 53º25’ e 46º05’ de longitude oeste, com a maior parte do território localizada nos planaltos do Brasil Central [1,2]. Goiás possui 246 municípios e o Distrito Federal está dividido em 31 regiões administrativas, cada qual com pelo menos um núcleo ou assentamento habitacional. Com um total de aproximadamente 346.000 km^2, ou o equivalente a cerca de 4,1% da extensão territorial do Brasil, essas duas unidades federativas possuem em torno de 7 e 3 milhões de habitantes, respectivamente, abrigando cerca de 4,7% da população brasileira [3].

Esse vasto território apresenta ampla variação geológica, pedológica e geomorfológica [1,2,4-7]. Isso imprime uma grande heterogeneidade na vegetação e na flora, que resulta na presença de uma gama de espécies de árvores e palmeiras arborescentes, muitas das quais com potencial para utilização em arborização urbana [8]. O clima dessa região requer atenção especial, por se caracterizar por temperaturas elevadas durante a maior parte do ano, alta insolação e uma estação seca que dura de 5 a 7 meses, com umidade relativa do ar muito baixa, a ponto de afetar a saúde e o bem-estar humano [9-13]. Além disso, as atuais taxas de crescimento populacional e de expansão das cidades estão entre as mais altas do país [14,15].

Atualmente, todas as cidades de Goiás e do Distrito Federal são arborizadas, embora com frequência a arborização seja incipiente e efetuada sem planejamento e adoção de critérios técnicos, o que, ao longo dos anos, acarreta dispêndios com manutenção da pavimentação da malha viária, das calçadas e dos meios-fios, das tubulações de águas e esgoto e da rede de energia elétrica e telefonia. Tudo isso tende a onerar as prefeituras e as empresas prestadoras de serviços públicos, sem levar integralmente à população os benefícios que a arborização pode proporcionar. Em geral, a arborização dessas cidades é repetitiva – as espécies de árvores encontradas em uma cidade são praticamente as mesmas que são encontradas nas outras – e composta por uma reduzida riqueza florística, majoritariamente constituída por espécies exóticas. Há vários estudos abordando a flora da arborização urbana dessa região, todos apontando que é praticamente uma regra o predomínio da adoção de espécies originárias de outros países ou de outros biomas brasileiros [16-24].

Atualmente, há quase um consenso entre os especialistas em arborização urbana de que é preciso aplicar estratégias da substituição de espécies exóticas do meio urbano por nativas. Entre outros fatores, isso teria a finalidade de evitar a propagação de fitopatógenos e insetos-praga ou simplesmente a má adaptação de espécies não nativas. Além disso, comumente, não há planejamento e os critérios para a escolha dessas espécies não são embasados em conhecimentos técnico-científicos. Considera-se, muitas vezes, meramente a facilidade de obtenção de mudas, enquanto deveria haver preocupação com outras variáveis, como porte da planta, fenologia e características do sistema radicular, entre várias outras tratadas ao longo deste trabalho.

Um estudo realizado em 10 superquadras de Brasília (DF) levou à constatação de que embora a riqueza de espécies plantadas na década de 1960 seja notória, a preponderância era de árvores exóticas, por não terem mantido os elementos arbóreos da vegetação preexistente e plantado poucas espécies autóctones [16]. Em Goiás, as cidades de Goiânia [15], Jataí [18,19], Quirinópolis [20], Iporá [21], Palmeiras de Goiás [22], Itapuranga [23], Goiandira [24], Morrinhos, Goiatuba e Caldas Novas [25] apresentam predomínio de espécies arbóreas introduzidas no estado.

Dentre as espécies registradas nesses levantamentos, a que apresentou ocorrência excessiva foi o oiti (*Moquilea tomentosa*), a mais frequente na maioria dos estudos supracitados. Outras espécies registradas com elevada frequência e abundância foram figueira-benjamina (*Ficus benjamina*), falsa-murta ou jasmim-laranja (*Murraya paniculata*), sete-copas (*Terminalia catappa*), sibipiruna (*Cenostigma pluviosum* var. *peltophoroides*), pata-de-vaca (*Bauhinia variegata*) e munguba (*Pachira aquatica*). Algumas dessas têm porte adequado para a maioria das situações e proporcionam boa sombra, embora a maior parte possa gerar transtornos com a queda de folhas, provocando o entupimento de redes de águas pluviais; além de apresentar padrões de sistema radicular que podem afetar edificações, calçadas, meios-fios, sarjetas e redes de água e esgoto.

É do conhecimento geral que o estado de Goiás e o Distrito Federal, assim como todo o restante do Cerrado, sofreram diversos tipos de intervenções deletérias em meados do século passado. Essas

intervenções tiveram impactos profundos e em muitos casos irreparáveis nos ecossistemas naturais, como erradicação total da vegetação natural de áreas para fixação de produtores rurais. Por isso, tornou-se urgente investir com mais afinco em medidas que permitam colocar os componentes dos remanescentes desses ecossistemas em benefício da população regional e do país. Dentre eles estão centenas de espécies de árvores e palmeiras que podem ser resgatadas das situações de ameaça em que se encontram, para diversificar a arborização das cidades, embelezando-as, tornando-as mais atraentes, acolhedoras e agradáveis, e peculiares aos olhos dos moradores e dos visitantes.

Antes, porém, será preciso sensibilizar gestores públicos, membros da iniciativa privada e de organizações do "terceiro setor", cientistas, técnicos, amantes da natureza e a população de um modo geral. E esta é uma das propostas deste capítulo, conforme detalhamento a seguir.

17.3. Aspectos fisiográficos do estado de Goiás e do Distrito Federal

Goiás faz divisa com os estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia e com o Distrito Federal. Este último é um enclave que foi delimitado no leste de Goiás para sediar a atual capital brasileira, Brasília. As suas divisas são com Goiás e com um pequeno trecho do noroeste de Minas Gerais [26].

O clima nessas duas unidades federativas segue o padrão predominante no Cerrado, com primaveras e verões úmidos e quentes. Outonos e invernos são secos e com temperaturas amenas, causados por mudanças sazonais no sistema de circulação de massas de ar nessa parte do Brasil [5,9,10-12,27]. A temperatura média anual é de 23,4 ºC, com as maiores médias ocorrendo na região noroeste, no vale do Rio Araguaia (26-27 °C), e as menores médias sendo registradas na região central, entre Goiânia e Anápolis, e na região leste, nas imediações de Brasília (19-20 °C). Médias anuais entre 21 e 22 ºC foram registradas no Distrito Federal e no leste e em parte do sudeste, nordeste e sudoeste de Goiás [9]. As médias anuais de pluviosidade são de 1.500 mm, com as maiores intensidades registradas no norte de Goiás e no município de Piracanjuba, sudeste do estado, com valores entre 2.400 e 2.800 mm/ano. As menores médias ocorreram na região nordeste e em algumas áreas da região central, como a que se situa entre Goiânia e Anápolis, com valores entre 1.000 e 1.200 mm [10,11].

Sob o aspecto geológico, o estado de Goiás e o Distrito Federal estão localizados em uma das regiões mais complexas do Brasil, com formações que remontam do Pré-Cambriano ao Quaternário, divididas em 356 unidades geológicas relacionadas à Província Tocantins e às Bacias Sedimentares Fanerozoicas [4]. Podem ser delimitadas cinco unidades geomorfológicas, três correspondentes aos planaltos do centro-leste de Goiás e do Distrito Federal, e duas coincidentes com as depressões dos vales dos rios Tocantins e Araguaia [11].

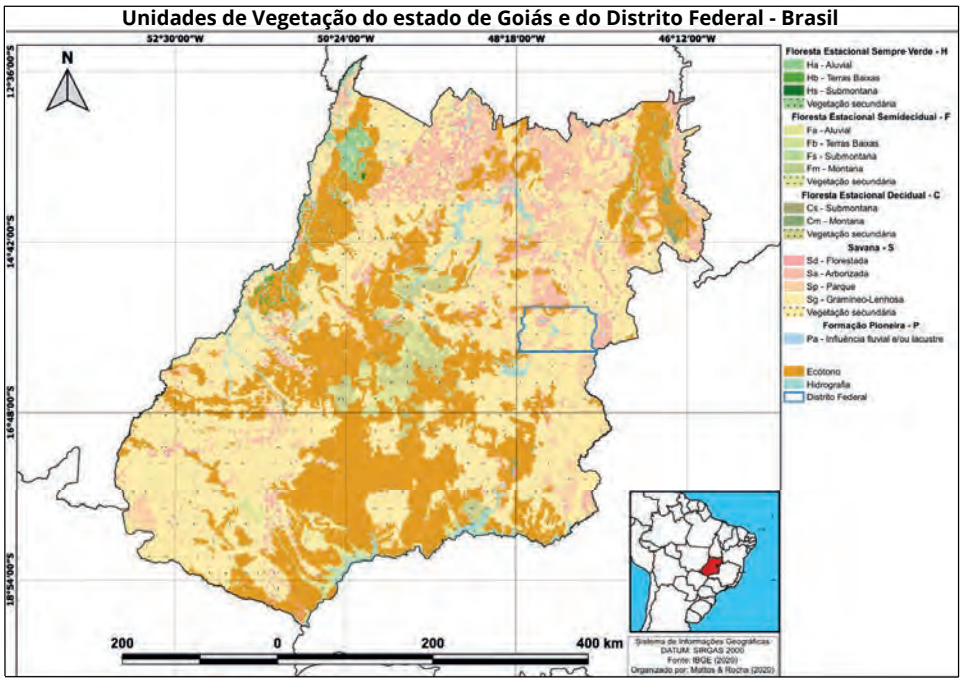
Em relação à hipsometria, há uma faixa contínua de elevações com alturas variáveis que se inicia no sudoeste de Goiás, segue em direção a leste, e no Distrito Federal se bifurca para o norte e para o sudeste. Esse mapa indica que a altimetria varia de 183 m, no Vale do Araguaia, a 1.672 m, em um ponto da Chapada dos Veadeiros. Consequentemente, o relevo varia de ondulado a escarpado em várias situações dessas unidades federativas [1,2,5,11], embora haja predomínio de superfícies planas a suave- onduladas, geralmente de grande extensão, as chamadas chapadas e chapadões [28]. Essas maiores elevações funcionam como divisores de águas, configurando as bacias do Araguaia-Tocantins; do Paranaíba, integrante da Bacia do Paraná; e do São Francisco.

Os solos de Goiás e do Distrito Federal são diversificados, em consonância com a diversidade de rochas, os padrões de relevo e a quantidade de cursos d'água com depósitos aluvionares. A maioria deles apresenta elevada acidez e baixos teores de elementos minerais, exceto alumínio. Predominam os Latossolos, ocupando 36,6% do território, seguidos de Neossolos (21,6%), Cambissolos (19,5%) e Argissolos (15,5%), mas existem também ocorrências de Gleissolos, Plintossolos, Chemossolos e Planossolos. Afloramentos rochosos ocorrem em várias áreas, notadamente no Vale do Rio Paranã, na Serra dos Pirineus e nas elevações da Chapada dos Veadeiros e suas disjunções [5,7,11,28].

Embora as regiões sul e sudoeste de Goiás apresentem transições com o bioma da Mata Atlântica, na forma de florestas ciliares, de galeria e estacionais, o bioma Cerrado é predominante em todo esse estado e no Distrito Federal, apresentando um conjunto variado de formas de vida, de espécies e de tipos fitofisionômicos [10-12,28-31]. Esses autores atribuem essa diversidade florística e fisionômica a variações no meio físico, sobretudo no relevo e no solo, e no histórico de incêndios e de uso do espaço pelo homem.

O Mapa da Vegetação do Brasil na escala de 1:5.000.000 [32] indica que a savana é a vegetação predominante em Goiás e no Distrito Federal, com as florestas estacionais (semidecíduas e decíduas) e as vinculadas à rede de drenagem no segundo, terceiro e quarto lugares em representatividade. Em uma classificação elaborada para estudos em escala de detalhe, pode ser reconhecida a existência de 11 tipos e 14 subtipos fisionômicos no Cerrado, pertencentes a formações florestais, savânicas e campestres. Todas essas tipologias ocorrem em Goiás e no Distrito Federal e estão aqui caracterizadas (Figura 1) por meio de descrições sumárias, com exceção das formações campestres, que são constituídas apenas por elementos arbustivos-herbáceos, que não estão no escopo deste capítulo. Essas tipologias são reconhecidas como unidades de vegetação no Manual Técnico da Vegetação Brasileira [33], e, nos próximos parágrafos, essas denominações são representadas entre colchetes.

Figura 17.1 – Unidades de vegetação existentes no estado de Goiás e no Distrito Federal.



Fonte: Rocha e Mattos; IBGE.

Formações florestais são aqueles tipos de vegetação dominados por elementos arbóreos e com dossel contínuo ou com pequena descontinuidade. Esses tipos são: a floresta ciliar [floresta estacional semidecidual], que margeia as linhas de drenagem sem cobrir o curso de água; a floresta de galeria [floresta estacional semidecidual ou sempre-verde], que acompanha as linhas de drenagem que transpassam terrenos encharcados ou bem drenados, cobrindo essas linhas e recebendo os nomes de floresta de galeria inundável e floresta de galeria não inundável, dependendo do grau de umidade do terreno; a floresta seca (ou estacional), que ocorre nas superfícies interfluviais bem drenadas, normalmente com solos de média a alta fertilidade e que, dependendo do grau de deciduidade foliar ou caducifólia, são divididas em sempre-verde ou perenifólia [floresta estacional sempre-verde], semidecídua [floresta estacional semidecidual] ou subcaducifólia e decídua [floresta estacional decidual] ou caducifólia; e o cerradão [savana florestada], que também ocorre nessas superfícies, em solos profundos e de média ou baixa fertilidade, e que é constituído por espécies tanto de formações florestais quanto savânicas [12,28-31,33-36].

Formações savânicas englobam os tipos de vegetação formados por elementos arbóreos ou agrupamentos de palmeiras arborescentes em diferentes densidades, distribuídos de modo mais ou menos uniforme ou em grupos e tendo embaixo um componente arbustivo-herbáceo ou apenas herbáceo. Tais tipos são o cerrado sentido restrito (ou *sensu stricto*) [savana arborizada] que apresenta os estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo bem definidos, com o conjunto de árvores apresentando-se variável em densidade e permitindo a distinção dos subtipos cerrado denso, cerrado típico ou cerrado propriamente dito, cerrado ralo e cerrado rupestre, sendo este último associado a terrenos com afloramento de rochas; o parque de cerrado [savana parque] que engloba também os campos de murundus, onde as árvores ocorrem em grupos situados em pontos mais elevados e mais secos do que a área ao redor (murundus); o palmeiral [savana parque], que é dominado por uma única espécie arborescente de palmeira, ocorre tanto em áreas secas quanto em áreas encharcadas e possui os subtipos denominados babaçual (ou indaial), buritizal, guerobal (guarirobal, ou palmital) e macaubal; e a vereda [formações pioneiras], que é exclusiva de superfícies encharcadas, em geral planas, onde se destacam indivíduos irregularmente distribuídos da palmeira denominada buriti (*Mauritia flexuosa*), sobre um estrato dominado por espécies herbáceas [12,28-31,33-35].

As florestas secas, ciliares e de galeria de Goiás e do Distrito Federal são os habitats da maior parte das espécies indicadas neste trabalho para arborização urbana nesses dois entes federativos. Por serem fonte de madeiras de alta qualidade e estarem associadas a solos de boa fertilidade, as fitofisionomias de florestas secas e cerradões tiveram as mais expressivas perdas de espaço e espécies no bioma Cerrado, tornando-se reduzidas em número e em tamanho, e passando a ter menor biodiversidade [28,31,35-38].

Com o intuito de auxiliar os agentes envolvidos em ações e políticas voltadas à arborização urbana, em vez de estabelecer uma generalização para essas unidades da Federação, é apresentada aqui uma caracterização resumida da vegetação e flora do território de cada uma dessas unidades, em relação a unidades de paisagem mais específicas. Isso é importante para as futuras indicações de espécies arbóreas, considerando que variações nos aspectos fisiográficos podem apresentar peculiaridades e, em função disso, a indicação de espécies precisa levar em conta essas variações.

Em Goiás, existem amplas depressões, de baixa altitude, também conhecidas como planícies de inundação ou popularmente como "Pantanal Goiano", localizadas na porção oeste e noroeste do estado, compreendendo a Bacia do Araguaia-Tocantins, tendo Luiz Alves, São Miguel do

Araguaia e Crixás como municípios representativos [1,11,28,37]. Essa porção ainda conserva bons remanescentes de vegetação nativa, caracterizados tanto por formações florestais como savânicas [11,28,37].

Com cursos d'água que drenam principalmente para a Bacia do Paranaíba, ao sul do estado e nos limites fitogeográficos com o bioma da Mata Atlântica, onde se localizam os municípios de Itumbiara, Catalão e Caldas Novas, originalmente ocorriam grandes faixas de florestas estacionais semideciduais, assim como várias fisionomias savânicas. As chapadas e os planaltos são encontrados essencialmente em parte da porção sul e do sudoeste goiano, esses últimos representados pelas populosas e características cidades do agronegócio, como Rio Verde, Jataí e Mineiros. Em função da boa fertilidade do solo e relevo suave, foram suprimidas boa parte da vegetação savânica e de florestas estacionais, as quais predominavam no passado. Na porção central do estado, embora atualmente ainda ocorram vários relictos de vegetação florestal, especialmente onde o relevo não possibilitou a mecanização agrícola, haviam originalmente amplas faixas de florestas estacionais semideciduais e deciduais. Essa região mais central é popularmente conhecida como "Mato Grosso Goiano" e Mato Grosso de Goiás, e a maior parte dos seus cursos d'água drenam para a Bacia do Araguaia-Tocantins, abarcando a capital Goiânia, além de populosas cidades vizinhas, como Aparecida de Goiânia, Trindade, Senador Canedo e Anápolis [11,28,37].

Partindo da porção central de Goiás em direção norte, estão as maiores elevações do estado, acompanhadas de terreno acidentado e afloramentos rochosos, onde se encontram as conhecidas Serra Dourada, Serra dos Pirineus e Chapada dos Veadeiros, tendo Goiás (antiga capital do estado), Pirenópolis e Alto Paraíso como cidades referenciais, respectivamente. Aí são predominantes as fisionomias mais abertas de Cerrado, sendo muito frequentes os cerrados rupestres. Por fim, os extremos leste e nordeste de Goiás apresentam ainda remanescentes expressivos de fitofisionomias savânicas e florestais, em especial no Vale (ou Vão) do Paranã, que ainda tem faixas de florestas estacionais deciduais associadas a afloramentos de rochas carbonáticas (calcário) e a solos derivados dessa rocha, com fisionomia bastante característica e espécies endêmicas ou raras. Praticamente todos os cursos d'água de toda essa região fazem parte da Bacia do Araguaia-Tocantins [1,11,28].

No caso do Distrito Federal, as espécies indicadas para Brasília e suas cidades-satélites, onde predominam cerrados sobre Latossolos e Cambissolos, podem ser distintas daquelas que poderão ser indicadas para a Região Administrativa da Fercal, onde predominam florestas estacionais deciduais associadas a rochas e solos similares aos do Vale do Paranã [2,11].

17.4. Flora de Goiás e do Distrito Federal

O conhecimento sobre a flora de Goiás e do Distrito Federal teve início com naturalistas europeus que percorreram o interior do Brasil no século XIX. Nas primeiras décadas desse século, os naturalistas Auguste de Saint-Hilaire, George Gardner e Johan Emmanuel Pohl e alguns outros fizeram registros sobre o meio físico e a vegetação e a flora de Goiás, após penetrar pelo sul do estado e irem até Goiás, a então capital do estado [39]. Na última década desse mesmo século, os botânicos Auguste Glaziou e Ernest Ule [40,41] percorreram durante vários meses o

interior e o entorno do território que viria a ser demarcado como o novo Distrito Federal brasileiro, elaborando as primeiras listas de plantas vasculares para essa região.

Os inúmeros levantamentos realizados desde então levaram os herbários de Goiás e do Distrito Federal a serem detentores de um acervo composto por aproximadamente 540 mil exsicatas, que estão incorporadas em herbários de várias instituições oficiais de ensino e de pesquisa. Esse acervo está cadastrado nos herbários virtuais e bases de dados criados para reunir e disponibilizar informações sobre a flora brasileira, como a do projeto Flora e Funga do Brasil do ano de 2020 (http://floradobrasil.jbrj.gov.br/) [42] em maior destaque. Apesar de estar sendo utilizado na elaboração da Flora de Goiás e Tocantins (iniciada com o nome de Flora de Goiás) e da Flora do Distrito Federal, esse acervo ainda não foi objeto de inventários com o propósito de revelar a quantidade de espécies com ocorrência comprovada nessas unidades federativas. No entanto, em função da sua localização central no Brasil e na área core do Cerrado, com alta heterogeneidade de ambientes e variedade de fitofisionomias, pode-se inferir que as suas floras concentram em torno de 2/3 das 11.200 espécies de plantas vasculares, listadas para o Cerrado como um todo [43]. Da mesma forma, a exemplo do restante desse bioma, o número de espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção nas suas floras é alto. As diversas propostas de delimitação de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade nesses territórios, especialmente no goiano [31,37,38], apontam para a razoabilidade dessas inferências.

Um dos traços mais marcantes da flora do Cerrado, e do estado de Goiás e do Distrito Federal, é a sua elevada riqueza em formas de vida, a qual é resultante das estratégias desenvolvidas pelos elementos florísticos ao longo do tempo, para se adaptarem às condições climáticas e edáficas desse bioma. Alguns trabalhos [12,44] indicam que os sete tipos e os quatro subtipos de formas de vida existentes na flora do Brasil estão presentes no Cerrado, e em Goiás e no Distrito Federal, sendo as hemicriptófitas e as fanerófitas as mais abundantes, com as primeiras predominando nas formações savânicas vinculadas a solos bem drenados e as últimas preponderando nas formações florestais.

As fanerófitas se dividem em nano, micro, meso e macrofanerófitas e nestas formações correspondem sobretudo às formas de vida denominadas *árvore*, que são aqui conceituadas como plantas lenhosas com tronco, formação de uma copa e mais de 3 metros de altura. O *site* Árvores do Bioma Cerrado (www.arvoresdobiomacerrado.com.br) [8], que está baseado em uma lista em que estão relacionadas mais de 1.300 espécies de árvores e palmeiras arborescentes com ocorrência comprovada no Cerrado, indica que em torno de 950 delas (cerca de 73%) ocorrem em Goiás e no Distrito Federal, concomitantemente ou não, e sendo a maioria (em torno de 70%) em formações florestais. A situação da maior parte dessas espécies é crítica, sob o ponto de vista de conservação, devido às diversas formas de pressão exercidas pelo ser humano [35,45].

17.5. Arborização urbana no estado de Goiás e no Distrito Federal: situação atual e perspectivas

Como já mencionado, mesmo havendo arborização nas cidades de Goiás e do Distrito Federal, os plantios de árvores, com poucas exceções, foram feitos de forma inadequada e sem planejamento técnico. Entretanto, é inegável que algumas cidades já possuem considerável cultura e experiência nesse campo de atuação. Basta lembrar que Goiânia, capital de Goiás, foi planejada

para ser uma cidade bem arborizada, o que de fato veio a acontecer e a levou a figurar no Censo Demográfico do IBGE de 2010 [14] como a cidade brasileira com mais de 1 milhão de habitantes mais arborizada do Brasil. O mesmo aconteceu com Brasília, que também foi planejada para ser bem arborizada, e de fato é, mas, em razão das suas peculiaridades e da metodologia adotada pelo IBGE, não apareceu entre as 10 mais arborizadas do país nesse censo.

Essas capitais vêm funcionando como centros de irradiação do hábito e das técnicas de plantar e cultivar árvores em áreas urbanas no Brasil Central. Isto, sem dúvida, foi proporcionado pela instalação de cursos de Biologia, Agronomia, Ciências Florestais, Arquitetura e Geografia em vários *campi* universitários da região. Nesses cursos, o tema arborização urbana tem sido objeto de discussões, estudos e pesquisas, com formação de recursos humanos capazes de convencer os gestores municipais sobre a necessidade desse tema estar sempre presente nos planos de melhoria das cidades. E, ainda, que os projetos de arborização devem ser elaborados e conduzidos por profissionais qualificados, para evitar que iniciativas baseadas no empirismo continuem a preponderar nos municípios, sem trazer reais benefícios para a população.

Portanto, a arborização urbana é fundamental no ordenamento de espaços urbanos, melhorando a qualidade de vida dos habitantes. Nesse sentido, o programa Cidades Verdes foi criado no ano de 2019 pelo CREA-GO, visando inovar a urbanização, vinculando aspectos socioambientais e recursos naturais à paisagem urbana, esperando contribuir para o desenvolvimento sustentável dos municípios goianos. Segundo seus idealizadores, o programa pretende envolver a população local, por meio da sociedade organizada, em parceria com empresários e apoio do poder público, inserindo a conservação ambiental como meta permanente da humanidade. Os congressos realizados pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – SBAU e os encontros regionais de arborização urbana que têm ocorrido periodicamente no Brasil têm dado grande contribuição à profissionalização e ao desenvolvimento da arte e da técnica de arborizar cidades em Goiás e no Distrito Federal, o que vem acontecendo, também, em outras partes do país.

17.6. Espécies nativas indicadas para a arborização urbana em Goiás e no Distrito Federal

A flora arbórea de Goiás e do Distrito Federal possui um expressivo número de espécies com atributos que as tornam indicadas para cultivo em espaços urbanos. A lista apresentada neste capítulo sintetiza os esforços realizados no sentido de selecionar as espécies que certamente atenderão às demandas dos agentes envolvidos em projetos de arborização urbana nessa região. Tais espécies poderão se adaptar ao ambiente urbano e contribuir para a diversificação e o aprimoramento da arborização das cidades dessas unidades federativas.

Para a construção da lista, os autores recorreram ao rol de espécies do *site* Árvores do Bioma Cerrado (www.arvoresdobiomacerrado.com.br) [8] e, a partir das informações coligidas, elaboraram uma lista de trabalho somente com as espécies com ocorrência comprovada em Goiás e no Distrito Federal. Em seguida, baseados em ampla pesquisa bibliográfica e em suas experiências e observações pessoais, os autores avaliaram as espécies quanto à presença de atributos desejáveis em árvores a serem cultivadas no meio urbano. Essa avaliação deu origem à Tabela 1, que se refere às características de cada atributo considerado. Portanto, esse quadro visa auxiliar os agentes envolvidos nos projetos a melhor compreender a lista (Tabela 2) e a selecionar as espécies conforme cada situação.

Tabela 17.1 – Atributos utilizados para a classificação das espécies nativas indicadas para arborização das cidades de Goiás e do Distrito Federal, contidas na lista (Tabela 2).

Variáveis	Descrição	Tipo, classe ou valor
Habitats	Fitofisionomias de ocorrência das espécies. A maioria das espécies ocorre em duas ou mais fitofisionomias, mas são preferenciais de apenas uma. A ordem da lista das fitofisionomias associadas às espécies representa os habitats preferenciais onde a espécie ocorre com maior frequência.	Cdo = Cerrado sentido restrito; Cru = Cerrado rupestre; Cda = Cerradão; Fed = Floresta estacional decídua; Fes = Floresta estacional semidecídua; Fsv = Floresta estacional sempre-verde; Fgi = Floresta de galeria inundável; Fgn = Floresta de galeria não inundável; Ver = Vereda
PoA – Classes de porte das árvores (m)	Altura média das espécies em ambientes naturais. Essa variável é uma das que determinam o local adequado para o plantio definitivo de uma dada espécie nos diversos espaços urbanos. O plantio a pleno sol, comum na introdução de espécies em arborização, pode ocasionar variações no porte da árvore.	Baixo = 3 a 8 Médio = 8 a 13 Alto = 13 a 18 Muito Alto = acima de 18
LCo – Classes de largura da copa das árvores (m)	Área ocupada pela copa das árvores. É importante para o planejamento do espaçamento entre árvores no plantio e o uso público, como o tamanho da sombra.	Estreita = 1,5 a 3 Média = 3 a 6 Larga = 6 a 12 Muito Larga = acima de 12
DFC – Classes de densidade foliar da copa	Potencial da copa das espécies para servir de anteparo aos raios solares em diferentes intensidades. É importante para a definição das espécies em áreas de uso público com necessidade de sombreamento, como estacionamentos ou locais para descanso. Foi considerada a densidade foliar no auge da estação chuvosa.	Rala = menos de 50% da área da copa com folhas Média = entre 50% e 75% da área da copa com folhas Densa = mais de 75% da área da copa com folhas
PeF – Persistência da folhagem	Permanência da folhagem na copa das árvores durante o ciclo sazonal. Foi considerado o auge da estação da seca (agosto e setembro) como referência de classificação, por ser o período desfavorável à permanência das folhas na copa em regiões tropicais. Essa avaliação pode ser influenciada pela variação de disponibilidade hídrica de determinado espaço urbano, como locais brejosos ou pedregosos.	Caducifólia Subcaducifólia Perenifólia
FFM – Classes de facilidade para formação de mudas	Baseado na experiência dos autores e na literatura disponível sobre coleta e viabilidade de propágulos (principalmente sementes e estacas), beneficiamento de sementes e desenvolvimento das plântulas (plantas jovens) em campo. É necessário reconhecer as limitações desse tipo de classificação, devido ao ainda reduzido número de estudos sobre produção e crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas.	Baixa = sementes difíceis de encontrar, beneficiar e germinar, e que geram plântulas de crescimento lento. Média = sementes moderadamente fáceis de encontrar, beneficiar e germinar, e que geram plântulas de crescimento moderado. Alta = sementes fáceis de encontrar, beneficiar e germinar, e que geram plântulas de crescimento rápido.

(continua)

(continuação)

Variáveis	Descrição	Tipo, classe ou valor
PSR – Profundidade do sistema radicular (m)	Característica do sistema radicular em relação ao formato, à estratégia de fixação e de absorção de água e nutrientes.	Superficial: raiz ramificada ou fasciculada com até 5 metros, muitas vezes visíveis na superfície do solo Pouco profundo: raiz ramificada ou pivotante entre 5 e 15 metros Profundo: raiz axial ou pivotante com mais de 15 metros
EFl – Época de floração	Período em que foi registrado, nos últimos 10 anos, por meio de consultas à literatura e de observações de campo, maior possibilidade de ocorrência do evento reprodutivo de floração.	Meses do ano
EMF - Época de maturação dos frutos	Período em que foi registrado, nos últimos 10 anos, maior possibilidade de ocorrência do evento reprodutivo de frutificação.	Meses do ano
VCr – Classes de velocidade de crescimento em altura na fase juvenil (até 5 anos de idade)	Ritmo de crescimento (altura e biomassa aérea) das espécies com base na experiência dos autores e literatura disponível. Há muito se sabe que na maioria das espécies de cerrados a velocidade de crescimento da parte aérea é menor do que a do sistema radicular, mesmo assim várias delas foram incluídas neste trabalho, por apresentarem grande apelo visual e elevada importância para a fauna.	Baixa = < 50 cm.ano^{-1} Moderada = de 50 a 75 cm.ano^{-1} Alta = mais de 75 cm.ano^{-1}
DeM – Densidade básica da madeira	Propriedade da madeira definida como a razão entre a massa seca da madeira e seu volume saturado de água (ou verde). Valor médio extraído de Chaves (2009), embora possa variar em função do método de obtenção e análise da amostra e de fatores ambientais, com ambientes favoráveis à atividade cambial podendo conferir densidades mais baixas às madeiras e com ambientes desfavoráveis ocasionando o inverso.	0,12 a 1,19
FaA – Fauna associada	Todos os tipos de relações ecológicas já registradas entre a fauna e as espécies arbóreas, como polinização, dispersão de sementes, alimentação, herbívora, locais para descanso ou nidificação etc.	Insetos, aves, mamíferos terrestres, mamíferos arborícolas (morcegos, marsupiais, primatas) e peixes.

(continua)

(continuação)

Variáveis	Descrição	Tipo, classe ou valor
SCN – *Status* de conservação na natureza	Classificação do grau de ameaça das espécies, conforme critérios internacionais (IUCN, 2008), seguidos nas avaliações feitas pelo Centro Nacional de Conservação da Flora (http://cncflora.jbrj.gov.br/) e por Martinelli e Moraes (2014). Enfatiza-se que devido à existência de espécies ainda não avaliadas, a lista foi complementada com informações derivadas dos conhecimentos de campo acumulados pelos autores ao longo de muitos anos de estudo da flora arbórea de Goiás e do Distrito Federal.	DD = Dados insuficientes; LC = Menos preocupante; EN = Em perigo; NT = Quase ameaçada; VU = Vulnerável; CR = Criticamente em perigo.
EPP – Espaços urbanos preferenciais para plantio	Locais mais apropriados para plantio, considerando as características acima descritas e outras relacionadas às potenciais interações sociais (usos na alimentação humana e medicina popular).	Ruas, avenidas, praças, parques, jardins, estacionamentos, recintos de clubes recreativos e quintais.

Fonte: Autores.

Tabela 17.2 – Lista de espécies nativas indicadas para arborização urbana no estado de Goiás e no Distrito Federal, com seus nomes científicos e populares e informações sobre seus habitats preferenciais, porte da árvore (PoA), largura usual da copa (LCo), densidade foliar da copa no período chuvoso (DFC), persistência da folhagem (PeF), profundidade do sistema radicular (PSR) , época de floração (EFl), época de maturação dos frutos (EMF), velocidade de crescimento (VCr), densidade da madeira (DeM), facilidade para formação de mudas (FFM), fauna associada (FaA), *status* de conservação na natureza (SCN) e espaços preferenciais para plantio (EPP).

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Anacardiaceae															
Astronium graveolens Jacq.	gonçalo-alves, guaritá	Fes, Fed, Fgn	Al	Md	Md	Cd	Pr	jul-ago	set-out	Mo	Al	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Astronium nelson-rosae Santin	gonçalo-alves, gonçaleiro	Fes, Fsv	Md	Md	Md	Cd	Pr	jul-ago	set-out	Mo	Al	Md	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Astronium urundeuva (M.Allemão) Engl.	aroeira	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	jul-ago	set-out	Mo	Al	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Cyrtocarpa caatingae J.D.Mitch. & Daly	-	Fed	Al	Md	Md	Cd	Pr	out-nov	jan-fev	Na	Al	Md	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Spondias mombin L.	cajá, cajazeira	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Dn	Cd	Pr	out-nov	fev-abr	Mo	Bx	Al	In, Av, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Tapirira guianensis Aubl.	pombeiro, pau-pombo	Fgi	Md	Lg	Rl	Pr	Pr	out-fev	fev-maio	Al	Bx	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Tapirira obtusa (Benth.) J.D.Mitch.	pombeiro, pau-pombo	Fgn, Fes, Fsv	Md	Lg	Dn	Pr	Pr	set-nov	jan-fev	Al	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Annonaceae															
Annona coriacea Mart.	araticum-do-cerrado	Cdo, Cda	Md	Md	Dn	Sc	Pr	nov-jan	ago-out	Mo	Bx	Md	In, Mt	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Annona emarginata (Schltdl.) H.Rainer	araticunzinho, maçaroca	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	set-out	jun-jul	Mo	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Bocageopsis mattogrossensis (R.E.Fr.) R.E.Fr.	pindaíba, envira, embira	Fes, Fgn, Cda	Al	Md	Md	Pr	Pr	todo ano	maio-nov	Mo	Md	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Cardiopetalum calophyllym Schltdl.	embira-branca	Fes, Fgn, Cda	Bx	Es	Dn	Pr	Pr	jun-set	mar-abr	Mo	Md	Bx	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Duguetia lanceolata A.St.-Hil.	araticum-bravo, embira	Fes, Fgn	Al	Md	Md	Sc	Pr	out-nov	jan-mar	Mo	Al	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Guatteria selloviana Schltdl.	embira-preta	Fes, Fgn	Md	Md	Dn	Sc	Mp	out-dez	fev-mar	Mo	Md	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Oxandra reticulata Maas	embireira	Fed, Fes	Md	Md	Md	Cd	Pr	nov-dez	abr-maio	Mo	Al	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Trigynaea oblongifolia Schltdl.	embireira	Fed	Md	Md	Md	Cd	Pr	nov-dez	mar-abr	Na	Md	Na	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Xylopia aromatica (Lam.) Mart.	pindaíba, pimenta-de-macaco	Fes, Fgn, Cda	Md	Md	Rl	Pr	Pr	nov-mar	nov-mar	Mo	Md	Bx	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Xylopia emarginata Mart.	pindaíba, pindaíba-do-brejo	Fgi	Al	Es	Dn	Pr	Mp	nov-jan	jul-ago	Na	Md	Bx	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Xylopia sericea A.St.-Hil.	pindaíba, pimenta-de-macaco	Fes, Fgn, Cda	Md	Es	Dn	Pr	Pr	out-nov	jul-ago	Na	Md	Bx	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Apocynaceae															
Aspidosperma cylindrocarpon Müll.Arg.	peroba, guatambu	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	set-nov	ago-out	Mo	Md	Md	In	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Aspidosperma melanocalyx Müll.Arg.	peroba, guatambu	Fes, Fgn	Al	Md	Lg	Cd	Pr	fev-mar	set-out	Mo	Md	Md	In	NT	Av, Pr, Pq
Aspidosperma parvifolium A.DC.	peroba, guatambu	Fes, Fgn	Al	Md	Dn	Cd	Pr	out-dez	jul-out	Mo	Al	Md	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Aspidosperma polyneuron Mull.Arg.	peroba, guatambu	Fes, Fgn	Al	Md	Lg	Cd	Pr	fev-mar	set-out	Mo	Md	Md	In	NT	Av, Pr, Pq
Aspidosperma pyrifolium Mart.	peroba, peroba-rosa, guatambu	Fed	Ma	Md	Dn	Cd	Pr	out-dez	ago-set	Mo	Al	Md	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq, Et

(continua)

PARTE 2

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Hancornia speciosa Gomes	mangaba, mangabeira	Cdo, Cda, Cru	Bx	Md	Md	Cd	Pr	set-out	out-nov	Mo	Bx	Md	In, Av, Mt	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Himatanthus articulatus (Vahl) Woodson	tiborna, leiteiro, sucuuba	Fes, Cda, Cdo	Md	Md	Md	Pr	Pr	set-nov	set-out	Mo	Bx	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Himatanthus obovatus (Müll.Arg.) Woodson	leiteiro, pau-de-leite	Cdo, Cda, Cru	Bx	Es	Rl	Cd	Pr	set-fev	fev-jul	Mo	Bx	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Tabernaemonjtana hystrix Steud.	jasmim-do-mato	Fed, Fex	Bx	Md	Md	Cd	Pr	out-dez	jul-ago	Mo	Bx	Md	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Aquifoliaceae															
Ilex affinis Reissek	congonha	Fgi	Bx	Es	Md	Pr	Pr	jan-jun	jan-fev	Mo	Bx	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Ilex conocarpa Reissek	congonha	Fgn, Fes	Md	Md	Dn	Pr	Pr	set-nov	fev-mar	Na	Na	Md	In, Av	DD	Ru, Av, Pr, Pq
Ilex paraguariensis A.St.-Hil.	congonha, erva-mate	Fgn	Md	Md	Dn	Pr	Pr	out	jan	Mo	Md	Md	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Araliaceae															
Aralia warmingiana (Marchal) J.Wen	carobão, pau-de-colher, maria-mole	Fed	Al	Md	Md	Cd	Pr	ago-set	abr-maio	Mo	Bx	Al	In, Av	EN	-
Dendropanax cuneatus (DC.) Decne. & Planch.	maria-mole	Fgi, Fgn	Md	Md	Md	Pr	Mp	maio-jul	ago-nov	Mo	Bx	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Didymopanax calvus (Cham.) Decne. & Planch.	caixeteiro-do-brejo, morototó	Fgi	Al	Lg	Md	Sc	Pr	mar-abr	ago-set	Mo	Bx	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Didymopanax macrocarpus (Cham.& Schltdl.) Seem.	mandiocão-do-cerrado	Cdo, Cda, Cru	Bx	Lg	Md	Pr	Su	jan-ago	jul-abr	Na	Bx	Bx	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Didymopanax morototoni (Aubl.) Decn. & Planch.	mandiocão, caixeteiro, morototó,	Fes, Fed, Fgn	Ma	Md	Rl	Sc	Pr	fev-abr	jun-ago	Al	Bx	Al	In, Av	LC	Av, Pr, Pq

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Didymopanax vinosus (Cham.& Schltdl.) Marchal	mandiocão	Cdo, Cda	Bx	Md	Md	Sc	Pr	fev-mar	jul-set	Na	Bx	Na	In, Av	DD	Ru, Av. Pr, Pq
Arecaceae															
Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.	macaúba, coco-xodó	Fes, Fed	Md	Es	Dn	Pr	Su	out-jan	nov-fev	Mo	Bx	Md	In	NT	Av, Pr, Pq
Astrocaryum aculeatum G.Mey	tucum, brejaúba	Fgi, Fgn	Md	Es	Md	Pr	Su	nov-mar	jan-mar	Mo	Bx	Md	In	NT	Av, Pr, Pq
Attalea phalerata Mart. ex Spreng.	bacuri	Fes, Fed	Bx	Es	Dn	Pr	Su	jun-jul	fev-mar	Mo	Bx	Md	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Attalea speciosa Mart. ex Spreng.	babaçu, indaiá	Fes, Fed	Ma	Es	Dn	Pr	Su	dez-jan	jun-jul	Mo	Bx	Md	In, Av, Mt	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Bactris setosa Mart.	tucum, coco-uva	Fgi, Fgn	Bx	Es	Rl	Pr	Su	dez-jan	mar-abr	Mo	Bx	Md	In, Av, Mt, Ma	VU	Av, Pr, Pq, Qu
Euterpe edulis Mart.	palmito, palmiteiro	Fgi	Md	Es	Rl	Pr	Su	jul-ago	dez-jan	Al	Bx	Al	In, Av, Mo	VU	Ru, Av, Pr, Pq
Mauritia flexuosa L.f.	buriti, buritizeiro	Fgi, Ver	Ma	Es	Md	Pr	Su	fev-abr	nov-jan	Mo	Bx	Md	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Mauritiella armata (Mart.) Burret	buritirana	Fgi, Ver	Bx	Es	Rl	Pr	Su	mar-abr	set-out	Mo	Bx	Md	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Oenocarpus distichus Mart.	bacaba	Fes, Fsv, Cda	Al	Es	Md	Pr	Su	jan-dez	jan-dez	Mo	Bx	Md	In, Av, Mt, Ma	LC	Rua, Av, Pr, Pq
Syagrus oleracea (Mart.) Becc.	guariroba, gueroba	Fes, Fed	Md	Es	Rl	Pr	Su	ago-set	dez-jan	Mo	Bx	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	jerivá, coquinho-doce	Fgn	Md	Es	Rl	Pr	Su	jun-jan	dez-abr	Mo	Bx	Al	In, Av, Mo	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Qu

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Asteraceae															
Moquiniastrum polymorfum (Less.) G.Sancho	-	Fgn	Md	Md	Rl	Cd	Pr	set-out	jul-ago	Al	Bx	Na	In	DD	Ru, Av, Pr, Pq
Piptocarpha macropoda (DC.) Baker	coração-negro, cinzeiro	Fgn	Al	Md	Dn	Pr	Pr	jul-ago	set-out	Al	Md	Md	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Bignoniaceae															
Cybistax antisyphilitica (Mart.) Mart.	ipê-verde, ipê-mandioca	Cdo, Cda	Md	Es	Md	Cd	Pr	jul-ago	jul-set	Na	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex A.DC.) Mattos	ipê-amarelo, pau-d'arco-amarelo	Fes, Fed, Fgn	Al	Md	Md	Cd	Pr	jun-set	set-nov	Mo	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos	ipê-roxo, pau-d'arco-roxo	Fes, Fed	Al	Md	Dn	Cd	Pr	ago-set	set-out	Mo	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex A.DC.) Mattos	ipê-roxo, pau-d'arco-roxo	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Md	Cd	Pr	jun-ago	ago-set	Al	Al	Al	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Handroanthus serratifolius (Vahl) S.Grose	ipê-amarelo, pau-d'arco-amarelo	Fes, Fed, Fgn	Ma	Lg	Dn	Cd	Pr	jul-ago	set-out	Al	Al	Al	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Handroanthus umbellatus (Sond.) Mattos	ipê-(pau-d'arco) amarelo-do-brejo	Fgi	Md	Md	Md	Cd	Pr	jul-ago	set-out	Na	Al	Al	In, Av	VU	Ru, Av, Pr, Pq
Jacaranda brasiliana (Lam.) Pers.	caroba, carobão	Fed, Cdo	Md	Md	Rl	Cd	Pr	ago-set	dez-jan	Na	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Jacaranda caroba (Vell.) DC.	caroba, carobão	Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	ago-set	dez-jan	Mo	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Jacaranda cuspidifolia Mart. ex A.DC.	caroba, carobão	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	ago-set	dez-jan	Mo	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Tabebuia aurea (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	caraíba, ipê-amarelo-do-cerrado	Cdo, Cda	Bx	Md	Md	Cd	Pr	ago-set	set-out	Mo	Al	Al	In, Av	LC	-

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith	ipê-branco, itaipoca	Fes, Fed, Fgn	Al	Md	Md	Cd	Pr	set-out	dez-jan	Al	Al	Al	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Zeyheria tuberculosa (Vell.) Bureau ex Verl.	ipê-felpudo, bucho-de-boi	Fes	Al	Lg	Md	Cd	Pr	nov-dez	ago-set	Mo	Al	Al	In, Av	VU	Av, Pr, Pq
Bixaceae															
Bixa orellana L.	urucum	Fgn	Bx	Md	Dn	Sc	Pr	set-out	jul-set	Al	Bx	Al	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Cochlospermum orinocense (Kunth) Steud.	-	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	out-nov	ago-out	Mo	Bx	Na	In, Av	DD	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Burseraceae															
Bursera pereirae Daly	-	Fed	Al	Md	Md	Cd	Pr	set-out	dez-fev	Na	Na	Na	In, Av	EM	Av, Pr, Pq
Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand	amescla, breu	Fes, Fgn, Cda	Md	Lg	Dn	Sc	Pr	jun-jul	nov-dez	Mo	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Protium spruceanum (Benth.) Engl.	amescla, breu	Fgi, Fgn	Md	Md	Dn	Sc	Su	jul-set	out-dez	Na	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Cactaceae															
Cereus jamacaru DC.	xiquexique	Fed	Bx	Es	Rl	Pr	Pr	jan-mar	maio-jul	Mo	-	Al	In, Av	EN	Av, Pr, Pq, Jd
Calophyllaceae															
Calophyllum brasilense Cambess	landim, landi, guanandi	Fgi, Fgn	Al	Lg	Dn	Pr	Pr	ago-nov	maio-nov	Al	Md	Al	In, Av, Mt, Mo	LC	Av, Pr, Pq, Jd, Et
Kielmeyera grandiflora (Wawra) Saddi	pau-santo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kielmeyera lathrophyton Saddi	pau-santo, boizinho	Cda, Cdo	Md	Md	Dn	Sc	Pr	nov-jan	jul-set	Na	Md	Al	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq

(continua)

PARTE 2

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Kielmeyera speciosa A.St.-Hil.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caricaceae															
Jacaratia spinosa (Aubl.) A.DC.	jaracatiá, mamãozinho	Fes	Md	Md	Dn	Sc	Pr	set-nov	dez-fev	Al	Bx	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Caryocaraceae															
Caryocar brasiliense Cambess.	piqui, pequi, pi(e) quizeiro	Cdo, Cda	Md	Lg	Md	Cd	Mp	set-out	nov-jan	Mo	Md	Md	In, Av, Mt, Mo	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Caryocar cuneatum Wittm.	piqui, pequi, pi(e) quizeiro	Cdo, Cda	Md	Lg	Md	Cd	Mp	set-out	nov-jan	Mo	Md	Md	In, Av, Mt, Mo	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Celastraceae															
Monteverdia floribunda (Reissek) Biral	-	Fes, Fgn	Md	Es	Md	Pr	Pr	abr-jun	jul-set	Mo	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Salacia elliptica (Mart. ex Schult) G.Don	bacupari, saputá	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	ago-out	nov-jan	Na	Al	Md	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Chlorantaceae															
Hedyosmum brasiliense Mart. ex Miq.	cidreira-do-mato	Fgi	Bx	Es	Md	Pr	Pr	ago-fev	dez-abr	Mo	Bx	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Clusiaceae															
Clusia burchellii Engl.	criúva, piroroca	Fes, Fgn, Fgi	Md	Lg	Dn	Pr	Su	jun-jul	nov-dez	Mo	Md	Al	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Clusia criuva Cambess.	criúva	Fgi	Bx	Md	Md	Pr	Mp	dez-maio	ago-out	Na	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd, Et

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Clusia gardneri Planch. & Triana	criúva	Fgn, Fgi	Md	Lg	Dn	Pr	Pr	mar-abr	dez-jan	Mo	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Garcinia gardneriana (Planch. & Triana) Zappi	bacupari, saputá	Fgn	Md	Md	Md	Pr	Pr	maio-jun	nov-dez	Al	Md	Al	In, Av, Mo	DD	Ru, Av, Pr, Pq, Et, Qu
Chrysobalanaceae															
Hirtella glandulosa Spreng.	vermelhão	Fes, Fgn, Cda	Md	Md	Md	Sc	Pr	mar-jul	nov-jan	Mo	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Hirtella gracilipes (Hook.f.) Prance	-	Fgn. Cda	Bx	Md	Md	Sc	Pr	mar-nov	nov-fev	Na	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Hirtella martiana Hook.f.	azeitona-do-mato	Fgn	Md	Md	Md	Pr	Mp	jan-fev	nov-dez	Mo	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Leptobalanus apetalus (E.Mey.) Sothers & Prance	milho-cozido	Fgn, Fes	Al	Lg	Dn	Sc	Pr	set-dez	fev-abr	Mo	Al	Md	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Licania kunthiana Hook.f.	rapadura	Fes	Al	Lg	Dn	Sc	Pr	ago-set	dez-jan	Mo	Al	Md	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Combretaceae															
Terminalia argentea Mart. & Zucc.	capitão	Cda, Fes, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	set-out	jul-ago	Mo	Al	Md	In	LC	Av, Pr, Pq
Terminalia corrugata (Ducke) Gere & Boatwr.	piá-banha, piá-banheira, tarumã	Cda, Fes, Fed	Al	Lg	Md	Cd	Pr	jul-set	ago-nov	Mo	Al	Md	In, Av, Mo	NT	Av, Pr, Pq
Terminalia glabrescens Mart.	mirindiba, capitão-da-mata	Fes, Fed, Fgn	Md	Lg	Dn	Cd	Mp	jun-ago	out-dez	Mo	Al	Md	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Terminalia lucida Mart.	mirindiba	Fgn, Fgi	Md	Md	Md	Cd	Mp	ago-set	jun-jul	Mo	Md	Md	In, Mt	LC	Ru, Av, Pr, Pq

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Terminalia phaeocarpa Eichl.	capitão	Fes, Fed, Fgn	Al	Md	Md	Cd	Mp	ago-set	ago-set	Mo	Al	Md	In	LC	Av, Pr, Pq
Cordiaceae															
Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken	freijó, louro	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Dn	Sc	Pr	maio-jun	jul-ago	Al	Al	Al	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Cordia glabrata (Mart.) A.DC.	claraíba, louro	Fes, Fed	Md	Md	Md	Cd	Pr	jul-set	out-nov	Mo	Md	Al	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Cordia sellowiana Cham.	mata-fome, louro-mole	Fes, Fed, Fgn	Al	Md	Dn	Sc	Pr	jun-ago	set-nov	Al	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Cordia superba Cham.	babosa-branca	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Mp	jun-ago	set-out	Al	Md	Md	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.	freijó, louro-pardo	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Dn	Cd	Pr	maio-jun	ago-set	Al	Al	Al	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Cunoniaceae															
Lamanonia brasiliensis Zickel & Leitão	-	Fgi, Fgn	Bx	Es	Md	Pr	Pr	ago-out	jan-fev	Na	Md	Md	In	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Lamanonia ternata Vell.	cangalheiro, pau-de-cangalha	Fes, Fgn, Cda	Md	Lg	Dn	Sc	Pr	set-nov	dez-mar	Mo	Md	Al	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Ebenaceae															
Diospyros brasiliensis Mart. ex Miq.	-	Fgn	Md	Md	Dn	Pr	Pr	out-nov	nov-dez	Mo	Na	Md	In, Av, Mo	EN	Av, Pr, Pq
Diospyros sericea A.DC.	caquizeiro-do-mato	Fes, Fgn, Cda	Md	Md	Md	Sc	Pr	nov-jan	dez-jan	Mo	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Elaeocarpaceae															
Sloanea guianensis (Aubl.) Benth.	sapopemba	Fgn, Fgi	Md	Md	Dn	Sc	Su	jan-fev	jan-fev	Al	Al	Al	In, Av	LC	Av, Pr, Pq

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Erythroxylaceae															
Erythroxylum deciduum A.St.-Hil.	fruta-de-pomba	Fes, Fgn	Bx	Es	Md	Cd	Pr	set-out	nov-dez	Mo	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Euphorbiaceae															
Alchornea discolor Poepp.	farinha-seca-d´água	Fgn, Fgi	Md	Md	Dn	Pr	Pr	set-nov	mar-maio	Na	Bx	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Alchornea glandulosa subsp. *iricurana* (Casar.) Secco	licurana, tamanqueira	Fgn, Fes	Md	Md	Md	Pr	Mp	maio-jun	set-out	Al	Bx	Al	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Croton urucurana Baill.	urucurana, sangra-d'água	Fgn	Bx	Lg	Rl	Sc	Mp	nov-dez	maio-jul	Al	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Mabea fistulifera Mart.	mamoninha	Fes, Fes Cda	Md	Md	Md	Sc	Pr	out-dez	jun-ago	Al	Bx	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Mabea pohliana (Benth.) Mull.Arg.	mamoninha	Fgn, Fes	Md	Md	Md	Sc	Pr	mar-maio	jul-ago	Al	Bx	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Sapium glandulosum (L.) Morong	leiteiro	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Pr	Pr	ago-set	mar-abr	Al	Bx	Al	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Fabaceae															
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	angico-branco, farinha-seca, paricá	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Rl	Cd	Pr	nov-dez	set-out	Al	Md	Al	In	LC	Av, Pr, Pq
Albizia polycephala (Benth.) Killip ex Record	angico-branco, farinha-seca, paricá	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Md	Cd	Pr	mar-abr	ago-set	Mo	Md	Md	In	NT	Av, Pr, Pq
Amburana cearensis (Allemão) A.C.Sm.	amburana, imburana, a(i)mburana-de-cheiro	Fed	Al	Ml	Dn	Cd	Mp	mar-abr	ago-set	Mo	Md	Al	In	NT	Av, Pr, Pq
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	angico, angico-branco	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Md	Cd	Pr	set-nov	ago-out	Mo	Al	Al	In	LC	Av, Pr, Pq

(continua)

PARTE 2

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Anadenanthera peregrina (L.) Speg.	angico, angico-vermelho	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Md	Cd	Pr	set-nov	ago-out	Mo	Al	Al	In	LC	Av, Pr, Pq
Andira cujabensis Benth.	angelim, morcegueira	Cdo, Cda, Cru	Bx	Md	Md	Sc	Pr	jan-mar	out-dez	Mo	Md	Md	In, Mo	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Andira fraxinifolia Benth.	angelim, morcegueira	Fes	Md	Md	Md	Cd	Pr	ago-set	fev-mar	Na	Al	Md	In, Mt, Mo	DD	Ru, Av, Pr, Pq
Andira humilis Mart. ex DC.	angelim, morcegueira	Cdo, Cda, Cru	Bx	Es	Rl	Cd	Pr	ago-set	fev-mar	Mo	Md	Md	In, Mo	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Andira inermis ((W. Wright) DC. subsp. *inermis*	angelim, morcegueira	Fes, Fed	Ma	Lg	Dn	Sc	Pr	out-nov	jan-mar	Mo	Al	Md	In, Mt, Mo	VU	Av, Pr, Pq
Andira vermifuga Mart. ex Benth.	angelim, morcegueira	Fes, Fgn	Al	Lg	Dn	Sc	Pr	ago-set	dez-jan	Mo	Al	Md	In, Mt, Mo	LC	Av, Pr, Pq
Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F.Macbr.	garapa, amarelão, grápia	Fes, Fed, Fgn	Ma	Lg	Rl	Cd	Mp	ago-set	set-out	Mo	Al	Md	In	VU	Av, Pr, Pq
Bauhinia rufa (Bong.) Steud.	unha-de-vaca, miroró	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	set-dez	fev-mar	Al	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Bowdichia virgilioides Kunth	sucupira-preta	Cdo, Cda	Md	Md	Md	Cd	Pr	jun-ago	jul-set	Mo	Al	Md	In	LC	Av, Pr, Pq
Cassia ferruginea (Schrad) Schrad ex DC.	chuva-de-ouro, canafístula	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	nov-jan	abr-jun	Al	Al	Al	In	NT	Av, Pr, Pq
Cenostigma macrophyllum Tul.	faveira, caneleiro, canela-de-velho	Cda, Cdo	Md	Md	Md	Pr	Pr	maio-out	maio-out	Na	Al	Na	In	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Centrolobium tomentosum Gullem. ex Benth.	araribá	Fed, Fes	Al	Lg	Md	Cd	Pr	mar-abr	jan-mar	Mo	Al	Al	In	EN	Av, Pr, Pq

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Chloroleucon tenuiflorum (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	jurema, jurema-branca	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Mp	set-out	ago-set	Mo	Bx	Md	In	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Copaifera langsdorffii Desf.	pau-d'óleo, copaíba	Fes, Fed, Fgn, Cda	Ma	Lg	Dn	Sc	Pr	dez-jan	ago-set	Al	Al	Al	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Dalbergia densiflora Benth.	jacarandá	Fgn	Md	Md	Dn	Sc	Pr	fev-mar	jun-jul	Mo	Al	Md	In	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Dimorphandra mollis Benth.	faveira, favela	Cda, Cdo	Md	Md	Dn	Sc	Pr	nov-dez	jun-ago	Mo	Bx	Al	In, Av, Mt	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Dipteryx alata Vogel	baru, baruzeiro	Fes, Cda	Md	Md	Dn	Sc	Pr	nov-dez	ago-set	Mo	Al	Al	In, Mt, Mo	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Diptychandra aurantiaca Tul. subsp. *aurantiaca*	carvoeiro-vermelho, bálsamo-do-cerrado	Fes, Cda	Md	Md	Md	Sc	Pr	out-nov	jun-jul	Mo	Al	Na	In	NT	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	tamboril-da-mata, orelha-de-negro	Fes, Fed, Fgn	Ma	Ml	Md	Cd	Mp	set-out	jul-ago	Al	Bx	Al	In, Mt	LC	Av, Pr, Pq
Erythrina crista-galli L.	crista-de-galo, corticeira	Fgn	Bx	Es	Md	Pr	Pr	abr-jun	jan-mar	Al	Bx	Al	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq,
Erythrina falcata Benth.	mulungu, corticeira	Fed, Fes	Md	Md	Md	Cd	Pr	ago-set	out-nov	Al	Bx	Al	In, Av	EN	Av, Pr, Pq
Erythrina mulungu Mart. ex Benth.	mulungu, corticeira	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	jul-ago	set-out	Al	Bx	Al	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Erythrina velutina Willd.	mulungu	Fes, Fed	Bx	Lg	Md	Cd	Pr	ago-set	out-nov	Mo	Bx	Al	In, Av	EN	Av, Pr, Pq
Hymenaea courbaril L.	jatobá-da-mata	Fes, Fed, Fgn	Ma	Ml	Dn	Sc	Pr	set-out	ago-set	Al	Al	Al	In, Mt, Mo	LC	Av, Pr, Pq, Qu

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Hymenaea eriogyne Benth.	jatobazinho	Cda	Bx	Md	Md	Sc	Pr	out-dez	jul-set	Na	Al	Na	In, Mt, Mo	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Hymenaea martiana Hayne	jatobá, jataí	Fes, Fed, Fgn	Ma	Ml	Dn	Sc	Pr	set-out	ago-set	Al	Al	Al	In, Mt, Mo	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Hymenaea stigonocarpa Mart. ex Hayne	jatobá-do-cerrado	Cdo, Cda	Md	Md	Md	Cd	Pr	jan-fev	set-out	Mo	Al	Al	In, Mt, Mo	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Hymenolobium heringerianum Rizzini	angelim	Fgn, Fes	Al	Lg	Md	Cd	Pr	ago-set	out-nov	Mo	Md	Md	In, Mt, Mo	NT	Av, Pr, Pq
Inga cylindrica (Vell.) Mart.	ingá, ingazeiro(a)	Fes, Fgn	Md	Md	Dn	Sc	Pr	abr-maio	nov-dez	Al	Md	Al	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Inga laurina (Sw.) Willd.	angá, ingá, ingá-mirim	Fes, Fgn	Md	Lg	Md	Pr	Pr	out-dez	mar-abr	Al	Md	Al	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Inga nobilis Willd. subsp. *nobilis*	ingá, ingazeiro(a)	Fgn	Md	Md	Md	Pr	Pr	mar-abr	nov-dez	Al	Md	Al	In, Av, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq
Inga vera Willd. subsp. *affinis* (DC.) T.D.Penn.	ingá, ingazeiro	Fgn, Fgi	Bx	Md	Rl	Pr	Pr	nov-fev	jan-abr	Al	Md	Al	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Leptolobium dasycarpum Vogel	chapadinha	Cdo, Cda	Md	Es	Md	Sc	Pr	nov-dez	fev-mar	Mo	Md	Md	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Leptolobium elegans Vogel	chapadinha, perobinha	Cdo, Cda	Md	Md	Md	Cd	Pr	set-nov	abr-maio	Mo	Md	Md	In	LC	Av, Pr, Pq
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.	embira-de-sapo, timbó	Fed, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	set-out	fev-abr	Al	Al	Al	In	NT	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Luetzelburgia auriculata (Allemão) Ducke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Machaerium brasiliense Vogel	jacarandá	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	nov-dez	out-dez	Na	Md	Al	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Machaerium acutifolium Vogel	jacarandá	Cda, Fes	Md	Md	Md	Cd	Pr	set-out	fev-abr	Mo	Md	Al	In	LC	Av, Pr, Pq,
Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld	jacarandá, amoroso	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Dn	Cd	Pr	jan-mar	jun-ago	Na	Md	Al	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Machaerium scleroxylon Tul.	pau-ferro	Fes, Fed, Fgn	Al	Md	Md	Cd	Pr	nov-dez	mar-maio	Mo	Al	Al	In	EN	Av, Pr, Pq,
Machaerium villosum Vogel	jacarandá, jacarandá-paulista	Fes	Al	Lg	Dn	Sc	Pr	set-out	jul-ago	Mo	Al	Md	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Mimosa laticifera Rizzini & A.Mattos	jurema, quebra-foice	Cdo	Bx	Es	Md	Sc	Pr	nov-jan	jul-set	Mo	Al	Md	In	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Muellera montana M.J.Silva & A.M.G.Azevedo	embira-de-sapo, quijila	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	out-nov	fev-abr	Al	Al	Md	In	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Myrocarpus frondosus Allemão	cabreúva, óleo-pardo	Fes, Fed	Al	Md	Md	Sc	Pr	ago-set	maio-jun	Mo	Al	Bx	In	EN	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Myroxylon peruiferum L.f.	bálsamo	Fes, Fed, Fgn	Al	Md	Dn	Cd	Pr	set-out	set-out	Al	Al	Md	In	EN	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Ormosia arborea (Vell.) Harms	tento, olho-de-cabra	Fes, Fgn	Md	Lg	Dn	Sc	Pr	nov-dez	jul-ago	Al	Md	Al	In	LC	Av, Pr, Pq
Platycyamus regnellii Benth.	pau-pereira	Fes, Fed	Al	Md	Md	Cd	Pr	mar-abr	jul-ago	Al	Al	Md	In	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Peltogyne confertiflora (Mart. ex Hayne) Benth.	pau-roxo, falso-jatobá	Fes, Cda, Cdo, Cru	Md	Md	Md	Cd	Pr	fev-mar	ago-set	Mo	Al	Md	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr.	angiquinho	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	abr-maio	set-out	Al	Md	Al	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Platymiscium floribundum Vogel	jacarandá-tã, feijão-cru	Fes, Fed	Md	Md	Dn	Cd	Pr	jul-ago	out-nov	Al	Al	Al	In	EN	Ru, Av, Pr, Pq

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Platypodium elegans Vogel	canzileiro, jacarandá-canzil	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Md	Cd	Pr	ago-out	ago-set	Mo	Al	Md	In	LC	Av, Pr, Pq
Pterodon emarginatus Vogel	sucupira, sucupira-roxa	Cdo, Cda	Md	Lg	Md	Cd	Pr	jul-out	jul-set	Mo	Al	Bx	In	VU	Av, Pr, Pq
Pterodon pubescens (Benth.) Benth.	sucupira, sucupira-branca	Cdo, Cda	Md	Md	Md	Cd	Pr	jul-out	maio-dez	Mo	Al	Bx	In	LC	Av, Pr, Pq
*Samanea tubulos*a (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	bananinha, casqueiro	Fes, Fed	Md	Md	Dn	Cd	Pr	out-nov	jan-fev	Al	Al	Al	In, Av, Mt, Ma	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Senegalia polyphylla (DC.) Britton & Rose	angiquinho, periquiteira	Fes, Fed, Fgn	Md	Lg	Md	Sc	Pr	jan-abr	jul-set	Al	Md	Al	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Senna macranthera (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	fedegosão	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	jan-mar	set-nov	Al	Md	Al	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Senna multijuga (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	aleluia, canafístula	Fes, Fgn	Md	Md	Dn	Sc	Pr	mar-maio	set-out	Al	Md	Al	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Swartzia acutifolia Vogel	banha-de-galinha	Fes, Fed	Al	Lg	Dn	Cd	Pr	ago-set	jan-fev	Mo	Al	Md	In, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq, Et
Swartzia parvipetala (R.S.Cowan) Mansano	banha-de-galinha	Fes, Fed	Al	Lg	Md	Cd	Pr	ago-set	jan-fev	Mo	Al	Md	In, Mt, Ma	NT	Av, Pr, Pq, Et
Tachigali aurea Tul.	borrão, carvoeiro	Cdo, Cda	Bx	Md	Md	Sc	Pr	dez-fev	nov-fev	Mo	Md	Md	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Tachigali rubiginosa (Mart. ex Tul.) Oliveira-Filho	carvoeiro, carvoeiro-da-mata	Fes, Fgn, Cda	Al	Lg	Dn	Pr	Pr	set-out	ago-set	Al	Md	Al	In	LC	Av, Pr, Pq
Tachigali subvelutina (Benth.) Oliveira-Filho	carvoeiro, carvoeiro-do-cerrado	Cdo, Cda, Cru	Md	Md	Rl	Sc	Pr	set-nov	ago-set	Mo	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn.	esponjinha, espinheira	Fes, Fed	Bx	Md	Dn	Pr	Pr	dez-fev	jun-ago	Al	Al	Al	In	LC	Av, Pr, Pq

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Vatairea macrocarpa (Benth.) Ducke	amargoso, angelim-amargoso	Cdo, Cda	Md	Lg	Dn	Cd	Pr	ago-set	set-out	Mo	Md	Al	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Humiriaceae															
Humiria balsamifera (Aubl.) A.St.-Hil.	umiri	Fgn	Md	Md	Md	Pr	Mp	ago-set	dez-jan	Na	Al	Md	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Sacoglottis guianensis Benth. var. *guianensis*	milho-cozido	Fgn	Al	Md	Dn	Sc	Pr	set-nov	jan-mar	Mo	Al	Bx	In, Mt, Mo	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Hypericaceae															
Vismia guianensis (Aubl.) Choisy	pau-de-lacre	Fgn	Bx	Es	Rl	Pr	Pr	dez-fev	nov-maio	Na	Bx	Na	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Lacistemaceae															
Lacistema hasslerianum Chodat	-	Fes, Fgn	Bx	Md	Dn	Pr	Pr	ago-set	nov-dez	Al	Bx	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Lamiaceae															
Vitex cymosa Bertero ex Spreng.	tarumã	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Dn	Cd	Pr	jun-set	ago-dez	Al	Md	Al	In, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Vitex polygama Cham.	tarumã, piúna, vazante	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Dn	Cd	Pr	ago-nov	jan-fev	Al	Al	Al	In, Mt, Ma	NT	Av, Pr, Pq
Lauraceae															
Cryptocarya moschata Nees & Mart.	canela-batalha	Fes, Fgn	Al	Md	Md	Pr	Pr	jun-out	dez-fev	Mo	Md	Md	In, Av, Mt, Ma	VU	Ru, Av, Pr, Pq
Endlicheria paniculata (Spreng.) J.F.Macbr.	canela	Fgn	Bx	Es	Rl	Sc	Pr	jan-abr	out-nov	Na	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Nectandra cissiflora Nees	canela	Fgn	Md	Lg	Dn	Sc	Pr	jul-ago	out-nov	Al	Md	Md	In, Av	LC	Av, Pr, Pq, Et
Nectandra gardneri Meisn.	canela	Fes, Cda	Md	Md	Dn	Pr	Pr	jan-maio	set-out	Na	Md	Na	In, Av	LC	Av, Pr, Pq, Et

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Ocotea spixiana (Nees) Mez	canela-preta	Fes, Fgn, Cda	Al	Lg	Dn	Sc	Pr	mar-abr	ago-set	Mo	Md	Md	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Persea fulva L.E.Kopp	canela	Fgn	Md	Es	Dn	Pr	Pr	nov-mar	abr-ago	Na	Md	Na	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Lecythidaceae															
Cariniana domestica (Mart.) Miers	jequitibá, bingueiro	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Dn	Sc	Pr	nov-dez	nov-dez	Al	Md	Al	In	VU	Av, Pr, Pq
Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze	jequitibá, bingueiro	Fes, Fed, Fgn	Ma	Lg	Md	Cd	Pr	set-out	ago-set	Mo	Al	Al	In	NT	Av, Pr, Pq
Cariniana rubra Gardner ex Miers	jequitibá, bingueiro	Fes, Fed, Fgn	Ma	Lg	Dn	Cd	Pr	set-out	set-out	Al	Md	Na	In	VU	Av, Pr, Pq
Couroupita guianensis Aubl.	abricó-de-macaco, cuieira	Fes, Fgn	Al	Md	Dn	Pr	Mp	ago-set	fev-abr	Mo	Bx	Md	In, Av, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq
Loganiaceae															
Antonia ovata Pohl	quina	Cda, Cdo	Bx	Es	Rl	Sc	Pr	jul-set	out-dez	Na	Md	Na	In, Av	LC	Av, Pr, Pq, Et
Lythraceae															
Lafoensia pacari A.St.-Hil.	pacari	Cdo, Cda	Bx	Es	Md	Sc	Pr	fev-abr	set-out	Mo	Md	Na	In, Mo	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Physocalymma scaberrimum Pohl	cega-machado, flor-roxa	Fgn, Cda	Md	Md	Dn	Cd	Pr	ago-set	nov-dez	Mo	Al	Md	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Magnoliaceae															
Magnolia ovata (A.St.-Hil.) Spreng.	pinha-do-brejo, magnólia-do-brejo	Fgi	Md	Es	Dn	Pr	Mp	jul-ago	out-nov	Mo	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Et
Malpighiaceae															

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Byrsonima affinis W.R.Anderson	murici, muricizão	Cdo, Cda	Bx	Es	Md	Sc	Pr	jan-mar	jun-ago	Mo	Bx	Md	In, Av, Mt	VU	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Byrsonima coccolobifolia Kunth	murici	Cdo, Cda, Cru	Bx	Es	Md	Sc	Pr	nov-dez	dez-jan	Mo	Md	Md	In, Av, Mt	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Byrsonima pachyphylla A.Juss.	murici	Cdo	Bx	Es	Md	Cd	Pr	abr-maio	nov-jan	Mo	Bx	Md	In, Av, Mt	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Byrsonima umbellata Mart. ex A.Juss.	murici, muricizinho	Fgi	Bx	Es	Rl	Pr	Na	ago-set	out-dez	Na	Bx	Md	In, Av, Mt	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Malvaceae															
Apeiba tibourbou Aubl.	pente-de-macaco, pau-de-jangada	Fes, Fed, Fgn	Md	Lg	Dn	Cd	Mp	dez-jan	jul-ago	Al	Bx	Md	In	LC	Av, Pr, Pq
Cavanillesia umbellata Ruiz & Pav.	barriguda-lisa, embaré	Fed	Ma	Md	Md	Cd	Su	jul-ago	out-nov	Al	Bx	Al	In, Av, Mt	EN	Av, Pr, Pq
Ceiba pubiflora (A.St.-Hil.) K.Schum	paneira, barriguda	Fed	Al	Lg	Md	Cd	Mp	jan-fev	ago-set	Mo	Bx	Al	In, Av	VU	Av, Pr, Pq
Ceiba speciosa (A.St.-Hil.) Ravenna	paneira, barriguda	Fes, Fed, Fgn	Ma	Lg	Dn	Cd	Mp	mar-abr	jul-ago	Al	Bx	Al	In, Av	EN	Av, Pr, Pq
Eriotheca candolleana (K.Schum.) A.Robyns	paineira, paineira-da-mata	Fgn	Al	Lg	Dn	Cd	Mp	jul-ago	mar-abr	Al	Bx	Al	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Eriotheca gracilipes (K.Schum.) A.Robyns	paineira	Fgn, Cda	Md	Lg	Dn	Cd	Mp	jul-ago	ago-out	Mo	Bx	Al	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Guazuma ulmifolia Lam.	mutamba, pau-de-bicho	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Dn	Cd	Pr	out-nov	ago-set	Al	Md	Al	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq

(continua)

PARTE 2

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Luehea crispa Krapov.	açoita-cavalo	Fes, Fgn	Bx	Es	Md	Sc	Pr	maio-jun	out-nov	Na	Md	Al	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Luehea divaricata Mart. & Zucc.	açoita-cavalo	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	fev-mar	jul-ago	Al	Md	Al	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Luehea grandiflora Mart. & Zucc.	açoita-cavalo	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	jan-mar	nov-dez	Mo	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Luehea paniculata Mart.	açoita-cavalo	Cda, Fes	Al	Md	Md	Sc	Pr	jul-ago	jan-fev	Mo	Al	Md	In	LC	Av, Pr, Pq
Sterculia apetala (Jacq.) H.Karst.	chichá, arachichá	Fes, Fsv	Al	Md	Md	Sc	Mp	nov-mar	maio-set	Mo	Bx	Md	In, Av, Mt, Ma	EN	Av, Pr, Pq
Sterculia striata A.St.-Hil. & Naudin	chichá, arachichá	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Dn	Cd	Mp	jan-fev	ago-out	Mo	Bx	Md	In, Av, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq
Marcgraviaceae															
Norantea guianensis Aubl.	mel-de-arara	Cru	Md	Es	Rl	Sc	Mp	set-out	dez-jan	Na	Bx	Na	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Schwartzia adamantium (Cambess.) Beddel ex Gir.-Cañas	agarra-pé	Cru	Md	Es	Rl	Sc	Su	ago-set	jan-fev	Mo	Na	Al	In, Av	LC	Av, Pr, Pq, Jd
Melastomataceae															
Miconia cuspidata Naudin	sabiazeira	Fes, Fgn, Fgi	Md	Md	Dn	Pr	Pr	abr-maio	jun-jul	Al	Bx	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Miconia flammea Casar.	pixiricão	Fgi	Md	Es	Md	Pr	Pr	out-set	nov-dez	Al	Bx	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Miconia selloviana Naudin	sabiazeira	Fgn, Fgi	Md	Md	Dn	Pr	Pr	ago-nov	abr-nov	Na	Bx	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Mouriri glazioviana Cogn.	puçá	Fes, Fgn	Al	Md	Dn	Sc	Pr	ago-set	jan-fev	Mo	Al	Md	In, Av, Mt, Ma	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Pleroma candolleanum (Mart. ex DC) Triana	quaresmeira	Fgn, Fgi	Bx	Md	Dn	Pr	Pr	jul-out	jun-set	Al	Md	Al	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Pleroma stenocarpum (Schrank. & Mart. ex DC.)	quaresmeira	Fgn	Bx	Md	Dn	Pr	Pr	jul-set	out-nov	Al	Md	Al	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Tibouchina papyrus (Pohl) Toledo	árvore-do-papel, pau-papel	Cru	Bx	Md	Rl	Sc	Mp	dez-jun	abr-out	Na	Md	Na	In	NT	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Meliaceae															
Cabralea canjerana (Vell.) Mart.	canjerana	Fes, Fgn	Al	Lg	Dn	Cd	Pr	nov-fev	set-out	Mo	Md	Md	In, Av	NT	Av, Pr, Pq
Cedrela fissilis Vell.	cedro, cedro-vermelho	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Dn	Cd	Pr	out-nov	set-out	Al	Md	Al	In, Av	VU	Av, Pr, Pq
Cedrela odorata L.	cedro, cedro-cheiroso	Fgn	Md	Md	Dn	Sc	Pr	ago-set	maio-jun	Al	Md	Al	In, Av	VU	Av, Pr, Pq
Guarea guidonia (L.) Sleumer	marinheiro	Fes, Fgn	Md	Lg	Dn	Pr	Pr	dez-jan	out-nov	Al	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Guarea kunthiana A.Juss.	marinheiro	Fgn	Md	Md	Md	Pr	Pr	nov-dez	out-nov	Na	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Trichilia catigua A.Juss.	catiguá	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	fev-mar	nov-dez	Na	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Trichilia hirta L.	cedrinho	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	ago-set	mar-abr	Mo	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Trichilia pallida Sw.	cedrinho	Fes, Fgn	Bx	Es	Dn	Sc	Pr	fev-mar	jun-jul	Al	Al	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Moraceae															
Brosimum rubescens Taub.	falso-pau-brasil, pau-rainha, conduru	Fes, Fgn	Ma	Lg	Md	Sc	Su	set-dez	fev-mar	Na	Al	Al	Av, Mt, Ma	NT	Av, Pr, Pq
Ficus calyptroceras (Miq.) Miq.	gameleira, figueira	Fes. Fgn	Al	Ml	Dn	Pr	Su	fev-abr	jul-ago	Al	Bx	Na	In, Av, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq
Ficus elliotiana S.Moore	gameleira	Fes, Fgn	Md	Lg	Dn	Sc	Su	out-nov	dez-fev	Na	Bx	Na	In, Av, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Ficus nymphaeifolia Mill.	gameleira	Fes, Fed	Al	Ml	Dn	Pr	Su	mar-jul	nov-jan	Na	Bx	Na	In, Av, Mt, Ma	EN	Av, Pr, Pq
Ficus obtusifolia Kunth	gameleira, figueira	Fes, Fgn, Cda	Al	Ml	Dn	Sc	Su	jul-ago	nov-dez	Al	Bx	Al	In, Av, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq
Ficus pertusa L.f.	gameleira-de-folha-miúda	Fes, Fed, Fgn	Md	Ml	Dn	Sc	Su	jun-ago	ago-mar	Al	Bx	Al	In, Av, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	amoreira, tajuba	Fes, Fed, Fgn	Md	Ml	Md	Cd	Mp	set-out	dez-jan	Mo	Al	Md	In, Av, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq
Myristicaceae															
Virola sebifera Aubl.	bicuíba, ucuúba-do-cerrado	Fes, Fgn, Cda	Md	Es	Md	Sc	Pr	set-fev	jul-out	Mo	Bx	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Virola urbaniana Warb.	bicuíba, ucuúba	Fgi	Ma	Lg	Md	Pr	Su	jun-ago	nov-fev	Na	Bx	Md	In, Av	LC	Av, Pr, Pq, Et
Myrtaceae															
Eugenia florida DC.	guamirim, gumirim	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Dn	Cd	Pr	ago-set	out-jan	Al	Al	Al	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Eugenia dysenterica (Mart.) DC.	cagaita, cagaiteira	Cdo, Cda	Md	Md	Dn	Cd	Pr	jun-set	out-nov	Mo	Md	Md	In, Av, Mt	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Eugenia involucrata DC.	grão-de-galo	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	ago-out	jan-mar	Na	Al	Md	In, Av, Mt, Ma	NT	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Myrcia mutabilis (O. Berg) N.Silveira	tinge-língua	Fes, Fgn	Bx	Es	Md	Sc	Pr	set-out	nov-dez	Mo	Al	Md	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Myrcia spectabilis DC.	-	Fes, Fgn	Bx	Es	Md	Sc	Pr	set-nov	jan-mar	Na	Al	Na	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Myrcia tomentosa (Aubl.) DC.	goiaba-brava	Fgn, Cda	Bx	Es	Md	Cd	Pr	set-nov	dez-jan	Na	Al	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Myrcia splendens (Sw.) DC.	guamirim-da-folha-fina	Fes, Cda	Bx	Es	Md	Sc	Pr	set-nov	jan-mar	Al	Al	Al	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Myrcia variabilis DC.	guamirim, gumirim	Cdo, Cda	Bx	Es	Dn	Sc	Pr	jul-out	dez-fev	Mo	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Psidium sartorianum (O.Berg) Nied.	araçá, buraim	Fes, Fed	Md	Md	Md	Cd	Pr	out-mar	nov-ago	Na	Al	Md	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Qu
Ochnaceae															
Ouratea castaneifolia (DC.) Engl.	batiputá	Fes, Fgn, Cda	Bx	Es	Dn	Pr	Pr	out-jan	out-jan	Al	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Ouratea hexasperma A.St.-Hil.	cabelo-de-negro	Cdo, Cda	Bx	Es	Md	Sc	Pr	jul-set	abr-maio	Mo	Bx	Bx	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Ouratea spectabilis (Mart.) Engl.	folha-de-serra	Cdo	Bx	Es	Md	Sc	Pr	ago-set	dez-jan	Mo	Bx	Bx	In, Av	VU	Ru, Av, Pr, Pq
Olacaceae															
Heisteria ovata Benth.	brinco-de-mulata	Fes, Fgn	Md	Md	Dn	Pr	Pr	jun-jul	set-out	Al	Bx	Md	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Oleaceae															
Chionanthus trichotomus (Vell.) P.S.Green	-	Fgn	Md	Es	Md	Sc	Pr	ago-out	jan-mar	Na	Al	Bx	In, Av		Ru, Av, Pr, Pq
Pentaphylacaceae															
Ternstroemia carnosa Cambess.	-	Cru	Bx	Es	Rl	Sc	Pr	mar-nov	out-nov	Na	Md	Na	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Peraceae															
Pera glabrata Baill.	seca-ligeiro, pau-de-sapateiro	Fes, Fgn, Cda	Md	Md	Dn	Pr	Pr	jul-ago	set-out	Al	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Phyllanthaceae															
Hieronyma alchorneoides Allemão	licurana, urucurana	Fgn, Fgi	Md	Lg	Dn	Pr	Pr	set-out	jan-mar	Al	Md	Md	In, Av	LC	Av, Pr, Pq, Et
Margaritaria nobilis L.f.	mamoninha	Fgn	Md	Lg	Dn	Cd	Pr	out-nov	ago-set	Al	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Phyllanthus acuminatus Vahl	quebra-pedra	Fes, Fgn	Bx	Es	Rl	Sc	Pr	out-nov	mar-abr	Na	Bx	Md	In, Av	VU	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Podocarpaceae															
Podocarpus brasiliensis Laubenf.	pinheirinho-do-brejo	Fgn, Fgi	Md	Md	Dn	Pr	Pr	jan-maio	jan-maio	Al	Md	Bx	In, Av	VU	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Podocarpus sellowii Klotzsch ex Endl.	pinheirinho	Fgn, Fgi	Md	Md	Dn	Pr	Pr	jan-maio	jan-maio	Al	Md	Bx	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Polygonaceae															
Coccoloba mollis Casar.	folha-de-bolo	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	out-dez	ago-set	Al	Md	Al	In, Av	NT	Ru, Av, Pr, Pq
Triplaris gardneriana Wedd.	pajeú, pau-de-formiga	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Cd	Pr	jul-ago	set-out	Al	Md	Al	In, Av	LC	Av, Pr, Pq, Et
Primulaceae															
Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	capororoca, canjiquinha	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Pr	Pr	maio-jul	out-dez	Al	Md	Md	In, Av	LC	Av, Pr, Pq, Et
Rubiaceae															
Amaioua guianensis Aubl.	-	Fes, Fgn	Bx	Es	Dn	Cd	Pr	dez-jan	dez-abr	Na	Md	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Cordiera macrophylla (K.Schum.) Kuntze	marmelada-de-cachorro	Fes, Fgn	Bx	Es	Md	Sc	Pr	out-dez	jan-mar	Mo	Al	Md	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Coussarea hydrangeifolia (Benth.) Benth. & Hook.f. ex Müll.Arg.	cafeeiro-do-mato	Fes, Fgn	Md	Md	Dn	Pr	Pr	ago-dez	abr-nov	Al	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Coutarea hexandra (Jacq.) K.Schum.	quina-quina	Fes, Fgn	Bx	Md	Dn	Sc	Pr	jan-fev	maio-jul	Mo	Md	Md	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Faramea hyacinthina Mart.	-	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Pr	Pr	nov-dez	fev-abr	Na	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Ferdinandusa speciosa Pohl	-	Fgi	Bx	Es	Md	Sc	Pr	maio-jun	jul-ago	Al	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Ferdinandusa elliptica (Pohl) Pohl	-	Cdo, Cda, Cru	Bx	Md	Rl	Pr	Na	mar-abr	mar-abr	Mo	Md	Md	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Genipa americana L.	jenipapo, jenipapeiro	Fes, Fgn	Md	Lg	Dn	Cd	Pr	nov-dez	abr-maio	Mo	Md	Al	In, Av, Mt	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Guettarda viburnoides Cham. & Schltdl.	angélica	Fes, Fgn	Bx	Es	Md	Cd	Pr	out-jan	abr-maio	Na	Al	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Ixora brevifolia Benth.	jasmim-do-mato	Fes, Fgn	Md	Md	Dn	Sc	Pr	nov-dez	mar-abr	Al	Al	Al	In, Av, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Posoqueria latifolia (Rudge) Schult.	bacupari-de-macaco	Fgn	Bx	Es	Rl	Pr	Pr	set-out	jan-fev	Na	Md	Na	In, Av, Mt, Ma	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Jd
Psychotria carthagenensis Jacq.	-	Fgn	Bx	Md	Md	Pr	Pr	out-fev	fev-mar	Na	Md	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Rutaceae															
Esenbeckia grandiflora Mart. subsp. *grandiflora*	pau-marfim	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Dn	Cd	Pr	dez-jan	jul-ago	Na	Al	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Metrodorea stipularis Mart.	pau-marfim	Fes, Fed, Fgn	Md	Md	Dn	Sc	Pr	dez-jan	jul-ago	Mo	Al	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq

(continua)

PARTE 2

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	mamica-de-porca, mamica-de-cadela	Fes, Fgn, Cda	Md	Md	Dn	Sc	Pr	nov-dez	abr-maio	Mo	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Zanthoxylum riedelianum Engl.	mama-de-porca	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Md	Cd	Pr	out-jan	jun-ago	Mo	Md	Al	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Salicaceae															
Banara guianensis Aubl.	-	Fes, Fgn	Al	Lg	Dn	Sc	Pr	nov-dez	mar-abr	Al	Md	Md	In, Av	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Casearia grandiflora Cambess.	guassatonga	Fgn, Fes, Cda	Md	Md	Md	Pr	Pr	maio-jul	maio-ago	Al	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Casearia rupestris Eichler	bastão-de-velho, pau-de-espeto	Fes, Fed, Fgn	Bx	Es	Md	Cd	Pr	ago-set	dez-jan	Mo	Al	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Sapindaceae															
Allophylus racemosus Sw.	fruta-de-pomba	Fes, Fed	Bx	Es	Rl	Cd	Pr	set-out	mar-abr	Na	Md	Md	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Cupania vernalis Cambess.	camboatá	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	mar-abr	ago-set	Al	Md	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Dilodendron bipinnatum Radlk.	maria-pobre, mamoninha	Fes, Fed, Fgn	Al	Lg	Md	Cd	Su	jun-jul	set-out	Bx	Md	Md	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Matayba guianensis Aubl.	camboatá	Fes, Fgn, Cda	Md	Md	Dn	Pr	Pr	out-nov	jan-fev	Al	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq, Et
Sapindus saponaria L.	saboneteira, sabonete-de-soldado	Fed, Fes	Md	Md	Dn	Sc	Mp	set-mar	mar-set	Al	Md	Al	In, Mt	EN	Ru, Av, Pr, Pq
Talisia esculenta (Cambess.) Radlk.	pitomba, pitombeira	Fes, Fed, Fgn	Md	Lg	Dn	Pr	Pr	ago-set	jan-fev	Al	Al	Al	In, Av, Mt, Ma	EN	Ru, Av, Pr, Pq, Et, Qu

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Sapotaceae															
Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.	-	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	out-abr	jul-mar	Mo	Al	Al	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Micropholis venulosa (Mart. & Eichler) Pierre	rosadinha, abiuzinho	Fes, Fgn	Al	Lg	Dn	Pr	Pr	ago-set	jan-fev	Na	Md	Na	In, Av, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq, Et
Pouteria gardneri (Mart. & Miq.) Baehni	guapevinha	Fes, Fgn	Md	Md	Md	Sc	Pr	ago-set	nov-dez	Mo	Al	Al	In, Av, Mt, Ma	VU	Av, Pr, Pq, Qu
Pouteria guianensis Aubl.	guapeva, cabo-de-macho	Fes, Fgn	Al	Lg	Dn	Sc	Pr	jul-set	dez-mar	Mo	Al	Al	In, Av, Mt, Ma	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk.	curriola, figo-do-cerrado	Cdo, Cda, Cru	Md	Lg	Dn	Cd	Pr	set-out	dez-jan	Mo	Md	Al	In, Av, Mt	LC	Av, Pr, Pq, Qu
Theaceae															
Laplacea fruticosa (Schrad.) Kobuski	cedrinho, pau-de-santa-rita	Fgn, Fgi	Md	Md	Dn	Sc	Pr	jul-set	mar-set	Na	Md	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Vochysiaceae															
Qualea grandiflora Mart.	pau-terra	Cdo, Cda	Md	Md	Dn	Cd	Pr	nov-jan	ago-dez	Bx	Bx	Bx	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Qualea multiflora Mart.	pau-terra-da-folha-miúda, pau-terrinha	Cdo, Cda	Md	Md	Dn	Cd	Pr	dez-fev	out-dez	Bx	Bx	Bx	In	LC	Ru, Av, Pr, Pq
Salvertia convallariodora A.St.-Hil.	folha-larga	Cdo, Cda, Cru	Md	Md	Md	Cd	Pr	jun-ago	ago-set	Bx	Bx	Md	In, Av	LC	Av, Pr, Pq
Vochysia cinnamomea Pohl	gomeira, gomeirinha	Cdo, Cda	Bx	Es	Md	Sc	Pr	mar-maio	ago-dez	Bx	Bx	Bx	In, Av	VU	Ru, Av, Pr, Pq
Vochysia divergens Pohl	cambará	Fgn, Fgi	Md	Md	Md	Sc	Pr	maio-jun	jul-ago	Na	Md	Na	In	NT	Av, Pr, Pq, Et
Vochysia haenkeana Mart.	escorrega-macaco, amarelão	Fes, Cda, Fgn	Al	Md	Dn	Pr	Pr	jun-ago	ago-out	Na	Md	Md	In, Av	VU	Av, Pr, Pq, Et

(continua)

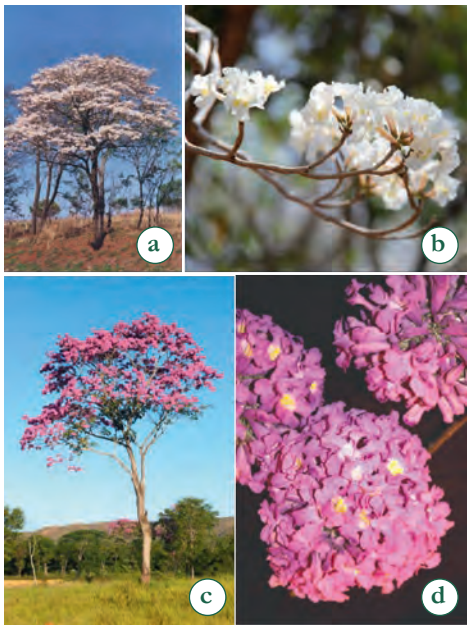
PARTE 2

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	Habitat	PoA	LCo	DFC	PeF	PSR	EFl	EMF	VCr	DeM	FFM	FaA	SCN	EPP
Vochysia pyramidalis Mart.	gomeira-de-macaco	Fgn, Fgi	Al	Lg	Dn	Pr	Pr	out-fev	jul-set	Al	Md	Al	In	LC	Av, Pr, Pq, Et
Vochysia tucanorum Mart.	pau-de-tucano, vinheiro	Fes, Fgn, Cda	Md	Md	Dn	Pr	Pr	fev-abr	ago-out	Na	Md	Bx	In, Av	LC	Av, Pr, Pq, Et
Winteraceae															
Drimys brasiliensis Miers	casca-d'anta	Fgn	Bx	Es	Rl	Pr	Pr	jul-out	nov-jan	Na	Bx	Na	In, Av	LC	Ru, Av, Pr, Pq

Nota: **Habitat**: Cdo = Cerrado sentido restrito; Cru = Cerrado rupestre; Cda = Cerradão; Fed = Floresta estacional decídua; Fes = Floresta estacional semidecídua; Fsv = Floresta estacional sempre-verde; Fgi = Floresta de galeria inundável; Fgn = Floresta de galeria não inundável; Ver = Vereda. **Porte da árvore – PoA**: Bx = Baixo (3 a 8 m); Md = Médio (8 a 13 m); Al = Alto (13 a 18 m); Ma = Muito Alto (> 18 m). **Largura usual da copa – Lco**: Es = Estreita (1,5 a 3 m); Md = Média (3 a 6 m); Lg = Larga (6 a 12 m); Ml = Muito larga (> 12 m). **Densidade foliar da copa no período chuvoso – DFC**: Rl = Rala (< 50% da copa com folhas); Md = Média (entre 50 e 75% da copa com folhas); Dn = Densa (> 75% da copa com folhas). **Persistência da folhagem – PeF**: Pr = Perenifólia; Cd = Caducifólia; Sc = Subcaducifólia. **Profundidade do sistema radicular – PSR**: Pr = Profundo; Mp = Moderadamente profundo; Su = Superficial. **Velocidade de crescimento – VCr**: Bx = Baixa (< 50 $cm.ano^{-1}$); Mo = Moderada (de 50 a 75 $cm.ano^{-1}$); Al = Alta (mais de 75 $cm.ano^{-1}$), Na = Não avaliada. **Densidade da madeira – DeM**: Bx = Baixa (< 0,550 $g.cm^{-3}$); Md = Média (entre 0,550 e 0,720 $g.cm^{-3}$) e Al = Alta (> 0,730 $g.cm^{-3}$). **Facilidade para formação de mudas – FFM**: Bx = Baixa; Md = Média; Al = Alta; Na = Não avaliada. **Fauna associada – FaA**: In = Insetos; Av = Aves; Mt = Mamíferos terrestres; Ma = Mamíferos arborícolas; Mo = Morcegos; Pe = Peixes. ***Status* de conservação na natureza – SCN**: LC = Menos preocupante; EN = Em perigo; NT = Quase ameaçada; VU = Vulnerável; CR = Criticamente em perigo; DD = Deficiente de dados. **Espaços preferenciais para plantio – EPP**: Ru = Ruas; Av = Avenidas; Pr = Praças; Pq = Parques; Jd = Jardins; Et = Estacionamentos; Qu = Quintais urbanos.
Fonte: Autores.

Figura 17.2 – Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba*) e ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*).



Fonte: Autores.

Figura 17.3 – Visão geral da árvore (a e c) e detalhes dos frutos (b e d) de mirindiba (*Terminalia glabrescens*) e bicuíba (*Virola sebifera*).

Fonte: Autores.

Figura 17.4 – Visão geral da árvore (a e c) e detalhes dos frutos (b e d) de tento (*Ormosia arborea*) e tamboril-da-mata (*Enterolobium contortisiliquum*).

Fonte: Autores.

Após listadas as espécies preferenciais, os autores recorreram aos *sites* da Flora e Funga do Brasil 2020 (http://floradobrasil.jbrj.gov.br/) [42] e do Missouri Botanical Garden (http://tropicos.org) [46], para fazer verificações sobre a validade, a grafia correta e a autoria dos nomes científicos. A lista final, à qual foram agregadas as demais partes do conteúdo da Tabela, foi concluída após a colocação das famílias, gêneros e espécies em ordem alfabética, tendo como base o sistema de classificação de ordens e famílias do Angiosperm Phylogeny Group – APG IV [47]. Ao todo, a Tabela 2 contempla 303 espécies de árvores e palmeiras arborescentes, distribuídas em 60 famílias botânicas e em 190 gêneros. Essa mesma lista indica que a maior parte das espécies são preferências de formações florestais, seguidas por um significativo número de espécies de formações savânicas do tipo cerrado e por uma pequena quantidade de elementos exclusivos do subtipo savânico denominado vereda.

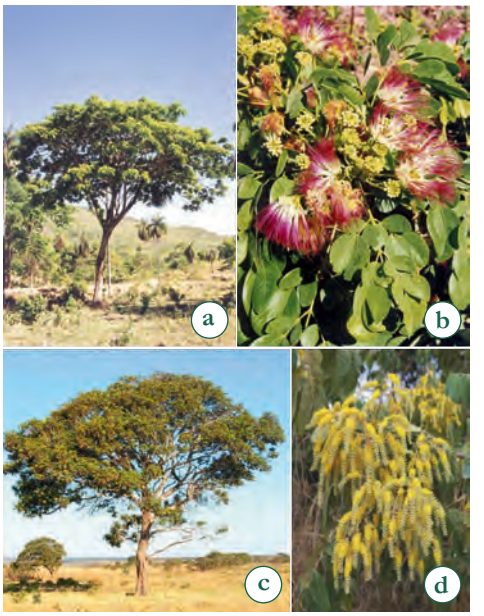
Além dos nomes científicos e populares das espécies selecionadas, a Tabela 2 traz os nomes dos seus habitats preferenciais e informações relativas ao porte das árvores, à largura e densidade da copa, persistência da folhagem, profundidade do sistema radicular, época de floração e época de maturação dos frutos, dentre outros atributos que devem ser levados em consideração no processo de escolha de espécies para arborização urbana, como é explicado na Tabela 1.

Finalmente, o leitor tem um suporte ilustrado, distribuído em 17 figuras com aspectos gerais das árvores de algumas espécies e detalhes de alguma característica mais representativa, tais como tronco, folhas, flores e frutos.

Figura 17.5 – Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de canzileiro (*Platypodium elegans*) e sucupira-roxa (*Pterodon emarginatus*).

Fonte: Autores.

Figura 17.6 – Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de bananinha (*Samanea tubulosa*) e carvoeiro (*Tachigali rubiginosa*).

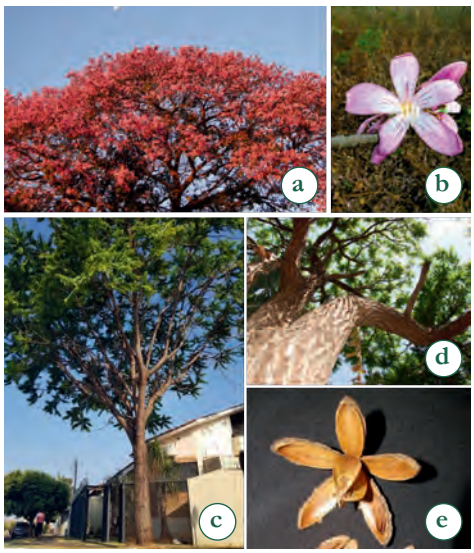


Fonte: Autores.

Figura 17.7 – Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de gomeira-de-macaco (*Vochysia pyramidalis*) e escorrega-macaco (*Vochysia haenkeana*).

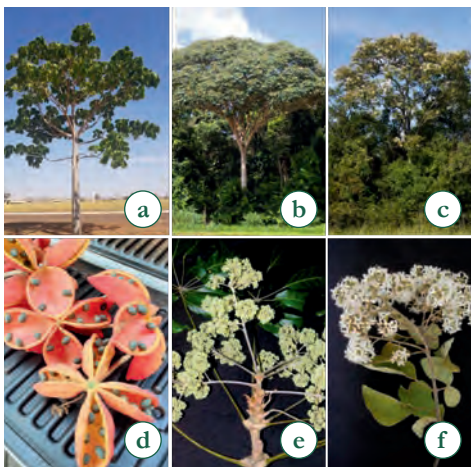
Fonte: Autores.

Figura 17.8 – Visão geral da copa da árvore (a) e detalhes da flor (b) de paineira (*Ceiba pubiflora*). Visão geral da árvore (c), detalhes do tronco (d) e do fruto (e) de cedro (*Cedrela fissilis*).



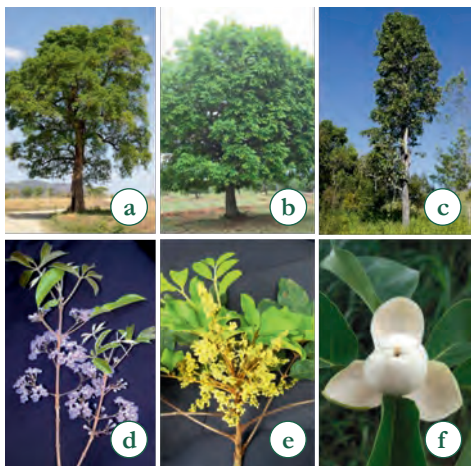
Fonte: Autores.

Figura 17.9 – Visão geral da árvore (a) e detalhes dos frutos (d) de chichá (*Sterculia striata*). Visão geral da árvore (b e c) e detalhes das flores (e e f) de mandiocão (*Didymopanax morototoni*) e freijó (*Cordia trichotoma*).



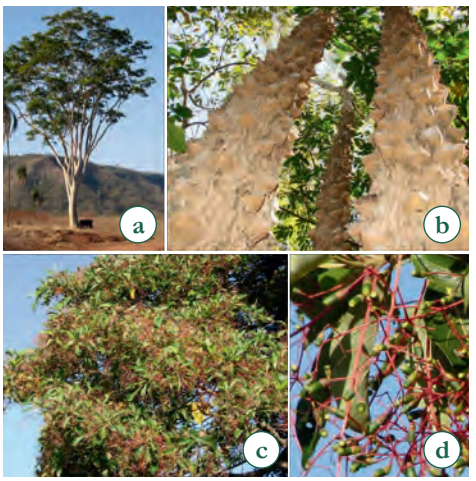
Fonte: Autores.

Figura 17.10 – Visão geral da árvore (a-c) e detalhes das flores (d-f) de tarumã (*Vitex polygama*), pombeiro (*Tapirira obtusa*) e pinha-do-brejo (*Magnolia ovata*).



Fonte: Autores.

Figura 17.11 – Visão geral da árvore (a) de garapa (*Apuleia leiocarpa*), e detalhe do tronco (b) de mama-de-porca (*Zanthoxylum riedelianum*). Visão geral da árvore (c) e detalhes dos frutos (d) de canela (*Nectandra cissiflora*).

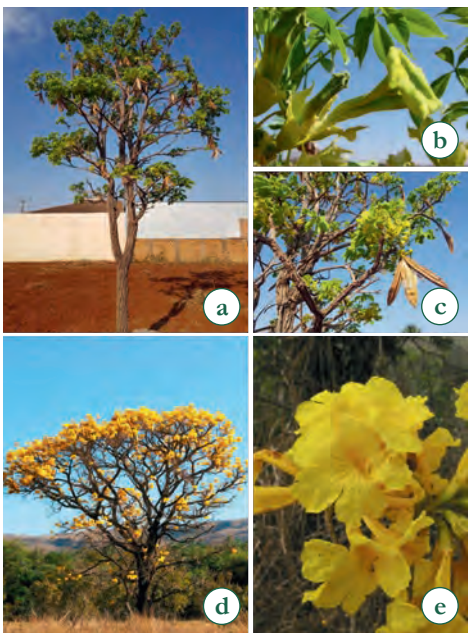


Fonte: Autores.

Figura 17.12 – Visão geral da planta (a) e detalhe do tronco (b) de buritirana (*Mauritiella armata*). Vista geral de uma paisagem (c) com buritis (*Mauritia flexuosa*) e quaresmeiras na época da floração (*Pleroma candoleanum*), e detalhes das flores de quaresmeira (d).

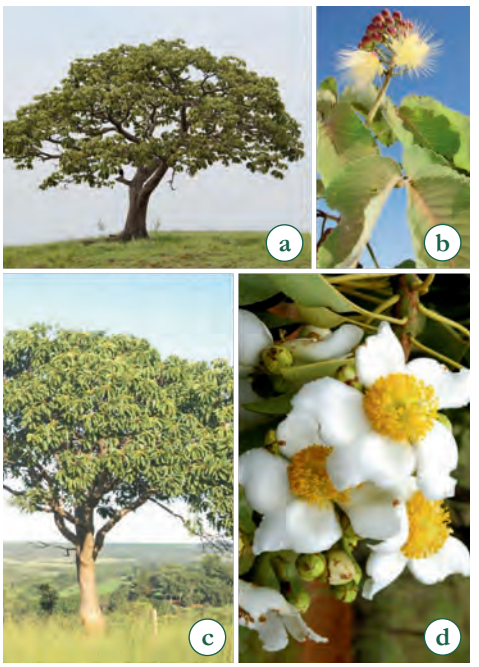
Fonte: Autores.

Figura 17.13 – Visão geral da árvore (a) e detalhes das flores (b) e frutos (c) de ipê-verde (*Cybistax antissyphilitica*). Visão geral da árvore (d) e detalhes das flores (e) de pau d'arco-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*).



Fonte: Autores.

Figura 17.14 – Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de pequi (*Caryocar brasiliense*) e pau-santo (*Kielmeyera lathrophyton*).

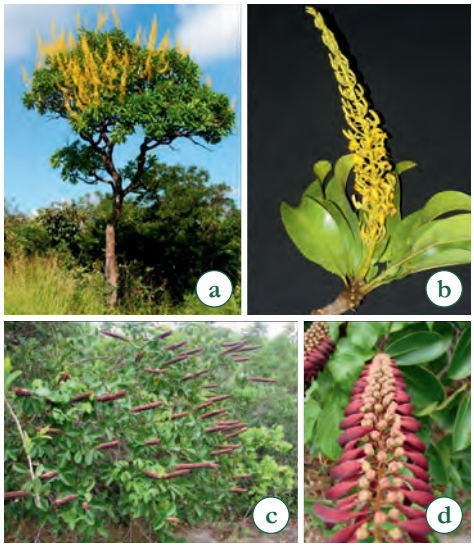


Fonte: Autores.

Figura 17.15 – Detalhes dos ramos com flores (a e b) do muricizão (*Byrsonima affinis*) e do araticum-do-cerrado (*Annona coriacea*). Visão geral da árvore (c) e detalhes das flores (d) de amargoso (*Vatairea macrocarpa*).

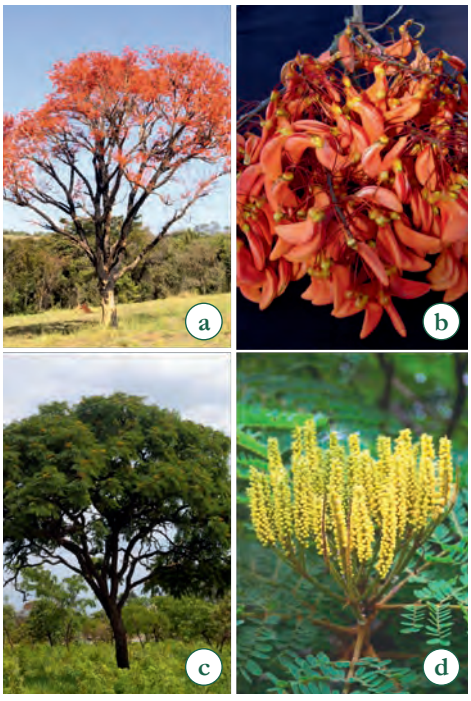
Fonte: Autores.

Figura 17.16 – Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de gomeira (*Vochysia cinnamomea*) e mel-de-arara (*Norantea guianensis*).



Fonte: Autores.

Figura 17.17 – Visão geral da árvore (a e c) e detalhes das flores (b e d) de mulungu (*Erythrina mulungu*) e faveira (*Dimorphandra mollis*).



Fonte: Autores.

Figura 17.18 – Visão geral da árvore (a) e detalhe do tronco (b) de gameleira (*Ficus obtusifolia*). Visão geral (c) e detalhe da inflorescência (d) da palmeira macaúba (*Acrocomia aculeata*).

Fonte: Autores.

17.7. Considerações finais

Vale enfatizar que a utilização de essências exóticas na arborização de cidades não é uma prática errônea, desde que se escolham espécies com características apropriadas para cada circunstância, sejam calçadas e canteiros centrais de ruas e avenidas, praças, parques, estacionamentos etc. Entretanto, o principal objetivo do presente trabalho foi tentar quebrar o paradigma da escassa utilização de espécies nativas do Cerrado até os dias atuais e estimular o seu cultivo em espaços urbanos.

Seja no aproveitamento daquelas árvores que ali já se encontram de forma natural em um novo loteamento, por exemplo, seja principalmente no plantio de mudas nativas indicadas aqui, essa prática pode trazer uma infinidade de benefícios. Entre eles os seguintes: 1) aumento do conhecimento popular das espécies regionais e suas belezas implícitas, seja nos troncos ou folhas e frutos, seja principalmente nas flores com suas cores e aromas; 2) prestação de serviços ecossistêmicos, com fornecimento de alimento para a fauna local, tanto de polinizadores de flores quanto dispersores de frutos e sementes; 3) adição de matéria orgânica no solo, proteção deste contra processos erosivos e estocagem de carbono; 4) oferta de alimentos para a população, visto que muitas espécies produzem frutos saborosos e ricos em nutrientes. Por fim, e tão ou mais importante do que isso: 5) essa nova prática é uma forma de salvaguardar o patrimônio genético da vasta riqueza de árvores e palmeiras arborescentes nativas do Cerrado, bioma que vem sofrendo crescentes ameaças no sentido de alteração e/ou destruição total de seus ambientes ao longo de várias décadas.

17.8. Referências

[1] Nascimento MALS. Geomorfologia do estado de Goiás. Bol Goiano Geogr. 1992;12(1):1-22.

[2] Pinto MN. Caracterização geomorfológica do Distrito Federal. In: Pinto MN, editor. Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. 2. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília; 1994. p. 285-344.

[3] IBGE. Cidades e Estados [Internet]. [acesso 11 jan. 2024]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go.html

[4] Lacerda Filho JV, Frasca AAS. Compartimentação geotectônica. In: Moreira MLO, et al., organizadores. Geologia do estado de Goiás e Distrito Federal. Escala 1:500.000. Goiânia: CPRM/SIC-FUNMINERAL; 2008. p. 34-134.

[5] Adámoli J, Macedo J, Azevedo LG, et al. Caracterização da região dos Cerrados. In: Goedert WJ, editor. Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. Brasília: EMBRAPA/CPAC; 1986. p. 33-74.

[6] Braun OPG. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. Rev Bras Geogr. 1971;32(3):3-39.

[7] Reato A, Correia JR, Spera ST. Solos do bioma Cerrado. In: Sano SM, Pedrosa SP, Ribeiro JF, editores. Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Cerrados; 2008. v.1, p. 107-149.

[8] Árvores do Bioma Cerrado [Internet]. [acesso 11 jan. 2024]. Disponível em: http://www.arvoresdobiomacerrado.com.br/site

[9] Cardoso MRD, Marcuzzo FFN, Barros JR. Caracterização da temperatura do ar no estado de Goiás e no Distrito Federal. Rev Bras Climatol. 2012;11(8):119-34.

[10] Cardoso MRD, Marcuzzo FFN, Barros JR. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. Acta Geogr. 2014;8(16):40-55.

[11] Nascimento DTF. Caracterização ambiental do Estado de Goiás e Distrito Federal como insumo à gestão dos recursos hídricos. Rev Sapiência. 2017;6(2):34-50.
[12] Eiten G. Vegetação natural do Distrito Federal. Brasília: UnB/SEBRAE; 2001. p. 17-73.
[13] Silva FAM, Assad ED, Evangelista BA. Caracterização climática do bioma Cerrado. In: Sano SM, et al., editores. Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Cerrados; 2008. v.1, p. 69-88.
[14] IBGE. Censo demográfico 2010 [Internet]. [acesso 11 jan. 2024]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html
[15] IBGE. Censo demográfico 2022 [Internet]. [acesso 11 jan. 2024]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html
[16] Lima RMC, Silva Júnior MC. Inventário da arborização urbana implantada na década de 60 no Plano Piloto, Brasília, DF. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2010;5(4):110-27.
[17] Weirich RA, Calil FN, Monteiro MM, et al. Arborização urbana para mitigação das condições microclimáticas em Goiânia, Goiás. Ecol Nutr Florest. 2015;3(2):48-58.
[18] 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.
[19] Batista DAM, Maciel EA, Machado DL, et al. Urban greening dynamics in Brazil Central city as a subsidy for public policies. Urban Ecosyst. 2023;26:845-56. DOI: 10.1007/s11252-023-01344-w.
[20] Batistel LM, Dias MAB, Martins AS, et al. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana nos bairros Promissão e Pedro Cardoso, Quirinópolis, Goiás. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2009;4(3):110-29.
[21] Bernardes AMA, Moura TM, Diniz VSS, et al. Levantamento florístico e fitossociológico do componente arbóreo de praças públicas do município de Iporá, Goiás. Rev Verde. 2019;14(3):436-42.
[22] Camilo MTA, Miranda SC. A vegetação lenhosa nas praças públicas do município de Palmeiras de Goiás, GO. Rev Saúde Biologia. 2015;10(3):119-27.
[23] Faria RF, Sousa VR, Miranda SC. Arborização urbana da cidade de Itapuranga, Goiás. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2014;9(2):101-17.
[24] Pires NAMT, Melo MS, Oliveira DE, et al. A arborização urbana do município de Goiandira, GO: caracterização qualiquantitativa e propostas de manejo. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2010;5(3):185-205.
[25] Serpa DS, Morais NA, Moura TM. Arborização urbana em três municípios do sul do estado de Goiás: Morrinhos, Goiatuba e Caldas Novas. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2009; 4(3):98-112.
[26] IBGE. Mapa político da região Centro-Oeste. Escala 1:2.000.000. 2009 [Internet]. [acesso 20 dez. 2020]. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_regionais/politico/2009/centro_oeste_politico2000k_2009.pdf
[27] Nimer E, Brandão AMPM. Balanço hídrico e clima da região dos cerrados. Rio de Janeiro: IBGE; 1989.
[28] Oliveira IJ. Chapadões descerrados: relações entre vegetação, relevo e uso das terras em Goiás. Bol Goiano Geogr. 2014;34(2):311-36.
[29] Ribeiro JF, Walter BMT. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF, editores. Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Cerrados; 2008. v.1, p. 151-212.

[30] Rizzini CT. A flora do cerrado: análise florística das savanas centrais. In: Ferri MG, organizador. Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo; 1963. p. 126-77.
[31] Silva JF, Fariñas MR, Felfili JM, et al. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. J Biogeogr. 2006;33:536-48.
[32] IBGE. Mapa de Vegetação do Brasil. Escala 1:5.000.000. 3. ed. 2004 [Internet]. [acesso 7 dez. 2020]. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf
[33] IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012. (Manuais Técnicos em Geociências; 1).
[34] Eiten G. Vegetação do cerrado. In: Pinto MN, editor. Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. 2. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília; 1994. p. 17-73.
[35] Oliveira-Filho AT, Ratter JA. Vegetation physiognomies and wood flora of the cerrado biome. In: Oliveira PS, Marquis RJ, editors. The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press; 2002. p. 91-120.
[36] Pereira BAS, Venturoli F, Carvalho FA. Florestas estacionais no Cerrado: uma visão geral. Pesq Agropec Trop. 2011;41(3):446-55.
[37] Scaramuzza CAM, Machado RB, Rodrigues ST, et al. Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade em Goiás. In: Ferreira Jr LG, organizador. A encruzilhada socioambiental: biodiversidade, economia e sustentabilidade no Cerrado. Goiânia: Editora UFG; 2008. p. 1-52.
[38] Carranza T, Balmford A, Kapos V, et al. Protected area effectiveness in reducing conversion in a rapidly vanishing ecosystem: the Brazilian Cerrado. Conserv Lett. 2014;7(3):216-23.
[39] Santana RNR. História e natureza: mudanças ambientais no norte de Goiás em relatos de cronistas e viajantes naturalistas no século XIX. Rev Espacialidades [Internet]. 2014; 7(1). [acesso 11 jan. 2024]. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/espacialidades/article/view/17695
[40] Glaziou AFM. Liste des plantes du Brésil Central recueillies en 1861-1895. Mem Soc Bot Fr. 1910;3:377-83.
[41] Ule E. Anexo VI – Relatório do Dr. Ernesto Ule, botânico da Comissão. In: Cruls L. Relatório da Comissão Exploradora do Planalto Central do Brasil. Brasília: Senado Federal; 2012. (Edições do Senado Federal; 22).
[42] Flora e Funga do Brasil 2020 [Internet]. [acesso 11 jan. 2024]. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/
[43] Mendonça RC, Felfili JM, Walter BMT, et al. Flora vascular do bioma Cerrado: um *checklist* com 12.356 espécies. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF, editores. Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Cerrados; 2008. v.2, p. 421-1279.
[44] Batalha MA, Martins FR. Life-form spectra of Brazilian cerrado *sites*. Flora. 2002;197:452-60.
[45] WWF Brasil. Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no Cerrado e Pantanal. Brasília: WWF-Brasil; 2015.
[46] Missouri Botanical Garden. Tropicos [Internet]. [acesso 11 jan. 2024]. Disponível em: http://tropicos.org
[47] Angiosperm Phylogeny Group (APG) IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. Bot J Linn Soc. 2016;181:1-20.

Capítulo 18

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO MATO GROSSO E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Temilze Gomes Duarte, Eliana Celestino da Paixão, Mara Silvia Aguiar Abdo e Rodrigo Adversi Silva

18.1. Destaques deste capítulo

1. O território de Mato Grosso abriga os biomas Pantanal, Cerrado e Amazônia, formando um mosaico de formações vegetais únicas no Brasil;
2. O estado de Mato Grosso reúne Floresta Ombrófila Densa, Floresta Aberta, Estacional, Áreas de Tensão Ecológica e Savana, predominando estas últimas;
3. Lacunas no conhecimento botânico – apesar de avanços desde as primeiras expedições do início do século XX, ainda há grandes lacunas na coleta e catalogação da flora;
4. Alta riqueza florística – o estado do Mato Grosso possui cerca de 5.730 espécies de angiospermas e 2.190 espécies arbóreas compiladas em estudos recentes;
5. Arborização urbana como estratégia – o uso da flora nativa na arborização urbana pode ajudar a resgatar a biodiversidade perdida em face das pressões antrópicas e da urbanização acelerada.

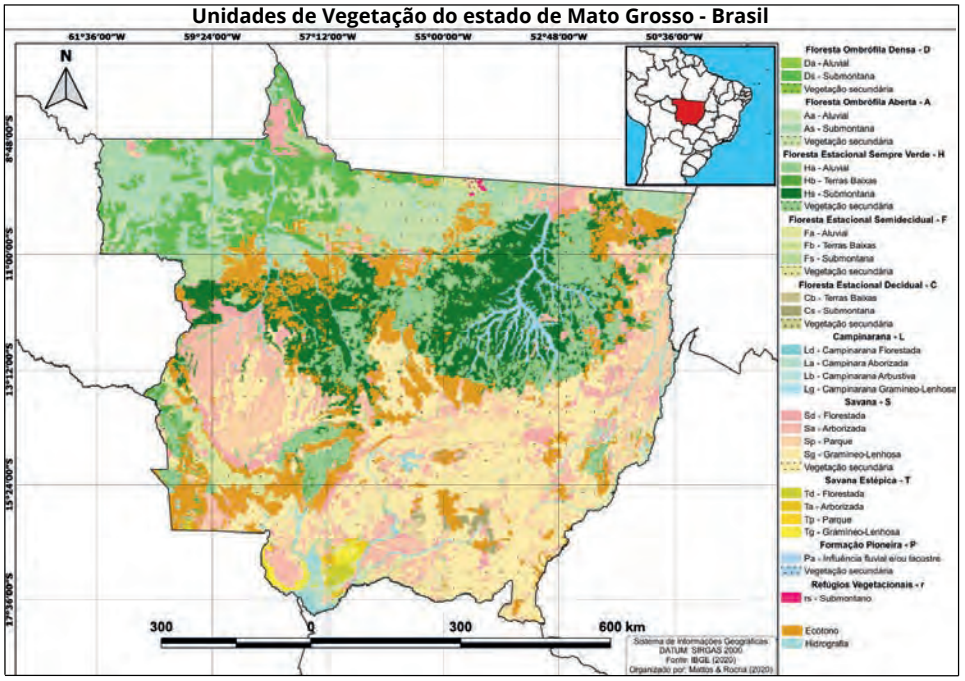
18.2. Caracterização fitogeográfica do estado de Mato Grosso

Um mosaico de formações vegetais caracteriza as regiões fitogeográficas que compõem o Estado (Figura 1): as Florestas Ombrófilas, as Florestas Estacionais, as Savanas e as Áreas de Tensão Ecológica ocupam a maior extensão [2]. Na região Norte do estado predominam as formações florestais que se conectam com o Cerrado, e ao sul, o Pantanal.

O estado de Mato Grosso destaca-se por abrigar uma grande parcela da biodiversidade de plantas dos três biomas – Amazônia, Cerrado e Pantanal. Juntos, eles reúnem inúmeros ecossistemas, formando um mosaico de ambientes naturais [3]. O bioma Amazônia apresenta diferentes tipos de vegetação, com diversas e complexas características fisionômicas, florísticas e estruturais. Essa complexidade se deve à grande diversidade de espécies vegetais, e à diversidade funcional presente nesse ecossistema [4]. Em Mato Grosso, do bioma Amazônia, ocorre principalmente as tipologias florestais, como Florestas Ombrófilas (Densa e Aberta) e a Floresta Estacional (Sempre verde, Semidecidual e Decidual) desde os limites com os estados do Amazonas e Pará, até ao

Planalto do Parecis, que ocorrem mais ao sul, em contato com o bioma Cerrado, ocupando as Áreas de Tensão Ecológica (Transição).

Figura 18.1 – Mapa de localização dos biomas e regiões fitoecológicas do estado de Mato Grosso.



Fonte: Rocha e Mattos; IBGE.

Embora os diferentes tipos de vegetação no Brasil estejam teoricamente bem definidos, com base em critérios florísticos, fisionômicos e ecológicos [5], classificar a vegetação localizada nas áreas de transição entre os biomas brasileiros não é tarefa simples. As áreas de contato entre a Floresta Amazônica e o Cerrado são caracterizadas pela ampla variação climática e do meio físico, sendo que essa heterogeneidade proporciona a formação de fitofisionomias diferenciadas inseridas em distintas unidades ecológicas nas regiões de transição [6].

A vegetação do bioma Cerrado mato-grossense diferencia-se dos demais estados por reunir um maior número de espécies lenhosas por área, variando de 41 a 106 (média de 65) [1]. Na região Nordeste do estado, os limites sul e leste da Floresta Amazônica são delimitados pela Bacia do Alto Rio Xingu, cobertas por florestas, e a Bacia do Araguaia, de domínio do Cerrado, separadas pela Serra do Roncador [7]. É uma ampla região que possui um mosaico de vegetação contendo formações amazônicas, de Cerrado e áreas de tensão. A região compreendida pela bacia dos rios formadores do Xingu representa uma zona de transição entre a Amazônia e o Cerrado do Planalto Central.

Na região Oeste, as espécies vegetais características da flora amazônica apresentam distribuição desde as nascentes do Rio Sepotuba, passando pela margem direita do Rio Paraguai até as áreas de afluentes da margem direita do Rio Guaporé [2]. A flora do Pantanal é composta por espécies de ampla distribuição, típicas de comunidades do Cerrado e florestas estacionais, e existem combinações de grupos vegetais que ocorrem em mais de uma província fitogeográfica, como Chaco, Floresta Amazônica e Bacia Paraná-Paraguai [8].

18.3. Estudos florísticos

Estudos de composição florística e as coleções botânicas são ferramentas importantes para conhecer a flora de um determinado local. Ainda há grandes lacunas de coleta da flora mato-grossense, que aos poucos vêm sendo preenchidas. Os resultados das primeiras explorações botânicas realizadas no estado podem ser encontrados em Sampaio [9] e Ackerly et al. [10].

Em 1908 iniciaram-se as primeiras expedições para o estudo da flora no estado de Mato Grosso, comandadas por Cândido Mariano da Silva Rondon, nas quais o botânico Hoehne teve importante participação [11]. Em sua obra *Phytophysionomia do Estado de Matto-Grosso e ligeiras notas a respeito da composição e distribuição da sua flora,* Hoehne [12] traz informações preliminares a respeito da flora do estado.

Outros estudos florísticos no estado foram realizados por Veloso, em 1946 e 1947, por meio de expedições, quando os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul formavam uma única Unidade Federativa. Essas expedições foram realizadas em Vila Bela de Mato Grosso, nas matas da região do Rio Guaporé, até aquele momento inexploradas, e em seguida nos arredores de Cuiabá.

No leste do estado, na região denominada Vale do Rio Araguaia, onde se situam os municípios de Nova Xavantina, Água Boa, Canarana, Querência, dentre outros, esses locais têm sido objeto de excursões botânicas desde a expedição anglo-brasileira Xavantina-Cachimbo, na década de 1970 [13,14].

Em 1982, foi realizado um estudo preliminar a respeito dos tipos de vegetação do Pantanal de Mato Grosso [15]. Nesse estudo, os autores já chamavam a atenção para a existência de várias formações vegetacionais ainda presentes, e a necessidade de conservação urgente. Seguindo essa linha, outros trabalhos relativos aos tipos de vegetação de Mato Grosso foram desenvolvidos [14,16-19].

Os estudos de ordem florística e taxonômica do estado de Mato Grosso tiveram como ponto inicial o trabalho de Bhaltasar Dubs [20]. A partir de um amplo levantamento de dados disponíveis em herbários europeus e no Herbário do Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM), Gil et al. [21] verificaram que Dubs, coordenador do projeto *Prodromus Florae Matogrossensis* (PFM), elaborou um catálogo com espécies da flora de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Com base nessas informações, este pesquisador apresentou uma listagem das fanerógamas terrestres e aquáticas desses estados, contendo o registro de 133 espécies de ciperáceas. Nascimento e Saddi [22] e Guarim-Neto et al. [23,24] também contribuíram substancialmente para conhecimentos florísticos e fitossociológicos do bioma Cerrado no estado de Mato Grosso.

Outras revisões foram realizadas a partir de 1990, quando o governo estadual implantou os estudos para a realização do plano de zoneamento socioeconômico e ecológico do estado [25], que teve como um de seus objetivos mapear a cobertura vegetal de Mato Grosso, bem como a localização dos principais pontos de levantamentos florísticos e inventários florestais já realizados. No Vale do Araguaia, levantamentos florísticos e fitossociológicos foram realizados [26,27].

Na região de Chapada dos Guimarães, trabalhos pioneiros que abordaram as comunidades arbóreas foram desenvolvidos [19,28,29]. Existe um grau de informações bastante satisfatório a respeito da composição florística dos biomas Cerrado e Pantanal. Todavia, quando se refere à Amazônia Mato-Grossense, observam-se poucos estudos, alertando para a urgência de novos

trabalhos, pois embora sua extensão seja grande, o desmatamento ocorre de forma desordenada. Destacam-se para essa região estudos que apresentam um manual de identificação de espécies lenhosas da região do Rio Cristalino, no extremo norte do estado de Mato Grosso, compilados no livro *Vegetação e Plantas do Cristalino – um manual* [30].

O Cerrado Mato-Grossense diferencia-se dos demais estados com vegetação deste bioma, porque além de reunir o maior número de espécies lenhosas por área, destaca-se pela riqueza de espécies nas planícies alagáveis dos rios Araguaia e Xingu. Na região de transição, entre a Amazônia e o Cerrado, foi definida uma nova formação vegetacional, que se estende do leste para o oeste do estado, denominada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como Floresta Estacional Sempre Verde. A Floresta Estacional Sempre Verde, constituída por espécies essencialmente amazônicas, está localizada em solos que apresentam alta umidade no Planalto do Parecis, onde estão localizados grandes aquíferos, como as Bacias do Alto Juruena e Xingu, e desta forma apresentam alto verdor mesmo nos meses de estiagem.

Impulsionados pelos estudos pioneiros, trabalhos abordando a flora do estado de Mato Grosso têm sido realizados, a exemplo do livro *Flora Arbórea de Mato Grosso: Tipologias Vegetais e suas Espécies* [1]. No entanto, pela extensão e pela rica biodiversidade de plantas que o estado detém, é necessário que mais pesquisas voltadas para esta temática sejam realizadas.

18.4. A ocupação do estado: Efeito da urbanização e o potencial da flora nativa

18.4.1. O meio ambiente urbano: fragmentação florestal, desenvolvimento e gestão

O avanço das atividades humanas, seja para uso em agricultura, pecuária ou expansão urbana, determina a supressão da vegetação florestal, causando a fragmentação do habitat, processo em que uma grande e contínua área sofre redução ou divisão [31]. O processo de urbanização provoca alterações significativas no ambiente natural, onde grandes áreas constituídas de vegetação nativa são substituídas por materiais e equipamentos urbanos [32], tais como: asfalto, calçadas, postes e construções das mais variadas formas. Com isso, passam a existir pequenas áreas de vegetação, fragmentadas dos ambientes originais.

É sabido que os fragmentos florestais urbanos desempenham diversas funções, como a purificação do ar, melhoria do microclima, redução da velocidade do vento, influência no balanço hídrico, abrigo da fauna e amortecimento de ruídos. Uma das importantes funções dos remanescentes florestais é prover matrizes de sementes, para a reposição florestal e recuperação de áreas degradadas [33]. Os municípios brasileiros, pelas competências constitucionais que lhes foram atribuídas, constituem atores decisivos na implementação do planejamento e na gestão ambiental urbana [34], incluindo a delimitação oficial da zona urbana, rural e demais territórios de uso das cidades.

O estado de Mato Grosso é composto por 142 municípios, distribuídos nos três diferentes biomas. Algumas cidades são centenárias, tendo começado com um pequeno povoado e depois de muitos anos tiveram sua emancipação política, como é o caso da capital Cuiabá, que tem mais de 300 anos. Outros municípios são mais recentes, onde muitas vezes a urbanização é planejada e os espaços urbanos são mais estruturados. O estado é caracterizado pelas altas temperaturas e apresenta duas estações do ano bem marcadas, sendo: estação chuvosa entre outubro a abril e uma estação seca de maio a setembro (com baixa umidade do ar). A vegetação contribui significativamente para

o estabelecimento de microclimas mais agradáveis, reduzindo as variações climáticas produzidas pelas atividades urbanas, entre outros fatores, principalmente pelo processo de fotossíntese, que auxilia na umidificação do ar através do vapor d'água que libera. A arborização traz beleza à cidade e bem-estar à população, uma vez que, por suas características biológicas, as plantas desempenham uma série de funções importantes para maior qualidade de vida dos cidadãos.

Figura 18.2 – Árvores nativas na arborização em cidades do Mato Grosso: a) Piúva (*Handroanthus heptaphyllus*) na margem da rodovia MT-040 em Santo Antônio de Leverger; b) Ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius*) em Nova Xavantina; c) Caroba (*Jacaranda cuspidifolia*) na arborização da Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá; d) Jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*) na arborização viária no município de Sapezal.

Fonte: Autores.

O uso de espécies nativas na arborização dos espaços públicos gera ganhos ambientais, estéticos e culturais para o ambiente urbano [35]. As plantas presentes nos centros urbanos, muitas vezes são remanescentes da vegetação nativa original. No entanto, o uso frequente de espécies de outras regiões para arborização introduz elementos exóticos que podem alterar significativamente a composição florística local [36]. Nesse sentido, na cidade de Cuiabá, de acordo com a Lei Complementar nº 004 de 26/11/1992, "na área urbana do município deve-se utilizar na arborização ou ornamentação florística de praças e avenidas públicas, no mínimo 40% de plantas nativas da região", e regulamentada pelo Decreto nº 5.144 de 15/02/2012. Em estudo recente realizado em 12 praças da cidade de Cuiabá, 33% delas não atendem o Decreto Municipal, em decorrência principalmente da influência dos moradores do entorno, que inserem mudas de plantas frutíferas que em sua maioria são espécies introduzidas [37].

O uso da flora nativa pode ser observado nas calçadas, nos canteiros centrais das avenidas e nos espaços públicos como elementos da arborização urbana em diferentes municípios de Mato Grosso (Figura 2).

18.5. Flora nativa potencial para arborização de espaços públicos urbanos

A flora de Mato Grosso, segundo o *Brazil Flora Group* – BFG [38], é composta por aproximadamente 5.729 espécies de angiospermas, distribuídas entre os biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal. Foi registrado, por inventário, 2.191 espécies arbóreas, representando elementos comuns e estruturantes dessas formações vegetais [1].

Neste capítulo, apresentamos uma seleção da flora de Mato Grosso, destacando atributos relevantes e sugerindo espécies com potencial para arborização urbana (Tabela 1). A proposta consiste em uma lista aberta de espécies nativas que podem ser utilizadas em diferentes cidades do estado, favorecendo tanto a valorização da biodiversidade regional quanto a promoção de serviços ecossistêmicos em ambientes urbanos.

A escolha das espécies foi orientada por um conjunto de critérios ecológicos, morfológicos, fenológicos e reprodutivos, aliados à adequação ao ambiente urbano. Foram considerados aspectos como porte da árvore, tipo de raiz, arquitetura de copa, ciclo de floração e frutificação, interação com a fauna, tolerância às condições ambientais das cidades e segurança para a população [39-41]. Essa abordagem busca garantir não apenas a funcionalidade e estética da arborização, mas também a redução de riscos, como danos à infraestrutura urbana, além de ampliar benefícios ecológicos como sombreamento, regulação microclimática e suporte à fauna urbana.

Cabe destacar que, entre as espécies selecionadas, algumas estão incluídas em listas de espécies ameaçadas de extinção, conforme os critérios das Listas do Livro Vermelho da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção [42] e da Portaria MMA nº 148/2022. A inclusão dessas espécies tem como objetivo reforçar a importância de sua conservação, promovendo sua presença em ambientes urbanos como estratégia complementar de sensibilização e valorização do patrimônio natural do estado.

Dessa forma, a lista proposta alia função ecológica, valor paisagístico e relevância para a conservação, oferecendo subsídios técnicos para programas de arborização que respeitem a diversidade florística de Mato Grosso e contribuam para a construção de cidades mais sustentáveis, resilientes e integradas à biodiversidade local.

Tabela 18.1 – Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Mato Grosso – 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	DPr	SC
Anacardiaceae														
Anacardium occidentale L.	caju	Fa; Sa; Sd	10	40	C, EA	Me	L	C	AP	jul-set	out-dez	Zoo	Bx	NA
Astronium fraxinifolium Schott.	gonçaleiro	Fa; Fb; Sd; Sa; Sp	12	40	EA	Al	L	C	NA	jul-ago	set-out	Ane	Bx	LC
Astronium urundeuva (M. Allemão) Engl.	aroeira	Fa; Fs; Sd; Sa	30	60	EA	Al	L	C	NA	jan-jul	ago-set	Ane	Bx	LC
Schinus terebinthifolia Raddi	aroeira-vermelha	Fs; Sa; Sd	15	50	C, EA	Me	A	C	AP	ago-set	dez-jan	Zoo	Bx	NA
Spondias monbim L.	cajá-mirim	H; Fa; Fs; Sd; Sa	20	50	EA	Me	L	C	NA	set-nov	fev-abr	Zoo	Bx	NA
Tapirira guianensis Aubl.	pau-pombo	Fa; Fs; Sd; Sa	12	50	EA	Me	L	C	NA	mar-abr; ago-set	maio-jun; dez-fev	Zoo	Bx	LC
Annonaceae														
Annona coriacea Mart.	araticum	Fa; Sd; Sa	5	20	C, EA	Bx	L	C	AP	nov-dez	mar-abr	Zoo	Md	NA
Annona crassiflora Mart.	marolo	H; Fa; Sd; Sa	5	25	C, EA	Bx	L	C	AP	set-nov	fev-abr	Zoo	Md	LC
Cardiopetalum calophyllum Schltdl.	embira-branca	Fs; Sa; Sd	12	30	C, EA	Bx	L	C	AP	set-nov	fev-abr	Zoo	Md	LC
Xylopia aromatica (Lam.) Mart.	pimenta-de-macaco	Da; Fa; Fb; Sd; Sa; Pa	8	20	C, EA	Bx	L	C	AP	jul-jan	fev-jun	Zoo	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Apocynaceae														
Aspidosperma australe Müll. Arg.	guatambu-vermelho	Fa; Fb; Sd	20	60	EA	Al	L	C	NA	set-dez	abr-jun	Ane	Bx	LC
Aspidosperma cylindrocarpon Müll. Arg.	peroba-rosa	H; Fa; Sd; Sa	20	45	EA	Me	L	C	NA	set-nov	ago-out	Ane	Bx	LC
Aspidosperma macrocarpon Mart. & Zucc.	guatambu-do-cerrado	Ds; Fb; Fa; Ld; Sd; Sa	20	20	EA	Me	L	C	NA	jul-set	ago-out	Ane	Bx	LC
Aspidosperma subincanum Mart.	guatambu	Ds; Fb; Fs; Sd; Sa	15	30	EA	Al	A	C	NA	set-nov	jul-ago	Ane	Bx	LC
Hancornia speciosa Gomes	mangaba-doce	Sd; Sa	6	15	C, EA	Me	L	C	AP	ago-out	set-nov	Zoo	Md	LC
Himatanthus obovatus (Müll.Arg.) Woodson	tiborna-do-cerrado	Fs; Sa; Sd	8	15	C, EA	Me	L	C	AP	ago-out	set-nov	Ane	Bx	LC
Arecaceae														
Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.	bocaiúva	Fs; Sd; Sa; Sp	15	30	EA	Bx	A	Ps	AP	jan-fev	mar-abr	Zoo	Md	LC
Attalea phalerata Mart. ex Spreng.	acuri	Fb; Fs; Sd; Sa; Sp	12	40	EA	Bx	A	Ps	AP	jul-fev	abr-dez	Zoo	Md	LC
Attalea speciosa Mart. ex Spreng.	babaçu	As; Fb; Sd; Sa	20	40	EA	Bx	A	Ps	AP	jul-fev	abr-dez	Zoo	Md	LC
Copernicia alba Morong	carandá	Sd; Sp	25	30	EA	Me	A	Ps	AP	jul-dez	jan-maio	Zoo	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Mauritia flexuosa L.f.	buriti	As; Sa; Sd	25	40	EA	Me	A	Ps	AP	mar-maio	fev-dez	Zoo	Md	LC
Oenocarpus distichus Mart.	bacaba	D; H; Sd	15	20	EA	Me	A	Ps	AP	jul-set	out-dez	Zoo	Md	LC
Bignoniaceae														
Cybistax antisyphilitica (Mart.) Mart.	ipê-verde	As; Sd; Sp	18	20	C, EA	Al	L	C	AP	ago-set	out-dez	Ane	Bx	LC
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex A.DC.) Mattos	ipê-amarelo, ipê-cascudo	H; Sa; Sd	18	35	C, EA	Al	A	C	AP	jul	ago	Ane	Bx	NA
Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos	piúva, ipê-rosa	Fa; Sp	25	75	EA	Al	L	C	AP	jul-set	set-out	Ane	Bx	LC
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-roxo, pau-d'árco-roxo	Fa; Fb; Sd; Sa	25	80	EA	Al	A	C	AP	jul-set	set-out	Ane	Bx	NT
Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos	ipê-amarelo-do-cerrado	Fs; Sg	14	20	C, EA	Al	A	C	AP	jun-ago	set-nov	Ane	Bx	LC
Handroanthus serratifolius (Vahl) S. Grose	ipê-amarelo, pau-d'árco-amarelo	Da; Ds; Fa; Fb; Fs; Sd; Sa	25	95	EA	Al	L	C	AP	ago-nov	out-dez	Ane	Bx	EM
Handroanthus vellosoi (Toledo) Mattos	ipê-cascudo	Fa; Sd; Sa	25	70	C, EA	Al	A	C	AP	jul-ago	set-out	Ane	Bx	LC
Jacaranda brasiliana (Lam.) Pers.	carobão	Ds	10	30	C, EA	Me	A	C	AP	ago-set	jul-ago	Ane	Bx	LC
Jacaranda copaia (Aubl) D. Don	caroba, marupá	Fa; Fs; Sa; Sp; T	30	35	EA	Me	A	C	AP	set-out	ago-set	Ane	Bx	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Jacaranda cuspidifolia Mart.	caroba-do-cerrado, carobinha	As; Fa; Fs; Sd; Sp	18	40	C, EA	Me	A	C	AP	set-out	ago-set	Ane	Bx	LC
Tabebuia aurea (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	paratudo	Ds; Fa; Fb; Sa; Sd; Sp	20	90	C, EA	Al	L	C	AP	ago-set	set-out	Ane	Bx	LC
Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith	ipê-branco, piúva-branca, itaipoca	Cb; Cs; Sd	18	45	C, EA	Al	L	C	AP	ago-set	out-dez	Ane	Bx	NT
Cordiaceae														
Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Cham.	freijó, louro-branco	Ds; Fa; Fs	15	35	C, EA	Me	A	C	AP	maio-jun	jul-out	Ane	Bx	LC
Cordia glabrata (Mart.) A.DC.	louro-preto	Fa; Fs; Sd; Sa; Sp	18	35	C, EA	Me	L	C	AP	ago-set	set-nov	Ane	Bx	NA
Cordia sellowiana Cham.	louro, baba-de-boi	Fa; Fs; Sd; Sa	16	45	C, EA	Me	A	Sc	AP	jul-set	out-dez	Zoo	Md	LC
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud	louro, freijó	As; Sd; Sa; Sp	18	45	C, EA	Me	A	Sc	AP	maio-jun	jul-out	Ane	Bx	LC
Burseraceae														
Commiphora leptophloeos (Mart.) J.B. Gillett	amburana-de-espinho, falsa-imburana, mirra	Fa; Fs; Sd; Sa; Sp	12	30	EA	Me	L	C	AP	jul-set	out-dez	Zoo	Al	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand	amescla	Da; Ds; Fa; Fb; Sd; Sa; Sp	15	25	EA	Me	L	C	AP	ago-set	nov-jan	Zoo	Md	LC
Protium spruceanum (Benth.) Engl.	breu-branco	Ds; As; Fs; Sd; Sa; Sp	14	40	EA	Me	L	Ps	AP	set-nov	dez-fev	Zoo	Md	LC
Trattinnickia burserifolia Mart.	bafo-de-boi, amescla	Da; Ds; Fs; Sd; Sa; Sp	30	70	EA	Me	L	Ps	NA	jul-out	set-mar	Zoo	Md	LC
Calophyllaceae														
Calophyllum brasiliensis Cambess.	guanandi	Da; Ds; Fa; Fs; Fb; Ld; Sd; As; Pap	25	60	EA	Me	L	Ps	AP	ago-nov	maio-jul; ago-nov	Zoo	Md	NA
Caraipa densifolia Mart.	camaçari, tamaraque	Da; Ds; H; Fa; Sd; Sa	20	70	EA	Me	L	Ps	AP	out-nov	jan-fev	Ane	Bx	LC
Kielmeyera coriacea Mart. & Zucc.	pau-santo	H; Fa; Sd; Sa; Sp	6	15	C, EA	Bx	L	C	AP	out-nov	set-dez	Ane	Bx	NA
Kielmeyera grandiflora (Wawra) Saddi	pau-santo	H; Sa	8	10	C, EA	Bx	L	C	AP	jun-ago	ago-out	Ane	Bx	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Kielmeyera rubriflora Cambess.	pau-santinho, rosa-do-campo	Ld; Sd; Sa; Sp; Pa	8	10	C, EA	Bx	L	C	AP	mar-jun	jul-set	Ane	Bx	NA
Caryocaraceae														
Caryocar brasiliense A.St.-Hil.	pequi	Fa; Sd; Sa; Sp; Sg	8	40	EA	Al	A	Sc	NA	set-nov	nov-fev	Zoo	Md	LC
Celastraceae														
Plenckia populnea Reissek	marmeleiro-do-campo	H; Fa; Sd; Sa; Sp; Sgs	8	25	C, EA	Al	A	C	AP	out-nov	jul-ago	Ane	Bx	NA
Salacia elliptica (Mart.) G. Don	siputá	As; Fa; Fb; Sd; Sa; Sg	12	40	EA	Al	L	Sc	AP	ago-nov	nov-mar	Zoo	Al	LC
Chrysobalanaceae														
Couepia grandiflora (Mart. & Zucc.) Benth.	fruta-de-ema	H; Sd; Sa; Sp; Sg	5	25	EA	Al	A	C	NA	set-out	jan-fev	Zoo	Bx	LC
Couepia uiti (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook.f.	pateiro	Fa; Fb; Sa; Sg	5	25	EA	Al	L	C	NA	ago-nov	nov-jan	Zoo	Bx	NA
Hirtella glandulosa Spreng.	vermelhão	Ds; H; Fa; Fb; Fs; Sd; Sa; Sp	15	35	C, EA	Al	A	Sc	AP	jul-ago	set-out	Zoo	Bx	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Hirtella gracilipes (Hook.f.) Prance	-	Da; Ds; Aa; As; Fa; Fb; Fs; Sd; Sa; Sp	15	25	C, EA	Me	L	Ps	AP	abr-dez	jul-set	Zoo	Al	NA
Licania kunthiana Hook.f.	cariperana	Da; As; Fa; Fb; Fs; Sd; Sa; Sp	15	45	C, EA	Me	L	Ps	AP	ago-out	dez-fev	Zoo	Bx	LC
Moquilea minutiflora Sagot	oiti	Aa; H; Fa; Fb; Fs Sg	25	35	C, EA	Me	A	Ps	AP	ago-out	dez-abr	Zoo	Md	NA
Leptobalanus parvifolius (Huber) Sothers & Prance	pimenteira	H; Fa; Fb; Fs; Sd; Sa; Sg	6	20	C, EA	Al	L	Ps	AP	nov-dez	ago-set	Zoo	Bx	NA
Clusiaceae														
Garcinia brasiliensis Mart.	copari	Fa; Fb; Fs; C; Sd; Sa; Sp; Sg	18	30	C, EA	Al	L	Sc	AP	mar-ago	set-jan	Zoo	Md	LC
Platonia insignis Mart.	bacuri	Da; Aa; Fa	20	80	C, EA	Al	L	Sc	AP	jun-set	dez-mar	Zoo	Bx	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Combretaceae														
Combretum leprosum Mart.	mofumbo	A; H; Fa; C; Sd; Sa; Sp; Sg	12	60	EA	Me	L	Sc	NA	out-dez	ago	Ane	Al	LC
Terminalia argentea Mart. & Zucc.	capitão-do-mato, pau-de-bicho	H; Fa; C; Sd; Sa; Sp; Sg	12	50	EA	Me	L	C	NA	jul-set	jul-set	Ane	Al	LC
Terminalia corrugata (Ducke) Gere & Boatwr.	tarumarana	Ds; As; Fa; Fs; Cs; Sd; Sa; Sp; Sg	18	50	EA	Al	L	Sc	NA	set-out	ago-set	Zoo	Al	NA
Terminalia fagifolia Mart.	capitão-do-seco	H; Fb; Fs; C; Sd; Sa	8	50	C, EA	AI	A	Sc	AP	ago-out	jun-jul	Ane	Bx	LC
Terminalia glabrescens Mart.	amendoeira-da-mata	As; Fa; Fs; C; Sd; Sa	15	60	EA	Al	L	C	NA	jul-set	jul-ago	Ane	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Dilleniaceae														
Curatella americana L.	lixeira	Fa; Fb; Fs; C; Sd; Sa; Sp; Sg; Pa	8	50	C, EA	Al	A	Sc	AP	ago-out	out-nov	Zoo	Bx	LC
Ebenaceae														
Diospyros inconstans Jacq.	olho-de-boi	Sa	8	40	C, EA	Al	L	Ps	AP	set-nov	jan-mar	Zoo	Md	LC
Euphorbiaceae														
Croton urucurana Baill.	sangra-d'água	As; H; Fs	12	35	C, EA	Al	A	C	AP	dez-jun	fev-jul	Zoo	Al	LC
Mabea fistulifera Mart.	mamoninha-do-mato	Ds; Aa; As; Fa; Fs; Sd; Sa; Sp	8	30	C, EA	Bx	L	C	AP	jan-abr	set-out	Zoo	Bx	NA
Sapium haematospermum Müll.Arg.	leiteiro-chorão	Da; Ds; As; Fa; Fs; Sa	12	80	C, EA	Me	L	Sc	AP	ago-nov	dez-fev	Zoo	Bx	LC
Fabaceae														
Albizia inundata (Mart.) Barneby & J.W.Grimes	biguazeiro	Fa; Sd; Sa; Sg	8	50	C, EA	Me	L	C	AP	ago-out	nov-jan	Aut	Al	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	angico-branco	As; Fa; Fs; C; Sd; Sa; Sp; Sg	12	50	EA	Al	L	C	NA	nov-jan	jul-ago	Aut	Al	LC
Anadenanthera peregrina (L.) Speg.	angico	Ds; A; Fs; Cs; Sd; Sa; Sp	15	80	EA	Al	L	C	AP	set-out	jul-ago	Aut	Al	LC
Andira cujabensis Benth.	morcegueiro	Da; As; Fs; Sd; Sa; Sp; Sg; Pa	8	30	C, EA	Me	A	C	AP	maio-jun	set-out	Zoo	Al	LC
Andira fraxinifolia Benth.	angelim-rosa	Da; Fa; Sd; Sa	8	40	C, EA	Al	A	Ps	AP	out-dez	fev-abr	Zoo	Al	LC
Andira inermis (W. Wright) DC.	morcegueira	As; Fa; Fs; Ca; Sa; Sg	12	70	C, EA	Me	L	Ps	AP	out-dez	abr-jun	Zoo	Al	LC
Bauhinia forficata Link	pata-de-vaca	Da; Ds; Sa	12	40	C, EA	Bx	L	C	AP	out-jan	jul-ago	Aut	Bx	LC
Bowdichia virgilioides Kunth	sucupira-preta	Ds; As; H; C; Sd; Sa; Sp; Sg	16	50	C, EA	Al	L	C	AP	ago-set	out-dez	Aut	Bx	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Cassia grandis L.f.	canafístula	H; C; Sa; Sg	20	60	C, EA	Al	L	C	AP	ago-nov	ago-dez	Aut	Md	LC
Cenostigma macrophyllum Tul.	-	Fa; Fs; Cs; Sa	16	50	C, EA	Al	L	Sc	AP	jan-abr	maio-jul	Aut	Al	LC
Copaifera langsdorffii Desf.	copaífera	Da; Ds; H; Fa; Sd; As; Sp; Sg; Pa	25	80	EA	Me	L	Sc	NA	dez-mar	ago-set	Zoo	Md	LC
Dalbergia miscolobium Benth.	jacarandá	Fb; C; Sd; Sa	16	50	C, EA	Al	L	Ps	AP	jan-fev	maio-jun	Aut	Bx	LC
Dipteryx alata Vogel	cumbarú	H; C; Sd; As; Sp; Sg	22	70	C, EA	Al	L	Ps	AP	out-jan	set-out	Zoo	Bx	VU
Diptychandra aurantiaca Tul.	carvão-vermelho	Fb; Fs; Sd; Sa; Sp	14	40	C, EA	Al	L	C	AP	out-nov	jul-set	Ane	Bx	LC
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	ximbaúva	Da; Ds; As; H; Fa; C; Sd; Sa	28	160	EA	Bx	L	C	NA	set-nov	jun-jul	Aut	Md	LC
Erythrina verna Vell.	abobreira, mulungu	H; C; Sd; Sa	15	70	C, EA	Bx	A	C	AP	ago-set	out-nov	Aut	Al	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Erythrina fusca Lour.	açacurana, abobreira	Ds; As; Pa	25	80	EA	Bx	A	C	AP	maio-set	nov	Aut	Al	LC
Hymenaea courbaril L.	jatobá	Da; Ds; Aa; As; H; Fa; Fs; Cs; Ld Sd; Sa; Sp; Sg; Pa	20	100	EA	Al	L	Sc	AP	out-dez	jul	Aut; Zoo	Al	LC
Hymenaea stigonocarpa Mart. ex Hayne	jatobá-do-cerrado	Fa; Fs; Sd; Sa; Sp; Sg	18	50	C, EA	Al	A	C	AP	dez-fev	ago-set	Aut; Zoo	Bx	LC
Inga edulis Mart.	ingá-de-metro	Ds; Sd	25	60	C, EA	Me	L	Sc	NA	out-jan	maio	Aut; Zoo	Al	LC
Inga laurina (Sw.) Willd.	ingá-branco	Sa	15	70	C, EA	Me	L	Ps	NA	ago-dez	nov-fev	Aut	Al	LC
Leptolobium dasycarpum Vogel	amargosinha	Fa; Sd; Sa; Sp; Sg	8	30	C, EA	Me	L	Sc	AP	nov-dez	fev	Aut	Bx	LC
Leptolobium elegans Vogel	sucupira-branca	H; Sd; Sa; Pa	6	30	C, EA	Me	L	Sc	AP	out-dez	mar-abr	Aut	Bx	LC
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.	ingá-bravo	Fa; C; Sd; Sg	20	70	EA	Me	A	Ps	AP	out-fev	jun-ago	Aut	Al	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Machaerium acutifolium Vogel	jacarandá-bico-de-pato	Fa; Fs; C; Cs; Sd; Sa; Sp	14	50	C, EA	Al	A	Sc	AP	out-nov	ago-set	Aut	Bx	LC
Parkia pendula (Willd.) Benth. ex Walp. L.	angelim-saia	Da; As; Fs; Sd; Sa; Pa	25	100	EA	Al	L	Ps	NA	ago-out	dez-mar	Aut	Al	LC
Peltogyne confertiflora (Mart. ex Hayne) Benth.	jatobá-roxo	Da; Fa; Sd; Sa; Sp	15	50	EA	Al	L	C	AP	ago-set	out-nov	Aut	Al	NA
Pterogyne nitens Tul.	amendoim-bravo	Ds; H; C; Sa; Sp; Sg	12	60	EA	Me	L	C	AP	dez-mar	maio-jun	Ane	Al	NT
Pterodon emarginatus Vogel	sucupira-branca	H; Sa; Sp	20	50	C, EA	Al	L	C	AP	set-out	jun-jul	Aut	Bx	LC
Samanea tubulosa (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	sete-cascas	As; Sa	16	45	C, EA	Me	L	C	AP	ago-nov	maio-jul	Aut	Bx	LC
Senegalia polyphylla (DC.) Britton & Rose	monjoleiro	Da; Ds; As; Fa; Fs; Sd; Sa	20	60	EA	Me	L	Sc	AP	dez-mar	ago-set	Aut	Al	LC
Senna macranthera (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	pau-de-fedegoso	Fa; Sa	8	30	C, EA	Bx	L	Sc	AP	dez-abr	jul-ago	Aut	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Senna multijuga (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	fedegoso	As; H; Sp	8	40	C, EA	Bx	L	C	AP	dez-abr	abr-jun	Aut	Al	LC
Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville	barbatimão-verdadeiro	Fa; H; Sd; Sa; Sp	5	30	C, EA	Al	L	C	AP	set-nov	jul-set	Aut	Al	NA
Vatairea macrocarpa (Benth.) Ducke	sucupira-parda	Da; As; Fa; Sd; Sa; Sp; Sg; Pa	12	50	C, EA	Al	L	C	AP	ago-set	dez-jan	Ane	Bx	LC
Lamiaceae														
Vitex cymosa Bertero ex Spreng.	tarumã	H; C; Sd; Sa; Sg	20	80	EA	Me	A	C	NA	set-nov	nov-fev	Zoo	Md	LC
Lauraceae														
Nectandra amazonum Nees	louro-amarelo	Fa; H; Sa; Sp; Sg	16	60	EA	Bx	A	C	NA	jun-set	jan-jul	Zoo	Md	LC
Nectandra hihua (Ruiz & Pav.) Rohwer	capitão	Fs	20	50	EA	Me	L	C	NA	maio-nov	nov-dez	Zoo	Md	LC
Nectandra lanceolata Nees	canela-branca	Da; H	20	70	EA	Me	A	Ps	NA	jun-set	nov-jan	Zoo	Md	LC
Nectandra megapotamica (Spreng.) Mez	canela-preta, imbuia	Da; H	25	60	EA	Me	A	Ps	NA	set-dez	jan-mar	Zoo	Md	LC
Nectandra membranacea (Sw.) Griseb.	canela-marela	Fs; Sa	20	75	EA	Me	L	Ps	NA	jan-abr	maio-set	Zoo	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Lecythidaceae														
Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze	jequitibá-branco	Da; Ds; H; Sd; Sa	30	70	EA	Al	A	Sc	NA	set-out	maio-out	Ane	Bx	NA
Cariniana legalis (Mart.) Kuntze	jequitibá-rosa	As; Fa; Sa; Sp	30	60	EA	Bx	A	Sc	NA	jan	ago	Ane	Bx	VU
Eschweilera nana (O.Berg) Miers	sapucaia	Ds; H; Fb; Fs; Sd; Sa	8	25	C, EA	Me	A	C	AP	jan-ago	set-nov	Ane	Md	LC
Loganiaceae														
Strychnos pseudoquina A.St.-Hil.	quina-do-cerrado	As; H; Sd; Sa; Sp	6	20	C, EA	Al	A	C	AP	ago-set	maio-out	Zoo	Md	NA
Lythraceae														
Lafoensia pacari A.St.-Hil.	mangava-brava	Da; Ds; As; H; Fb; Fs; Cb	15	25	C, EA	Al	A	C	AP	out-dez	abr-jun	Ane, Aut	Bx	LC
Lafoensia vandelliana Cham. & Schltdl.	dedalinho	Da; Ds; As	2	5	C, EA	Al	A	Ps	AP	out-mar	abr-set	Ane, Aut	Bx	LC
Physocalymma scaberrimum Pohl	cega-machado	Da; Ds; As; H; Fa; Fs; Cs; Sd; Sa; Sp; Pa	12	25	C, EA	Al	A	C	AP	jul-out	nov-fev	Ane	Bx	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Malpighiaceae														
Bunchosia paraguariensis Nied.	paraguari	Fb; Fs	8	15	C, EA	Me	L	Sc	AP	set-dez	nov-abr	Zoo	Md	NA
Byrsonima coccolobifolia Kunth	murici-do-cerrado	Da; Ds; As; Fa; Fs; Sd; Sa; Sp; Sg	9	25	C, EA	Me	A	Ps	AP	out-dez	dez-mar	Zoo	Md	LC
Byrsonima crassifolia (L.) Kunth	canjicão	H; Sa	6	25	C, EA	Bx	A	Ps	AP	out-dez	dez-mar	Zoo	Md	LC
Byrsonima laxiflora Griseb.	murici-da-mata	As; H; Fa; Sd; As; Pa	5	20	C, EA	Bx	A	Ps	AP	ago-dez	dez-mar	Zoo	Md	LC
Byrsonima sericea DC.	murici-pitanga	As; H; Fa; As; Sp; Pa	12	25	C, EA	Al	L	C	AP	jan-fev	fev-maio	Zoo	Md	LC
Byrsonima pachyphylla A. Juss.	murici	Ds; H; Fa; Sd; Sa; Sg	8	15	C, EA	Bx	A	C	AP	jul-ago	nov-jan	Zoo	Md	LC
Byrsonima verbascifolia (L.) D.C.	murici-felpudo	H; Cb; Sa; Sp; Sg	8	25	C, EA	Me	A	C	AP	jul-set	out-nov	Zoo	Md	LC
Heteropterys byrsonimifolia A. Juss.	murici-macho	Sp	6	17	C,EA	Bx	A	C	AP	ago-out	abr-jun	Ane	Bx	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Malvaceae														
Apeiba tibourbou Aubl.	pente-de-macaco	Da; Ds; As; H; Fa; C; Sd; Sa; Sp; Sg	12	35	C, EA	Bx	L	Sc	AP	nov-fev	ago-out	Aut; Zoo	Bx	LC
Ceiba boliviana Britten & Baker f.	paineira	C; Fs	25	100	EA	Bx	A	C	NA	dez-abr	ago-set	Ane	Bx	LC
Ceiba samauma (Mart.) K. Schum.	paineira-barriguda	Da; Ds; As; C; Fb; Fs	25	120	EA	Bx	A	C	NA	dez-fev	abr-jun	Ane	Bx	LC
Ceiba speciosa (A.St.-Hil.) Ravenna	paineira-rosa	Ds; As; Fa; Fs; Cs; Sa; Sp	20	100	EA	Bx	A	C	NA	dez-abr	ago-set	Ane	Bx	LC
Eriotheca gracilipes (K. Schum.) A. Robyns	paineira-do-cerrado	H; Fa; Sd; Sa; Sp	20	50	C, EA	Bx	A	C	NA	jul-ago	set-nov	Ane	Bx	NA
Guazuma ulmifolia Lam.	chico-magro	Da; Ds; As; H; Fa; C; Sd; Sa; Sp	25	50	C, EA	Bx	A	C	AP	mar-set	nov-mar	Zoo	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Helicteres brevispira A.St.-Hil.	saca-rolha	Da; Ds; As; C; Fb; Fs; Sp	5	20	C, EA	Bx	A	Ps	AP	jul-ago	set-out	Ane	Bx	NA
Pseudobombax longiflorum (Mart.) A. Robyns	embiruçu	Ds; As; C; Fs; Sd; Sa; Sp; Sg	25	90	EA	Bx	A	C	NA	mar-jul	jun-set	Ane	Bx	LC
Pseudobombax tomentosum (Mart.) A. Robyns	embiruçu	H; C; Sd; Sa; Sp	18	85	EA	Bx	L	C	NA	jun-ago	jul-dez	Ane	Bx	LC
Luehea divaricata Mart.	açoita-cavalo	Sa; Sp	20	50	C, EA	Bx	A	C	AP	dez-jan	jul-set	Ane	Bx	DD
Luehea grandiflora Mart.	açoita-cavalo	Ds; H; Sg	15	35	C, EA	Bx	A	C	AP	dez-abr	jul-nov	Ane	Bx	LC
Sterculia apetala (Jacq.) H. Karst.	manduvi	Ds; As; C; Fa; Sg	25	100	EA	Bx	A	C	NA	jul-ago	maio-set	Zoo	Bx	LC
Sterculia striata A.St.-Hil. & Naudin	chichá	Ds; As; H; Cs; Sd; Sa; Sp; Sg	25	50	EA	Bx	L	C	NA	maio-jun	out-dez	Zoo	Bx	LC
Melastomataceae														
Miconia albicans (Sw.) Steud.	canela-de-velho	Fb; Fs; Ld; Sp	18	15	C, EA	Bx	A	C	AP	ago-set	set-dez	Zoo	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Miconia ferruginata DC.	pixirica	H; Cs; Sd; Sa; Sp; Sg	18	26	C, EA	Bx	A	C	AP	jul-jan	fev-jun	Zoo	Md	NA
Mouriri elliptica Mart.	jaboticaba-do-cerrado	H; Fa; Fb; Sd; Sa; Sp; Pa	12	30	C, EA	Bx	A	Ps	AP	set-dez	mai-set	Zoo	Md	LC
Mouriri guianensis Aubl.	roncador	As; Fs; Sd; Sa; Sp; Sg; Pa	8	25	C, EA	Me	L	Ps	AP	set-out	dez-jan	Zoo	Md	LC
Meliaceae														
Cedrela fissilis Vell.	cedro	Da; Ds; A; H; Fa; Fb; C; Sd; Sa	25	80	EA	Bx	A	C	NA	set-nov	jan-fev	Ane	Md	VU
Guarea guidonia (L.) Sleumer	cajarana	Da; Ds; As; Fa; Fs; Sd; Sa; Sg	15	50	EA	Al	A	Ps	NA	jan-mar	out-nov	Zoo	Md	LC
Swietenia macrophylla King	mogno-brasileiro	Da; Ds; A; H	35	120	EA	Me	A	C	NA	mar-abr	ago-set	Ane	Bx	EM

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Trichilia casaretti C.DC.	baga-de-morcego	Da; Ds; As; Fb; Fs	12	25	C, EA	Bx	L	Sc	AP	dez-fev	maio-jul	Zoo	Md	VU
Trichilia catigua A. Juss.	catigua	As; H; Sd; Sg	11	15	C, EA	Bx	L	Sc	AP	jan-fev	fev-mar	Zoo	Md	LC
Trichilia clausseni C.DC.	quebra-machado	Fs	20	40	C, EA	Bx	L	Sc	AP	jul-out	jan-mar	Zoo	Md	NA
Trichilia elegans A. Juss.	pau-de-ervilha	Da; C; Pa	6	35	C, EA	Bx	L	Sc	AP	out-dez	jan-mar	Zoo	Md	LC
Metteniusaceae														
Emmotum nitens (Benth.) Miers	sobre	Ds; As; Fa; Fb; Fs; Ld; Lg; Sd; Sa; Sp; Sg; Pa	15	40	C, EA	Me	L	Ps	AP	jan-jun	out-dez	Zoo	Md	LC
Moraceae														
Brosimum gaudichaudii Trécul	mama-de-cadela	C; Sa	12	35	C, EA	Al	A	C	NA	ago-nov	out-jan	Zoo	Md	NA
Brosimum lactescens (S. Moore) C.C. Berg.	leiteiro	Da; Ds; As; H; Fa; C; Sd; As; Sp; Sg	15	45	EA	Al	L	C	NA	out-dez	fev-abr	Zoo	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Ficus gomelleira Kunth	apui-preto	Da; Ds; As; H; Fa; Fs; Sd; Sa; Sp; Sg	15	100	EA	Bx	A	Ps	NA	jul-ago	set-nov	Zoo	Md	LC
Ficus insipida Willd.	figueira-branca	Da; Ds; As; Fa; Fs; Sp	25	60	EA	Bx	L	Ps	NA	maio-ago	dez-jan	Zoo	Md	LC
Maclura tinctoria (L.) D. Don ex Steud.	amora-brava	Ds; As; H; C; Sa; Sp; Sg	25	90	EA	Al	L	C	NA	ago-out	dez-jan	Zoo	Md	LC
Pseudolmedia laevigata Trécul	larga-galho	Ds; Da; As; H; Sd; Sa; Sp; Pa	25	60	EA	Al	L	Ps	NA	out	out-jan	Zoo	Md	LC
Sorocea guilleminiana Gaudich.	folha-de-serra	H; Fa; Sa	8	25	C, EA	Me	L	Ps	AP	jan-abr	set-dez	Zoo	Md	LC
Myrtaceae														
Blepharocalyx salicifolius (Kunth) O. Berg	maria-preta	Fa	20	40	C, EA	Al	L	Ps	AP	out-nov	dez-maio	Zoo	Md	NA
Eugenia dysenterica (Mart.) DC.	cagaita	H; Sd; Sa; Sp	16	35	C, EA	Al	L	C	AP	jul-ago	set-nov	Zoo	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Myrcia splendens (Sw.) DC.	coração-de-negro	Sd; Sa; Sp	15	30	C, EA	Me	A	Sc	AP	ago-nov	out-dez	Zoo	Md	LC
Myrcia multiflora (Lam.) DC.	goiabinha	Sa; Sp	12	20	C, EA	Al	L	Ps	AP	ago-nov	out-dez	Zoo	Md	NA
Opiliaceae														
Agonandra brasiliensis Miers ex Benth. & Hook.f.	tinge-cuia	Ds; A; H; Fs; Sd; Sa; Sp; Sg; Pa	20	60	C, EA	Al	L	C	AP	ago-dez	set-jan	Zoo	Md	LC
Phyllanthaceae														
Hieronyma alchorneoides Allemão	licurana	As; Fa; Fs; Sa; T	25	50	C, EA	Al	L	Sc	AP	jan-mar	jun-set	Zoo	Md	LC
Polygonaceae														
Triplaris americana L.	novateiro	H; Fa; C; Sd; Sa; Sg; Pa	25	45	EA	Me	L	C	NA	ago-set	set-nov	Ane	Md	LC
Proteaceae														
Roupala montana Aubl.	carne-de-vaca	Aa; As; H; Fa; Sa; Sd; Pa	14	25	C, EA	Al	L	C	AP	out-fev	mar-jun	Ane, Aut	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Rhamnaceae														
Colubrina glandulosa Perkins	sobrasil	Da; Ds; Aa; As; H; Fa; Fb; Cs	16	35	C, EA	Al	L	C	AP	jun-ago	ago-dez	Aut	Al	LC
Rhamnidium elaeocarpum Reissek	cabriteiro	Fa; Fs; C	14	20	C, EA	Bx	A	C	AP	set-nov	nov-maio	Zoo	Md	LC
Rubiaceae														
Alibertia edulis (Rich.) A. Rich.	marmelada	Fs; Sa; Sd	8	15	C, EA	Me	A	Ps	AP	jul-set	ago-dez	Zoo	Md	LC
Ferdinandusa elliptica (Pohl) Pohl	brinco-d'água	Ds; Fa; Fb; C; Sd; Sa; Sp	18	25	C, EA	Me	L	C	AP	jul-ago	set-nov	Ane	Md	NA
Genipa americana L.	jenipapo	Da; Ds; As; Fs; Sd; Sa; Sp; Pa	20	50	C, EA	Me	L	C	AP	set-nov	jun-ago	Zoo	Md	LC
Guettarda viburnoides Cham. & Schltdl.	pau-papagaio	H; Fa; C; Sd; Sa; Sg	12	20	C, EA	Al	A	Ps	AP	out-jan	abr-maio	Zoo	Md	NA
Psychotria carthagenensis Jacq.	cafeeiro-do-mato	Sa	8	15	C, EA	Me	L	Ps	AP	dez-fev	jan-mar	Zoo	Md	LC
Rudgea viburnoides (Cham.) Benth.	chá-de-bugre	Fs; Sd; Sa	5	15	C, EA	Me	A	C	AP	ago-set	jun-jul	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Tocoyena formosa (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	fruta-de-urubu	Fs; Sd; Sa; Sg	18	15	C, EA	Al	A	C	AP	jan-dez	jan-mar	Zoo	Md	NA
Rutaceae														
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	mamica-de-porca	As; Fs	22	50	EA	Bx	L	C	NA	out-nov	mar-abr	Zoo	Md	LC
Sapindaceae														
Cupania vernalis Cambess.	camboatá-de-folha-grande	Aa; H; Fa; Sa; Sp	22	45	EA	Me	L	C	NA	jul-set	jan-abr	Zoo	Md	LC
Dilodendron bipinnatum Radlk.	mulher-pobre	Fa; Fs; C; Sd; Sa; Sp; T	25	50	EA	Bx	L	C	NA	maio-jun	set-nov	Zoo	Md	LC
Magonia pubescens A.St.-Hil.	timbó	Fa; Fs; Sd; Sa; Sp	18	50	C, EA	Me	L	C	AP	jun-out	maio-ago	Ane	Md	LC
Matayba guianensis Aubl.	camboatá-branco	H; Fa; Fs; Cs; Lg; Sd; Sa; Sp; Pa	20	50	EA	Me	L	Sc	NA	jul-set	jan-mar	Zoo	Md	LC
Sapindus saponaria L.	saboneteira	Aa; Fa; Fs; C; Sd; Sa; Sg; Sp	20	50	C, EA	Me	L	Ps	AP	mar-abr	jul-dez	Zoo	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Talisia esculenta (Cambess.) Radlk.	pitomba	Fa; C; Sg; Sa	18	35	C, EA	Me	L	C	AP	ago-out	fev-maio	Zoo	Md	NA
Sapotaceae														
Ecclinusa ramiflora Mart.	fruta-banana	Ds; Aa; Fa; Fs; Sd; Pa	18	35	C, EA	Me	A	Ps	AP	maio-jun	set-out	Zoo	Md	LC
Pouteria gardneri (Mart. & Miq.) Baehni	abiú	H; Fa; C; Sd; Sa	18	45	C, EA	Al	L	Ps	AP	set-nov	nov-dez	Zoo	Md	LC
Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk.	fruta-de-veado	Da; Ds; Fa; Fs; Sd; Sa; Sp	18	45	C, EA	Me	L	Sc	AP	ago-out	nov-jan	Zoo	Md	NA
Pouteria torta (Mart.) Radlk.	curriola	Ds; As; Fs; Sd; Sa	20	35	C, EA	Me	A	Sc	AP	set-nov	nov-dez	Zoo	Md	LC
Simaroubaceae														
Simarouba amara Aubl.	caixeta	Da; Ds; Fs Ld; Sd; Sa; Sg	25	60	C, EA	Bx	L	Sc	AP	nov-dez	fev-mar	Zoo	Md	LC
Simarouba versicolor A.St.-Hil.	pau-de-perdiz	As; H; C; Sd; Sa; Sp	25	50	C, EA	Me	L	Sc	AP	set-nov	jul-set	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Vochysiaceae														
Callisthene fasciculata Mart.	carvão-branco	C; Sd; Sa; Sp; Pa	20	60	EA	Me	L	Sc	NA	jun-set	jul-out	Ane	Bx	LC
Qualea grandiflora Mart.	pau-terrão	As; H; C; Sd; Sa; Sp	12	35	C, EA	Me	A	C	AP	abr-ago	set-dez	Ane	Bx	LC
Qualea multiflora Mart.	pau-terrinha-liso	As; Fa; Fs; Cs; Sd; Sa; Sg; Sp	8	20	C, EA	Me	A	C	AP	abr-ago	set-dez	Ane	Bx	LC
Qualea parviflora Mart.	pau-terrinha-rugoso	As; Sd; Sa; Sp; Sg; Pa	12	35	C, EA	Me	L	C	AP	abr-ago	set-dez	Ane	Bx	NA
Salvertia convallariodora A.St.-Hil.	colher-de-vaqueiro	As; H; Fa; Sd; Sa; Sp; Sg	15	45	C, EA	Me	A	C	AP	mar-ago	ago-set	Ane	Bx	LC
Vochysia divergens Pohl	cambará-do-pantanal	Da; Ds; As; Sd; Sa; Sp; Sg; Pa	18	50	C, EA	Me	L	Sc	AP	jul-set	ago-dez	Ane	Bx	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Vochysia haenkeana Mart.	escorrega-macaco	Ds; As; H; Ld	18	35	C, EA	Bx	L	C	AP	jul-set	ago-dez	Ane	Bx	LC
Vochysia thyrsoidea Pohl	grão-de-galo	Sd; Sa	12	40	C, EA	Me	L	C	AP	jul-set	ago-dez	Ane	Bx	LC
Vochysia tucanorum Mart.	gomeira, pau-de-tucano	Fs; Sd; Sa; Pa	12	35	C, EA	Me	L	C	AP	jul-set	ago-dez	Ane	Bx	LC

Nota: UF - Unidade(s) Fitoecológica(s) do estado – IBGE, 2019. **AM** - Altura média (metros); **AP** - Adequada para. **C**: Calçadas; **EA**: Espaços abertos. **DAP** - Diâmetro na altura do peito na fase adulta. **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** - **A**: Áspera; **L**: Lisa. (*característica importante para definir espécies aos locais com maiores índices de poluição*; **PF** - Persistência das folhas: **Ps**: Persistente (*perenifólia*); **C**: Caduca (*caducifólia*); **Sc**: semi-caduca (*semidecídua*); **R** - Tipo de raiz: **AP**: Apropriada para plantio em calçadas; **NA**: Não apropriada para plantio em calçadas *(lembrar que a cova/berço precisa ser executado corretamente para quaisquer plantio de árvores urbanas)*; **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 IUCNREDLIST.ORG: **EX** – Extingo; **EW** – Extinto na Natureza; **RE** – Regionalmente Extinto; **CR** – Criticamente em Perigo; **EN/PT**- Em Perigo; **VU** – Vulnerável; **LR**/cd – Menor Risco: Dependente de Conservação; **NT** ou **LR**/ nt – Quase Ameaçado; **LC** – Menos Preocupante; **DD** – Dados Deficientes; **NA** – Não aplicável.
Fonte: Autores.

18.6. Considerações finais

O estado do Mato Grosso possui uma notável riqueza florística, em virtude da convergência de três biomas em seu território: Amazônia, Cerrado e Pantanal. No entanto, esse patrimônio natural requer atenção especial, uma vez que sua flora tem sido exposta a intensas pressões antrópicas nas últimas décadas. A arborização urbana, priorizando a flora nativa, pode influenciar no resgate da biodiversidade, que foi perdida principalmente com a urbanização das cidades, considerando aspectos ecológicos como o uso de espécies nativas que possibilitem a manutenção da fauna regional, a conservação biológica e genética, bem como a manutenção da identidade biológica de cada região.

18.7. Referências

[1] Borges HBN, Silveira EA, Vendramin LN. Flora arbórea de Mato Grosso: tipologias vegetais e suas espécies. Cuiabá (MT): Entrelinhas; 2014.

[2] IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.

[3] Silveira EA, Borges HBN. Guia de campo: caracterização de tipologias vegetais de Mato Grosso. Cuiabá (MT): Carlini & Caniato; 2009.

[4] ter Steege H, Pitman NC, Sabatier D, Baraloto C, Salomão RP, Guevara JE, et al. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. Science. 2013;342(6156):1243092.

[5] Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE; 1991.

[6] Haidar RF, Felfili-Fagg JM, Pinto JRR, Dias RR, Damasco G, Silva LCR, Fagg CW. Florestas estacionais e áreas de ecótono no estado do Tocantins, Brasil: parâmetros estruturais, classificação das fitofisionomias florestais e subsídios para conservação. Acta Amaz. 2013;43(3):261-90.

[7] Ivanauskas NM, Monteiro R, Rodrigues RR. Classificação fitogeográfica das florestas do Alto Rio Xingu. Acta Amaz. 2008;38:387-402.

[8] Pott A, Pott VJ. Vegetação do Pantanal: fitogeografia e dinâmica. In: Anais do Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. Corumbá: Embrapa Informática Agropecuária/INPE; 2009. p. 1065-76.

[9] Sampaio A. A flora de Mato Grosso. Arq Mus Nac. 1916;19:1-25.

[10] Ackerly DD, Thomas WMW, Cid Ferreira CA, Pirani JR. The forest–cerrado transition zone in southern Amazonia: results of the 1985 Projeto Flora Amazônia expedition to Mato Grosso. Brittonia. 1989;41(2):113-28.

[11] Franco JLA, Drummond J. Alberto José Sampaio: um botânico brasileiro e o seu programa de proteção à natureza. Varia Hist. 2005;33:29-159.

[12] Hoehne FC. Phytophysionomia do Estado de Matto-Grosso e ligeiras notas a respeito da composição e distribuição de sua flora. São Paulo: Companhia Melhoramentos; 1923. 104 p.

[13] Askew KP, Montgomery RF, Searl PL. Soil and soil moisture as factors influencing the distribution of the vegetation formations of the Serra do Roncador, Mato Grosso. In: Ferri MG, editor. III Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo: EDUSP; 1971. p. 150-60.

[14] Ratter JA, Richards PW, Argent G, Gifford DR. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso I: the woody vegetation types of the Xavantina–Cachimbo expedition area. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 1973;266:449-92.

[15] Prance GT, Schaller GB. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. Brittonia. 1982;34(2):228-51.

[16] Furley PA, Ratter JA, Gifford DR. Observations on the vegetation of eastern Mato Grosso, Brazil. III. The woody vegetation and soils of Morro da Fumaça, Torixoréu. Proc R Soc Lond B Biol Sci. 1988;235(1280):259-80.

[17] Ratter JA. Some notes on two types of cerradão occurring in northeastern Mato Grosso. In: Ferri MG, editor. III Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo: EDUSP; 1971. p. 110-2.

[18] Ratter JA, Askew GP, Montgomery RF, Gifford DR. Observações adicionais sobre o cerradão de solos mesotróficos no Brasil central. In: Ferri MG, editor. IV Simpósio sobre o Cerrado: bases para a utilização agropecuária. São Paulo: EDUSP; 1977. p. 303-16.
[19] Oliveira-Filho AT, Martins FR. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, Chapada dos Guimarães (MT). Rev Bras Bot. 1986;9(2):207-23.
[20] Dubs B. Prodromus Florae Matogrossensis: the botany of Mato Grosso. Küsnacht: Betrona-Verlag; 1998. Parte 1: Checklist of Angiosperm; Parte 2: Types from Mato Grosso.
[21] Gil ASB, Oliveira ALR, Bove C. Listagem florística das Cyperaceae hidrófilas da região do alto e médio rio Araguaia, Goiás, Mato Grosso e Tocantins, Brasil – Parte 1. Rev Biol Neotrop. 2007;4(2):101-10.
[22] Nascimento MT, Saddi N. Structure and floristic composition in an area of cerrado in Cuiabá, MT, Brazil. Rev Bras Bot. 1992;15:47-55.
[23] Guarim-Neto G, Guarim VLMS, Prance GT. Structure and floristic composition of the trees of a cerrado near Cuiabá, Mato Grosso, Brazil. Kew Bull. 1994;49:499-509.
[24] Guarim-Neto G, Morais RG. Recursos medicinais de espécies do cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. Acta Bot Bras. 2003;17:561-84.
[25] SEPLAN (Mato Grosso). Dados secundários do DSEE/MT: zoneamento – Divulga [CD-ROM]. Cuiabá: Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral; 1999. Versão 1.01.
[26] Felfili JM, Silva Júnior MC, Nogueira PE. Levantamento da vegetação arbórea na região de Nova Xavantina, MT. Bol Herb Ezechias Paulo Heringer. 1998;3:63-81.
[27] Marimon BS, Varella RF, Marimon Júnior BH. Fitossociologia de uma área de cerrado de encosta em Nova Xavantina, Mato Grosso. Bol Herb Ezechias Paulo Heringer. 1998;3:82-101.
[28] Oliveira-Filho AT. Composição florística e estrutura comunitária da floresta de galeria do Córrego da Paciência, Cuiabá (MT). Acta Bot Bras. 1989;3:91-112.
[29] Pinto JR, Oliveira-Filho AT. Perfil florístico e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil. Rev Bras Bot. 1999;22(1):53-67.
[30] Sasaki D, Zappi D, Milliken W, Henicka GS, Piva J. Vegetação e plantas do Cristalino: Alta Floresta, Mato Grosso. Kew: Royal Botanic Gardens; 2010. 128 p.
[31] Primack RB, Rodrigues E. Biologia da conservação. Londrina: Midiograf; 2001.
[32] Gheno EL, França MS, Maitelli SF. Variações microclimáticas na área urbana de Sinop no final da estação chuvosa. Rev Educ Cult Cienc. 2012;2(1):139-53.
[33] Pott A, Pott VJ. Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. In: Costa RB, editor. Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste. Campo Grande (MS): UCDB; 2003.
[34] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Zoneamento ambiental municipal: o meio ambiente contribuindo para o planejamento urbano [recurso eletrônico]. Brasília (DF): MMA; 2018.
[35] Machado RRB, Meunier IMJ, Silva JAA, Castro AAJF. Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2006;1(1):10-8.
[36] De Brito L, Hossomi ST, Oliveira LW. Espécies exóticas na arborização viária do município de Rancharia-SP. Cid Verdes. 2015;3(6):[sem paginação].

[37] Miranda RS, Duarte TG, Pasa MC. Plantas lenhosas e palmeiras das praças da cidade de Cuiabá, MT. Biodiversidade. 2019;3(18):37.
[38] Zappi DC, Filardi FL, Leitman R, Souza V, Walter BMT, Pirani JR, et al. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. Rodriguésia. 2015;66(4):1085-1113.
[39] Pivetta KFL, Silva Filho DF. Série Arborização Urbana. Jaboticabal: FUNEP; 2002. (Boletim Acadêmico).
[40] Biondi D, Althaus M. Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF; 2005.
[41] Prefeitura do Município de São Paulo. Manual técnico de arborização urbana. 3. ed. São Paulo: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente; 2015.
[42] Martinelli G, Moraes MA, organizadores. Livro vermelho da flora do Brasil. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson; Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2013.

Capítulo 19

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DE MATO GROSSO DO SUL E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Camila Aoki, Gisseli Ramalho Giraldelli dos Santos, Eliane Guaraldo, Flávio Macedo Alves, Rogério Rodrigues Faria e Arnildo Pott

19.1. Destaques deste capítulo

1. Apesar da megadiversidade vegetal do Brasil, a arborização urbana ainda privilegia espécies exóticas em detrimento das nativas;
2. As espécies nativas oferecem maior adaptabilidade ao clima e solo, manutenção da fauna local e fortalecimento do pertencimento comunitário;
3. Muitas nativas possuem valor estético e podem ser usadas em alimentação, medicina caseira, artesanato e suporte à fauna silvestre;
4. Este capítulo apresenta 205 espécies nativas com potencial para arborização urbana em todos os municípios do estado;
5. A lista inclui espécies de variadas formas, portes e regiões fitoecológicas, promovendo maior diversidade e resiliência nos espaços urbanos.

19.2. Introdução

Mato Grosso do Sul tem aproximadamente 357.145 km², sendo o sexto maior estado brasileiro. É constituído por 79 municípios, com destaque em extensão geográfica para Corumbá (18% da área do estado), Porto Murtinho (4,9%), Ribas do Rio Pardo (4,8%) e Aquidauana (4,7%). O estado apresenta uma população estimada de 2.757.013 habitantes, com densidade demográfica de 7,72 hab/km², segundo o último censo [1], e mais de 85% residem em área urbana.

O percentual de urbanização e de arborização de vias públicas dos municípios é bastante variável. A taxa de urbanização de vias públicas (domicílios urbanos em face de quadra com boca de lobo e pavimentação e meio-fio e calçada/domicílios urbanos totais) varia de zero (Bandeirantes, Bodoquena, Corguinho, Douradina e Selvíria) a 33-34% (Campo Grande, Corumbá, Costa Rica e Naviraí [2]. Enquanto o percentual de arborização de vias públicas (domicílios urbanos em face de quadra com arborização/domicílios urbanos totais) varia de aproximadamente 60% (Juti, Laguna Carapã e Terenos) até pouco mais de 99% (Bela Vista, Bonito, Camapuã,

Nova Andradina, Rio Negro, São Gabriel do Oeste, Selvíria e Pedro Gomes) [2]. Esses dados não estão disponíveis para Paraíso das Águas, que até 2012 era distrito de Costa Rica.

Em Mato Grosso do Sul, contam com Planos Diretores de Arborização Urbana os municípios de Bonito, Campo Grande, Dourados e Miranda [3]. Inventários qualiquantitativos publicados existem para outros seis municípios: Aquidauana [4,5], Anastácio [6], Cassilândia [7], Chapadão do Sul [7,8], Costa Rica [7], Coxim [9], Paranaíba [7] e Três Lagoas [10].

19.3. Fitogeografia

Mato Grosso do Sul situa-se numa região estratégica em termos de biodiversidade. Três dos seis biomas brasileiros aceitos pelo IBGE-MMA [11] e pelo Imasul [12,13] são encontrados no estado: Cerrado (centro-leste), Mata Atlântica (sul e encraves) e Pantanal (noroeste). Mato Grosso do Sul possui ainda na porção sudoeste, na divisa com o Paraguai, os únicos remanescentes de Chaco no Brasil [14,15]. O Cerrado cobre 61% da área do estado (214.779 km^2), contudo, mais de 68% desse bioma encontra-se antropizado (incluindo pastagens, lavouras e florestas de eucalipto), sendo 592 km^2 de áreas urbanas. A Mata Atlântica recobre 50.163 km^2 (14% do estado), dos quais 156 km^2 são áreas urbanas [16]. No total, 72% desse bioma em Mato Grosso do Sul é antropizado e 19% do desmatamento no estado ocorre na sua área [16]. O Pantanal, representando 25% de Mato Grosso do Sul (89.750 km^2), é considerado o bioma mais conservado, comportando cerca de 4% do desmatamento do estado [16]. Contudo, há de se destacar que, no último ano, a área desmatada no Pantanal superou a de Cerrado no estado [17].

19.4. Regiões fitoecológicas de Mato Grosso do Sul

Regiões ou Unidades Fitoecológicas constituem as vegetações dos biomas, pois bioma inclui também a fauna e os microrganismos. O mapeamento da cobertura vegetal, a sua descrição e as principais espécies, com fotografias dos tipos de vegetação de Mato Grosso do Sul até 2007, constam em dois livros da Embrapa resultantes do Projeto GeoMS do Estado [12,13], utilizados pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (Imasul) na gestão ambiental. O estado inclui quatro Unidades Fitoecológicas, considerando a classificação do IBGE [18], que são as mesmas regiões fitoecológicas tratadas por Silva e colaboradores [12,13]. Em Mato Grosso do Sul, são registradas as seguintes coberturas vegetais naturais e antrópicas:

Savana – A savana brasileira inclui várias formações campestres, com dois estratos distintos: a vegetação gramíneo-lenhosa e a arbórea, que variam em porte e densidade, o que resulta em uma grande variabilidade estrutural e que influencia a intensidade da ação antrópica [18], uma vez que as áreas abertas são mais facilmente convertidas para áreas de pastagem e agricultura. Esta cobertura vegetal compreende 233.522 km^2 que englobam formações de savana florestada (cerradão), savana arborizada (campo cerrado e cerrado *sensu stricto*), savana parque (campo sujo e cerrado de Pantanal) e savana gramíneo-lenhosa (campo limpo) (Figura 1).

Savana estépica – A savana estépica (Chaco) é uma fisionomia na qual árvores, arbustos e ervas estão presentes de forma relevante, porém sem clara dominância das árvores. É uma

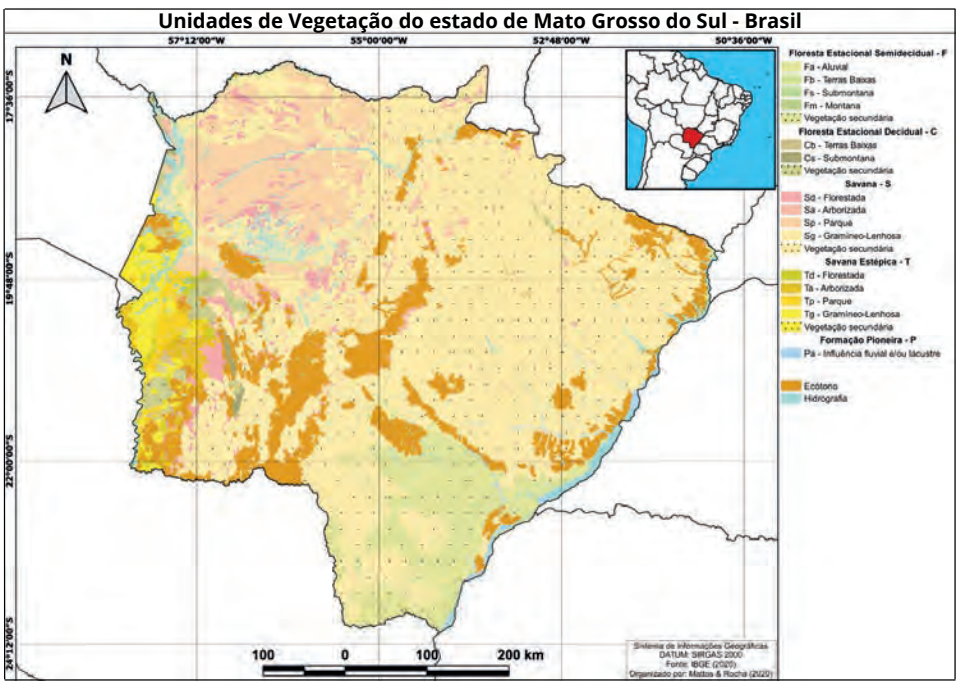
vegetação estacional decidual, tipicamente campestre, com muitas espécies lenhosas espinhosas, entremeadas de plantas suculentas (principalmente cactáceas), que crescem sobre solos geralmente rasos [18]. O estado apresenta 13.061 km² cobertos por savana estépica, incluindo áreas de savana estépica florestada, savana estépica arborizada, savana estépica parque e savana estépica gramíneo-lenhosa (Figura 1).

Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia) – A Floresta Estacional Semidecidual ocorre em ambientes de clima estacional que provoca decidualidade parcial da cobertura florestal, em especial do dossel superior [18], com 20% a 50% de árvores caducifólias [12]. Esta região fitoecológica perfaz 42.446 km² do estado, distribuída em quatro formações: Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixase Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Figura 1).

Floresta Estacional Decidual (Floresta Tropical Caducifólia) – O conceito de Floresta Estacional Decidual é semelhante ao da Floresta Estacional Semidecidual, porém com mais de 50% dos indivíduos perdendo sua folhagem no período seco [18]. No estado de Mato Grosso do Sul, recobre 5.504 km² e há registro de Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas e Floresta Estacional Decidual Submontana (Figura 1).

Além disso, há vegetações secundárias e atividades agrárias desenvolvidas nessas regiões fitoecológicas e áreas de formação pioneira (10 km²) em solos instáveis, sob acumulação fluvial e/ou lacustre (Figura 1). Área de tensão ecológica ou áreas de contato totalizam 58.569 km² do estado [18].

Figura 19.1 – Mapa das regiões fitoecológicas de Mato Grosso do Sul.



Fonte: Rocha e Mattos; IBGE.

19.5. Uso de espécies nativas na arborização urbana

A arborização urbana é um importante estruturador do espaço urbano e compreende as árvores de vias públicas e demais espaços livres de uma cidade, sendo constituinte da floresta urbana [19]. Entre os benefícios gerados pelas árvores urbanas estão a amenização do microclima [20], a regulação dos ciclos biogeoquímicos [21], o armazenamento de carbono [22], a redução do escoamento de águas pluviais, diminuindo a ocorrência de enchentes [23], a valorização financeira de imóveis [24] e a melhoria da qualidade do ar, da saúde, da coesão e do bem-estar humanos [25,26].

Na arborização urbana brasileira, há predomínio de espécies e/ou espécimes exóticos [19,27-29]. Situação que se repete também em Mato Grosso do Sul [3-5,7,30,31]. Essa é uma consequência bem conhecida do processo de urbanização [32], e a seleção de árvores para o plantio no ambiente urbano tem sido influenciada historicamente por fatores econômicos, sociais, ecológicos e arboriculturais.

Embora as espécies exóticas possam contribuir com os benefícios citados, sua escolha necessita de cuidados, uma vez que, diante de condições favoráveis, essas espécies podem assumir um caráter invasor e constituir um dos mais expressivos impactos biológicos negativos [33]. As espécies exóticas invasoras, que compõem a arborização das vias públicas e dos espaços abertos, podem funcionar como fonte dispersora de propágulos, os quais, ao serem levados ao componente áreas verdes da floresta urbana, como remanescentes de vegetação nativa e áreas protegidas, promovem contaminação biológica [34].

Por outro lado, o uso de espécies nativas pode promover alguns benefícios adicionais em termos de cuidados com o manejo e a biodiversidade. As espécies nativas, como são adaptadas aos solos e às condições climáticas locais, geralmente requerem menos irrigação e fertilização do que as nãonativas, são mais resistentes a insetos e doenças e, por isso, são menos propensas a necessitar de pesticidas [35]. O uso de espécies nativas na arborização urbana pode subsidiar a conservação de espécies da flora local, ameaçadas ou não de extinção, espécies endêmicas e organismos associados, como polinizadores, dispersores e herbívoros, essenciais ao ciclo de vida e à manutenção das plantas nativas [36]. O uso de espécies nativas na arborização de ruas e espaços abertos na cidade também pode ser uma oportunidade para práticas de educação ambiental [37], por meio da qual a população pode reconhecer as espécies nativas inseridas na mancha urbana, estimulando a afinidade da população com a natureza e reforçando sentimentos de pertencimento ao local. Além do mais, quando as pessoas conseguem identificar uma espécie, seu relacionamento com ela se torna mais respeitoso e intensivo [38], pois a população tende a se preocupar com aquilo que conhece [39].

O uso de espécies nativas na arborização urbana, contudo, esbarra na falta de conhecimento silvicultural e ecológico sobre as espécies e sua tolerância aos estressores urbanos, o que ainda constitui uma lacuna de conhecimento, devendo haver mais investimento em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, por exemplo, para produção de mudas. O monitoramento das espécies sob condições urbanas é essencial, a fim de evitar fracassos de iniciativas de plantios de espécies nativas que não se adaptam ao ambiente das cidades.

19.6. Lista aberta de espécies nativas de Mato Grosso do Sul com uso potencial na arborização urbana

Para o estado de Mato Grosso do Sul, recentemente foram reunidos estudos científicos que tratam da diversidade florística do estado, em uma coletânea do Biota MS, publicada pela revista *Iheringia* (2018, vol. 73, n. supl.). Nessa coletânea, foram listadas 3.911 espécies da flora, sendo 2.730 Angiospermas [40]. Certamente essa riqueza é bem maior e muitas espécies devem ser adicionadas à listagem conforme as coletas e os estudos forem avançando, considerando que Mato Grosso do Sul é um dos estados brasileiros com menores taxas de coleções botânicas por quilômetro quadrado [41] e ainda apresenta extensas áreas com baixos índices de coleta [41,42].

Muitas dessas espécies nativas possuem elevado potencial paisagístico, podendo ser incorporadas na arborização urbana de malhas viárias e espaços abertos. Inúmeras constituem espécies de uso múltiplo, podendo ser empregadas, por exemplo, na alimentação humana e de animais silvestres, no artesanato, na medicina caseira, entre outros. Neste capítulo, apresentamos uma lista aberta de famílias e espécies nativas sugeridas para uso na arborização urbana nos municípios do estado de Mato Grosso do Sul. A indicação dessas espécies foi pautada em doze atributos analisados: altura média, diâmetro à altura do peito (média), adequação para calçadas e/ou espaços abertos, densidade da madeira, textura foliar, persistência das folhas, época de florescimento e frutificação, tipo de dispersão, dificuldade para produção em viveiro e *status* de conservação. Trata-se de uma lista aberta porque podem ocorrer inclusões ou exclusões em função dos avanços no conhecimento e nas experiências com uso de espécies nativas na arborização urbana. As famílias botânicas seguiram APG IV [43], enquanto os nomes científicos e autores seguem Flora e Funga do Brasil [44]. Quando houve discrepâncias com os dados do *site* do Missouri Botanical Garden – *Tropicos* (https://www.tropicos.org), os protólogos das espécies foram consultados.

Na lista constam 205 espécies (Tabela 1) de variadas alturas e diâmetros, com diferentes atributos morfológicos e ecológicos, permitindo diversificação da composição de espécies utilizada na arborização dos municípios do estado. Essa diversificação deve ser objetivo primordial do planejamento da arborização urbana. A lista contempla espécies de diferentes regiões fitoecológicas, podendo ser consultada e utilizada nos diferentes municípios de Mato Grosso do Sul.

As espécies estão distribuídas em 52 famílias com destaque para Fabaceae (= Leguminosae, 47 espécies) (Figura 2). Essa é uma das mais representativas famílias da flora brasileira e de Mato Grosso do Sul, detendo expressiva riqueza e com cerca de 15% da diversidade mundial ocorrendo no Brasil [45]. O expressivo plantio de espécies de Fabaceae é muito comum na arborização urbana no Brasil [46,47,48], incluindo municípios de Mato Grosso do Sul [4,8,10]. Vale ressaltar que Santamour Júnior [49] recomenda não mais que 10% da mesma espécie, 20% de um mesmo gênero e 30% de uma família botânica, uma vez que a homogeneidade na arborização implica alta chance de propagação de doenças e parasitas e elevado grau de perda de exemplares.

A maioria das espécies incluída na lista aberta pode ser utilizada tanto em calçadas quanto em espaços abertos (Tabela 1, Figura 2). Algumas árvores têm elevado potencial ornamental e, devido ao porte e formato da copa, podem ser empregadas com sucesso na arborização de ruas estreitas, como *Bauhinia longifolia*, *Bowdichia virgilioides*, *Byrsonima basiloba*, *Casearia sylvestris*, *Coussarea hydrangeifolia*, *Coutarea hexandra*, *Cybistax antisyphilitica*, *Dendropanax cuneatus*, *Esenbeckia grandiflora*, *Guettarda viburnoides*, *Helietta apiculata*, *Myrsine guianensis*, *Trichilia clausseni*, *Trichilia hirta* e *Vochysia cinnamomea*. Algumas espécies, contudo, foram indicadas para calçadas, mas estas devem ser largas (> 4-5 m de largura). Enquadram-se nesse caso *Albizia niopoides*, *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*, *Balfourodendron riedelianum*, *Hymenaea courbaril*, *Hymenaea martiana* e *Inga laurina*. Há espécies cujo uso é recomendado apenas para espaços abertos, seja por apresentarem frutos carnosos médios a grandes que poderiam causar problemas se plantadas no passeio (e.g. *Annona crassiflora* e *Spondias mombin*), seja por produzirem látex, o que dificulta os serviços de poda mais frequentes requeridos nas calçadas (e.g. *Hancornia speciosa* e *Tabernaemontana catharinensis*). Sugerimos que as palmeiras também sejam plantadas apenas em espaços abertos com pouca circulação de pessoas, pois as mesmas apresentam folhas grandes que podem impedir ou atrapalhar a passagem de pedestres, causar acidentes quando há queda, além de apresentarem dificuldade de manejo por meio de podas (e.g. *Attalea phalerata* e *Attalea speciosa*). Algumas dessas espécies podem ser recomendadas para plantio em canteiros centrais livres de circulação de pedestres e ciclistas.

Boa parte das espécies recomendadas apresenta densidade da madeira média (entre 0,550 e 0,720 g.cm^{-3}, correspondente a 43,2% das espécies indicadas) ou alta (> 0,730 g.cm^{-3}, 37,8% das espécies) (Figura 2). A textura foliar, que é uma característica importante para definir espécies adequadas a locais com maiores índices de poluição, manteve a seguinte proporção na lista aberta, 23,8% apresentam folhas ásperas, 62,6% apresentam folhas lisas e 13,6% estão indicadas na Tabela 1 como A/L enquadrando espécies que apresentam uma face (superior ou inferior) áspera e outra lisa, ou espécies que podem variar em pilosidade da folha de acordo com sua idade ou que variam em função de condições externas.

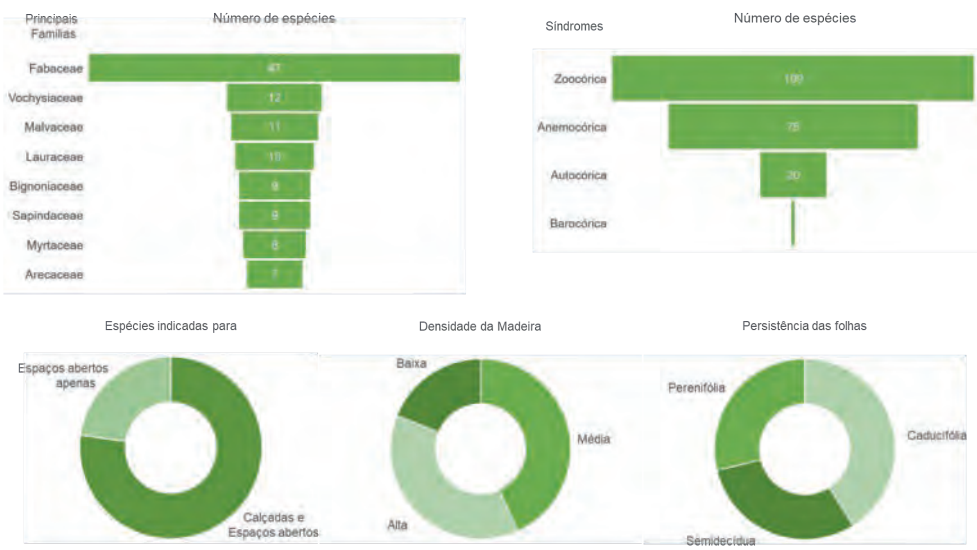
Parte considerável das espécies (41,4%) apresenta queda de folhas durante a estação seca (Figura 2). Apesar de não ser desejável para arborização urbana, é característica de boa parte das espécies nativas de Mato Grosso do Sul em função do clima marcadamente estacional, com uma estação quente e chuvosa, outra fria e seca. Embora as savanas que recobrem boa parte do estado não se comportem como vegetações caducifólias, suas espécies apresentam essa característica independentemente umas das outras.

A quase totalidade das espécies inseridas na lista aberta apresenta raízes apropriadas para calçada, considerando que a cova (berço) precisa ser executada corretamente para quaisquer plantios de árvores urbanas. As espécies com raízes inapropriadas são recomendadas apenas para espaços abertos e foram incluídas por apresentarem outras características desejáveis à arborização urbana.

Com relação à fenologia (época de floração e frutificação das espécies), a lista aberta inclui espécies com produção de flores e frutos em diferentes épocas do ano e essa diversificação é importante para manutenção da fauna urbana associada (residente ou não), como polinizadores, frugívoros/dispersores de sementes e herbívoros. Algumas espécies produzem flores ou frutos ao longo de todo o ano. Na Tabela 1, apresentamos o período de maior intensidade dessas fenofases e, no caso dos frutos, o de maturação, que é o mais apropriado para colheita de sementes. Adicionalmente, diferentes síndromes foram incorporadas à listagem, com predomínio de espécies dispersas por animais (zoocóricas, 53%) ou pelo vento (anemocóricas, 36%) (Figura 2).

Considerando a dificuldade de produção de mudas em viveiros, analisamos diferentes aspectos, desde a obtenção de sementes, o tempo de viabilidade, a taxa de germinação e a velocidade de crescimento das mudas, por exemplo. Selecionamos 82 espécies que apresentam baixa dificuldade de produção de mudas em viveiros, 100 espécies com média dificuldade, 13 espécies com dificuldade média a alta e nove espécies com alta dificuldade de produção. Estudos sobre a germinação de sementes de espécies nativas, processos de quebra de dormência e análise de fatores externos que aumentam a taxa e velocidade de germinação devem ser desenvolvidos para facilitar e aumentar a produção de mudas em viveiros, que constitui um gargalo à utilização de espécies nativas na arborização urbana.

Figura 19.2 – Infográficos sobre a lista aberta de espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Mato Grosso do Sul.



Fonte: Autores.

Tabela 19.1 – Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Mato Grosso 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	EFl	EFr	D	DPr	SC
Anacardiaceae														
Astronium fraxinifolium Schott	gonçalo	Fa; Sa; Fs; Sd; Pa	8-15	40-80	C, EA	Al	L	C	AP	ago-set	out-nov	Ane	Al	NA
Astronium graveolens Jacq.	guaritá	Fa; Sa; Pa; Sd	15-25	40-60	EA	Al	L	C	AP	ago-set	out-nov	Ane	Bx	NA
Astronium urundeuva (Allemão) Engl.	aroeira	Cb; Sd; Cs; Sg; Fa; Sp; Fb; Ta; Fs; Td; Sa	6-14	20-40	C, EA	Al	L	C	AP	jun-jul	set-out	Ane	Al	NA
Spondias mombin L.	caiá, acaiá	Fa; Pa; Fs	6-15	30-60	EA	Bx	L	C	AP	ago-dez	out-jan	Zoo	Bx	NA
Tapirira guianensis Aubl.	pombeiro, copiúva, peito-de-pombo	Fa; Sa; Fs; Sd; Pa	8-14	40-60	C, EA	Bx	L	Ps	AP	ago-dez	jan-mar	Zoo	Bx	NA
Annonaceae														
Annona crassiflora Mart.	marolo	Sa; Sp; Sd	4-8	20-30	EA	Md	A/L	Ps	AP	out-nov	jan-fev	Zoo	Md	NA
Xylopia aromatica (Lam.) Mart.	pindaíba, pimenta-de-macaco	Fa; Sd; Fs; Sp; Sa	4-6	15-25	EA	Bx	A	Sc	AP	set-nov	abr-jul	Zoo	Md	NA
Xylopia emarginata Mart.	pindaíba-preta	Pa; Sd; Sa	4-12	25-40	EA	Md	L	Ps	AP	nov-jan	set-nov	Zoo	Bx	NA
Apocynaceae														
Aspidosperma cylindrocarpon Müll. Arg.	peroba-rosa	Fa; Pa; Fb; Ta; Fs; Td	8-18	40-70	C, EA	Al	L	C	AP	set-nov	ago-set	Ane	Md	NA
Aspidosperma parvifolium A.DC.	guatambu-branco	Fa; Cb; Fb; Cs; Fs	10-15	40-60	C, EA	Al	L	Sc	AP	ago-nov	jul-ago	Ane	Bx	NA
Aspidosperma polyneuron Müll.Arg.	peroba-rosa	-	20-30	60-90	C, EA	Al	L	Ps	AP	out-nov	ago-set	Ane	Bx	NA
Aspidosperma subincanum Mart.	guatambu	Fa; Pa; Fb; Ta; Fs; Td	10-15	30-60	C, EA	Al	L	C	AP	set-nov	ago-set	Zoo	Md	NA
Hancornia speciosa Gomes	mangaba	Sa; Sd	4-7	20-30	EA	Bx	L	Ps	AP	set-nov	nov-jan	Zoo	Bx	NA
Tabernaemontana catharinensis A.DC.	leiteiro	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs	3-7	20-30	EA	Bx	L	Ps	AP	out-dez	jan-mar	Zoo	Bx	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Aquifoliaceae														
Ilex paraguariensis A.St.-Hil.	erva-mate	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd; Pa	4-8	30-40	C, EA	Bx	A/L	Ps	AP	out-dez	jan-mar	Zoo	Md	NA
Araliaceae														
Dendropanax cuneatus (DC.) Decne. & Planch.	maria-mole	Fa; Fs; Fb; Pa	6-16	25-30	C, EA	Bx	L	Ps	AP	maio-jul	jul-set	Zoo	Md	NA
Didymopanax morototoni (Aubl.) Decne. & Planch.	mandiocão	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs	20-30	60-90	EA	Md	A	Ps	AP	mar-maio	ago-out	Zoo	Al	NA
Arecaceae														
*Attalea phalerat*a Mart. ex Spreng.	acuri, bacuri	Fa; Sd; Pa	3-7	30-40	EA	Bx	L	Ps	AP	jan-maio	out-dez	Zoo	Al	NA
Attalea speciosa Mart. ex Spreng.	babaçu, aguaçu	Pa; Sd	6-30	30-50	EA	Bx	L	Ps	AP	jan-abr	jun-dez	Zoo	Al	NA
Copernicia alba Morong	carandá	Pa; Tp	8-30	17-23	EA	Al	L	Ps	AP	jun-out	jan-jun	Zoo	Al	NA
Euterpe edulis Mart.	juçara, palmito-juçara	Pa	10-20	10-20	EA	Bx	L	Ps	AP	set-dez	abr-ago	Zoo	Md	VU
Mauritia flexuosa L.f.	buriti	Pa	20-30	30-50	EA	Bx	L	Ps	AP	dez-abr	dez-jun	Zoo	Md	NA
Syagrus oleracea (Mart.) Becc.	guariroba, gueroba	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb	10-20	20-30	EA	Md	L	Ps	AP	set-jun	out-fev	Zoo	Al	NA
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	coquinho, jerivá	Cb; Fs; Cs; Pa; Fa; Sd; Fb	10-20	30-40	EA	Md	L	Ps	AP	set-mar	fev-ago	Zoo	Md	NA
Asteraceae														
Moquiniastrum polymorphum (Less.) G. Sancho	candeia	Fa; Sa; Fs; Sd; Pa; Sp	6-8	40-50	C, EA	Al	A	Sc	AP	out-dez	dez-fev	Ane	Md	NA
Bignoniaceae														
Cybistax antisyphilitica (Mart.) Mart.	ipê-verde	Fa; Fs; Fb; PA	6-12	30-40	C, EA	Md	L	C	AP	dez-mar	maio-out	Ane	Bx	NA
Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos	piúva-do-pantanal, ipê-rosa	Fa; Pa; Fb; Tp; Fs	10-20	40-80	C, EA	Al	L	C	AP	jul-set	set-out	Ane	Bx	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	piúva-da-mata, ipê-roxo	Cb; Fs; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sp	8-12	60-90	C, EA	Al	L	C	AP	maio-ago	set-out	Ane	Bx	NA
Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos	ipê-amarelo-cascudo	Sa; Sp; Sd	6-14	30-50	C, EA	Al	A	C	AP	jul-set	set-out	Ane	Bx	NA
Jacaranda cuspidifolia Mart.	caroba, jacarandá	Sa; Sp; Sd	5-10	30-40	C, EA	Bx	L	C	AP	set-out	ago-set	Ane	Bx	NA
Sparattosperma leucanthum (Vell.) K.Schum.	tarumãzinho, caroba-branca	Cb; Fb; Cs; Fs; Fa; Pa	6-14	30-50	C, EA	Md	L	Sc	AP	jan-mar	ago-nov	Ane	Md	NA
Tabebuia aurea (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	ipê-amarelo, paratudo	Sa; Ta; Sd; Td; Sp; Tp	4-20	30-40	C, EA	Md	L	Sc	AP	ago-set	set-out	Ane	Bx	NA
Tabebuia nodosa (Griseb.) Griseb.	labão	Sg; Ta; Sp; Td	5-15	20-40	C, EA	Md	L	C	AP	ago-set	out-jan	Ane	Md	NA
Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith	ipê-branco, piuxinga	Fa; Sa; Fs; Sd	7-16	40-50	C, EA	Md	L	C	AP	ago-out	out	Ane	Bx	NA
Bixaceae														
Bixa orellana L.	urucum	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	3-5	8-15	C, EA	Bx	L	Ps	AP	set-nov	mar-maio	Aut	Bx	NA
Burseraceae														
Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand	almecegueira	Fa; Pa	10-20	40-60	C, EA	Al	L	Ps	AP	ago-set	nov-dez	Zoo	Md	NA
Calophyllaceae														
*Calophyllum brasiliens*e Cambess.	guanandi	Fa; Fs; Fb; Pa	20-30	40-60	EA	Md	L	Ps	AP	set-nov	abr-jun	Zoo	Bx	NA
*Kielmeyera variabili*s Mart. & Zucc.	pau-santo	Sa; Sg; Sd; Sp	3-6	20-30	EA	Md	L	Sc	AP	nov-jan	set-out	Ane	Md	NA
Capparaceae														
Crateva tapia L.	cabaceira	Pa; Td; Ta; Tp	4-12	20-40	C, EA	Md	L	C	AP	ago-nov	jan-maio	Zoo	Md	NA
Caryocaraceae														
Caryocar brasiliense Cambess.	pequi	Sa; Sp; Sd	6-10	30-40	EA	Md	A	Sc	AP	set-nov	nov-fev	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Chrysobalanaceae														
Couepia grandiflora (Mart. & Zucc.) Benth.	fruta-de-ema	Sa; Sp; Sd	4-6	30-40	C, EA	Al	A	C	AP	set-out	jan-fev	Zoo	Md	NA
Clusiaceae														
Garcinia gardneriana (Planch. & Triana) Zappi	bacupari	Fa; Fs; Fb	5-7	15-25	EA	Al	L	Ps	AP	ago-set	dez-fev	Zoo	Bx	NA
Combretaceae														
Terminalia argentea Mart. & Zucc.	capitão	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	8-16	40-50	C, EA	Al	A	C	AP	jul-set	jul-set	Ane	Bx	NA
Terminalia glabrescens Mart.	capitão	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sp; Fs	8-16	40-50	C, EA	Al	A/L	C	AP	ago-set	set-out	Ane	Bx	NA
Terminalia triflora (Griseb.) Lillo	capitãozinho	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sp; Fs	9-12	30-40	C, EA	Al	A/L	C	AP	set	out-nov	Ane	Md	NA
Cordiaceae														
Cordia americana (L.) Gottschling & J.S.Mill.	guajuvira	Cb; Fb; Cs; Fs; Fa	6-20	30-70	C, EA	Al	L	Ps	AP	set-nov	nov-dez	Zoo	Md	NA
Cordia glabrata (Mart.) A.DC.	louro-preto	Cb; Sd; Cs; Sp; Sa; Ta	8-10	30-40	C, EA	Md	L	C	AP	jul-set	set-out	Ane	Md	NA
Cordia selloviana Cham.	louro-mole	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp	8-14	30-50	C, EA	Bx	A	Sc	AP	jun-ago	set-out	Zoo	Md	NA
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.	louro-pardo	Cb; Fs; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sp	10-20	40-80	C, EA	Md	A	C	AP	abr-jul	jul-set	Ane	Md	NA
Dilleniaceae														
Curatella americana L.	lixeira	Pa; Sd; Sa; Sp	6-10	40-50	C, EA	Md	A	Sc	AP	ago-out	out-nov	Zoo	Md	NA
Euphorbiaceae														
Croton urucurana Baill.	sangra-d'água	Fa; Fs; Fb; Pa	7-14	25-35	C, EA	Md	A	C	AP	dez-jun	fev-jul	Aut	Bx	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Maprounea guianensis Aubl.	marmelinho	Cb; Sa; Cs; Sd	4-12	30-50	C, EA	Md	L	Ps	AP	ago-set	set-out	Aut	Md	NA
Micrandra elata (Didr.) Müll.Arg.	leiteiro-branco	Fa; Fs; Fb	10-20	30-60	C, EA	Al	L	Sc	AP	jun-out	ago-set	Aut	Bx	NA
Fabaceae														
Albizia inundata (Mart.) Barneby & J.W.Grimes	bigueiro, angico-branco, albizia	Fa; Pa; Fb; Ta; Fs; Td	8-14	40-60	C, EA	Md	L	Sc	AP	nov-dez	maio-jun	Aut	Md	NA
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	farinha-seca	Cb; Fs; Cs; Pa; Fa; Ta; Fb; Td	10-20	40-60	C, EA	Md	L	C	AP	out-jan	set-out	Aut	Md	NA
Amburana cearensis (Allemão) A.C.Sm.	cerejeira, amburana	Cb; Sa; Cs; Sd; Fa; Ta; Fb; Td; Fs	4-10	10-20	C, EA	Md	L	C	AP	abr-jun	ago-set	Ane	Bx	AM
Anadenanthera colubrina var. *cebil* (Griseb.) Altschul	angico-branco	Fa; As; Fb; Sd; Fs; Ta; Pa; Td	12-15	30-50	C, EA	Al	L	C	AP	nov-jan	jul-ago	Aut	Bx	NA
Anadenanthera peregrina var. *falcata* (Benth.) Altschul	angico-do-cerrado	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp	8-16	30-50	C, EA	Al	A	C	AP	set-out	ago-set	Aut	Bx	NA
Andira fraxinifolia Benth.	angelim-doce	Fa; Fs; Fb; Pa	6-12	30-40	C, EA	Al	A/L	Ps	AP	nov-dez	fev-abr	Zoo	Bx	NA
Andira inermis (W.Wright) DC.	morcegueira	Sa; Sp; Sd	5-15	30-60	C, EA	Md	L	Ps	AP	out-dez	abr-jun	Zoo	Md	NA
Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F.Macbr.	grápia, grapiá	Cb; Fs; Cs; Pa; Fa; Sa; Fb; Sd	25-35	60-90	EA	Al	A/L	Sc	AP	ago-set	jan-fev	Ane	Md	NA
Bauhinia longifolia (Bong.) Steud.	pata-de-vaca	Fa; Fs; Fb; Pa	4-7	25-35	C, EA	Md	L	Sc	AP	dez-jan	jul-ago	Aut	Md	NA
Bauhinia ungulata L.	pata-de-vaca	Fa; Sd; Fb; Sg; Fs; Sp; Pa; Ta; Sa; Tp	3-5	15-25	C, EA	Al	L	Sc	AP	jul-out	jan-mar	Aut	Md	NA
Bowdichia virgilioides Kunth	sucupira-preta	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	8-16	30-50	C, EA	Al	A	C	AP	ago-set	out-dez	Ane	Md	NA
Cassia grandis L.f.	cássia-grande, canafístula	Fa; Fs; Fb; Pa	15-20	40-60	EA	Al	L	Sc	AP	ago-nov	ago-set	Aut	Md	NA
Copaifera langsdorffii Desf.	pau-de-óleo copaífera, bálsamo	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	10-15	50-80	C, EA	Md	L	C/ Sc	AP	dez-mar	ago-set	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Dalbergia miscolobium Benth.	jacarandá	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sp; Fs	8-16	30-50	C, EA	Md	L	Sc/ Ps	AP	jan-fev	maio-jun	Ane	Md	NA
Dahlstedtia muehlbergiana (Hassl.) M.J.Silva & A.M.G.Azevedo	guaianã	Fa; Fs; Fb; Pa	15-25	40-50	C, EA	Md	A/L	C	AP	out-jan	jul-ago	Ane	Bx	NA
Dimorphandra mollis Benth.	faveira, falso-barbatimão	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	8-14	30-50	C, EA	Md	A	C	AP	out-jan	ago-set	Aut	Bx	NA
Dipteryx alata Vogel	cumbaru, baru	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	15-25	40-60	C, EA	Al	L	Ps	AP	out-jan	set-out	Zoo	Md	VU
Diptychandra aurantiaca Tul.	carvão-vermelho, balsaminho	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	8-10	30-40	C, EA	Al	L	C	AP	out-nov	jul-set	Ane	Md	NA
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	ximbuva, tamboril, timbori	Fa; Sd; Fb; Sp; Fs; Ta; Pa; Td; Sa	20-35	80-160	EA	Bx	L	C	NA	set-nov	jun-jul	Zoo	Md	NA
Erythrina fusca Lour.	abobreira	Pa	12-25	40-80	EA	Bx	L	C	AP	maio-set	nov-fev	Zoo	Bx	NA
Erythrina mulungu Benth.	maria-mole	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sp; Fs	4-15	25-50	EA	Bx	L	C	AP	ago-set	dez-fev	Zoo	Bx	NA
Guibourtia chodatiana Hassl.	jatobá-mirim	Ta; Td	10-18	40-70	C, EA	Al	L	Sc	AP	nov-jan	jul-ago	Zoo	Md	NA
Hymenaea courbaril L.	jatobá-mirim	Pa; Sd; Sa; Sp	15-20	70-100	C, EA	Al	A	Sc	AP	out-dez	jul-jan	Zoo	Md	NA
Hymenaea martiana Hayne	jatobá-da-mata	Sa; Sp; Sd	15-20	70-90	C, EA	Al	A	C	AP	set-nov	ago-out	Zoo	Md	NA
Hymenaea stigonocarpa Mart. ex Hayne	jatobá-do-cerrado	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp	6-9	30-50	C, EA	Al	A	C	AP	dez-fev	ago-set	Zoo	Md	NA
Inga laurina (Sw.) Willd.	ingá	Fa; Fs; Fb; Pa	5-15	25-60	C, EA	Md	L	Ps	AP	ago-dez	nov-fev	Zoo	Md	NA
Leptolobium elegans Vogel	sucupira-branca, genciana	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp	4-7	20-30	C, EA	Al	L	Sc	AP	out-dez	mar-abr	Ane	Md	NA
Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	pau-ferro	Cb; Fb; Cs; Fs; Fa; Pa	20-30	50-80	EA	Al	L	Sc/ Ps	NA	nov-fev	jul-set	Zoo	Bx	NA
Libidibia paraguariensis (D.Parodi) G.P.Lewis	guaiacan, pau-ferro	Pa; Sp; As; Ta; Sd; Td	12-18	50-80	C, EA	Al	L	C	AP	out-dez	ago-nov	Bar	Md	VU

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Machaerium acutifolium Vogel	jacarandá-do-campo	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sp; Fs	8-14	40-50	C, EA	Al	L	Sc	AP	out-nov	ago-set	Ane	Md	NA
Machaerium stipitatum (DC.) Vogel	jacarandá-roxo	Fa; Fs; Fb; Pa	10-20	40-50	C, EA	Al	L	Sc	AP	fev-abr	set-out	Ane	Md	NA
Myroxylon peruiferum L.f.	cabreúva-vermelha	Cb; Fb; Cs; Fs; Fa; Pa	10-20	60-80	C, EA	Al	L	C	AP	jul-set	out-nov	Ane	Bx	NA
Ormosia arborea (Vell.) Harms	olho-de-cabra	Fa; Fs; Fb; Pa	15-20	50-70	C, EA	Md	L	Sc/ Ps	AP	out-nov	set-out	Zoo	Bx	NA
Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan	angico-paraguaio, angico-vermelho	Cb; Fs; Cs; Sd; Fa; Ta; Fb; Td	20-30	60-110	EA	Al	A	C	AP	nov-jan	jun-jul	Aut	Md	NA
Peltogyne confertiflora (Mart. ex Hayne) Benth.	pau-roxo, jatobá-pitombo	Fa; Fs; Fb; Pa	10-20	30-50	C, EA	Al	L	C	AP	ago-set	out-nov	Aut	Md	NA
Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	canafístula	Cb; Sa; Cs; Sd; Fa; Sp; Fb; Ta; Fs; Td; Pa	10-25	30-70	C, EA	Md	L	C	AP	nov-fev	mar-abr	Ane	Bx	NA
Plathymenia reticulata Benth.	vinhático	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	6-12	30-50	C, EA	Md	A	C	AP	set-nov	ago-set	Ane	Md	NA
Platypodium elegans Vogel	amendoim-do-campo	Cb; Fs; Cs; Pa; Fa; Sa; Fb; Sd	8-12	40-50	C, EA	Al	L	Sc	AP	set-nov	set-out	Ane	Bx	NA
Poecilanthe parviflora Benth.	lapacho	Fa; Fs; Fb; Pa	15-25	40-60	C, EA	Al	L	Ps	AP	out-nov	jun-jul	Ane	Bx	NA
Pterodon emarginatus Vogel	sucupira-branca	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	8-16	30-40	C, EA	Al	L	C	AP	set-out	jun-jul	Ane	Md	NA
Pterogyne nitens Tul.	amendoim-bravo	Cb; Fs; Cs; Ta; Fa; Td; Fb	10-15	40-60	C, EA	Md	L	C	AP	dez-mar	maio-jun	Ane	Bx	NA
Samanea tubulosa (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	farinha-seca, sete-cascas	Cb; Sa; Cs; Sd; Fa; Sp; Fb; Ta; Fs; Td	4-18	25-45	C, EA	Al	A	C	AP	ago-nov	maio-jul	Zoo	Al	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Senna multijuga (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	pau-cigarra, canafístula	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	6-10	30-40	C, EA	Bx	A/L	C	AP	dez-abr	abr-jun	Aut	Bx	NA
Senna spectabilis (DC.) H.S.Irwin & Barneby	cássia	Sa; Sp; Sd	6-9	30-40	C, EA	Md	A	C	AP	dez-abr	ago-set	Aut	Md	NA
Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville	barbatimão	Sa; Sp; Sd	4-5	20-30	C, EA	Al	L	C	AP	set-nov	jul-set	Aut	Bx	NA
Swartzia jorori Harms	justa-conta	Sa; Sd	8-18	20-60	C, EA	Al	L	Ps	AP	jun-jul	jul-nov	Zoo	Md	NA
Sweetia fruticosa Spreng.	sucupira-amarela	Cb; Fb; Cs; Fs; Fa	10-18	40-60	C, EA	Al	A	C	AP	ago-out	out-dez	Zoo	Md	NA
Lamiaceae														
Aegiphila verticillata Vell.	tamanqueira	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	4-6	15-30	C, EA	Md	A	C	AP	nov-dez	jan-fev	Zoo	Md	NA
Vitex cymosa Bertero ex Spreng.	tarumã	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	10-20	50-90	EA	Al	L	C	NA	set-nov	nov-jan	Zoo	Md	NA
Vitex megapotamica (Spreng.) Moldenke	tarumã	-	5-20	40-60	C, EA	Al	A/L	C	AP	out-dez	jan-mar	Zoo	Md	NA
Lauraceae														
Mezilaurus vanderwerffii Alves, F.M. & Baitello	canela-amarela	Sd	5-15	30-50	C, EA	Md	A	Ps	AP	jul-out	set-jan	Zoo	Bx	NA
Nectandra cissiflora Nees	canela	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	10-20	30-60	C, EA	Md	L	Ps	AP	jul-set	dez-fev	Zoo	Md	NA
Nectandra hihua (Ruiz & Pav.) Rohwer	canela	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	10-25	30-60	C, EA	Md	L	Ps	AP	jul-set	dez-fev	Zoo	Md	NA
Nectandra lanceolata Nees	canela-amarela	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs	15-25	40-80	EA	Md	A/L	Sc	NA	set-dez	jan-mar	Zoo	Md	NA
Nectandra megapotamica (Spreng.) Mez	canela	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	15-25	40-60	C, EA	Md	L	Ps	AP	jun-set	nov-jan	Zoo	Bx	NA
Ocotea corymbosa (Meisn.) Mez	canela-preta	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	10-20	40-60	C, EA	Md	L	Sc	AP	nov-jan	set-out	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Ocotea diospyrifolia (Meisn.) Mez	canela-preta	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs	5-13	25-50	C, EA	Md	L	Ps	AP	nov-jan	maio-jul	Zoo	Md	NA
Ocotea minarum (Nees & Mart.) Mez	canela	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	5-12	25-50	C, EA	Md	L	Ps	AP	jul-ago	nov-dez	Zoo	Md	NA
Ocotea puberula (Rich.) Nees	canela-guaicá	Fa; Fs; Fb; Pa	15-25	40-60	C, EA	Bx	L	Sc	AP	jul-ago	nov-dez	Zoo	Md	NA
Ocotea pulchella (Nees & Mart.) Mez	canela-pimenta	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	20-30	50-80	EA	Md	A/L	Sc	NA	nov-jan	maio-jul	Zoo	Md	NA
Lecythidaceae														
Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze	jequitibá	Fa; Fs	35-45	90-120	EA	Al	A	Sc	NA	out-dez	jul-set	Ane	Md	NA
Lythraceae														
Lafoensia pacari A.St.-Hil.	dedaleira, dedal	Pa; Sd; Sa; Sp	10-18	30-60	C, EA	Al	L	C	AP	out-dez	abr-jun	Ane	Bx	NA
Magnoliaceae														
Magnolia ovata (A.St.-Hil.) Spreng.	magnólia-do-brejo	Pa	20-30	60-90	C, EA	Md	L	Ps	AP	out-dez	ago-set	Zoo	Md	NA
Malpighiaceae														
Byrsonima basiloba A.Juss.	murici	Sa; Sg; Sd; Sp	6-10	30-40	C, EA	Md	A/L	C	AP	jan-mar	abr-jun	Zoo	Md	NA
Malvaceae														
Apeiba tibourbou Aubl.	pau-jangada	Pa; Sd; Sa	10-15	40-50	EA	Bx	A	Ps	AP	jan-mar	set-nov	Ane	Md	NA
Ceiba speciosa (A.St.-Hil.) Ravenna	paineira-rosa	Fa; Ta; Fb; Td; Fs	15-30	80-120	EA	Bx	L	C	NA	dez-abr	ago-set	Ane	Bx	NA
Eriotheca gracilipes (K.Schum.) A.Robyns	paineira-do-campo	Sa; Sg; Sd; Sp	4-17	30-40	C, EA	Bx	L	Sc	AP	jul-ago	set-out	Ane	Md	NA
Guazuma ulmifolia Lam.	chico-magro, mutambo	Cb; Sa; Cs; Sd; Fa; Sp; Fb; Ta; Fs; Td	8-16	30-50	C, EA	Bx	L	Sc	AP	set-nov	ago-set	Zoo	Md	NA
Luehea candicans Mart.	açoita-cavalo	Sa; Sp; Sd	8-12	30-50	C, EA	Md	A	Sc	AP	nov-dez	jul-ago	Ane	Bx	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Luehea divaricata Mart.	açoita-cavalo	Pa; Sd; Sa; Sp	15-25	50-60	C, EA	Md	A	C	AP	dez-fev	maio-ago	Ane	Bx	NA
Luehea grandiflora Mart.	açoita-cavalo	Cb; Sa; Cs; Sd; Pa	6-14	30-40	C, EA	Md	A	Sc	AP	maio-jul	ago-out	Ane	Bx	NA
Luehea paniculata Mart.	açoita-cavalo	Cb; Sa; Cs; Sd; Pa	6-12	40-60	C, EA	Bx	A	C	AP	ago-set	out-nov	Ane	Bx	NA
Pseudobombax grandiflorum (Cav.) A.Robyns	embiruçu	Fa; Fs	15-25	50-80	C, EA	Bx	L	C	AP	jun-set	set-out	Ane	Bx	NA
Sterculia apetala (Jacq.) H.Karst.	manduvi, chichá	Sa; Sd	10-20	40-60	EA	Bx	L	Ps	NA	nov-mar	maio-set	Zoo	Bx	NA
Sterculia striata A.St.-Hil. & Naudin	chichá-do-cerrado	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	8-14	40-50	C, EA	Bx	A/L	C	AP	dez-mar	jun-ago	Zoo	Bx	NA
Meliaceae														
Cabralea canjerana (Vell.) Mart.	canjerana	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sp; Fs	20-30	70-120	C, EA	Md	L	C	AP	set-out	nov-dez	Zoo	Md	NA
Cedrela fissilis Vell.	cedro	Cb; Fs; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb	15-30	60-90	C, EA	Bx	A	C	AP	ago-set	jul-set	Ane	Bx	VU
Cedrela odorata L.	cedro-rosa	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sp; Fs	25-35	90-150	C, EA	Md	L	C	AP	dez-fev	maio-jul	Ane	Bx	VU
Guarea guidonia (L.) Sleumer	marinheiro, camboatã	Pa; Sd; Sa; Sp	10-20	40-60	EA	Al	L	Ps	AP	dez-mar	nov-dez	Zoo	Md	NA
Trichilia clausseni C.DC.	catiguá-vermelho	Pa; Sd; Sa; Sp	6-12	20-30	C, EA	Md	L	Ps	AP	ago-out	jan-mar	Zoo	Md	NA
Trichilia hirta L.	catiguá	Cb; Fs; Cs; Pa; Fa; Sa; Fb; Sd	6-14	20-30	C, EA	Md	A	Sc	AP	out-nov	maio-jul	Zoo	Md	NA
Moraceae														
Ficus carautana L.J.Neves & Emygdio	figueira	Pa	8-12	50-80	EA	Bx	L	Ps	NA	-	-	Zoo	Bx	NA
Ficus guaranitica Chodat	figueira-branca	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	10-20	90-180	EA	Bx	L	Ps	NA	set-out	dez-jan	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Myristicaceae														
Virola sebifera Aubl.	ucuúba-vermelha	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	8-16	30-40	C, EA	Bx	A/L	Sc	AP	dez-fev	jul-set	Zoo	Md	NA
Myrtaceae														
Campomanesia guazumifolia (Cambess.) O.Berg	sete-capotes	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sg; Pa; Sp	6-10	20-30	C, EA	Al	A	C	AP	out-nov	mar-maio	Zoo	Md	NA
Campomanesia xanthocarpa (Mart.) O.Berg	guabirobeira	Fa; Fs; Fb	10-20	30-50	C, EA	Al	A/L	C	AP	set-nov	nov-dez	Zoo	Bx	NA
Eugenia dysenterica (Mart.) DC.	cagaita	Sa; Sg; Sd; Sp	4-8	25-35	C, EA	Al	L	C	AP	ago-set	out-nov	Zoo	Al	NA
Eugenia involucrata DC.	cerejeira-do-mato	Cb; Fs; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb	5-15	30-40	C, EA	Md	L	C	AP	set-nov	out-dez	Zoo	Bx	NA
Eugenia myrcianthes Nied.	pêssego-do-mato	Fa; Sd; Fb; Sg; Fs; Sp; Sa	4-6	20-30	C, EA	Md	A	C	AP	ago-set	set-out	Zoo	Bx	NA
Eugenia pyriformis Cambess.	uvaia	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp	6-13	30-50	C, EA	Md	A	Sc	AP	ago-set	nov-dez	Zoo	Bx	NA
Eugenia uniflora L.	pitangueira	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	6-12	30-50	C, EA	Md	A	Sc	AP	ago-nov	out-jan	Zoo	Bx	NA
Myrcianthes pungens (O.Berg) D.Legrand	guabiroba-açu	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	15-20	40-60	EA	Al	L	Sc	AP	out-nov	jan-fev	Zoo	Bx	NA
Nyctaginaceae														
Guapira graciliflora (Mart. ex Schmidt) Lundell	joão-mole	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sp; Fs	4-5	20-30	C, EA	Md	L	Ps	AP	ago-set	out-nov	Zoo	Bx	NA
Ochnaceae														
Ouratea castaneifolia (DC.) Engl.	farinha-seca	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	8-14	30-50	C, EA	Md	L	Ps	AP	out-nov	nov-dez	Zoo	Md-Al	NA
Ouratea spectabilis (Mart.) Engl.	folha-de-serra	Sa; Sg; Sd; Sp	4-5	15-25	C, EA	Md	L	C	AP	ago-set	out-nov	Zoo	Md-Al	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Oleaceae														
Priogymnanthus hasslerianus (Chodat) P.S.Green	pau-vidro	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs	10-20	40-80	C, EA	Al	L	C	AP	jul-set	out-dez	Zoo	Bx	NA
Opiliaceae														
Agonandra brasiliensis Miers ex Benth. & Hook.f.	tinge-cuia	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sp; Fs	8-15	15-25	C, EA	Al	L	C	AP	ago-out	nov-dez	Zoo	Md	NA
Peraceae														
Pera glabrata (Schott) Baill.	tabocuva	Cb; Sa; Cs; Sd	8-10	40-50	C, EA	Md	L	Ps	AP	jan-mar	out-jan	Zoo	Md	NA
Phytolaccaceae														
Phytolacca dioica L.	cebolão, imbu	Fa; Fs	15-25	80-160	EA	Bx	L	C	NA	set-nov	jan-fev	Zoo	Bx	NA
Polygonaceae														
Ruprechtia exploratricis Sandwith	pele-de-velho	Fa; Ta; Fb; Td; Fs	10-25	40-70	C, EA	Md	A/L	Ps	AP	abr-maio	maio-jun	Ane	Bx	NA
Ruprechtia laxiflora Meisn.	marmeleiro	Fa; Fs; Fb; Pa	10-20	40-70	C, EA	Md	A/L	Sc	AP	set-out	out-nov	Ane	Bx	NA
Primulaceae														
Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze	capororoca	Sa; Sd	4-8	20-30	C, EA	Md	L	C	AP	jun-jul	out-dez	Zoo	Md	NA
Proteaceae														
Roupala montana Aubl.	carne-de-vaca	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Sg; Fs; Sp	15-25	60-70	C, EA	Al	L	C	AP	jun-ago	ago-out	Ane	Bx	NA
Rhamnaceae														
Colubrina glandulosa Perkins	sobrasil	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	10-20	40-60	EA	Al	A	C	AP	out-dez	dez-fev	Zoo	Bx	NA
Rhamnidium elaeocarpum Reissek	cabrito	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sg; Pa	8-16	30-50	C, EA	Al	A	C	AP	out-nov	dez-mar	Zoo	Bx	NA
Rosaceae														
Prunus myrtifolia (L.) Urb.	pessegueiro-bravo	Fa; Fs	10-15	30-40	C, EA	Al	L	Sc	AP	dez-fev	jul-ago	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Rubiaceae														
Amaioua guianensis Aubl.	carvoeiro	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs	4-12	30-50	C, EA	Md	A/L	Ps	AP	set-nov	abr-jun	Zoo	Md	NA
Calycophyllum multiflorum Griseb.	castelo, pau-mulato	Fa; Pa; Fb; Ta; Fs; Td	10-25	50-70	C, EA	Al	A/L	C	AP	fev-maio	set-nov	Ane	Bx	NA
Coussarea hydrangeifolia (Benth.) Müll.Arg.	falsa-quina	Pa; Sd; Sa	4-5	15-25	C, EA	Md	A	Ps	AP	ago-out	jun-jul	Zoo	Md	NA
Coutarea hexandra (Jacq.) K.Schum.	quina-branca	Cb; Fs; Cs; Pa; Fa; Sa; Fb; Sd	4-5	15-25	C, EA	Md	A/L	Sc	AP	jul-ago	set-out	Ane	Md	NA
Genipa americana L.	jenipapo	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Ta; Fs; Td	8-14	40-60	EA	Md	L	Sc	AP	out-dez	nov-dez	Zoo	Md	NA
Guettarda viburnoides Cham. & Schltdl.	veludo-branco	Cb; Fs; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb	4-7	15-25	C, EA	Md	A	Sc	AP	set-nov	jan-mar	Zoo	Md-Al	NA
Rudgea viburnoides (Cham.) Benth.	casca-branca	Pa; Sg; Sa; Sp; Sd	4-5	15-25	C, EA	Md	A/L	Ps	AP	ago-set	jun-jul	Zoo	Md	NA
Rutaceae														
Balfourodendron riedelianum (Engl.) Engl.	pau-marfim	Fa; Fs	20-30	40-90	C, EA	Al	A/L	Sc	AP	set-nov	ago-set	Ane	Md	AM
Esenbeckia febrifuga (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	crumarim	Fa; Fs	5-11	20-40	C, EA	Al	A/L	Sc	AP	ago-nov	jan-jun	Aut	Bx	NA
Esenbeckia grandiflora Mart.	canela-de-cutia	Fa; Fs; Fb; Pa	4-7	20-30	C, EA	Al	L	Ps	AP	nov-jan	jun-ago	Aut	Bx	NA
Esenbeckia leiocarpa Engl.	guarantã	Fa; Fs	20-30	40-60	EA	Al	L	Sc	NA	set-jan	jul-ago	Aut	Bx	VU
Helietta apiculata Benth.	cun-cun	Fa; Fs	10-18	30-50	C, EA	Al	A/L	Ps	AP	nov-dez	mar-maio	Ane	Bx	NA
Salicaceae														
Banara arguta Briq.	sardinheira	Fa; Fs	4-8	20-40	C, EA	Md	A	Ps	AP	nov-feb	mar-maio	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Casearia gossypiosperma Briq.	espeteira, espeteiro	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp	10-25	50-90	C, EA	Md	L	C	AP	set-out	out-nov	Ane	Md	NA
Casearia sylvestris Sw.	chá-de-bugre, cafezinho	Cb; Pa; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb; Ta; Fs; Td	4-6	20-30	C, EA	Al	L	Ps	AP	jun-ago	set-nov	Zoo	Md	NA
Sapindaceae														
Allophylus edulis (A. St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	murta-vermelha	Cb; Fs; Cs; Pa; Fa; Sa; Fb; Sd	3-10	10-30	C, EA	Md	L	Sc	AP	set-nov	nov-dez	Zoo	Bx	NA
Cupania vernalis Cambess.	camboatá	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sp; Pa	10-20	50-70	C, EA	Md	L	Sc	AP	mar-maio	set-nov	Zoo	Md	NA
Diatenopteryx sorbifolia Radlk.	maria-preta	Fa; Fs; Fb; Pa	15-25	50-70	C, EA	Al	L	Sc	AP	set-out	nov-dez	Ane	Md	NA
Dilodendron bipinnatum Radlk.	maria-pobre	Cb; Fs; Cs; Sa; Fa; Sd; Fb	5-10	30-50	C, EA	Md	L	Sc	AP	maio-jun	set-nov	Zoo	Bx	NA
Diplokeleba floribunda N.E.Br.	canela-de-cotia	Sa; Ta; Sd; Td	8-15	40-50	C, EA	Al	L	Ps	AP	nov-dez	jul-ago	Ane	Bx	NA
Magonia pubescens A.St.-Hil.	tingui	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs	5-9	20-30	EA	Md	L	C	AP	ago-set	ago-set	Ane	Bx	NA
Matayba elaeagnoides Radlk.	camboatá	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	5-15	30-50	C, EA	Md	L	Sc	AP	set-nov	dez-jan	Zoo	Md	NA
Melicoccus lepidopetalus Radlk.	água-pomba	Cb; Sa; Cs; Sd; Fa; Sg; Fb; Sp; Fs; Ta; Pa; Td	8-18	50-80	EA	Al	L	Sc	NA	ago-set	nov-dez	Zoo	Md	NA
Sapindus saponaria L.	saboneteiro	Fa; Fs; Fb; Pa	5-9	30-40	C, EA	Al	L	Sc-Ps	AP	abr-jun	set-out	Zoo	Md	NA
Sapotaceae														
Chrysophyllum gonocarpum (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	aguaí	Fa; Fs; Fb; Pa	10-20	50-80	C, EA	Md	L	Sc	AP	set-nov	ago-out	Zoo	Bx	NA
Pouteria gardneri (Mart. & Miq.) Baehni	frutinha-de-veado, sapotinha	Sa; Sp; Sd	8-14	25-45	EA	Al	L	C	AP	set-out	dez-jan	Zoo	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk.	abiu	Sa; Sp; Sd	15-30	40-60	C, EA	Md	L	Sc	AP	ago-out	jan-fev	Zoo	Md	NA
Pouteria torta (Mart.) Radlk.	curiola	Pa; Sd; Sa; Sp	8-14	30-40	C, EA	Al	A/L	Sc	AP	out-nov	dez-jan	Zoo	Bx	NA
Styracaceae														
Styrax camporum Pohl	benjoeiro, laranjinha	Cb; Fs; Cs; Pa; Fa; Sa; Fb; Sd	6-10	30-40	C, EA	Bx	A	Ps	AP	set-out	ago-out	Zoo	Md-Al	NA
Styrax ferrugineus Nees & Mart.	benjoeiro, laranjinha	Fa; Sa; Fb; Sd; Fs; Sg; Pa; Sp	7-14	30-50	C, EA	Bx	A	Ps	AP	jun-set	out-dez	Zoo	Md-Al	NA
Styrax pohlii A.DC.	benjoeiro, laranjinha	Fa; Fs; Fb; Pa	8-12	30-40	C, EA	Bx	A	Ps	AP	jul-nov	fev-abr	Zoo	Md-Al	NA
Urticaceae														
Cecropia pachystachya Trécul	embaúba	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	4-7	15-25	EA	Bx	A	Ps	AP	set-out	maio-jun	Zoo	Bx	NA
Verbenaceae														
Aloysia virgata (Ruiz & Pav.) Juss.	lixa	Cb; Fs; Cs; Pa; Fa; Sa; Fb; Sd	4-6	15-25	C, EA	Md	A	C	AP	ago-nov	out-nov	Ane	Bx	NA
Vochysiaceae														
Callisthene fasciculata Mart.	carvoeiro	Fa; Pa; Fb; Sa; Fs; Sd	7-18	40-60	C, EA	Md	A/L	C	AP	ago-set	jul-ago	Ane	Md-Al	NA
Callisthene major Mart.	carvoeiro	Pa; Sd; Sa; Sp	7-12	30-60	C, EA	Md	A/L	Sc	AP	ago-set	jun-jul	Ane	Md-Al	NA
Callisthene minor Mart.	pau-terra	Sa; Sp; Sd	8-18	40-70	C, EA	Md	L	Sc	AP	jul-ago	maio-jun	Ane	Md-Al	NA
Qualea dichotoma (Mart.) Warm.	pau-terra	Sa; Sg; Sd; Sp	10-18	40-50	C, EA	Md	A/L	C	AP	out-nov	ago-set	Ane	Md	NA
Qualea grandiflora Mart.	pau-terra-da-folha-larga	Sa; Sg; Sd; Sp	7-12	30-40	C, EA	Md	A	C	AP	nov-jan	ago-set	Ane	Md	NA
Qualea multiflora Mart.	pau-de-tucano	Sa; Sg; Sd; Sp	4-6	15-25	C, EA	Al	L	C	AP	nov-dez	jul-ago	Ane	Md-Al	NA
Qualea parviflora Mart.	pau-terra-mirim	Sa; Sg; Sd; Sp	6-10	20-30	C, EA	Md	L	C/ Sc	AP	nov-dez	set-out	Ane	Md	NA
Salvertia convallariodora A.St.-Hil.	moliana	Sa; Sg; Sd; Sp	10-18	30-40	C, EA	Md	A	C	AP	abr-jul	ago-set	Ane	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Vochysia cinnamomea Pohl	quina-doce	Sa; Sp; Sd	4-7	15-25	C, EA	Md	A	C	AP	mar-abr	ago-set	Ane	Md-Al	NA
Vochysia divergens Pohl	cambará	Pa; Sd; Sa; Sp	7-17	30-50	C, EA	Bx	L	Ps	AP	jul-set	dez-jan	Ane	Bx	NA
Vochysia haenkeana Mart.	pau-amarelo, escorrega-macaco	Pa	8-20	40-60	C, EA	Md	L	Sc	AP	jun-ago	ago-out	Ane	Md-Al	NA
Vochysia tucanorum Mart.	pau-de-tucano	Pa; Sd; Sa; Sp	8-12	30-40	C, EA	Bx	L	Ps	AP	nov-mar	ago-set	Ane	Md	NA
Zygophyllaceae														
Bulnesia sarmientoi Lorentz ex Griseb.	pau-santo	Cb; Ta; Cs; Td	7-18	50-70	C, EA	Al	L	C	AP	dez-fev	jul-ago	Ane	Md-Al	AM

Nota: Unidade(s) Fitoecológica(s) do estado – IBGE, 2009 (**UF**); Altura média (**AM**), metros; Diâmetro na altura do peito na fase adulta (**DAP**); Adequada para (**AP**), **C**: Calçadas; **EA**: Espaços abertos; Densidade da madeira (**DM**), **Bx**: Baixa (< 0,550 g.cm^{-3}); **Md**: Média (entre 0,550 e 0,720 g.cm^{-3}) e **Al**: Alta (> 0,730 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**: 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 segundo IUCN/Raridade (**SC**), **NA**: Não ameaçada; **VU**: Vulnerável; **AM**: Ameaçada.

Fonte: Autores.

A maioria das espécies recomendadas na lista aberta (95,6%) não é considerada ameaçada ou vulnerável pela IUCN [50], contudo, é importante ressaltar que muitas espécies não apresentam estudos populacionais no estado e que algumas constam como deficientes em dados. Três espécies constam como ameaçadas de extinção, *Amburana cearensis*, *Balfourodendron riedelianum* e *Bulnesia sarmientoi*. Seis espécies são enquadradas na categoria de vulneráveis à extinção, são elas *Cedrela fissilis*, *Cedrela odorata*, *Dipteryx alata*, *Euterpe edulis*, *Esenbeckia leiocarpa* e *Libidibia paraguariensis*. Levamos em consideração a listagem de espécies consideradas protegidas ou de interesse ambiental pelo órgão ambiental estadual [51], incluindo na lista as espécies adequadas para a arborização urbana, por exemplo, *Astronium fraxinifolium*, *Astronium urundeuva*, *Caryocar brasiliense*, *Eugenia dysenterica*, *Hancornia speciosa* e *Syagrus oleracea*.

19.7. Considerações finais

Neste capítulo apresentamos uma lista de 205 espécies arbóreas nativas de Mato Grosso do Sul que têm potencial de uso na arborização urbana. No estado, ainda há predominância de plantio de espécies exóticas, e a arborização urbana é, na maioria das vezes, homogênea (composta por muitos indivíduos de uma mesma espécie), o que aumenta a chance de propagação de doenças e parasitas e, consequentemente, o elevado grau de perda de exemplares, além de constituir um problema em termos de conservação da biodiversidade. Atributos morfológicos e ecológicos importantes para a seleção das espécies adequadas a cada situação urbana estão apresentados e podem ser consultados pelos diferentes profissionais que trabalham ou se interessam pelo tema. Contudo, ainda há necessidade de estudos silviculturais e ecológicos sobre as espécies e sua tolerância aos estressores urbanos, devendo haver mais investimento em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, os quais deverão subsidiar o uso de espécies nativas na arborização urbana e aperfeiçoamento da lista aberta aqui apresentada.

19.8. Referências

[1] IBGE. População no último censo: IBGE, Censo Demográfico 2022 [Internet]. 2022 [acesso 8 ago. 2024]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/panorama

[2] IBGE. População no último censo: IBGE, Censo Demográfico 2010 [Internet]. 2010 [acesso 4 jan. 2021]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/panorama

[3] Aoki C, Souza AS, Pott A, Alves FM, Guaraldo E. Arborização urbana em Mato Grosso do Sul: síntese do conhecimento. Rev Gest Ambient Sustent. 2023;12(1):1-36.

[4] Aoki C, Oliveira KR, Figueiredo PAO, Sá JSS, Oliveira KM, Chaves JR. Análise da arborização das praças de Aquidauana (MS, Brasil). Braz J Dev. 2020;6(12):100737-50.

[5] Sá JSS, Rabello RJM, Aoki C. Diagnóstico da arborização urbana do centro de Aquidauana, Mato Grosso do Sul. Braz J Dev. 2021;7(1):2659-73.

[6] Rabello RJM, Sá JSS, Aoki C. Análise da arborização de praças em Anastácio (MS, Brasil). Braz J Dev. 2020;6(12):101982-91.

[7] Guilherme FAG, Silva MC, Carneiro DNM, Nascimento HCA, Ressel K, Ferreira WC. Urban arborization in public pathways of four cities in east Mato Grosso do Sul, Brazil. Ornamental Hortic. 2018;24(2):174-81.

[8] Pelegrim EAL, Lima APL, Lima SF. Avaliação qualitativa e quantitativa da arborização no bairro Flamboyant em Chapadão do Sul, MS. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2012;7(1):126-42.
[9] Mota MP, Almeida LFR. Características da arborização na região central do município de Coxim, MS. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2011;6(1):1-24.
[10] Santos AA. Ocorrência de espécies arbóreas em áreas urbanas e suburbanas de Três Lagoas, MS. Rev Monogr Ambient. 2014;13(5):3926-32.
[11] IBGE, MMA. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250000. Rio de Janeiro: IBGE; 2019.
[12] Silva JSV, Pott A, Abdon MM, Pott VJ, Santos KR. Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do estado de Mato Grosso do Sul. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; 2011a.
[13] Silva JSV, Speranza EA, Vendrusculo LG, Esquerdo JCDM, Mauro RA, Bianchini SL, Florence RO. Projeto GeoMS: melhorando o sistema de licenciamento ambiental do estado de Mato Grosso do Sul. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; 2011b.
[14] Hueck K. As regiões de matas do Chaco e áreas marginais. In: Azevedo JCA, Anjos CV, Gomes LC, Lyra-Filho R, Moraes RB, Paraense WL, Fonseca EN, editores. As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica. Brasília: Editora Polígono; 1972. p. 240-75.
[15] Sartori ALB. The Brazilian Chaco. Glalia. 2012;4:11-8.
[16] Silva AM, Silva JSV, Ferrari DL, Lamparelli RAC. Vegetação natural e área antrópica em Mato Grosso do Sul até o ano de 2002. In: Anais do 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária/INPE; 2010. p. 391-400.
[17] MapBiomas. Projeto MapBiomas – série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil [Internet]. [acesso 8 jul. 2024]. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/
[18] IBGE. Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos, regiões fitoecológicas e outras áreas. Rio de Janeiro: IBGE; 2019.
[19] Rossetti AIN, Pellegrino PRM, Tavares AR. As árvores e suas interfaces no ambiente urbano. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2010;5(1):1-24.
[20] Basso JM, Corrêa RS. Arborização urbana e qualificação da paisagem. Paisagem Ambient Ensaios. 2014;34:129-48.
[21] Livesley SJ, McPherson EG, Calfapietra C. Urban Forest and Ecosystem Services: Impacts on Urban Water, Heat, and Pollution Cycles at the Tree, Street, and City Scale. J Environ Qual. 2016;45(1):119-24.
[22] Pataki DE, Alig RJ, Fung AS, Golubiewski NE, Kennedy CA, McPherson EG, et al. Urban ecosystems and the North American carbon cycle. Glob Change Biol. 2006;12:2092-102.
[23] Marchionni V, Daly E, Manoli G, Tapper NJ, Walker JP, Fatichi S. Groundwater buffers drought effects and climate variability in urban reserves. Water Resour Res. 2020;56(5).
[24] Tyrvainen L, Miettinen A. Property prices and urban forest amenities. J Environ Econ Manage. 2000;39:205-23.
[25] Jennings V, Bamkole O. The relationship between social cohesion and urban green space: an avenue for health promotion. Int J Environ Res Public Health. 2019;16(452):1-14.
[26] Turner-Skoff JB, Cavender N. The benefits of trees for livable and sustainable communities. Plants People Planet. 2019;1(4):323-35.

[27] Garcia AA, Ribeiro GCD, Raiol LL, Melo DM. Diagnóstico qualiquantitativo da arborização das principais vias do município de Capanema, Pará. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2020;15(2):56-74.
[28] Pereira GA, Barbosa ACMC, Oliveira AF, Silva EMGC, Pompeu PV, Castro MB. Arborização viária de Lavras-MG: florística e uso de espécies nativas. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2020;15(1):13-25.
[29] Silva AA, Cardoso KM. Diagnóstico e caracterização da arborização urbana de vias públicas da cidade de Araçuaí, semiárido de Minas Gerais. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2020;15(4):73-92.
[30] Pestana LTC, Alves FM, Sartori ALB. Espécies arbóreas da arborização urbana de Campo Grande-MS. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2011;6(3):1-21.
[31] Zamproni K, Biondi D, Maria TRBC, Louveira FA. Diagnóstico qualiquantitativo da arborização viária de Bonito, Mato Grosso do Sul. Floresta. 2018;48(2):235-44.
[32] McKinney ML. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. Biol Conserv. 2006;127:247-60.
[33] Mooney HA. Invasive alien species: the nature of the problem. In: Mooney HA, Mack RN, McNeely JA, Neville LE, Schei PJ, Waage JK, editores. Invasive alien species: a new synthesis. Washington DC: Island Press; 2005. p. 1-15.
[34] Bobrowski R. Estrutura e dinâmica da arborização de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984-2010 [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2011.
[35] Slattery BE, Kathryn R, Zwicker SM. Native plants for wildlife habitat and conservation landscaping: Chesapeake Bay Watershed. Annapolis (MD): U.S. Fish & Wildlife Service, Chesapeake Bay Field Office; 2003. 82 p.
[36] Santos AR, Rocha CFD, Bergallo HG. Native and exotic species in the urban landscape of the city of Rio de Janeiro, Brazil: density, richness, and arboreal deficit. Urban Ecosyst. 2009;13(2):209-22.
[37] Osako LK, Takenaka EMM, Silva PA. Arborização urbana e a importância do planejamento ambiental através de políticas públicas. ANAP Brasil. 2016;9(14):1-8.
[38] Mohneke M, Erguvan F, Schlüter K. Explorative study about knowledge of species in early education. J Emerg Sci. 2016;11:1-234.
[39] Balmford A, Clegg L, Coulson T, Taylor J. Why conservationists should heed Pokémon. Science. 2002;295(5564):2367.
[40] Farinaccio MA, Roque FO, Graciolli G, Souza PR, Pinto JOP. A flora no Biota-MS: montando o quebra-cabeça da biodiversidade de Mato Grosso do Sul. Iheringia Ser Bot. 2018;73(supl):e2017100.
[41] Alves FM, Lehn CR, Damasceno-Júnior GA, Sartori ALB, Pott A, Pott VJ, et al. Coleções botânicas do estado de Mato Grosso do Sul: situação atual e perspectivas. Iheringia Ser Bot. 2018;73(supl):93-100.
[42] Martinelli G, Martins E. Panorama nacional sobre espécies ameaçadas da flora brasileira. In: Asby ML, Matos FDA, Amaral IL, editores. Diversidade vegetal brasileira: conhecimento, conservação e uso. Sociedade Botânica do Brasil; 2010. p. 592-5.
[43] APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Bot J Linn Soc. 2016;181:1-20.
[44] Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro [Internet]. [acesso 8 jul. 2024]. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/

[45] Sartori ALB, Lima LCP, Pott VJ, Valls JFM, Cristaldo ACM, Polido CA, et al. *Check-list* das Leguminosae do estado de Mato Grosso do Sul. Iheringia Ser Bot. 2018;73(supl):239-54.
[46] Silva AAR, Veras CHG, Machado JC, Sousa JF, Leal MAS, Silva MJ, et al. Diagnóstico da arborização do bairro São Benedito, município de Parnaíba, Piauí. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2018;13(4):29-40.
[47] Santos GR, Fonseca RS, Gonçalves CB. Arborização urbana em Jequitaí-MG: atributos funcionais e diversidade. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2019;14(1):1-13.
[48] Sousa LA, Cajaiba RL, Martins JSC, Colácio DS, Sousa ES, Pereira KS. Levantamento qualiquantitativo da arborização urbana no município de Buriticupu, MA. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2019;14(1):42-52.
[49] Santamour Jr FS. Trees for urban planting: diversity, uniformity and common sense. Washington DC: U.S. National Arboretum, Agricultural Research Service; 2002.
[50] IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-3 [Internet]. [acesso 4 dez. 2020]. Disponível em: https://www.iucnredlist.org
[51] SEMAGRO. Resolução nº 679, de 9 de setembro de 2019. Altera, revoga e acrescenta dispositivos da Resolução SEMADE nº 9, de 13 de maio de 2015. Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul; 2019.

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 20

ARBORIZAÇÃO E CLIMA: FERRAMENTAS, ESTRATÉGIAS E POLÍTICAS PÚBLICAS

Por Caio Frederico e Silva, Thiago Montenegro Góes, Rodrigo Studart Corrêa, Gustavo Macedo de Mello Baptista, Rubens do Amaral, Daniela Rocha Werneck, Abner Luis Calixter, Marta Adriana Bustos Romero e Gareth Gerard Doherty

20.1. Destaques deste capítulo

1. A arborização urbana é uma das principais estratégias para mitigar os efeitos das mudanças climáticas, reduzindo ilhas de calor e promovendo conforto térmico e bem-estar nas cidades;
2. Ferramentas de geoprocessamento e modelagem climática, como SIG e ENVI-met, permitem mapear déficits arbóreos, orientar o plantio e planejar políticas públicas eficazes;
3. O aumento da cobertura vegetal em áreas urbanas contribui para a recarga de aquíferos, melhoria da qualidade do ar e sequestro de carbono, fortalecendo a resiliência climática regional;
4. A arborização deve ser planejada em múltiplas escalas (regional, urbana, de vizinhança e de edificação) para garantir conectividade ecológica e serviços ecossistêmicos;
5. Políticas de arborização podem integrar mecanismos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e ICMS Ecológico, transformando o verde urbano em ativo ambiental e econômico.

20.2. Introdução

O século XXI nos apresenta a maior crise ambiental e sanitária da era moderna, com graves problemas derivados das mudanças climáticas, como enchentes, ondas de calor e alterações dos padrões climáticos sazonais. Nesse contexto, as áreas urbanas possuem papel central e contribuem para Eventos Extremos de Calor (EEC) e potencializam a mortalidade e morbidade na população urbana [1], como visto em Paris, França, em 2003 [2], Melbourne, Austrália, em 2009 [3], e Moscou, Rússia, em 2010 [4], entre outras cidades ao redor do globo.

A qualidade do ambiente urbano abre espaço para temas multidisciplinares de estudos sobre os efeitos advindos da expansão urbana, como as emissões de poluentes e calor, a redução da cobertura natural do solo, bem como as consequências do uso e ocupação do solo sobre o clima local [5-7]. Diante disso, percebemos que um dos problemas mais associados à falta de vegetação

no contexto urbano é a geração da Ilha de Calor Urbana (ICU), resultante da elevação das temperaturas médias nas zonas centrais, a mancha urbana, em comparação com as zonas periféricas ou rurais [6].

Cada vez mais, o planejamento ambiental envolve temas recorrentes, como conectividade, multifuncionalidade e proteção e promoção dos serviços ecossistêmicos [8], comuns a diversos arranjos disciplinares, como a Ecologia da Paisagem, a Ecologia da Restauração e a Infraestrutura Verde [9,10].

Por meio da articulação desses temas no planejamento da paisagem, diversos benefícios podem ser alcançados, como a diminuição dos níveis de carbono atmosférico sobre os núcleos urbanos [11], a prevenção da escassez de água e o manejo das águas decorrentes de precipitações extremas, todos relacionados ao aumento do dossel florestal no território [12]. Para tanto, a escala de planejamento e projeto regional é essencial para a consideração desses aspectos, pois a partir dela, tanto estratégias nacionais e internacionais de proteção dos biomas quanto o planejamento e projeto das florestas urbanas e da infraestrutura verde podem ser articuladas [13].

Em um contexto climático, pode-se compreender como uma complexa relação de causa-e-feito de variáveis controláveis e incontroláveis, baseadas nos efeitos temporários (incontroláveis), como velocidade do ar, estações e nebulosidade, e permanentes (controláveis), como materiais urbanos, fator de visão do céu, áreas verdes, calor antropogênico entre outros [14].

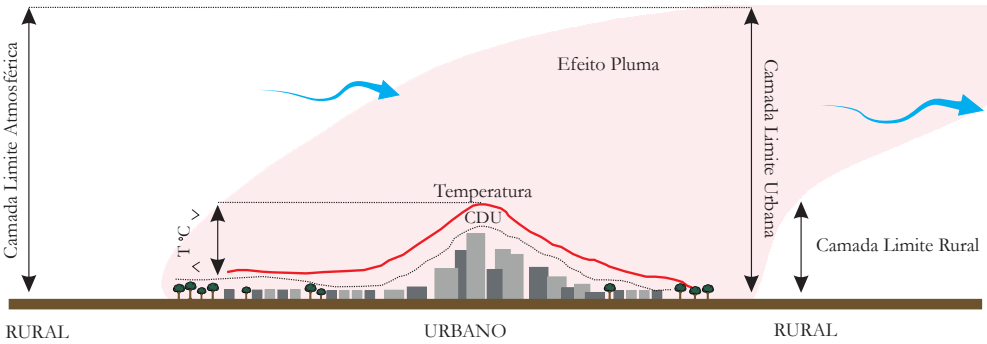
Ilha de Calor Urbana

A Ilha de Calor Urbana (ICU) é um exemplo característico do impacto do clima urbano que demanda políticas de adaptação e mitigação em cidades que convivem com o problema. As primeiras pesquisas sobre clima urbano datam do século XIX, quando Luke Howard registrou um excesso de calor no centro de Londres em comparação com o campo, totalizando uma série de 25 anos de observações. Mais tarde, Timothy Oke [6] desenvolve estudos sobre o tema e constata que a ICU ocorre na atmosfera e superfície urbana devido às alterações no balanço de energia na Camada do Dossel Urbano (CDU) e na Camada Limite Urbana (CLU), proporcionadas pelo aumento de absorção de radiação de ondas curtas, menor perda de radiação de ondas longas, aumento do calor sensível, diminuição da evapotranspiração e diminuição do transporte de calor turbulento. Essas alterações influenciam a circulação de ar podendo gerar um efeito de domo ou de pluma de ar mais quente que o do entorno, justificando o nome ilha de calor.

A formação da Ilha de Calor Urbana envolve alterações nas camadas atmosféricas próximas à superfície, especialmente na Camada do Dossel Urbano e na Camada Limite Urbana, que modificam o balanço de energia e podem gerar o chamado efeito de pluma, conforme ilustrado na Figura 1.

Assim, a substituição de superfícies constituídas de materiais artificiais por materiais naturais é uma estratégia para reduzir ilhas de calor urbanas e eventos extremos de calor [15]. A reconexão com os elementos naturais e busca por soluções baseadas na natureza podem representar uma estratégia de mitigar os problemas relacionados à crise climática e restabelecer um diálogo com o meio ambiente.

Figura 20.1 – Esquema das camadas verticais da atmosfera urbana e a formação do efeito de pluma.



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

O ambiente construído mais arborizado promove uma melhor condição de conforto para todos os ocupantes. Para isso, precisamos compreender o papel da arborização na promoção de uma cidade mais confortável e mais resiliente. Traçar estratégias para aplicação de políticas públicas que sejam capazes de mitigar os efeitos nocivos das atividades urbanas ao clima é missão das gestões públicas que estão comprometidas com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Assim, podemos apontar a arborização como um fator fundamental na contribuição para a transição das cidades rumo à sustentabilidade, sendo essa a base das políticas atuais de preservação ambiental e de desenvolvimento.

20.3. A conexão entre clima urbano e vegetação

A população mundial tem migrado constantemente para as cidades, o que gerou, pela primeira vez, em 2007, uma população urbana maior que a rural, segundo dados divulgados pela diretora executiva à época do Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, UN-Habitat. Nesse ritmo de urbanização, as expectativas são que, em 2030, dois terços da população humana habite as cidades [16].

Como consequência desse processo migratório as conurbações são bastante preocupantes dentro de uma perspectiva ambiental urbana. O padrão de desenvolvimento urbano de muitas cidades nas últimas décadas se deu de forma segregada, espraiada e com um tecido urbano de baixa qualidade, com redução drástica da área vegetada, sobretudo nativa, o que tem provocado efeitos colaterais nos padrões climáticos locais. A supressão de corredores de vegetação para instalação de estruturas urbanas compromete a qualidade climática, bem como toda a dinâmica de migração de fauna, nos chamados corredores ecológicos, conforme ilustrado nessa análise temporal da região sul e entorno do Distrito Federal. Além disso, observa-se o uso demasiado de superfícies climaticamente ativas como o concreto e o asfalto de baixo albedo, que atuam como grandes bolsões térmicos devido a sua capacidade de reter o calor, além de impermeabilizar o solo, impactar no pleno desenvolvimento das áreas verdes, e prejudicar a recarga dos lençóis freáticos.

Os processos, tanto de urbanização como de crescimento urbano, são controlados parcialmente por instruções normativas que impedem a supressão total da vegetação, porém, mesmo quando há intervenção pelo poder público, as áreas protegidas por unidades de conservação, bem

como corredores de fauna, muitas vezes não são eficientes para os movimentos migratórios necessários para a manutenção da biodiversidade. Isso tem sido verificado a partir, por exemplo, da ineficiência de diversas estruturas para travessia de fauna e os diversos exemplos disponíveis na mídia sobre atropelamento de animais.

A arborização possui um papel essencial na resiliência climática das cidades e também auxilia na criação de ambientes mais saudáveis, melhorando assim a qualidade de vida local. No entanto, a paisagem verde das cidades sofre ameaça constante e, muitas vezes, irreversível. Muitas espécies exóticas são menos vulneráveis às mudanças climáticas. Nesse sentido, o paisagismo exótico pode prevalecer sobre o uso de espécies nativas, que podem ser consideradas insustentáveis. Com isso, uma lista de espécies exóticas, mas bem adaptadas aos nossos biomas podem ser utilizadas em caráter emergencial para reduzir os impactos negativos dos extremos climáticos nas cidades.

Resiliência urbana

A **resiliência** tem sido tratada como tema fundamental no desenvolvimento urbano. No Documento Temático da Habitat III, Número 15, específico sobre Resiliência Urbana, a denominação nos remete a um"*sistema de uma cidade resistir e se recuperar rapidamente de múltiplos e variados impactos e tensões, melhorando seu desempenho ao longo do tempo*" [16]. O papel da resiliência também influencia cada vez mais as decisões financeiras e de investimento em projetos de infraestrutura urbana. A exemplo disso, temos o Banco Mundial, que considera os impactos das mudanças climáticas e a abordagem de resiliência em suas linhas de crédito e possui programas para cidades brasileiras de pequeno e médio porte que visam investir em sua resiliência [17].

Este patrimônio verde torna-se ainda mais vulnerável num contexto de biomas sensíveis, como é o caso do Cerrado brasileiro, que é o segundo maior bioma da América do Sul e o bioma mais presente na região Centro-Oeste do país. O Cerrado é considerado centro internacional de interesse para a biodiversidade global e é também considerado rico em biodiversidade, recursos aquíferos e boa qualidade do solo para agricultura. Neste sentido, um conhecimento prévio das espécies nativas do Cerrado é de fundamental importância para estabelecer os critérios de políticas verdes. A Coordenação de Educação Ambiental (CODEA), do Instituto Brasília Ambiental (IBRAM), elaborou um cartaz que ilustra de forma didática as 12 espécies que são símbolos do Cerrado.

20.4. Planejamento urbano e clima: Uma intersecção de escalas

O processo de urbanização tende a modificar os ecossistemas naturais, aumentando a temperatura, reduzindo a umidade, além de alterar a composição química da atmosfera, o que tem influência em diferentes escalas. Contudo, tanto o clima quanto o planejamento urbano são atividades complexas que possuem diversas especificidades que variam de acordo com sua escala de análise e intervenção, que não são necessariamente as mesmas, apesar de haver por vezes sobreposição. Nesse sentido é fundamental que compreendamos suas semelhanças, assim como suas diferenças, para que assim os planos de arborização das cidades conectem escalas climáticas distintas e promovam uma adequada relação com o espaço construído. Para cada escala, há medidas, métricas, técnicas e ferramentas específicas.

Na escala do planejamento urbano, as ferramentas são aliadas para a aplicação de políticas públicas, desde apoio na construção de legislações ou códigos de obra municipais. As prefeituras podem integrar um ecossistema de ferramentas, formando um completo banco de dados. As informações obtidas por um tipo de ferramenta podem auxiliar análises de outras ferramentas, o que fundamenta a tomada de decisão.

Especificamente, as ferramentas voltadas para a avaliação do microclima urbano permitem analisar diversos parâmetros de conforto ambiental, por meio de modelos que representam as características físicas do local e do clima. Esses parâmetros podem formar indicadores que serão a base para o monitoramento da aplicação correta das políticas públicas verdes. Na Figura 2 apresentamos um esquema baseado em Ren et al. [18] que relaciona as escalas climáticas com as escalas de intervenção e planejamento urbano, frequentemente não visualizadas com informações espaciais para facilitar a tomada de decisão política.

Figura 20.2 – Interseção entre as escalas climáticas e as escalas de intervenção do planejamento urbano.

Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Dessa forma, é essencial que sejam criadas novas metodologias de compreensão do clima urbano no contexto do planejamento que incorporem os conhecimentos científicos multidisciplinares e o interpretem, analisem, documentem e divulguem, de modo mais acessível. Compreender o clima é fator impactante na qualidade de vida na cidade.

20.5. Arborização: ferramenta para a resiliência climática

A vegetação pode ser uma grande aliada ao combate às mudanças climáticas e ao aumento da resiliência climática dos meios urbanos, mas como avaliar isso? Werneck [19] afirma que, atualmente, para conhecer e representar o comportamento climático de uma cidade torna-se inevitável a utilização de recursos computacionais para análise integrada frente à dinâmica antrópica e ambiental. Para cada uma das quatro escalas do planejamento urbano – regional, cidade, vizinhança e do edifício –, abordagens específicas são utilizadas. A seguir, analisamos iniciativas, estudos de casos e ferramentas nas quatro escalas.

20.6. Arborização urbana como estratégia na escala regional

O traçado de estratégias regionais de arborização demanda o conhecimento das especificidades do dossel arbóreo ao longo do território, considerando minimamente o conjunto da cobertura vegetal metropolitana ao longo da paisagem, influenciando o planejamento das florestas urbanas e do paisagismo local [11,13].

A formulação e comunicação dessas estratégias envolvem uma complexa gama de atores, cujos potenciais conflitos devem ser mediados pelo setor público. Nesse sentido, a participação das populações envolvidas e do terceiro setor durante todo o processo de planejamento e gestão é essencial para o acesso pleno às funcionalidades decorrentes da articulação multiescalar e multifuncional da arborização [13]. Neste sentido, a formulação de políticas regionais de arborização, inclusive visando ao acesso à informação pelas populações beneficiadas, demanda uma trama de indicadores aptos a fomentar a pesquisa, o planejamento, a execução e a gestão do dossel vegetal no território, conforme suas especificidades e variações.

As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistema de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados, tornando possível também automatizar a produção cartográfica [20]. Com a disponibilidade cada vez mais crescente de dados gratuitos de sistemas sensores remotos que permitem desde análises locais até regionais, as modelagens espectrais de vegetação têm contribuído bastante para verificação da presença, bem como da eficiência da vegetação fotossinteticamente ativa em ambientes urbanos.

Geoprocessamento aplicado à arborização

Uma das plataformas que aborda essa temática, por meio de indicadores territoriais relacionados à vegetação e água, é o Observatório Territorial do Distrito Federal, da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação – SEDUH, no Distrito Federal (http://www.observatorioterritorial.seduh.df.gov.br/), cujos dados também se encontram disponibilizados no Geoportal da mesma secretaria de estado (https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/mapa/#). Tais indicadores compõem um conjunto de índices voltado à qualidade e sustentabilidade territorial, visando à formulação de métricas para monitoramento do planejamento e proteção e promoção de serviços ecossistêmicos no território, em específico, os decorrentes da relação entre vegetação e água [21].

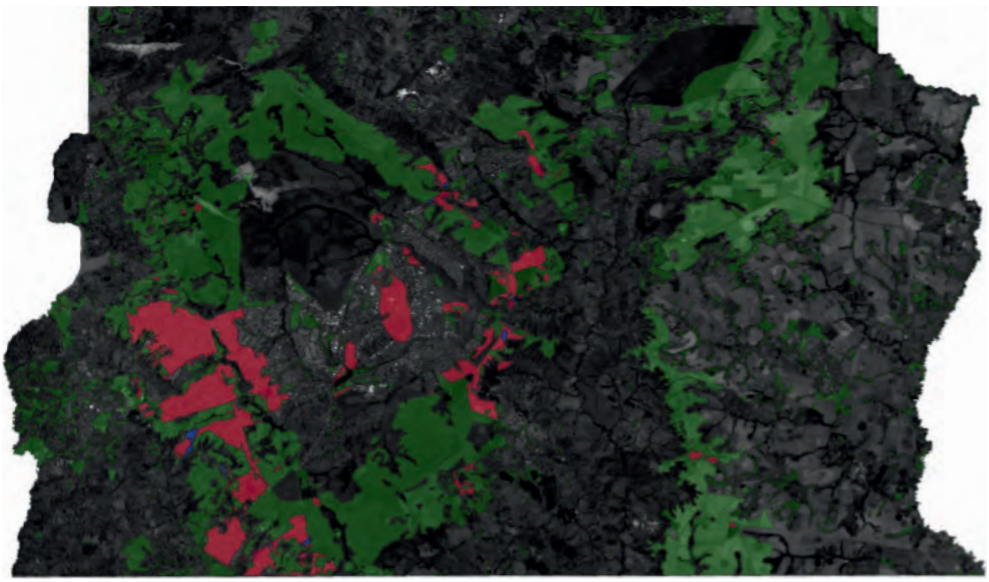
Dentre os indicadores com maior aderência ao planejamento regional da arborização urbana, ressaltamos as áreas com alto risco de recarga de aquífero [21], que constituem ocupações urbanas regulares e irregulares que incidem em áreas de muito alto e alto risco de perda de recarga de aquíferos, conforme o Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE/DF. A Figura 3 apresenta em vermelho as ocupações urbanas incidentes sobre as faixas prioritárias para recarga de aquífero no Distrito Federal.

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente [22], uma vez que o DF não possui mananciais significativos, a segurança hídrica da população depende da preservação e recuperação do Cerrado savânico e florestal incidente sobre essas áreas, que conjugam o dossel vegetal do DF com solos significativamente permeáveis (latossolos) – identificadas em verde. Por um lado, esta configura cerca de 148.367,71 ha, cuja preservação da cobertura vegetal garante conectividades e multifuncionalidades ambientais. Por outro lado, aquela representa 23.901,89 ha (16,11%) com

diversos tecidos urbanos, nos quais é essencial a expansão da floresta urbana e sua conexão e configuração de acordo com o estrato arbóreo circundante. Observa-se assim significativo potencial para estratégias regionais de arborização urbana, visando não só ao traçado de metas de expansão e conectividade de florestas urbanas com os biomas em que se inserem, como também melhorias ao bem-estar humano nas cidades e no território, expressos em serviços ecossistêmicos.

Dentro de um contexto mais regional, a necessidade da manutenção de espaços verdes entre os adensamentos urbanos garante também a qualidade do conforto térmico para as cidades. As áreas conurbadas acabam por criar corredores quentes decorrentes da interligação de ilhas de calor polinucleadas.

Figura 20.3 – Ocupações urbanas regulares e irregulares (em vermelho) incidentes sobre faixas prioritárias de recarga de aquífero no Distrito Federal (em verde).



Fonte: Autores.

20.7. Arborização urbana como estratégia socioambiental na escala da cidade

A forma como fabricamos o urbano é um dos principais motores das mudanças climáticas locais. O excessivo avanço do urbano no território fragmenta a paisagem, exerce pressão sobre os ecossistemas, tornando essenciais as políticas de mitigação dos efeitos das mudanças no clima. As estratégias de adaptação do ambiente construído incluem justamente os materiais do urbano, tais como: os elementos da cobertura urbana (construções, vegetais, água, pavimentos e solo livre, em percentagens de permeabilidade do solo), os materiais urbanos (construções e materiais naturais) e o metabolismo urbano (água, calor, poluição causada por atividades antropogênicas), enfim, aqueles elementos sobre os quais o uso urbano exerce pressão.

Há uma grande diversidade de variáveis ambientais que afetam as condições de conforto nos espaços abertos, sendo elas mais diversificadas do que aquelas que afetam os espaços internos. Essas

variáveis sofrem influência da configuração urbana (porosidade, rugosidade, densidade), da vegetação, da área das superfícies verdes em geral, da presença de água e da qualidade superficial dos materiais.

O monitoramento do clima da cidade tem grande importância para a proposição de medidas de adaptação ou mitigação dos impactos negativos de fenômenos associados ao aquecimento urbano. Por meio da técnica de sensoriamento remoto e acesso às imagens de satélite podemos monitorar a variação térmica intraurbana.

20.8. Intervenções no contexto urbano

Um exemplo importante no Centro-Oeste foi a criação e construção da Capital Federal do Brasil, por conta da sua lógica ambiental e bioclimática. O lugar de Brasília foi escolhido para sede do governo desde o final do século XIX principalmente por suas condições climáticas [23], pois as características bioclimáticas do Plano Piloto desenvolvido pelo urbanista Lúcio Costa propiciavam uma vastidão de lições para o planejamento urbano resiliente ao calor extremo. Porém, o crescimento desordenado tem alterado sensivelmente o clima do Distrito Federal [22].

Na escala residencial do Plano Piloto, as superquadras estão delimitadas por uma densa arborização com 20 metros de perímetro, que estaria, nas palavras de Wisnik [24], deixando-as com um caráter mais segregado, com uma aparência de "*pátios internos urbanos*"; a vista principal é uma estrada com árvores em toda a volta, os edifícios estão atrás, em um segundo plano.

A expressão "cidade-parque" foi utilizada por Lúcio Costa ao definir sua concepção urbana. A importância dos espaços livres, onde a vegetação integra os diversos setores da cidade, é sempre destacada em seu relatório do Plano Piloto de Brasília. Este parâmetro de qualidade, de acordo com Lúcio Costa, estaria apoiado na liberdade de implantação dos prédios em uma superquadra, utilizando a faixa de arborização, que envolveria uma área de 240 m x 240 m, totalizando 280 m x 280 m em cada superquadra. Essa faixa teria a função de delimitar e criar um sentido de individualidade por meio do uso de diferentes espécies arbóreas.

No caso de Brasília, a esses elementos podemos acrescentar a criação recente de dois novos bairros: Sudoeste e Noroeste nas respectivas orientações. Este último, sem a infraestrutura de águas pluviais construídas, já tem 60% dos edifícios construídos, pela pressão das imobiliárias em liberar o *habite-se*. A imediata consequência foi o assoreamento do Lago Paranoá e a diminuição da umidade do setor, que provocaram alterações substantivas nas temperaturas urbanas da cidade e que essa situação acarretou a criação de novas ilhas de calor urbanas no território.

O caso do Plano Piloto de Brasília: Cidade-Jardim?

No Plano Piloto, houve o plantio de 4 milhões de árvores, sendo 400 mil frutíferas e outras espécies exóticas e nativas, segundo o Departamento de Parques e Jardins de Brasília, e 249 espécies foram utilizadas na arborização das superquadras. Pesquisas da Universidade de Brasília já identificaram diferenças reais de temperaturas nas áreas que têm maior presença de vegetação. Por exemplo, observando um transecto em 2016 utilizando a banda termal do Landsat 8, temos nas faixas de vegetação (Parque Olhos D'Água e áreas arborizadas) e na água (Lago Paranoá) temperaturas entre 19 ºC e 26 ºC, enquanto nas faixas de vias asfaltadas, estacionamentos, edifícios das superquadras encontramos temperaturas entre 27 ºC e 35 ºC [25].

Um exemplo do abandono do projeto original é fornecido pelos estudos sobre áreas verdes [26] que nos informam que as dez cidades mais antigas do Distrito Federal, que representam um terço do total de cidades, concentram 63,5% do número de parques e 77,2% da área (m^2) destinada para esse fim, enquanto as dez cidades mais novas são servidas por 6,8% dos parques existentes, o que representa 1,2% da área (m^2) total destinada a parques. O estudo também constata que a distribuição de número de parques e área (m^2) a eles destinada é resultado de mudanças na política urbanística mais recente e não de fatores econômicos ou demográficos.

20.9. Arborização urbana como estratégia na escala da vizinhança

A arborização na escala da vizinhança possui impacto direto em diversos serviços ecossistêmicos urbanos como: biodiversidade e capacidade de retenção de umidade – em especial os relacionados à drenagem do solo –, evapotranspiração e regulação do clima local. Nessa escala é que se expressam diversas das intenções de projeto paisagístico e de desenho urbano especialmente da relação da forma urbana e da arborização. Contudo, muitas vezes esse modelo possui concepções paisagísticas de cunho especialmente estético, nas quais a vegetação figura como pano de fundo para os elementos da forma urbana [27,28]. De acordo com Conzen [29], a forma urbana tem diferentes graus de resolução: o edifício e seu lote; a rua e o quarteirão – conformadores do tecido urbano –, a cidade e a região.

Apesar do paisagismo brasileiro ter começado a se desprender da influência dos modelos europeus em busca de uma expressão solidificada em raízes brasileiras, uma parte significativa dos sistemas de espaços livres urbanos ainda se configuraram em torno do modelo de praças ajardinadas [30-33]. Nessa abordagem, com raízes no urbanismo progressista [13,34], a natureza perde potência em relação aos serviços ecossistêmicos prestados, sem funções ecológicas intencionais. Especificamente a prática de arborização em trechos gramados, amplamente difundida, conjugada com atividades de rastelo, não apenas impede a formação de camada de serrapilheira abaixo das árvores, como dificulta, ou mesmo inibe a prestação de serviços ambientais decorrentes da instalação desses ciclos.

Em relação ao microclima, os benefícios da vegetação podem ser tanto indiretos como diretos. Indiretamente, por meio da evapotranspiração, que mitiga o ganho de calor das superfícies e consequentemente do ar adjacente devido à troca de calor. Já de forma direta, o sombreamento reduz a conversão de energia radiante em calor sensível e diminui a temperatura de superfície [35]. Essa melhoria do clima urbano possui desdobramentos em diversos outros aspectos, como no campo da saúde humana e ecologia.

Caminhabilidade e sombreamento

A absorção da radiação solar pelas folhas das plantas é um dos benefícios das áreas arborizadas sobre as áreas não plantadas. Deve-se levar em conta que a radiação de onda longa das folhas é mais lenta que a das superfícies dos arredores, por isso, as pessoas nas áreas verdes estão mais sujeitas à menor pressão do calor radiante. Além disso, a arborização também desempenha um papel fundamental: a probabilidade de deslocamento a pé é três vezes maior em rotas para pedestres sombreadas e com vegetação [36].

Nesse sentido, mais uma vez percebemos que a prática de ajardinamento possui diversos impactos nocivos à regulação térmica. Essa prática aumenta a temperatura do solo, o que impacta a evapotranspiração em duas dimensões. Por um lado, a diminuição da biodiversidade responsável pela fertilidade do solo e pela disponibilização de nutrientes para o desenvolvimento da arborização prejudica a capacidade fotossintética [37,38]. Por outro lado, o solo perde a capacidade de retenção de umidade, que seria utilizada pela vegetação na fotossíntese. Esses dois fatores podem limitar gravemente a capacidade de evapotranspiração e reduzir o serviço de regulação microclimática da arborização ao mero sombreamento [39].

Em função desses impactos, há necessidade de cautela no uso da arborização em tipologias próximas às das praças ajardinadas, com extensas áreas gramadas. Recomendamos assim, em áreas com essas características, a supressão gradual de camadas de grama, permitindo a formação de serrapilheira junto às árvores existentes, com o aproveitamento das folhas e detritos lenhosos, possibilitando o aumento da capacidade de regulação climática do conjunto arbóreo. Contudo a manutenção de um contingente de áreas gramadas também deve ser considerada. Poderiam compor, preferencialmente, os locais de estar da população, propiciando atividades de lazer, cultura, educação e repouso, também considerados importantes serviços ecossistêmicos urbanos.

Simulação do microclima – ENVI-met

ENVI-met é um *software* desenvolvido pela equipe de pesquisadores do Departamento de Geoinformática da Universidade de Mainz (Alemanha). Desde 1994, a equipe iniciou o desenvolvimento do modelo microclimático que originou o ENVI-met. "O *software* ENVI-met permite criar condições de vida sustentáveis em um ambiente em constante mudança. Com as ferramentas interativas da ENVI-met, você pode mergulhar em qualquer aspecto do complexo de microclima e analisar o desempenho de seus projetos" [40].

O modelo de *software* é aplicado em todo o mundo, dos trópicos às regiões polares. Com mais de 3.000 estudos independentes, o ENVI-met é o modelo de microclima mais avaliado disponível, provando sua capacidade de simular com precisão o microclima externo de qualquer lugar da Terra. O *site* oficial do programa encontra-se disponibilizado em www.envi-met.com.

Ferramentas de simulação computacional do microclima podem ser grandes aliadas para avaliar o impacto da vegetação no clima urbano e assim auxiliar a tomada de decisão de políticas de arborização na escala da vizinhança. Um recente estudo [41] realizado com o uso do ENVI-met avalia o impacto da vegetação segundo o indicador PET (*Physiological Equivalent Temperature*, ou temperatura fisiológica equivalente, em português) para diferentes Zonas Climáticas Locais (ZCL), conforme tradicional classificação de Stewart e Oke [42]. A Figura 5 mostra os cenários com e sem acréscimo de vegetação para a Região Administrativa de Riacho Fundo II, região periférica do Distrito Federal, com grande carência de áreas verdes. O acréscimo de vegetação na via central possibilita redução do calor extremo e inclusive torna o ambiente confortável em período mais ameno.

20.10. Arborização urbana como estratégia na escala do edifício

A arborização, em conjunto com outras soluções baseadas na natureza, pode permear diversas escalas, desde a do edifício até a escala da cidade. As intervenções em espaços menores, desde que adequadas, podem ser um ponto de partida para as políticas de arborização urbana, pelo potencial de serem factíveis e demandarem menos recursos financeiro e temporal quando comparadas às intervenções em larga escala.

Na escala da edificação, a vegetação pode possuir impacto no clima dentro da edificação de forma direta ou indireta, no interior e exterior da edificação. Essas perspectivas frequentemente são estudadas separadamente, embora pesquisadores reconheçam suas interações [43,44]. Nesse sentido, os efeitos da arborização são analisados principalmente em relação à redução da temperatura do ar externo, na perspectiva exterior; na avalição do microclima, que consequentemente possui impacto no clima do interior da edificação. Além disso, também podemos constatar que a vegetação possui impacto direto no clima interno da edificação pela redução da carga térmica, seja pela redução da radiação por meio de sombreamento, seja como filtro de ventilação. Em ambas as perspectivas, pode-se proporcionar não só uma melhoria do conforto térmico do usuário da edificação, como também uma redução da demanda por consumo de energia das edificações, essencial na redução das emissões de CO_2.

Na microescala, o clima urbano é associado ao limite da camada do dossel urbano, limite vertical constituído pelas alturas dos edifícios e das copas das árvores. Nesse limite, as edificações e árvores interceptam não só a radiação solar, mas também a radiação de ondas longas provenientes do solo e das superfícies verticais [45]. Nesse processo, os efeitos dos diversos elementos urbanos como jardins, telhados e avenidas são misturados ao ponto que não são percebidas as contribuições individuais.

Os processos de regulação de calor no entorno da edificação variam significantemente entre o dia e a noite. Durante o dia, as temperaturas das superfícies e do ar são influenciadas pelo sombreamento, albedo, disponibilidade de água, compactação e propriedades térmicas do solo, que interagem em processos de absorção de radiação e de resfriamento evaporativo. Já à noite, segundo Gartland [7], as propriedades térmicas do solo e o Fator de Visão do Céu (FVC) são os principais controles de resfriamento. Isso porque, dependendo do arranjo das árvores e da distância com relação à edificação, o resfriamento pode ser atrasado pela obstrução de parte do céu. Outro fato é que não há fotossíntese na ausência de luz solar. Assim, não há transpiração e consequentemente resfriamento evaporativo [46].

Já a respeito do impacto direto da vegetação no clima interno da edificação, a vegetação pode estar localizada na sua envoltória – paredes e coberturas –, assim como imediatamente a sua volta. A arborização no entorno da edificação pode servir como filtro para radiação e ventilação. As árvores podem sombrear as calçadas e as fachadas dos edifícios, reduzindo a carga térmica radiante da envoltória (fachadas e cobertura). Sua implementação pode acontecer por arborização de ruas e estacionamentos, pomares, jardins e arbustos em estruturas como treliças para situações de pouco espaço. As copas das árvores proporcionam sombreamento das superfícies de espaços abertos minimizando também o ganho de calor no nível do pedestre [35]. Além disso, as árvores podem ser utilizadas para direcionar a ventilação natural do entorno para as aberturas dos edifícios, assim como para bloqueá-la, se desejável, restringindo sua infiltração.

Quanto ao uso de envoltórias verdes – paredes e coberturas verdes –, a vegetação pode promover redução da regulação térmica. O desempenho do conjunto depende da densidade da folhagem, espessura do substrato e seu teor de água [47]. A regulação térmica pode ocorrer por meio da redução da carga térmica por meio do sombreamento da folhagem e pelo resfriamento evaporativo proveniente da transpiração das plantas. Além disso, o substrato aumenta a inércia térmica do sistema de vedação, o que pode ser útil tanto para controle de ganhos como de perdas térmicas. O uso de espécies de alta densidade foliar tem maior efeito na redução do consumo de ar-condicionado, enquanto telhados verdes com maior substrato são mais eficazes para reduzirem consumo de aquecimento [41]. No contexto climático de Brasília, uma pesquisa identificou espécies com hábito trepador do bioma Cerrado que melhor desempenham em termos de redução de temperatura do ar e umidade relativa do ar, com destaque a espécie *Arrabidaea pulchra* [48]. Importante ressaltar que o impacto de envoltórias verdes é maximizado conforme a área de envoltória que ocupa, tendo telhados verdes maior impacto em edificações de menor gabarito – com maior influência do telhado –, e paredes verdes em edificações de maior gabarito – com maior influência das fachadas.

Simulação termoenergética da edificação

Ferramentas de simulação termoenergéticas são modelos virtuais representativos de condições de contorno reais [49]. A partir de uma caracterização do clima, dos sistemas construtivos, equipamentos e usos, essas ferramentas são capazes de fornecer modelos simplificados de problemas complexos, porém de forma fidedigna [50]. Normalmente avaliam-se as condições de temperatura, consumo de energia ou a carga térmica. Dessa forma, é possível avaliar diversas alternativas antes mesmo que a edificação seja construída, o que propicia uma tomada de decisão mais bem fundamentada. Existem diversas ferramentas desse tipo, contudo as mais populares são o EnergyPlus e suas interfaces gráficas. Especificamente a respeito do impacto da vegetação, esses modelos representam melhor a capacidade de sombreamento, contudo conseguem avaliar o efeito da evapotranspiração nos casos de fachadas e telhados verdes.

Na avaliação do desempenho térmico das edificações, ferramentas de simulação termoenergéticas podem cumprir um papel fundamental no processo de tomada de decisão, ao avaliar o impacto da vegetação no conforto térmico e eficiência energética, mas também na melhor escolha da espécie ou formação vegetal. Gagliano et al. [51] demonstraram por meio de simulação o melhor desempenho de telhados verdes em estudo comparativo com outras soluções de cobertura, com redução de 3 °C para uma cobertura tradicional de alvenaria. Por outro lado, Gomes et al. [52] avaliaram diferentes características de telhados verdes para definir quais eram as mais impactantes no clima de Portugal, com destaque para a irrigação e altura do substrato.

20.11. Desafios para implementações de políticas de arborização urbana no Centro-Oeste

"Asfalto demais e copas de árvores de menos": é justamente esta contradição que impacta negativamente na temperatura e a aridez de uma vizinhança. Como mudar este cenário? Fica mais clara a cada dia a relação entre verde e justiça social quando comparamos vizinhanças arborizadas em contraste com bairros com pouco verde ou nenhuma copa de árvore e muito solo exposto, muitas vezes de concreto aparente ou até mesmo asfalto. As vizinhanças de "puro concreto", além de serem as mais quentes, são na esmagadora maioria também as mais pobres [53]. Além disso, grande parte da população pobre também é negra. Adicione-se à receita, uma camada de injustiça racial. O resultado é o desgoverno do rumo da sustentabilidade e dos microclimas urbanos.

Além disso, um desenho urbano sem qualidade, com edificações pasteurizadas, construídas rente às ruas, ou geralmente sem calçadas, não produz sombra suficiente para o pedestre e faz com que o aquecimento das superfícies seja constante. Se essas comunidades tivessem acesso a ar-condicionado, estas seriam duplamente oneradas com os custos da energia elétrica devido à vigente política fiscal, que faz com que os pobres paguem mais impostos ao consumir. Obviamente que deve ser preciso procurar muito para se encontrar residências com ar-condicionado em bairros pobres, portanto, os impactos do calor se não são sentidos no bolso diretamente, são sentidos indiretamente na saúde física e mental dessa população, além de sobrecargas no sistema público de saúde já extremamente fragilizado.

A remediação sustentável do calor nas cidades leva tempo e somente se dá por meio de engajamento social, incentivos e políticas públicas. Para que comunidades não padecessem hoje com os efeitos do calor extremo, políticas de plantio de árvores deviam ter acontecido décadas atrás, levando em conta o tempo de crescimento das copas das árvores – o antitérmico mais eficiente contra ilhas de calor urbanas. Dessa forma, o futuro térmico dessas comunidades no ano de 2050 promete ser dramático se medidas adaptativas não forem implementadas imediatamente. De acordo com o Fórum Econômico Mundial, "o momento das árvores é agora, pois elas nos proveem a base para continuação da vida, limpam o ar, melhoram a biodiversidade, o solo, a saúde e as economias" [54].

Em âmbito federal, a Política Nacional sobre Mudanças do Clima assinada em 2009 tornou oficial o compromisso do Brasil em reduzir entre 36,1% e 38,9% das emissões de CO_2 e projetadas no Brasil até 2020, porém esta política foi comprometida na última década devido primeiramente à flexibilização do Código Florestal (Lei Florestal) em 2012 [55], além do enfraquecimento das agências fiscalizadoras, que causam impactos negativos. Ainda há discretas ações de mitigação ocorrendo. Neste sentido, a adaptação é inevitável. Mas como avançar com a implementação de políticas adaptativas nas cidades na região do bioma mais ameaçado do país? Ou seja, como avançar nas políticas de arborização nas capitais da região Centro-Oeste?

A Tabela 1 apresenta um panorama comparativo da legislação relacionada à arborização urbana nas capitais da região Centro-Oeste, destacando a existência ou não de Plano Diretor de Arborização Urbana e sintetizando as principais diretrizes, instrumentos normativos e práticas de gestão adotadas por cada município.

Tabela 20.1 – Legislação específica sobre a arborização nas capitais do Centro-Oeste.

Cidade	Plano Diretor de Arborização Urbana	Descrição do Plano Diretor de Arborização Urbana ou de outra legislação
Goiânia (GO)	SIM	**O Plano Diretor de Arborização de 2008** contempla a quantificação do verde urbano incluindo sua grande quantidade de parques e um inventário de indivíduos arbóreos por amostragem (14% da população de 70 bairros) nãogeorreferenciado, porém hoje se sabe as espécies plantadas da cidade e sua distribuição. Também apresenta diretrizes para plantio no município da capital e programas de educação ambiental.
Cuiabá (MT)	NÃO	A **Lei Complementar nº 044/07** de uso e ocupação do solo sanciona a criação de um cadastramento de arborização urbana para melhor ordenamento das espécies utilizadas na cidade. O **Decreto nº 5.144 de 2012** avança no detalhamento de instruções para o plantio em calçadas, distância mínima de mobiliários urbanos e infraestruturas, características das mudas a serem plantadas e espécies.
Campo Grande (MS)	SIM	**O Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU) de 2010** é baseado em amostragem estaticamente controlada obtendo o número estimado de quantidade e distribuição de árvores na cidade, composição de espécies, estado de saúde dos indivíduos arbóreos, qualidade das raízes, e principais conflitos com a infraestrutura. Traz instruções sobre mudas, preparo do solo, espaço e distanciamento, manejo, recomendação de espécies e programa de monitoramento. Dispõe também de propostas de políticas para controle do índice do verde, gestão, e educação ambiental.
Brasília (DF)	NÃO	O **Decreto nº 39.469 de 2018** dispõe sobre manejo de arborização urbana em áreas verdes do Distrito Federal, com regras, critérios e procedimentos administrativos. No Plano Piloto, a maior parte da arborização de Brasília, que nasceu junto com a cidade 60 anos atrás, carece de um robusto plano de avaliação e monitoramento.

Fonte: Autores.

20.12. Estratégias para implementação de políticas de arborização

Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) – De acordo com Minigildo [56], compreende-se Pagamentos por Serviços Ambientais como uma política pública de compensação financeira ou não, de ações de manutenção, recuperação, e conservação de ecossistemas provedores de serviços ambientais. No caso das cidades, as árvores propiciam, além da função de controle de temperatura, filtragem do ar e partículas, garante a permeabilidade do solo, embelezamento estético paisagístico, manutenção da umidade, entre outros serviços ambientais como manutenção da fauna etc.

Porém, a maioria dos municípios brasileiros não se sustentam com a arrecadação dos munícipes, sendo dependentes, portanto, de repasses da União. Propor desconto no Imposto Territorial Urbano (IPTU), como é o caso do **IPTU verde**, torna-se algo difícil de ser aprovado como estratégia de incentivo fiscal na arborização em municípios deficitários. Criar um novo imposto pode custar o capital político de qualquer prefeito. Então como obter recursos para a implementação de projetos de arborização?

ICMS Ecológico (ICMS-E) – Adotado pioneiramente no Paraná em 1991, o ICMS Ecológico é uma política fiscal de compensação e incentivo para medidas sustentáveis nos estados e municípios. Além do IPTU verde, o ICMS-E tem sido considerado como um dos únicos mecanismos de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) em áreas urbanas no Brasil, tendo potencial de valorizar áreas verdes como ativos econômicos urbanos [57].

Além disso, a conscientização da população da necessidade para sua saúde em aumentar a quantidade e manter árvores nas cidades é crucial. Uma vez conduzidos programas de educação ambiental e engajamento social por instituições de ensino e pesquisa locais, é importante que a comunidade dê preferência para comprar de empresas e serviços que devolvam projetos de arborização urbana como responsabilidade social. Também deve-se buscar parcerias com Agência de Cooperação Internacional e Organizações Não Governamentais – ONGs que possuem articulação de captação de recursos e implementação de projetos em parceria com governos e comunidades locais.

Mapeando Déficits Arbóreos – desenhando o verde nas cidades. Inventário pré-plantio com pontos georreferenciados facilita muito a gestão da arborização. Se não é possível conduzir um inventário robusto mapeando todos os indivíduos arbóreos na cidade de hoje, que uma política seja adotada para que todo plantio realizado daqui para a frente seja catalogado, georreferenciado, para monitoramento e avaliação futura. Atualmente municípios podem recorrer a ferramentas gratuitas de sensoriamento remoto para inventário quantitativo e qualitativo. Por meio da criação de fatores algoritmos em EVI ou NDVI, é possível a classificação de espécies e estimar a idade de cada indivíduo pelo tamanho da copa e outros elementos biofísicos, como a atividade fotossintética [58]. Esta informação é importante para a gestão dos replantios.

Planejamento estratégico de plantio – Há diversas estratégias de plantios não convencionais de árvores nas cidades que vão além da criação de parques, uma vez que disponibilidade de terras é sempre um entrave. Microflorestas urbanas são sumidouros de carbono e têm ganhado popularidade. Outra possibilidade é a adoção de plantios pulverizados, por exemplo, para mitigar ilhas de calor. Para isso é necessário cruzar áreas de maior temperatura de superfície (através de sensoriamento remoto) e, quando possível, orientar o plantio nestas áreas com o intuito de mitigar os ganhos de calor nas superfícies e materiais.

Plantio em estacionamentos e ruas estreitas sem calçada – Quando vistos de cima, grandes bolsões de estacionamentos são como cicatrizes no tecido urbano. Além de reduzir o ganho de calor, o plantio em áreas destinadas aos estacionamentos ajuda a preservar os veículos da radiação e promove o microclima para o pedestre. Em ruas estreitas, pode-se adotar tráfego unidirecional (mão única) para que o plantio ocorra também no asfalto quando não houver espaço suficiente nas calçadas.

Apresenta-se a seguir um quadro-síntese com as escalas, metas de planejamento, métricas de análise e métodos de identificação (Tabela 2).

Tabela 20.2 – Síntese de planejamento, métricas e métodos para melhoria da qualidade ambiental de ambientes urbanos.

Escala	Metas de planejamento	Métricas	Métodos de identificação
Regional	▪ Sequestro de carbono ▪ Mitigação dos efeitos de ICU de superfície ▪ Mitigação dos efeitos de ICU atmosférica ▪ Redução da poluição do ar	▪ Biomassa ▪ Atividade fotossintética (NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*)	▪ Sensoriamento remoto
Cidade	▪ Mitigação dos efeitos de ICU de superfície	▪ Temperatura de superfície ▪ % área permeável ▪ % área impermeável	▪ Sensoriamento remoto
	▪ Mitigação dos efeitos de ICU atmosférica	▪ Temperatura do ar ▪ TMR ▪ Velocidade/direção do vento ▪ Umidade do ar	▪ Estação meteorológica fixa e móveis ▪ Simulação computacional ▪ Balanço de energia
Vizinhança	▪ Mitigação dos efeitos de ICU de superfície ▪ Mitigação dos efeitos de ICU atmosférica ▪ Conforto térmico ▪ Qualidade do ar	▪ Temperatura do ar ▪ TMR ▪ Velocidade/direção do vento ▪ Umidade do ar ▪ Índices de conforto térmico	▪ Estação micrometeorológica fixa ▪ Transecto móvel ▪ Simulação microclimática
Edifício	▪ Eficiência energética ▪ Conforto térmico ▪ Qualidade do ar	▪ Redução do consumo de energia ▪ Índices de conforto térmico	▪ Simulação termoenergética

Fonte: Autores.

20.13. Considerações finais

Quando Mostafavi e Doherty [59] propõem a discussão "*Por que urbanismo ecológico e por que agora?*", fica claro que as cidades estão entrando em colapso do seu sistema atual, e precisam, mais do que nunca, restabelecer sua relação com a natureza, com suas áreas verdes, não apenas como aspectos de embelezamento e infraestrutura urbana, mas como elementos intrínsecos à paisagem urbana, o patrimônio verde deve ser valorizado, preservado e defendido como patrimônio do bem-estar e da qualidade ambiental para todos.

A cidade é temática inequívoca de fronteiras interdisciplinares. Neste sentido, a arborização urbana também articula múltiplos saberes, e, neste capítulo, arquitetos, urbanistas, paisagistas, biólogo, engenheiro florestal e geógrafo traçaram os seus olhares em prol de uma cidade mais arborizada, mais resiliente e mais aprazível. Muitas cidades vêm perdendo área de cobertura vegetal, o que demonstra a falta de política pública não só de arborização, mas de preservação do patrimônio verde existente.

Defende-se que a arborização urbana deve priorizar "áreas de risco" que representam a perda de vegetação na maioria das cidades brasileiras, e que refletem a perda da biodiversidade local. Para isso, recomendamos estudos transdisciplinares que usem uma combinação de tecnologia, com uso de ferramentas de mapeamento, simulação computacional, aliados a trabalho de campo etnográfico.

As áreas verdes nas cidades brasileiras, como parques, arborização de vias e jardins privados, estão relacionadas a uma série de fatores culturais, econômicos e ambientais, além do clima e da sustentabilidade. Assim, nossa reflexão final deste capítulo é a de considerar o verde como uma cor com valores distintos no meio urbano contemporâneo no Brasil. Percebemos que desenvolver e manter o verde nem sempre é "verde" do ponto de vista ambiental, principalmente nas cidades, e começaremos a imaginar formas alternativas de trabalhar com o verde urbano.

Somente entendendo a vegetação em seu próprio direito – como vegetação e como espaço urbano –, independentemente de ser pública ou privada, projetada ou não, vegetação ou mineral, podemos entender os reais valores e custos de ter espaços verdes nas nossas cidades. Com essas informações, podemos imaginar maneiras mais eficientes de projetar com vegetação, preservando nossas paisagens.

O Brasil está enfrentando uma grande crise econômica nos últimos anos. Nesse sentido, o aumento populacional e do agronegócio demandam mais áreas para urbanizar e crescer. Ambas as características prejudicam os aspectos ambientais e impactam diretamente as nossas paisagens. Cidades localizadas em todos os biomas, seja na Floresta Amazônica, na Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal, seja no Cerrado enfrentam esse problema, que é mais grave nos frágeis biomas Cerrado e Pantanal – muito presentes no Centro-Oeste brasileiro. Portanto, formar os profissionais diretamente ligados a essa temática é uma forma estratégica de contribuir para a resiliência urbana; encontrar rotas alternativas para construir um desenvolvimento de fato mais sustentável.

20.14. Referências

[1] Gabriel KMA, Endlicher WR. Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. Environ Pollut. 2011;159(8-9):2044-50.

[2] Dhainaut J, Claessens Y, Gisnburg C, et al. Unprecedented heat-related deaths during the 2003 heat wave in Paris: consequences on emergency departments. Crit Care. 2004;8(1):1-2.

[3] Department of Human Services. Heatwave in Victoria: an assessment of health impacts [Internet]. Melbourne (VIC): Victorian Government Department of Human Services; 2009. [acesso 21 ago. 2020]. Disponível em: https://www2.health.vic.gov.au/about/publications/researchandreports/January-2009-Heatwave-in-Victoria-an-Assessment-of-Health-Impacts

[4] Revich B. Heat-wave, air quality and mortality in European Russia in summer 2010: preliminary assessment. Ekologiya Cheloveka/Hum Ecol. 2011;(7):3-9.

[5] Lombardo MA. Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec; 1985.

[6] Oke TR. Boundary layer climates. 2. ed. London: Methuen; 1987.

[7] Gartland L. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos; 2010.

[8] Clark CM, et al. Nitrogen-induced terrestrial eutrophication: cascading effects and impacts on ecosystem services. Ecosphere. 2017;8(7):e01877.
[9] Dramstad W, Olson JD, Forman RTT. Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning. Washington, DC: Island Press; 1996.
[10] Hobbs RJ, et al. Intervention ecology: applying ecological science in the twenty-first century. Bioscience. 2011;61(6):442-50.
[11] Amaral R, Pereira Costa SA, Muzzi MRS. O sequestro de carbono em trechos da floresta urbana de Belo Horizonte: por um sistema de espaços livres mais eficiente no provimento de serviços ecossistêmicos urbanos. Paisag Ambient. 2017;(39):163-79.
[12] Wiesel PG. Avaliação das infraestruturas verdes buscando a valoração dos serviços ecossistêmicos na Bacia Hidrográfica Urbana do Arroio Preto, município de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil [dissertação]. 2020.
[13] Sant'Anna CG. A infraestrutura verde e sua contribuição para o desenho da paisagem da cidade [tese]. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; 2020.
[14] Memon RA, Leung D, Chunho L. A review on the generation, determination and mitigation of urban heat island. J Environ Sci. 2008;20:120-8.
[15] Norton BA, Coutts AM, Livesley SJ, et al. Planning for cooler cities: a framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes. Landsc Urban Plan. 2015;134:127-38.
[16] United Nations (UN). 15 – Resiliência urbana (Documentos Temáticos da Habitat III) [Internet]. New York: UN; 2015. [acesso 21 ago. 2020]. Disponível em: https://habitat3.org/wp-content/uploads/15-Resili%C3%AAncia-Urbana_final.pdf
[17] The World Bank. World Bank to support increased urban resilience – Southern Brazil [Internet]. 2020. [acesso 21 ago. 2020]. Disponível em: https://www.worldbank.org/pt/news/press-release/2020/03/24/world-bank-to-support-increased-urban-resilience-southern-brazil
[18] Ren C, Yang R, Cheng C, Xing P, Fang X, Zhang S, et al. Creating breathing cities by adopting urban ventilation assessment and wind corridor plan: the implementation in Chinese cities. J Wind Eng Ind Aerodyn. 2018;182:170-88.
[19] Werneck DR. Estratégias de mitigação das ilhas de calor urbanas: estudo de caso em áreas comerciais em Brasília, DF [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; 2018.
[20] Davis C, Câmara G. Bancos de dados geográficos. In: Casanova MA, Câmara G, Davis Jr CA, Vinhas L, Queiroz GR, editores. Curitiba (PR): MundoGEO; 2004. p. 379-95.
[21] Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Distrito Federal (SEDUH-DF). Observatório Territorial [Internet]. [acesso 21 ago. 2020]. Disponível em: https://www.seduh.df.gov.br/w/observatorio-territorial
[22] SEMA-DF. Mudanças climáticas no DF e RIDE. Brasília: Secretaria do Meio Ambiente do Distrito Federal; 2016.
[23] Romero MAB. Arquitetura bioclimática do espaço público. 4. reimpr. Brasília: Editora UnB; 2016.
[24] Wisnik G. Brasília: natureza reinventada. Thesis. 2018;5.
[25] Vianna EO. O campo térmico urbano: ilhas de calor em Brasília, DF [tese]. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; 2018.

[26] Ramalho SF. Distrito Federal: território parque [monografia de especialização]. Brasília: Universidade de Brasília, Programa de Pós-graduação em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística – Reabilita; 2012.
[27] Hopkins MIW. Vegetation as a component of urban form. Urban Morphol. 2013;17:57-9.
[28] Pereira Costa SA, Gimmler Netto MM. Fundamentos de morfologia urbana. Belo Horizonte: C/Arte; 2015.
[29] Conzen MRG. As paisagens urbanas históricas na Inglaterra: um problema de geografia aplicada. In: The urban landscape: historical development and management. 1966.
[30] Sá Carneiro AR. A produção paisagística brasileira entre 1930 e 1976. In: Farah I, Schlee MB, Tardin-Coelho R, organizadores. Arquitetura paisagística contemporânea no Brasil. São Paulo: Senac; 2010. p. 77-117.
[31] Maciel MC. O projeto em arquitetura paisagística: praças e parques públicos em Belo Horizonte [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; 1998. 255 f.
[32] Robba F, Macedo SS. Praças brasileiras. São Paulo: Edusp; 2002.
[33] Segawa H. Arquitetura paisagística até 1930. In: Farah I, Schlee MB, Tardin-Coelho R, organizadores. Arquitetura paisagística contemporânea no Brasil. São Paulo: Senac; 2010. p. 35-48.
[34] Choay F. O urbanismo: utopias e realidade, uma antologia. São Paulo: Perspectiva; 1965.
[35] Romero MAB, Baptista GMM, Lima EA, Werneck DR, Vianna EO, Sales GL. Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas. Brasília: Universidade de Brasília; 2019. [acesso 21 ago. 2020]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333466480_Mudancas_climaticas_e_ilhas_de_calor_urbanas
[36] Farr D. Sustainable urbanism: urban design with nature. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons; 2011.
[37] Lal R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science. 2004;304:1623-7.
[38] Bonan G. Ecological climatology: concepts and applications. Cambridge: Cambridge University Press; 2008.
[39] Hiemstra J, Saaroni H, Amorim J. The urban heat island: thermal comfort and the role of urban greening. In: Pearlmutter D, Calfapietra C, Samson R, O'Brien L, Ostoić SK, Sanesi G, Del Amo RA, editors. The urban forest: cultivating green infrastructure for people and the environment. Cham: Springer International Publishing; 2017. p. 7-19.
[40] ENVI-met. ENVI-met software [Internet]. [acesso 13 dez. 2020]. Disponível em: http://www.envi-met.com
[41] Silva BG. Simulação computacional de zonas climáticas locais do Distrito Federal: a contribuição da vegetação intraurbana [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; 2020.
[42] Stewart ID, Oke TR. Local climate zones for urban temperature studies. Bull Am Meteorol Soc. 2012;93(12):1879-900.
[43] Mills G. Cubes and canyons: different perspectives on the urban climate. In: Proceedings of City Weathers Workshop; 2011; Manchester. p. 21-4.
[44] Santamouris M, Cartalis C, Synnefa A. Local urban warming, possible impacts and a resilience plan to climate change for the historical center of Athens, Greece. Sustain Cities Soc. 2015;19:281-91.

[45] Oke TR. The micrometeorology of the urban forest. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 1989;324:335-49. DOI: 10.1098/rstb.1989.0051
[46] Rennó CD, Borma LS. Processos hidrológicos – evapotranspiração [Internet]. INPE; 2017. Apresentação digital. [acesso 13 dez. 2020]. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/~camilo/prochidr/pdf/03evapotranspiracao.pdf
[47] Erell E. The application of urban climate research in the design of cities. Adv Build Energy Res. 2008;2(1):95-121. DOI: 10.3763/aber.2008.0204
[48] Boa Sorte PD. Simulação térmica de paredes verdes compostas de vegetação nativa do Cerrado [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; 2016.
[49] De Wilde P. Building performance analysis. Chichester: Wiley-Blackwell; 2018.
[50] Hensen JLM, Lamberts R. Introduction to building performance simulation. In: Hensen JLM, Lamberts R, editors. Building performance simulation for design and operation. New York: Spon Press; 2011. p. 1-14.
[51] Gagliano A, Detommaso M, Nocera F, et al. A multi-criteria methodology for comparing the energy and environmental behavior of cool, green and traditional roofs. Build Environ. 2015;90:71-81. DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.02.043
[52] Gomes MG, Silva CM, Valadas AS, et al. Impact of vegetation, substrate, and irrigation on the energy performance of green roofs in a Mediterranean climate. Water. 2019;11:2016. DOI: 10.3390/w11102016
[53] Noe-Payne M. What the link between heat islands and redlining looks like in one Virginia city [Internet]. Virginia's Public Radio; 2020 [acesso 10 nov. 2020]. Disponível em: https://www.wvtf.org/post/what-link-between-heat-islands-and-redlining-looks-one-virginia-city#stream/0
[54] Lambe D. Why trees really matter in the race to decarbonization [Internet]. World Economic Forum; 2020 [acesso 30 out. 2020]. Disponível em: https://www.weforum.org/agenda/2020/07/tiny-urban-forests-miyawaki-biodiversity-carbon-capture/
[55] Moraes MA. A consolidação da agenda de clima no Brasil: agentes, redes, coalizões de defesa e a viabilidade dos compromissos assumidos na UNFCCC. Brasília: Centro de Desenvolvimento Sustentável; 2020.
[56] Minigildo DG. Arborização urbana como um mecanismo de pagamento por serviços ambientais (PSA) no município de Rio Claro (SP) [dissertação]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista (Unesp); 2016.
[57] Lima MVF, Macedo FFRR. Influência do ICMS ecológico na sustentabilidade ambiental do estado do Ceará. Rev Controle. 2019;17(2):177-205.
[58] Berra EF, Fontana DC, Kuplich TM. Idade das árvores como fator de ajuste ao NDVI. Rev Árvore. 2017;41(3).
[59] Mostafavi M, Doherty G, editores. Ecological urbanism. Cambridge (MA): Lars Müller Publishers; 2010.

Capítulo 21

POLÍTICAS PÚBLICAS DE ARBORIZAÇÃO NO CENTRO-OESTE – UM PANORAMA GERAL

Por Lúcia Helena Ferreira Moura, Camila Gomes Sant'anna, Maria Ester de Souza e Renata Benedetti Mello Nagy Ramos

21.1. Destaques deste capítulo

1. A arborização urbana no Centro-Oeste precisa ser tratada de forma integrada às políticas ambientais e urbanísticas, considerando as especificidades dos biomas Cerrado e Pantanal e suas funções ecológicas essenciais;
2. O planejamento urbano das capitais revela avanços desiguais na gestão das áreas verdes e na implementação dos Planos Diretores de Arborização Urbana;
3. Os instrumentos de incentivo, como IPTU Verde, ICMS Ecológico e Pagamento por Serviços Ambientais, representam caminhos eficazes para financiar e fortalecer políticas locais de arborização;
4. A inclusão das Soluções Baseadas na Natureza (SbN) e das Adaptações Baseadas em Ecossistemas (AbE) amplia a capacidade das cidades em enfrentar os impactos climáticos e melhorar o bem-estar urbano;
5. O fortalecimento institucional e técnico dos municípios é essencial para garantir planos consistentes de arborização, com inventários atualizados, participação social e integração regional.

21.2. Introdução

A arborização urbana não se restringe a um único campo do conhecimento ou disciplina específica. Ela permeia questões do planejamento ambiental e urbanístico (paisagem, patrimônio, áreas protegidas, conservação da biodiversidade e recursos hídricos, fauna urbana); da saúde pública (resíduos, saneamento, prevenção a doenças, qualidade de vida e bem-estar); do conhecimento da botânica, silvicultura e arboricultura e necessita políticas públicas integradas.

Arborizar diferentes ambientes também implica uma série de atividades, como coletar sementes, produzir mudas de árvores, arbustos e herbáceas adequadas e de boa qualidade, ou utilizar diferentes técnicas e métodos de plantio, recuperação, restauração e conservação, em uma cadeia de atividades com enorme potencial econômico, algumas já regulamentadas pela legislação.

Sem critérios adequados de manejo, os resultados são processos de arborização inadequados, cujos problemas decorrentes são inúmeros.

Vivemos numa era marcada por profundas alterações nos ecossistemas do planeta causadas pela ação humana, por isto chamada **Antropoceno**. Essas alterações ou impactos resultaram nas mudanças climáticas globais, tornando urgente ações para conter e reverter esse processo. Em sociedades predominantemente urbanas, o verde urbano se torna essencial também como forma de contato com a natureza.

A região Centro-Oeste, por seu rico patrimônio ecológico/natural e cultural, possui forte vocação ao ecoturismo, mas a expansão da exploração agrícola e pecuária vem ameaçando a integridade desses atributos. Torna-se urgente ampliar espaços territoriais especialmente protegidos, restaurar e criar corredores ecológicos. Qualquer estratégia de planejamento passa pela valorização da biodiversidade, da savana e da floresta em pé, como sumidouros de carbono, incluindo as florestas urbanas.

A arborização na atualidade, para além da prática tradicional em vias públicas, exige uma abordagem sistêmica. Isso significa integrá-la a políticas públicas de conservação – desde 'boas práticas' para árvores isoladas até a proteção de florestas urbanas, habitats e fragmentos remanescentes – e à restauração de áreas degradadas. O objetivo é compatibilizar a infraestrutura verde com as redes de infraestrutura da cidade.

A legislação ambiental e urbanística brasileira avançou após a Constituinte de 1988, apesar das lacunas na legislação sobre áreas verdes, arborização urbana e a paisagem [1]. Algumas cidades pleiteiam o título de cidades verdes com milhões de árvores plantadas, apresentando índices de arborização e áreas verdes e publicação de projetos e planos nem sempre executados, como também nem sempre sinônimo de qualidade.

Neste capítulo você encontrará atualidades a respeito dos instrumentos legais que abordam a arborização no contexto da região Centro-Oeste, com o intuito de explorar, conhecer o cenário existente e contribuir para melhorar o planejamento da arborização e a infraestrutura da paisagem. Neste cenário, importa contextualizar o tema na história da urbanização da região e em seus atores sociais, permitindo compreender a situação atual das cidades do Centro-Oeste brasileiro. Finalmente, apresentamos uma estrutura para orientar os municípios da região em seus Planos de Arborização Urbana, e instrumentos correlatos e de financiamento. E a perspectiva da arborização integrando as Soluções baseadas na Natureza (SbN) e Adaptações baseadas em Ecossistemas (AbE), conceitos importantes em tempos de emergência climática.

21.3. A natureza na cidade

Ao longo da história, desde as primeiras aldeias e assentamentos, as plantas com seus usos diversificados fizeram parte da vida humana pois, além de fornecer alimentação e remédios, eram fonte de recursos para a construção, mas igualmente elementos ornamentais, afetivos, simbólicos e culturais.

A introdução das árvores no meio urbano como um dos elementos morfológicos de configuração e composição, símbolo da natureza nas cidades, deu-se a partir do século XVII [2], e no século XVIII se consolidam os tipos espaciais bulevares, avenidas, alamedas e parques

arborizados. Estes primeiros espaços arborizados se difundem na Europa e América Latina, como o Passeio Público de Lisboa (1755) e o Passeio Público do Rio de Janeiro (1783) [2,3].

Figura 21.1 – Perspectiva de Vila Boa de Goiás, 1803, da Biblioteca Mário de Andrade.

Fonte: Biblioteca Mário de Andrade.

21.3.1. O verde nas cidades do Centro-Oeste

Em 1748, a Capitania de São Paulo foi desmembrada em mais duas, Mato Grosso e Goiás. Cuiabá, capital do Mato Grosso, surgiu em virtude do curto ciclo da mineração na região (1722 -1730). Villa Real possuía espaços ajardinados e arborizados, descritos nos Annaes da Câmara de Cuiabá e foi elevada à categoria de cidade desde 1818, juntamente com Vila Boa de Goyaz e Vila Bela da Santíssima Trindade. Ganhou dinamismo após o fim da Guerra do Paraguai (1864-1870) com a abertura do rio Paraguai à navegação e recebeu melhorias urbanas como jardins com chafarizes e coretos[1].

Nascida do ciclo do ouro, Vila Boa de Goiáz (1736, atual Cidade de Goiás), em seu plano de reordenamento e expansão (1782) observam-se vários tipos espaciais: o Passeyo Público, a alameda arborizada que levava à Capela de Santa Bárbara e o Horto [4]. Além da alameda arborizada e o verde dos quintais, a cidade é emoldurada pela paisagem da Serra Dourada.

A proposta do Jardim Botânico em Guayases [5] junto ao aldeamento indígena de São José de Mossamedes [6], era parte de um plano para realizar a "colheita das sementes de todas árvores e plantas e indagações dos produtos naturais" para um jardim botânico e a exploração de salitre. Embora não tenha prosperado, teria sido uma experiência única que levaria em conta o conhecimento indígena, pois no período colonial a disposição com o "gentio" foi de dominação, sem um olhar para o conhecimento do índio, do caboclo ou do negro. Os indígenas utilizavam várias espécies para diversas finalidades, entre elas o urucum (*Bixa orellana*), o jenipapo (*Genipa americana*) para pintura corporal e para se preservar de mosquitos; a erva-andorinha (*Euphorbia hyssopifolia*) para a vista; o fio de tucum (*Bactris setosa*); a quina (*Strychnos pseudoquina*), columba (*Homalolepis ferruginea*) e a jalapa (*Mandevilla illustris*) [7].

1 Portal IPHAN. Em 1993, o Iphan procedeu ao tombamento do conjunto arquitetônico, urbanístico e paisagístico do núcleo de ocupação desde o século XVII até meados do século XX.

Esgotado o ciclo aurífero, no início do século XIX a descrição de paisagens, "arvoredos" [8], vilas e paisagens intraurbanas, o cultivo de árvores frutíferas fazem parte dos relatos e descrições dos primeiros naturalistas que vêm ao Brasil e à região. Johann Baptist Emanuel Pohl visita Vila Boa e Meia Ponte em janeiro de 1819, e Auguste de Saint-Hilaire, entre maio e setembro de 1819, entre outros. Neste e em outros períodos, as posturas e os códigos de posturas foram normas que possibilitaram o plantio de árvores nas cidades.

21.4. Urbanização e cidades planejadas no Centro-Oeste

O processo de formação econômica e social do Centro-Oeste pode ser dividido em três etapas: o período colonial, a Marcha para o Oeste e o ciclo de crescimento e modernização econômica iniciado na década de 1970, com o avanço da fronteira agroindustrial e a integração com o comércio mundial [9,10].

A partir de 1930, o Centro-Oeste se torna palco de experimentações e disputas políticas. Era considerado ainda um vazio demográfico e o estado brasileiro estava imbuído do projeto de "civilizar" os chamados "espaços vazios". Foi utilizada como estratégia de colonização do Brasil Central, o povoamento e a exploração econômica de "novas terras", com a finalidade de ocupar espaços que tinham pouca ou quase nenhuma densidade populacional [11], sua incorporação ao restante do país e, consequentemente, ao mercado capitalista.

21.4.1. Cidades planejadas do Centro-Oeste no século XX

A inserção das cidades planejadas neste período obedeceu à política desenvolvimentista local e nacional com a mudança da capital brasileira e os 50 anos em 5 do Plano de Metas do governo do presidente Juscelino Kubitscheck. Era por um lado uma política conservadora, preocupada em garantir a ordem pública, e por outro lado inovadora, porque visava ao crescimento e consolidação de setores nascentes da economia nacional [12]. São frutos deste processo Goiânia e Brasília.

Para a criação de Goiânia foi nomeada em 1932 a Comissão de estudos para a escolha do local da nova Capital de Goiás, e uma subcomissão de engenheiros e urbanistas que, no início de 1933, apresentou memorial dos estudos procedidos nas localidades indicadas [13].

Datam do século XVIII as primeiras sugestões de mudança da capital brasileira. No início da República ocorreram ações efetivas para interiorização da nova capital, dotações de terras e Comissões Exploratórias com objetivo de identificar sítios adequados. A segunda Missão Cruls contou com a presença de Auguste Glaziou, que deixou como legado a indicação de criação do Lago Paranoá. A presença do lago e da água na cidade deveria amenizar o clima quente e seco do Centro-Oeste e a temperatura na primavera, verão e inverno. Antes do concurso da capital ocorreram outros estudos e comissões.

As cidades planejadas da região, com suas peculiaridades, foram objeto de estudos anteriores para questões estratégicas, como a localização adequada, disponibilidade de água potável e aspectos relacionados ao conforto climático. Embora a conservação de paisagens, da vegetação original, de rios e córregos possam ter sido considerados, nem sempre a construção acompanhou os projetos e diretrizes de urbanização, e veremos que especialmente a arborização não se completou ou levou décadas para ser implementada.

Pós-Brasília, na região Centro-Oeste, cidades oriundas de entroncamentos viários e assentamentos continuaram a surgir de forma acelerada. Esse crescimento não foi acompanhado de políticas de controle da ocupação do solo, com diretrizes de ordenamento urbano e fiscalização, ampliação dos investimentos em infraestrutura nos serviços sociais básicos – educação, saúde, energia, transporte e, principalmente, saneamento. O resultado foi a degradação das condições de vida e habitabilidade urbana, reflexo, em parte, da carência de áreas verdes.

21.4.2. A configuração e o verde das capitais e cidades planejadas

Identificam-se avanços na concepção das áreas verdes urbanas nas capitais planejadas do Centro-Oeste, evolução nos modelos urbanos que influenciaram a concepção dessas cidades. Embora as árvores tenham sido introduzidas nas cidades no século XVII, foi a partir do século XIX que os planos urbanos incluíram tramas verdes, compreendidos como sistemas integrando áreas habitacionais e recreativas.

Designado para elaborar o Plano de Goiânia, Attilio Corrêa Lima, arquiteto urbanista e paisagista, (1932-1935), propõe um núcleo urbano com "sistema de parques, jardins, ruas-jardins, terrenos para esportes e recreio, bem como indicação sobre a arborização das ruas". O sistema de parques inserido no tecido urbano como o Parque do Botafogo, Bosque dos Buritis, Lago das Rosas, compondo um sistema urbano verde:

> "margeavam os principais córregos – Botafogo e Capim-Puba, protegendo as matas ciliares e as áreas de várzea com largura mínima de 50 m; além destas vias marginais havia, no eixo norte/sul, à Av. Pedro Ludovico, via monumental que ligava a estação ferroviária ao Centro Cívico, com 45% de sua área ajardinada e arborizada" [13].

O Plano foi posteriormente alterado por Armando Godoy que também aplicou no bairro residencial, Setor Sul, o modelo do "subúrbio-jardim, aqui simplificado em "bairro jardim", a exemplo de alguns bairros paulistanos. Esse aspecto é citado no plano diretor inicial:

> "A zona residencial foi instalada em regiões próximas às áreas de matas, cerradão e veredas, proporcionando tranquilidade e conforto ambiental, além de facilidade de acesso aos bairros tanto "suburbanos" – setores Sul e Oeste – como "urbanos" – Setor Central – pelas avenidas-parques (Alamedas 115, das Rosas, dos Buritis, do Botafogo e Av. Oeste)" [13].

A partir de 1938, o modelo proposto foi abandonado e a ideia de cidade permeada por parques permaneceu apenas na região central. A arborização original restringiu-se aos eixos principais, sendo utilizado espécies exóticas como figueira (*Ficus microcarpa*), flamboyants (*Delonix regia*), maçã-de-elefante (*Dillenia indica*), e eucaliptos (*Eucalyptus* spp.).

Prefeitos subsequentes mantiveram a ideia de cidade arborizada, mas o foco de áreas verdes na cidade se ateve à região urbanizada, e desconsiderando a explosão de ocupações irregulares. Além disso, bairros previstos com áreas verdes não implementadas no início da construção, mais tarde perderam espaço para vias urbanas, justificadas por uma "melhor mobilidade".

A evolução urbana da cidade apresentou sistematicamente transformações no uso do solo, com a verticalização de bairros como o Setor Bueno, Oeste, Marista, antes bem arborizados. Do ponto de vista da conservação de mananciais, o município continua a negligenciar as possibilidades da infraestrutura verde e a canalização de córregos contribui para eventos de alagamentos em vias como a Marginal Botafogo e a Marginal Cascavel. Aspecto positivo a ressaltar, houve ampliação da floresta urbana com o sistema de parques decretados nas últimas décadas, atendendo áreas nobres e bairros periféricos, como por exemplo, o Programa Ambiental Macambira Anicuns (2003), com um parque linear ao longo do córrego Macambira, na região Oeste, que resgata funções do manancial e o lazer para a população, projeto com participação da paisagista Rosa Kliass.

Atualmente com população estimada de 1.437.237 habitantes, Goiânia e sua região metropolitana tem uma das maiores taxas de crescimento do país. Conforme dados de estudo elaborado para o Pdau da Agência Municipal do Meio Ambiente (Amma) [14] – Goiânia, 5% das árvores das vias públicas (cerca de 47 mil exemplares) precisam ser monitoradas, pois estão com o ciclo de vida avançado. Com registro de 382 espécies diferentes, a mais presente é a monguba (*Pachira aquatica*), com 19% do total de indivíduos, e a sibipiruna (*Cenostigma pluviosa*), com 17%. Goiânia reivindica o título de cidade verde, pela apresentação de programas de plantio, mantendo a taxa de arborização de vias públicas estimada em 89,3 %, embora no mesmo período (IBGE, 2010), a taxa de urbanização de vias fosse apenas de 48,6 % [15]. Em 2024, o Plano de Arborização Urbana do município de Goiânia foi aprovado e publicado por Lei complementar nº 374, de 24 de janeiro. Apresenta diretrizes para arborização adequada e vem acompanhado de legislação correlata, como o Código de Posturas.

Cuiabá, capital de Mato Grosso, apresentou desenvolvimento e crescimento populacional expressivo a partir da década de 1960, de aproximadamente 952% entre os anos de 1960 e 2010 [15]. Nas décadas de 1970 e 1980, o município passou por um processo de explosão populacional. Sofreu transformações na estrutura da paisagem e ocupação do solo urbano, aceleradas pelas políticas territoriais em curso desde a década de 1970. Foram inúmeros os impactos na paisagem urbana e as iniciativas públicas no campo do planejamento, que tiveram diretrizes amplas mas não se efetivaram [16].

Atualmente com população estimada em 650.912 habitantes, Cuiabá apresenta dados de arborização de vias públicas de 39,6 % e urbanização e vias públicas de 34,3% [15]. O Plano de Arborização foi determinado pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá [10,17]. A Lei de Uso e Ocupação do Solo de 2011 [18] trouxe a arborização de vias públicas como infraestrutura urbana básica; em 2021, segundo informações da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema MT), o plano de arborização do Município, Cuiabá Mais Verde, encontrava-se em elaboração. Entre as diretrizes estabelecidas pelo PDE, (2007) destacam-se:

> "regulamentar as espécies a serem utilizadas no paisagismo urbano e arborização, priorizando espécies nativas; elaborar programa de monitoramento de áreas verdes em loteamentos e condomínios residenciais; estabelecer programas de conservação e manejo de áreas verdes, arborização urbana, recuperação e conservação de praças públicas; elaborar estudos para a definição do percentual mínimo de áreas verdes" [10].

Campo Grande, capital do Mato Grosso do Sul, fundada no final do século XIX, teve sua evolução urbana, em paralelo a ciclos de crescimento e aos fatos políticos e econômicos da região e do país [19]. Assim como Cuiabá, Campo Grande também possui grande extensão de terras não ocupadas e diretrizes que tentaram regular a produção do espaço urbano, levando em conta sempre a necessidade de urbanizar os seus vazios [20]. O rápido crescimento demográfico da cidade foi acompanhado também de uma grande expansão horizontal.

Em relação às políticas e gestão urbana, em sua história, Campo Grande tem o Código de Posturas (1905), com normas que incluem o Plano de Alinhamento de Ruas e Praças da Cidade [19]. A partir de 1939, conforme as tendências da época, os planos foram elaborados por diferentes escritórios de planejamento do país: em 1939, um Plano do Escritório de Saturnino de Brito; em 1968, o Plano Diretor da Hidroservice Engenharia (compreende o ciclo de desenvolvimento advindo da construção de Brasília) e, em 1977, o Plano de Jaime Lerner, quando da criação do Estado do Mato Grosso do Sul [19,20]. Desde o Plano de Alinhamento de Ruas e Praças da Cidade, o traçado urbano privilegia largas avenidas arborizadas que estruturam a ligação entre bairros, Avenida Afonso Pena, Mato Grosso e mais recentemente vias marginais.

A cidade tem vegetação característica de áreas fitoecológicas de Cerrado *latu sensu*, Cerrado denso, Cerradão e Veredas e a presença de vários pequenos córregos dentro de seu perímetro, embora alguns córregos estejam canalizados, mas arborizados. Em virtude dos fragmentos importantes de Cerrado denso e Cerradão (de vegetação primária) transformados em Parques, como o Parque dos Poderes, o Parque do Prosa e o Parque do Segredo, a cidade possui uma floresta urbana preservada em seu interior.

Atualmente com população estimada em 897.938 habitantes, os dados da urbanização de vias públicas de 33,4 % [15] e de arborização de vias públicas de 96,3 %; por este índice, Campo Grande é considerada uma das cidades mais arborizadas do país. A cidade instituiu o Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU) [21] em 1995 como um instrumento de planejamento urbano municipal, revisado em 2011 [22] com a inclusão do conceito de arborização a partir de um Sistema de Áreas Verdes, exemplo seguido por outras cidades no Mato Grosso do Sul [23]. Observamos que nas disposições do Cap. IV, a lei dispõe sobre o Sistema de Áreas Verdes e inclui planos ou projetos de loteamentos:

> CAPÍTULO IV - DO SISTEMA DE ÁREAS VERDES
>
> Art. 5º Entende-se por áreas verdes e áreas arborizadas, públicas ou privadas, as delimitadas por autoridade competente, com o objetivo de implantar ou preservar a arborização, visando a assegurar condições ambientais e paisagísticas.
>
> Art. 6º Consideram-se ainda, áreas verdes:
>
> I - as áreas municipais que já tenham ou venham a ter, por decisão do Poder Executivo, observadas as formalidades legais, a destinação referida no artigo anterior;
>
> II - os espaços livres constantes dos planos ou projetos de loteamento;
>
> III - as previstas em planos de urbanização já aprovadas por Lei ou que vierem a sê-lo.
>
> Parágrafo único. Nenhum loteamento será aprovado pela Prefeitura, sem que a previsão de áreas verdes esteja compatível com a ocupação prevista.

Atualmente nova revisão está sendo concluída, incluindo nova abordagem e atualização conceitual com inclusão da floresta urbana ou o Plano Diretor de Arborização e Floresta Urbana [23].

O Plano Piloto de Brasília, concebido para a nova capital brasileira, nasceu influenciado pelo planejamento moderno racional funcionalista e a unidade de vizinhança. Baseado também em experiências anteriores de Lucio Costa no Parque Guinle (1940-1943), o modelo urbano proposto para a habitação é a superquadra, sendo a unidade de vizinhança formada por 4 superquadras e uma entrequadra. A cidade-parque tem sua configuração urbano paisagística a partir de quatro escalas, a do cotidiano ou residencial, a monumental, a gregária e a bucólica, reafirmado por Lucio Costa (1987):

> Como garantia da ambientação que esse complexo urbano requer, impõe-se respeitar e manter as quatro escalas que presidiram à implantação da cidade: a simbólica e coletiva, ou **Monumental**; a doméstica ou **Residencial**; a de convívio, ou **Gregária** e a de lazer, ou **Bucólica**. [24].

Esta configuração é uma das características principais do seu tombamento como Patrimônio Cultural da Humanidade pela Unesco em 1987. O verde urbano predomina na escala bucólica e comparece na escala residencial. A escala bucólica é representada pelas áreas verdes, parques, unidades de conservação e o Lago Paranoá. Na escala residencial pelas faixas de emolduramento das superquadras (20 m de largura), arborizadas em renque duplo com árvores da mesma espécie; nos espaços livres destinados à circulação viária e de pedestres e no alto índice de áreas verdes arborizadas no interior das superquadras.

Lucio Costa, ao descrever a 'cidade-parque', propôs a manutenção das superquadras sem pavimentação e com drenagem natural, proposta inviabilizada em virtude dos latossolos do Cerrado. Apesar da tentativa de integração da drenagem natural na"cidade modernista", durante a construção da cidade privilegiaram-se as infraestruturas cinzas; os métodos de terraplenagem deixaram enormes quantidades de solos expostos, sendo uma das ações mais urgentes "a recobertura vegetal por meio da constituição de gramados e arborização que foi gigantesco ao longo de décadas" [25].

Na concepção urbano paisagística da cidade modernista a paisagem é o plano de fundo, mas os campos e as savanas descritos no Relatório Cruls não foram considerados na paisagem da nova capital, permanecendo fragmentos em unidades de conservação e em indivíduos arbóreos remanescentes. A permanência de campos de feição naturalista como característica da escala bucólica foi uma diretriz apontada por Lucio Costa nos anos 1980 e ainda é uma demanda latente da sociedade e instituições de pesquisa, que as espécies e a paisagem do Cerrado tenham protagonismo no paisagismo urbano da capital federal.

A instituição responsável pelas áreas verdes e arborização no DF é a Companhia Urbanizadora da Nova Capital (Novacap), vinculada à Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura. As áreas protegidas são responsabilidade das Secretarias de Meio Ambiente, compartilhada com o Instituto Brasília Ambiental (Ibram). Ao longo de seis décadas, o manejo de áreas verdes, e da "técnica paisagística de parque e jardins", preconizada por Lucio Costa, vem sendo aprimorada e realizado o plantio anual de árvores por meio de planos de arborização anual.

As espécies mais utilizadas na arborização nas primeiras décadas foram mangueira (*Mangifera indica*), espatodea (*Spathodea campanulata*), jambolão (*Syzygium cuminí*) [27], espécies exóticas, algumas não adaptadas ao regime de chuva e seca do Cerrado. Espécies da Mata Atlântica, como pau-ferro (*Libidibia leiostachya*), sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*) apresentaram problemas de adaptação desde décadas anteriores: "a falta de adaptação de algumas espécies acarretou, na década de 1970, o perecimento de 50.000 árvores adultas, gerando críticas da opinião pública e dos meios de comunicação" [26].

Na década de 1970, a Novacap iniciou políticas públicas de arborização mais afirmativas com introdução de espécies nativas e já adaptadas ao Cerrado. Na atualidade, mais de 70 espécies originárias do Cerrado *latu sensu*, em sua maioria espécies típicas das matas de galeria, ou matas estacionais, são amplamente utilizadas na arborização. Em 1993, 12 espécies nativas de árvores remanescentes foram tombadas em um Decreto Distrital como Patrimônio Ecológico do Distrito Federal, política pública de conservação da "paisagem cerratense" e da biodiversidade da maior importância, devido também ao valor dos indivíduos como porta-sementes e matrizes [28]:

> Art. 45. Estão tombadas como Patrimônio Ecológico-urbanístico do Distrito Federal as seguintes espécies arbóreo-arbustivas: copaiba (Copaifera langsdorffíi Desf.), sucupira-branca (Pterodon pubescens Benth), pequi (Caryocar brasiliense Camb), cagaita (Eugenia dysenterica DC), buriti (Mauritia flexuosa L.f.), gomeira (Vochysia thyrshoidea Polh), pau-doce (Vochysia tucanorum Mart.), aroeira (Myracrodruon urundeuva (Fr.All), Engl.) embiriçu (Pseudobombax longiflorum (Mart.,et Zucc.) a. Rob), perobas (Aspidosperma spp.), jacarandás (Dalbergia spp.), ipês (Tabebuia spp. e Handroanthus spp.) e baru (Dipteryx alata).
>
> Parágrafo único. Patrimônio ecológico-urbanístico consiste no conjunto de espécimes das espécies tombadas que, pela sua raridade, beleza, localização e função ecológica formam paisagem urbana verde que é considerada de relevante interesse ambiental, urbanístico, cultural, histórico, científico e de composição da harmonia do meio ambiente urbano do Distrito Federal. [...]

A evolução urbana acelerada do território do DF, a criação de novas cidades por meio da ocupação sucessiva de áreas informais, resulta em 35 cidades ou Regiões Administrativas (RA), com população estimada em 2.817.068 habitantes. O índice de arborização de vias públicas para o DF é de 36,9% e da urbanização de vias públicas de 57% [15]. Os índices do Observatório Territorial de Brasília (2016), corroboram com os dados do IBGE e indicam que a cobertura arbórea-arbustiva urbana média [29] por habitante por RA (m^2/hab) é de 31,76 m2/hab; no Plano Piloto de 72,07 m2/hab. Em cinco RA os índices de arborização estão acima desta média e 25 RA possuem índices muito baixos.

Brasília e o DF possuem uma estimativa de 4 milhões de árvores plantadas em 60 anos, sem um Plano Diretor de Arborização Urbana. Em 2018, o Decreto Distrital nº 39.469 trouxe a exigência de elaboração do Plano Diretor de Arborização Urbana do Distrito Federal (PDAU-DF), que deve incluir, entre outros, o aumento e a qualificação da arborização para atingir índices desejáveis de área verde, a permeabilidade do solo e ecológica e o fluxo gênico [30].

O PDAU do DF deverá se articular com o Sistema de Áreas Verdes intraurbanas permeável, instrumento solicitado pelo Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal (ZEE-DF) [31]. O ZEE considera a necessidade de melhorar os índices de áreas verdes permeáveis, manter e restaurar a conectividade de Unidades de Conservação (UC) e outras áreas protegidas. O DF na atualidade é quase integralmente protegido por Áreas de Proteção Ambiental (APA) e um conjunto de UC nacionais e distritais de proteção integral e uso sustentável, regido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e pelo Sistema Distrital de Unidades de Conservação (SDUC) [32]. Além disso, o território integra em sua totalidade a Reserva de Biosfera do Cerrado. Este conjunto de áreas verdes e Etep's, também habitat de espécies da fauna e da avifauna, requer corredores ecológicos para restaurar a conectividade, manter o fluxo gênico e os serviços ecossistêmicos. A elaboração de forma integrada dos dois instrumentos, o sistema de áreas verdes e o plano de arborização são essenciais para a conservação destas áreas protegidas.

21.5. Políticas públicas

A Política Nacional do Meio Ambiente, de 1981, que estrutura a legislação ambiental no país, antecedeu a Constituição de 1988 no aspecto de municipalização e descentralização da gestão ambiental, da responsabilidade pela proteção e melhoria da qualidade ambiental e criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama).

Após a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) aprovada na Eco92, e ratificada em 1998, o esforço de implementação desta lei conduziu ao estudo de áreas prioritárias para a conservação [33]. O produto do 1º. Relatório de Conservação da Biodiversidade resultou na necessidade de mudança de enfoque com a incorporação do conceito de *hotspots*, entre eles, o combate à fragmentação do Cerrado, bem como a implementação de corredores de biodiversidade. A 2ª atualização do Relatório de Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade realizada em 2018 [34] indicou que, apesar da elevada biodiversidade do Cerrado, a conservação no bioma tem sido baixa, com apenas 3,07% legalmente protegidos em UC de proteção integral. Situação semelhante ocorre no Pantanal, com apenas 4,6% do bioma protegido sob a forma de UC de proteção integral e de uso sustentável, sejam federais, estaduais e reservas particulares; esta atualização incluiu espécies ameaçadas de extinção, espécies endêmicas do Cerrado e do Pantanal totalizando 1.114 espécies, sendo 444 de plantas.

No âmbito das políticas públicas de uso sustentável da biodiversidade, em 2001, o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) apoiou a criação das Redes de Sementes, junto às Universidades, com o propósito de fomentar a cadeia produtiva de sementes. Como objetivos gerais, as Redes de Sementes atuam na articulação política e técnica para a regulamentação da atividade de coleta, o fomento do comércio, a melhoria da qualidade das sementes e da produção de mudas de espécies nativas. Foram criadas: a Rede de Sementes do Cerrado no Distrito Federal, a Rede de Sementes do Pantanal em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, a Rede de Sementes da Amazônia Meridional em Mato Grosso, UFMS, e a Rede de Sementes do Xingu em Mato Grosso como iniciativa socioambiental. As Redes promovem o conhecimento de espécies nativas e adaptadas aos biomas da região, a conservação *in-situ* e *ex-situ*, a recuperação e restauração de ecossistemas, conhecimento necessário para a produção e utilização na arborização, com a valorização da identidade e da paisagem regional.

A Constituição de 1988 promoveu avanços sobre "direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado" com o artigo 225. Os artigos 182 e 183 que tratam da política urbana resultaram no

Estatuto da Cidade [35]. Entre os instrumentos do Estatuto: o planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões; o planejamento municipal, em especial: a) plano diretor; b) disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo; c) zoneamento ambiental territorial municipal, entre outros.

O Código Florestal [36] apresentou o conceito de área verde e o "Regime de Proteção das Áreas Verdes Urbanas" e, no Capítulo III, art. 25, traz instrumentos para o estabelecimento e manutenção de áreas verdes urbanas: o direito de preempção para aquisição de remanescentes florestais; a transformação das Reservas Legais em áreas verdes nas expansões urbanas; a exigência de áreas verdes nos loteamentos, empreendimentos comerciais e implantação de infraestrutura; aplicação em áreas verdes de recursos oriundos da compensação ambiental.

21.5.1. Políticas públicas regionais no Centro-Oeste

Embora as taxas de urbanização mundial sejam elevadas, as taxas de urbanização brasileiras atingiram o índice de 84,4% [15], e as da região Centro-Oeste quase o dobro da taxa mundial. Com esta elevada taxa de urbanização, a região Centro-Oeste possui na atualidade 467 municípios e quase 90% da população habitando áreas urbanas, o que evidencia as tendências do processo de interiorização da urbanização.

Tabela 21.1 – Taxas de urbanização 1980, 2010, 2020, 2050.

	1980	2010	2020	2050
Taxa Mundial (Banco Mundial, 2021)	39,35%	51,46	56,15	70%
Brasil (IBGE, 2021).	67,59%	84,36	-	-
Centro-Oeste (IBGE, 2021).	67,79%	88,8%	-	-

Fonte: IBGE [15,37] e Banco Mundial [38].

Em 2017 o IBGE apresentou revisão das unidades geográficas e administrativas, mesorregião e microrregião incorporando as mudanças ocorridas das últimas três décadas. Passam a ser denominadas Regiões Geográficas Intermediárias e Regiões Geográficas Imediatas [39], a fim de subsidiar o planejamento e gestão de políticas públicas federais e estaduais, recorte que se estrutura a partir de centros urbanos. Na Tabela 2, apresentamos os agrupamentos das regiões dos estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Excluiu-se o território do DF, pois é considerado um único município.

Tabela 21.2 – Regiões intermediárias e imediatas na região Centro-Oeste (IBGE).

UF	Região Intermediária	Nº mun.	Região imediata	IES	Nº mun.
GO	Goiânia	80	Goiânia	x	19
			Anápolis	x	18
			Inhumas / Itaberaí / Anicuns	xxx	13
			Catalão	x	10
			Goiás / Itapuranga	x	15
			Pires do Rio	x	5

(continua)

(continuação)

UF	Região Intermediária	Nº mun.	Região imediata	IES	Nº mun.
GO	Itumbiara	22	Itumbiara	x	8
			Caldas Novas / Morrinhos	x	6
			Piracanjuba		8
	Rio Verde	29	Rio Verde	x	14
			Jataí/Mineiros	xx	10
			Quirinópolis	x	5
	São Luís de Montes Belos Iporá	35	São Luís de Montes Belos	x	9
			Iporá	x	12
			Palmeiras de Goiás		14
	Porangatu-Uruaçu	46	Porangatu	x	13
			Uruaçu/Niquelândia	x	10
			Ceres/Rialma/Goianésia	xx	23
	Luziânia / Águas Lindas de Goiás	34	Luziânia	x	6
			Águas Lindas de Goiás	x	7
			Posse/Campos Belos		14
			Flores de Goiás		7
DF	Distrito Federal	1	Distrito Federal	x	1
MS	Campo Grande	32	Campo Grande	x	13
			Três Lagoas	x	6
			Paranaíba /Chapadão do Sul / Cassilândia	xxx	6
			Coxim		7
	Dourados	34	Dourados	x	13
			Naviraí/Mundo Novo	x	6
			Nova Andradina	x	7
			Ponta Porã	x	3
			Amambai	x	5
	Corumbá	13	Corumbá	x	2
			Jardim		7
			Aquidauana/Anastácio		4
MT	Cuiabá	30	Cuiabá	x	14
			Tangará da Serra	x	8
			Diamantino	x	8
	Cáceres	21	Cáceres	x	5
			Pontes e Lacerda/Comodoro		7
			Mirassol d'Oeste		9
	Sinop	42	Sinop	x	12
			Sorriso	x	9
			Juína	x	7
			Alta Floresta	x	6
			Peixoto de Azevedo/Guarantã do Norte	x	4
			Juara		4

(continua)

(continuação)

UF	Região Intermediária	Nº mun.	Região imediata	IES	Nº mun.
MT	Barra do Garças	30	Barra do Garças	x	9
			Confresa/Vila Rica		13
			Água Boa	x	8
	Rondonópolis	18	Rondonópolis	x	10
			Primavera do Leste	x	4
			Jaciara	x	4

IES: Instituição de Ensino Superior.
Fonte: IBGE [37] e Ministério da Educação.

Considerando a necessidade de construção de políticas de abordagem regional, observamos que das 54 regiões imediatas, 42 possuem instituições de ensino superior com abrangência em 203 municípios goianos, 108 municípios mato-grossenses e 68 municípios sul-mato-grossenses, instituições que poderiam promover a formação e qualificação de quadros técnicos.

Ao mesmo tempo, em praticamente todos os municípios da região Centro-Oeste existem Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade com mapeamento disponível para consulta e download. Nesta escala de mapeamento, a formulação e implementação de programas e projetos precisa contar com apoio dos três entes federativos. A consulta ao mapeamento desta plataforma pode auxiliar os municípios a identificarem áreas para conservação *in situ,* à recuperação de áreas degradadas e de espécies sobre-exploradas ou ameaçadas de extinção.

Neste recorte, percebe-se a possibilidade de arranjos institucionais de governança federativa e interfederativa para viabilizar políticas no âmbito regional com base em instrumentos como Associações e Consórcios intermunicipais. O apoio e assistência técnica dos Ministérios Públicos Estaduais, das IES, de institutos de pesquisa e da sociedade civil é indispensável para a implementação de planos nesta escala.

21.5.2. Políticas públicas nos municípios do Centro-Oeste

Avaliamos a seguir a implementação de políticas públicas nos estados do Centro-Oeste: planejamento municipal e a aplicação de dispositivos da legislação ambiental e urbanística. Os dados para análise foram extraídos da publicação do IBGE - Pesquisa de Informações Básicas Municipais, de 2019.

As tabelas apresentam a "legislação municipal específica, de acordo com a Lei de Acesso à Informação" (LAI) e estão classificadas como Instrumentos de Governança. A pesquisa inclui a legislação urbanística aplicada no município (Plano Diretor, contribuição de melhorias, legitimação de posse, dentre outras) e leis específicas de criação de UC. Para o entendimento da aplicação e planejamento ambiental nos municípios, selecionamos os dados da existência de Plano Diretor, Zoneamento Ambiental (ou Código ambiental) e a criação de UC's conforme disposições do SNUC. Foram analisados dados de 467 municípios dos estados, respectivamente Goiás (246), Mato Grosso (141), Mato Grosso do Sul (79) organizados a partir da publicação em Diário Oficial virtual, conforme Tabela 3:

Tabela 21.3 – Legislação urbanística e ambiental aplicada nos municípios do Centro-Oeste.

Total de municípios com legislação específica de acordo com a LAI		Legislação municipal específica	Local de publicação		
			Diário oficial impresso	Diário oficial na internet	Não publicado
Centro-Oeste	467	183	69	156	329
Goiás	246	30	14	23	172
Mato Grosso	141	111	38	100	98
Mato Grosso do Sul	79	41	16	32	58

Fonte: IBGE – Pesquisa de Informações Básicas Municipais, 2019.

Concentrando uma população de 14.058.094 milhões de pessoas, o Centro-Oeste apresenta o perfil de população urbana observado na municipalidade brasileira, ou seja, 75,8% das cidades possuem menos de 20 mil habitantes. Esse perfil característico é fator decorrente do modelo de urbanização praticado em sucessivas gestões públicas e acompanha a estrutura político-administrativa da federação [9]. Duas das quatro capitais concentram 30% da população dos estados em regiões metropolitanas (Cuiabá e Goiânia). O Distrito Federal corresponde a um município.

Tabela 21.4 – Distribuição da população das cidades do Centro-Oeste.

	I - menos de 20 mil hab.	II - entre 20 mil e 99 mil	III - entre 100 mil e 250 mil	IV - acima de 250 mil	Total
Mato Grosso do Sul	61 (77,2%)	50 (63,2%)	45 (57%)	5 (6,3%)	79
Mato Grosso	59 (41,8%)	63 (41,8%)	44 (31,2%)	33 (23,4%)	141
Goiás	93 (37,8%)	88 (35,7%)	110 (44,7%)	66 (26,8%)	246
Total	214 (45,8%)	202 (43,3%)	200 (42,8%)	104 (22,3%)	467

Fonte: IBGE – Pesquisa de Informações Básicas Municipais, 2019.

Com base na classificação dos municípios por habitantes, observamos que, dos 467 municípios, menos da metade publica a aplicação de legislação urbanística ou ambiental específica. Mesmo com a maioria de municípios com menos de 20 mil habitantes (que não se enquadram na obrigatoriedade de elaborar o Plano Diretor e aplicar a legislação), Mato Grosso do Sul informa que 61, dos 79 municípios, possuem Plano Diretor e apenas 5 deles não possuem nenhuma legislação urbanística aplicada. Ao contrário, Goiás, com número de municípios três vezes maior do que Mato Grosso do Sul, possui 26,8% deles, ou seja, 66 municípios goianos sem nenhuma legislação.

Tabela 21.5 – Legislação urbanística e ambiental aplicada aos estados do Centro-Oeste.

UF	Plano Diretor	Zoneamento Ambiental	Unidade de Conservação	Sem legislação	Total municip.
Mato Grosso do Sul	61 (77,2%)	50 (63,2%)	45 (57%)	5 (6,3%)	79
Mato Grosso	59 (41,8%)	63 (41,8%)	44 (31,2%)	33 (23,4%)	141
Goiás	93 (37,8%)	88 (35,7%)	110 (44,7%)	66 (26,8%)	246
Distrito Federal	1	1	1		1
Total	214 (45,8%)	202 (43,3%)	200 (42,8%)	104 (22,3%)	467

Fonte: IBGE – Pesquisa de Informações Básicas Municipais, 2019.

No contexto municipal do meio ambiente urbano, políticas públicas devem integrar temas como ambiente, saúde pública, mobilidade, educação, patrimônio e conservação. Um desafio importante será combinar o discurso político com a prática da sustentabilidade ambiental, ecologizar políticas públicas setoriais, de forma a melhorar o cenário regional e construir estratégias sócioecológicas para o ambiente urbano, ou buscar a recuperação do que já foi danificado pelas ocupações consolidadas. Outro desafio é manter o esforço contínuo de evitar o desmonte, a exemplo da liberação de exigência de estudos ambientais e/ou auto declaração de licença prévia para empreendimentos.

No âmbito estadual, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) realiza, em Mato Grosso do Sul, o "Fórum MS de Arborização para Cidades Sustentáveis", oportunidade de troca de experiências entre municípios e fomento do debate regional.

21.6. O Plano Diretor de Arborização Urbana – PDAU e Instrumentos

Neste tópico apresentamos conteúdos para elaboração do Plano Diretor de Arborização Urbana – PDAU, instrumento de planejamento da arborização municipal, que deverá conter as diretrizes necessárias para a implantação, monitoramento, avaliação e expansão da arborização urbana, e ser aprovado em lei. A participação social deve ser garantida em todas as etapas: da elaboração à gestão a fim de alcançar os objetivos e beneficiar as comunidades envolvidas.

> O PDAU quanto aos aspectos abordados e abrangência dependerá da capacidade institucional do município de coletar e processar dados, gerar dados inexistentes e estabelecer interfaces com outros instrumentos de planejamento.

É desejável que, no mínimo, o plano de arborização inclua diretrizes para os espaços livres públicos, áreas verdes urbanas existentes no município. Recomenda-se também que promova a conectividade e interação com espaços territoriais especialmente protegidos (Etep's) do município.

O termo 'espaços livres' públicos refere-se a espaços livres de edificação e de uso público (ex.: calçadas, praças, pátios, pequenos parques, estacionamentos), enquanto o termo 'áreas verdes' foi definido no Art. 3º, inciso XX do Código Florestal:

> **Área verde urbana**: espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais.

É válido afirmar que áreas verdes devem possuir preponderância de cobertura vegetal. Por isso se considera que os Etep's (áreas de preservação permanentes e unidades de conservação) são áreas verdes urbanas e compõem a floresta urbana, mas são regidos por legislação específica (Código Florestal e o SNUC). Em alguns planos de arborização estes conceitos não são diferenciados, em outros sim, como o caso do PDAU de São Paulo.

Diversas publicações podem apoiar os municípios na elaboração de seus PDAUs, entre elas manuais e roteiros metodológicos específicos [40]. Entre as referências centrais destaca-se o Plano Nacional de Arborização Urbana (PlaNAU), recentemente aprovado e publicado. Soma-se a ele o Projeto de Lei da Política Nacional de Arborização Urbana, atualmente em tramitação, que, uma vez sancionado, deverá consolidar diretrizes e trazer novos instrumentos fundamentais para o planejamento da arborização no país[2].

21.6.1. Elaboração do Plano Diretor de Arborização Urbana

Na Tabela 6 apresentamos sugestão de estrutura para elaboração de um Plano Diretor de Arborização Urbana. O PDAU deverá ser adequado às condições e características históricas, ambientais e socioculturais do município, observar seus recursos e dimensão, sendo recomendado estabelecer etapas que assegurem a qualidade do plano, reforçando a importância da participação social e de equipe de elaboração multidisciplinar.

Tabela 21.6 – Estrutura do Plano Diretor de Arborização Urbana.

Sumário	Item	Desenvolvimento
Conteúdo do plano	Introdução	Histórico Importância Objetivo(s)
	Diagnóstico do município	Caracterização física e socioeconômica Características do traçado urbano e desenho urbano Características e problemas
		Levantamento cadastral da arborização existente Cadastro de áreas verdes do município Índices de áreas verdes Cobertura arbórea urbana
	Planejamento da arborização urbana	Critérios de escolha das espécies Critérios de escolha dos locais Indicação dos locais espaçamento/distância
	Implantação da arborização urbana	Características das mudas Produção e/ou aquisição de mudas Procedimentos de plantio e manutenção Campanhas de participação/conscientização
	Gestão da arborização urbana	Órgão ou órgãos gestores Legislação incidente; Recursos humanos e financeiros; Educação ambiental e comunicação
	Manutenção da arborização urbana	Poda Remoção e substituição Outras práticas
	Monitoramento da arborização urbana	Programas, projetos e ações realizados e a realizar Coleta de dados para monitoramento e inventários
	Considerações finais	

Fonte: Autores.

2 Projeto de Lei - PL 4309/2021 em tramitação.

O histórico relata a formação da cidade e sua origem, importante para a valorização da identidade e cidadania, especialmente nas cidades históricas, algumas tombadas como Patrimônio Cultural da Humanidade.

É fundamental um bom diagnóstico, que envolva caracterização, levantamentos, mapeamento, e, quando possível, a elaboração de índices de áreas verdes/habitante e os de cobertura arbórea urbana. A caracterização do município inclui os aspectos físicos da região, corpos hídricos, bioma e ecossistemas até a caracterização socioeconômica da população. Conhecer as características do traçado e desenho urbano, as áreas verdes existentes, auxiliará a determinação dos locais a serem arborizados, a identificação de possíveis novas áreas verdes, corredores verdes ou corredores ecológicos urbanos. Especialmente em assentamentos informais, em que pode ser difícil a arborização, ela pode ser feita em áreas contíguas, constituindo-se incremento para a floresta urbana.

O diagnóstico da arborização existente, a composição e inventário florístico, apontará os principais problemas da arborização e de cada espécie e fornecerá subsídios para novos plantios e, se for o caso, adequação das práticas de manejo. No que tange aos critérios de seleção das espécies, as variáveis incluem: arquitetura e porte das árvores, o tipo de raiz, bem como o uso de espécies frutíferas úteis e/ou alimento para a avifauna. Importante e recomendado é a utilização de espécies nativas, em virtude da valorização da paisagem e da adaptação ao bioma local. E também evitar o plantio de espécies inconvenientes (tóxicas, com espinhos, etc.)

Para a etapa de implantação, a produção de mudas, se feita pelas prefeituras, deve obedecer critérios técnicos. A aquisição delas pode ser feita em parceria com a sociedade civil e o poder público municipal, por meio de doações ou compensação ambiental. Deve ser estimulada a cooperação com as Rede de Sementes, citadas anteriormente. O plantio monitorado também pode valer-se da mão de obra local, por meio de mutirões de comunidades, escolas e grupos organizados. Esse momento é importante para a implementação de campanhas de educação ambiental e fomento ao envolvimento social. É essencial o estímulo à elaboração de políticas públicas de educação ambiental, com ênfase nos benefícios da arborização para a saúde pública e na preservação do valor da biodiversidade.

A gestão inclui as atividades necessárias e a interação entre órgãos e atores envolvidos na manutenção e monitoramento. A participação e colaboração de diversas Secretarias e Departamentos municipais, e não somente as Agências Ambientais, como por exemplo os órgãos de saúde pública, educação e cultura, pode ser fundamental para o sucesso do Plano de Arborização (Tabela 7).

A manutenção da área verde requer tratamento fitossanitário quando necessário. É obrigatória a autorização para cortes, supressões e podas, e o corte raso ou intervenções que descaracterizem as árvores são estritamente vedados.

O monitoramento deve incluir áreas de vegetação remanescentes, áreas protegidas, áreas arborizadas – a floresta urbana existente. O monitoramento é uma ferramenta importante para tomada de decisões e desenvolvimento de políticas públicas, para o avanço da legislação, gestão e manejo estabelecidos.

21.6.2. Áreas verdes, índices de arborização e cobertura vegetal

Apresentamos a seguir a correlação entre diferentes tipos de áreas verdes urbanas, protegidas ou não, públicas ou privadas, com aplicação da legislação e dos instrumentos de gestão. Para avanço desse aspecto é necessário a elaboração de mapeamentos e cadastros, o que possibilitará a construção e revisão ou atualização de índices de áreas verdes, arborização e cobertura vegetal. O diagnóstico de cobertura vegetal urbana pode ser elaborado por meio de sistema de informação geográfica (SIG), método quantitativo ou de metodologia de aerofotogrametria, que é um

processo de levantamento dos dados qualiquantitativos das árvores, grupos de árvores e maciços remanescentes localizados no município. Existem disponíveis para uso público e privado softwares livres para geoprocessamento, como o QGIS.

Não conhecemos índices fixos de áreas verdes, mas a Nova Agenda Urbana – NAU [41] sugere um mínimo de 9 m² de espaço verde *per capita* e acesso a pé de todos os moradores até o espaço verde, a uma distância de 15 minutos. O Programa "Cidades + Verdes" [42] informa sobre as áreas verdes brasileiras:

> No Brasil, existem poucas informações consolidadas a respeito da cobertura vegetal nas áreas urbanas. Os levantamentos já realizados são dispersos e, em geral, não levam em consideração uma metodologia padronizada, tampouco a condição ambiental e a distribuição espacial das áreas verdes mapeadas em uma escala adequada ao planejamento urbano. Nesse sentido, é necessário conceituar as tipologias de áreas verdes inseridas na malha urbana e também definir as diretrizes e indicadores que orientem suas avaliações, monitoramento e gestão.

Como evidenciado aqui e no capítulo anterior, com exceção de algumas cidades ou capitais que há décadas coletam e sistematizam dados, a maioria das cidades do Centro-Oeste precisam construir estes dados. Para isso se faz necessário estabelecer uma nomenclatura de áreas verdes adequada a cada município e compatível com a legislação vigente.

Na tabela 7 apresentamos categorias que compõem o sistema de áreas verdes públicas ou privadas e a floresta urbana: Etep's (App's, UC's de proteção integral ou uso sustentável, fragmentos de vegetação remanescentes oriundos de reserva legal, áreas verdes (praças, parques urbanos), espaços livres públicos (calçadas, praças, verde de acompanhamento viário, como canteiros centrais e rotatórias).

Tabela 21.7 – Arborização x tipos de áreas verdes, domínio, definição, normativas e gestão.

Tipo	Domínio	Definição	Normativa	Gestão
Arborização em passeio público ou calçadas	Público	Arborização em calçadas e canteiros de vias públicas	Municipal; Planos de Arborização	Município e concessionárias de infraestrutura urbana
Espaços livres públicos e áreas verdes (parques urbanos, parques lineares, praças.	Público	Locais de recreação e uso público com cobertura vegetal	Municipal;	Município
Arborização interna em lotes e glebas	Privado	Cobertura vegetal ou indivíduos arbóreos em lotes e/ou glebas de particulares.	Municipal;	Privada, passível de autorização para supressão e podas.

(continua)

(continuação)

Tipo	Domínio	Definição	Normativa	Gestão
Área Verde proveniente de Servidão Ambiental Reserva Legal	Público e Privado	Reserva Legal gravada como Área Verde Urbana	Lei Federal nº 12.651/2012. Lei n° 961/2019.	Pública ou Privada.
Ápp's e outros Etep's.	Público	Áreas protegidas, cobertas ou não, por vegetação nativa, ao longo dos cursos d'água, nos termos do artigo 4°, da Lei Federal nº 12.651/2012.	Lei Federal n°12.651/2012. Lei n°. 13.731/ 2018.	Intervenção mediante autorização do órgão ambiental competente.
UC de proteção integral	Público	UC de proteção integral	Lei Federal n° 9.985/2000 - SNUC. Lei Distrital n° 802/2011 - SDUC.	Intervenções mediante o Plano de Manejo da UC.
UC de uso sustentável	Público e	UC de uso sustentável	Lei Federal n° 9.985/2000 - SNUC. Lei Distrital n° 802/2011 - SDUC.	Intervenções mediante o Plano de Manejo da UC.
	Privado	UC de uso sustentável (RPPN)		

Fonte: Autores.

O estabelecimento de Observatórios Urbanos é também um instrumento que permite construir dados municipais como índices de arborização urbana, índices de áreas verdes/habitante (IAV), o que também requer geoprocessamento, para avanços e constituição de banco de dados.

21.7. Arborização e instrumentos de incentivo e financiamento

A decisão de elaborar e implementar políticas públicas ambientais como o PDAU é um ponto de inflexão em favor da sociedade e da cidade, ao se estabelecer relação entre os benefícios da arborização e áreas verdes aos objetivos de saúde pública. Sabemos que é necessário financiamento e previsão no orçamento anual, mas a obtenção de recursos pode se valer da expertise técnica e da utilização dos instrumentos de subsídio existentes na legislação.

Entre os instrumentos existentes, fontes de recursos e financiamento, alguns a partir de legislações com abordagem inovadora: o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) verde e o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços Ecológicos (ICMS) ecológico. Outros instrumentos integrados à conservação e/ou instrumentos de compensação ambiental: Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), e a Compensação Ambiental e Florestal. Citamos também os Termos de Ajustamento de Conduta (TAC), na medida em que o infrator deve reparar o dano.

O IPTU verde trata essencialmente da autorização de alíquotas diferenciadas ou redução de impostos dos imóveis que possuam árvores plantadas na calçada, área permeável e vegetação no terreno, por exemplo. Possuem legislação específica sobre o IPTU verde, mas nem sempre implementados, alguns municípios do Centro Oeste – Goiás: Goiânia [43], Anápolis, Jataí, Jussara; em MS: Campo Grande, Bonito, Ponta Porã, Três Lagoas; em MT: Cuiabá, Sorriso.

O ICMS é um tributo estadual, cujos municípios têm direito a 25% do valor total arrecadado. O ICMS Ecológico é uma ferramenta de incentivo à adoção de práticas ambientalmente adequadas pelos estados e municípios e corresponde a ~0,5% da parcela da arrecadação total do ICMS estadual. Cada estado pode definir a forma de distribuição do ICMS a que os municípios têm direito. Em 2015 todos os estados do Centro-Oeste possuíam ICMS ecológico instituído e, quando implementado, representam "solução que pode contribuir com a melhoria das condições de gestão, por estabelecer critérios na distribuição que incentivem boas práticas ambientais" [44].

O PSA é um instrumento da legislação nacional [45], forma de compensação pelo ônus financeiro da conservação ou da recuperação de ecossistemas, e exige indicadores para se atingir os objetivos almejados. O PSA permite o fomento da economia verde promovendo a ocupação sustentável do território, e a provisão dos serviços ecossistêmicos que afetam diretamente as pessoas e inúmeras espécies [46]. Atualmente se estruturam mercados de quatro serviços ambientais, comercializados com maior intensidade: carbono, água, biodiversidade e beleza cênica [44]. E ainda, o instrumento de Compensação Ambiental e Florestal pelo licenciamento ambiental. A compensação florestal é aplicável nos casos de supressão de vegetação, vinculada ou não a procedimentos de licenciamento ambiental. No Distrito Federal, foi aplicada inicialmente por meio do Decreto nº 14.783/1993, com as seguintes disposições:

> Art. 8° – Nos casos de impossibilidade técnica de transplantio, adotar-se-ão medidas de compensação de cada espécimen suprimido. § 2° – A erradicação de um espécimen nativo acarretará o plantio de 30 (trinta) mudas de espécies nativas; § 3° – A erradicação de um espécimen exótico acarretará o plantio de 10 (dez) mudas de espécies nativas.

A crítica a este dispositivo da compensação florestal foi direcionada ao replantio que ocorria em outros locais e não nas áreas urbanas onde ocorrera a supressão, embora destinada ao meio ambiente. A compensação foi aplicada até a promulgação do Decreto nº 39.469/2018, o qual trouxe modalidades de compensação, além da simples reposição, dispostas na secção IV, Artigo 20:

> "III – recuperação de áreas degradadas declaradas pelo Poder Público como áreas prioritárias para recuperação e conservação, localizadas em áreas urbanas ou rurais, sem identificação de infrator ou responsável pela degradação; IV – preservação voluntária de remanescentes de vegetação nativa em imóvel rural, desde que protegida por meio de Servidão Ambiental, Reserva Legal Adicional ou Reserva Particular do Patrimônio Natural; V – conversão em recursos financeiros de até 100% da obrigação devida ... [...]; VI – execução de serviços ambientais em Unidade de Conservação; VII - Dação em pagamento de área para fins de criação ou ampliação de UC."

Apesar da complexidade do dispositivo, os esforços de restauração de ecossistemas em vez de reposição de árvores é um avanço, apoiado por instituições como a Embrapa e UnB.

21.8. Conceitos inovadores e perspectivas

Mudanças de paradigma introduziram conceitos como a economia verde, Soluções baseadas na Natureza (SbN), infraestrutura verde, soluções de adaptação baseadas em ecossistemas – AbE, do inglês *Ecosystem-based adaptation* – *EbA*, possibilitando ações que integram interações ecológicas e não apenas recursos naturais a serem explorados economicamente.

Desde a década de 1980, observa-se a transformação de obras da engenharia tradicional como grandes eixos viários, rios canalizados – infraestruturas construídas (cinzas) que foram integradas aos sistemas naturais passando a fazer parte das políticas públicas de muitos países. Foram colocadas em prática a renaturalização destas infraestruturas cinzas, trazendo a natureza para o cotidiano urbano, resgatando o funcionamento dos sistemas naturais e tornando paisagens urbanas mais bonitas e sustentáveis.

Uma estratégia mais recente adotada é o planejamento multiescalar da infraestrutura da paisagem, abrangendo os chamados sistemas verde e azul numa rede que promove os processos naturais, integrando-os às infraestruturas construídas do território [47].

21.8.1. Adaptações baseadas em ecossistemas e arborização urbana

As adaptações baseadas em ecossistemas (AbE) baseiam-se na utilização da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos como estratégia geral de adaptação das ocupações humanas aos efeitos adversos das mudanças climáticas, com foco na promoção do bem-estar, sobretudo das populações mais vulneráveis.

Caracterizam-se por estratégias que aproveitam a potência da natureza e seus benefícios, no provimento de alternativas flexíveis, sustentáveis, com boas relações de custo-benefício e atendendo demandas socioecológicas, nas diversas escalas do território. Nessas abordagens, o ecossistema é menos um elemento da paisagem a ser isolado e protegido e mais o protagonista em estratégias de adaptação, integradas às políticas de governança do enfrentamento dos impactos decorrentes da inadequação de formas de uso e ocupação do solo perante as mudanças do clima [48].

A arborização, nessa perspectiva, tem protagonismo na adaptação dos territórios como elemento potencial de conexão, fluxo, geração de biodiversidade e serviços ecossistêmicos, apta a ser aplicada em abordagens multiescalares [49]. Da arborização urbana de uma rua, por exemplo, à recuperação de áreas degradadas, o planejamento e projeto de corredores ecológicos e manchas em escala regional, quanto à configuração da floresta urbana ou mesmo do estrato arbóreo local [50].

As aplicações mais comuns de AbEs baseiam-se na conservação e restauração de áreas naturais, nas intervenções na paisagem mais intensivas, em infraestrutura verde e azul, que são complementares ou alternativas à infraestrutura cinza. Embora práticas de AbE tenham sido introduzidas somente na última década no contexto brasileiro [48], são estratégicas e foram adotadas no Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima [51], o que reforça sua validade. As AbE também se valem de soluções baseadas na natureza (SbN), em inglês nature-based solutions (NbS), com o intuito de promover soluções multiescalares resilientes, baseadas nos processos naturais para contribuir para o desenho das infraestruturas híbridas da paisagem.

Uma inovação decorrente das AbE seria o desenvolvimento de estratégias de leitura e diagnóstico compreensivo da paisagem: hidrografia (medidas de adaptação para o gerenciamento da água); vegetação (medidas de adaptação considerando as fitofisionomias dos biomas) e uso do solo (medidas de adaptação agrícolas e urbanas) [48], como apresentado na Tabela 8.

Tabela 21.8 – Estratégias de leitura e diagnóstico da paisagem baseadas em AbE.

Camadas	Objetivos	Elementos propostos
Hidrografia: medidas de adaptação para o gerenciamento da água, a partir da infraestrutura verde e azul.	Conceber AbE relacionadas ao manejo da água, configurando um amplo espectro de ações.	Gerenciamento de bacias, lagoas, canais, bacias de detenção /de infiltração, superfícies permeáveis, lagoas de retenção/ de captura de sedimentos e armazenamento temporário de água de enchentes); recuperação de rios; restauração e manejo de várzeas, dentre outros [48].
Vegetação: medidas de manejo da vegetação e dos ecossistemas. A camada da paisagem mais imbricada com a camada hidrográfica é a vegetação que promove também estabilização e fertilidade dos solos [48].	Promover adaptações de manejo baseadas em ecossistemas: relacionada à restauração ecológica de estratos do bioma e/ou ao manejo da vegetação [48].	Planos, projetos e ações de restauração ecológica, recuperação de florestas ripárias (matas ciliares e de galeria), corredores ecológicos, soluções em bioengenharia, descontaminação de áreas por meio de biorremediação [48,52].
Uso do solo: compreende as modificações antrópicas na paisagem, usos urbanos e rurais, com medidas de adaptação agrícola e urbana.	Criar estratégias de contenção de avanço das fronteiras agrícolas até o limite das áreas urbanas, repensar a relação urbana e rural [53]; no contexto da arborização pode trazer soluções importantes para promoção do bem-estar humano [46].	
Medidas de adaptação agrícolas: serviços ecossistêmicos de provisão em áreas rurais, medidas de redução de riscos das mudanças climáticas (inundações, secas).	Fomentar a segurança alimentar, interligação urbano - rural corredores ecológicos, cinturões verdes a serem consideradas no manejo da arborização.	Duas categorias principais: habitats agrícolas e manejo agrícola (rotação de culturas, agricultura com baixo preparo do solo, plantio direto, redução da densidade pecuária) [48].
Medidas de adaptação urbana: práticas multiescalares na cidade relacionadas à resiliência.	Promover medidas nas quais a vegetação e, sobretudo, a arborização urbana para melhoria do bem-estar humano e biodiversidade nas cidades.	Planos, programas, projetos e ações em arranjos envolvendo diferentes SbN (Ecofys, 2017).

Fonte: Autores.

A leitura e o diagnóstico possibilitam a compreensão de camadas dos processos ecológicos da estrutura biofísica (solo, vegetação e água), usos (rural e urbano) nos ecossistemas para estratégias e medidas de sustentação dos serviços ecossistêmicos.

Essas novas formas de abordagem da infraestrutura da paisagem territorial e municipal podem contribuir para o enfrentamento dos desafios urbano-rurais atuais que se apresentam no manejo de um bioma como o Cerrado. Entre os desafios, ressaltamos a identificação de áreas contaminadas e sua descontaminação por meio de biorremediação, a preservação e criação de Etep's, gestão da água e planejamento e projeto futuro de possíveis regiões de desenvolvimento urbano sustentável [54].

Soluções integradas de arborização a partir do contexto municipal e regional demandam estudos e aprofundamentos sobre as fitofisionomias dos biomas da região no desempenho de serviços ecossistêmicos. Esses estudos e aprofundamentos ainda não estão incorporados ao planejamento e projeto territorial, mesmo sendo centrais para a mitigação e a adaptação perante os problemas socioambientais contemporâneos. No caso do Cerrado, sem o planejamento do uso e das coberturas vegetais, incluídas as medidas de adaptação agrícola, podemos chegar a uma crise hídrica sem precedentes. A redução total de estratos de vegetação nativa, sobretudo savânicas e campestres, impactam severamente a recarga e a profundidade dos aquíferos.

A garantia da qualidade e disponibilidade de serviços ecossistêmicos para as futuras gerações, integradas na concepção da arborização urbana, demanda políticas de governança municipal e territorial que efetivamente incorporem AbE à leitura, ao planejamento da paisagem, à implementação e o seu monitoramento. Essa abordagem deve também possibilitar que a sociedade protagonize soluções de arborização regional (cerratense, pantaneira, amazônica, chaquenha e Mata Atlântica) com a percepção e valorização dos serviços ecossistêmicos e do bem-estar humano providos pela infraestrutura da paisagem, protegida ou manejada.

21.8.2. A arborização no planejamento da infraestrutura da paisagem do Centro-Oeste

A infraestrutura da paisagem é caracterizada por interfaces entre os sistemas biofísicos (infraestrutura verde configurada pelo relevo, clima, vegetação, água, fauna e flora) e os sistemas tecnológicos construídos (redes de infraestrutura urbana – drenagem, energia, esgotamento sanitário entre outros) [50,53,55].

Tabela 21.9 – O planejamento com a infraestrutura da paisagem multiescalar

	Infraestruturas híbridas da paisagem		
	Sistema biofísico – verde	**Sistema construído –Cinza**	**Planos / instrumentos**
Regional	Áreas de conservação provedoras de SE (*hotspots*) com funções infraestruturais decorrentes do bioma (florestas, pantanais, áreas de recarga de mananciais, rios, aquíferos, matas ciliares, matas ripárias, campos de murundus, campos úmidos)	Ocupações urbanas ou rurais, equipamentos de suporte às cidades, regiões (aeroportos, aterros sanitários, rodovias, pontes)	PDAU; PD; Zee; Instrumentos de fomentos; planos de manejos de bacias hidrográficas, RL, SA; App's; SNUC Lei de criação de unidades de conservação e proteção integral.

Infraestruturas híbridas da paisagem			
	Sistema biofísico – verde	**Sistema construído –Cinza**	**Planos / instrumentos**
Urbana	Floresta Urbana, compreendendo toda a vegetação arbórea e a ela associada, (parques, arborização urbana, manchas florestais remanescentes, áreas de reflorestamento)	Padrão de parcelamento do solo (Sistema viário, quarteirões, praças)	PDAU; PD; PSA; ICMS Ecológico; IPTU Ecológico; Leis de criação de áreas verdes públicas (PU, PL, praças, etc.), App urbanas, Luos (arborização interna em lotes e glebas); Instrumentos de captação de recursos.
Local	Arborização, associadas ou não a soluções baseadas na natureza (praças, ao longo de vias, bulevares, áreas abandonadas ou no interior dos lotes).	Redes de infraestrutura urbanas (drenagem, abastecimento de água, esgoto e energia elétrica).	PDAU; ICMS ecológico; IPTU ecológico; projetos de urbanização e paisagísticos, agricultura urbana, normas técnicas de acessibilidade e projetos (Nbr 9050).

Fonte: Autores.

Nesta abordagem a arborização tem papel fundamental no provimento dos serviços ecossistêmicos (SE), que variam de acordo com as fitofisionomias e as especificidades dos sítios [53,55]. A arborização deve preservar e restaurar os estratos remanescentes dos ecossistemas originais (*e.g.* cerrado nativo), e promover intervenções resilientes na paisagem, compostas por soluções de AbE.

Dessa forma, a arborização é um tópico essencial no desenho de políticas públicas (por exemplo, planos de arborização, planos diretores, planos de adaptação e mitigação de mudanças climáticas), elemento integrador no ordenamento territorial e municipal, presente nas diversas escalas de planejamento, conforme apresentado na Tabela 9.

As propostas em escala regional no Centro-Oeste precisam abordar as áreas de grande desempenho ecossistêmico, também conhecidas como *hotspots* de multifuncionalidades ou serviços ecossistêmicos, e as ocupações territoriais urbanas ou rurais, onde esses *hotspots* poderiam ser referência para o manejo da arborização urbana.

Para bom desempenho dos serviços ecossistêmicos em todas as escalas e em consonância com as infraestruturas regionais existentes, é crucial conservar e manejar os sistemas biofísicos de grande porte. Isso é especialmente crítico nas regiões de '*hotspots*, onde ocorrem significativa parte e risco de perda da biodiversidade". O reconhecimento e a promoção dos núcleos provedores de serviços ecossistêmicos (*hubs*) garantem conexão entre as espécies e o meio, potencializando sua relação com corredores (*links*), e áreas verdes mais isoladas (*sites*), que podem funcionar como trampolins ecológicos (*sttepin'stones)* [56-58].

A articulação dessas estruturas na paisagem pode ser operacionalizada por meio de soluções que incorporem as AbEs na paisagem, fundamentais para se pensar o ordenamento do território, e que responda às urgências contemporâneas (pandemias, crise hídrica, mudanças climáticas, segurança alimentar, dentre outras).

21.9. Considerações finais

Embora os três entes federativos sejam responsáveis pela questão ambiental, reafirma-se a necessidade dos estados e municípios, corresponsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, promoverem políticas públicas de apoio ao aprimoramento técnico. Isso inclui investir na formação de mão de obra técnica para aprimorar a gestão ambiental, em vez de presumir que esses recursos já existem, o que, por sua vez, contribui para a melhoria do cenário regional.

O incremento da arborização no Centro-Oeste implica no fomento de toda a cadeia produtiva envolvida e seu potencial de gerar valor econômico, como a coleta de sementes de espécies nativas, a produção de mudas, os métodos de plantio, recuperação, restauração e conservação e a educação profissional dos atores envolvidos. Isso possibilitaria a produção de árvores nativas para arborização urbana, esforços que precisam ser difundidos e ampliados. A flora dos biomas da região ainda é pouco representada na arborização urbana, embora somente o Cerrado possua mais de 12.000 espécies.

Consideramos fundamental o incremento de políticas públicas pró-paisagens regionais com seus valores singulares: cerratense, pantaneira, amazônica, chaquense, em prol da conservação da biodiversidade, da identidade regional e da prestação de serviços ecossistêmicos. Sendo uma das regiões com maiores índices de desmatamento e aumento da produção agrícola, as ações e esforços de conservação da biodiversidade *in loco* com criação de Etep's e UC's são também fundamentais.

Em face de carências históricas, o planejamento e a arborização precisam ser inclusivos e torna-se necessário enfrentar os desafios representados pelas mudanças climáticas, que na região Centro-Oeste têm ameaçado a integridade dos ecossistemas. As cidades necessitam desenvolver estratégias de planejamento da paisagem, a fim de garantir o atendimento às necessidades urbanas de forma multifuncional, a um tempo garantindo a continuidade do funcionamento da natureza e a dos sistemas urbanos. Neste aspecto, a arborização pode assumir um papel de protagonismo, pela sua capacidade de adaptação, dinamismo, inclusão e resiliência.

21.10. Referências

[1] Sobreira FJA, Ganem RS, Araújo SMVJ, organizadores. Qualidade e sustentabilidade do ambiente construído: legislação, gestão pública e projetos [recurso eletrônico]. Brasília: Edições Câmara; 2014.

[2] Lamas JMRG. Morfologia urbana e desenho da cidade. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 2017.

[3] Segawa HM. Ao amor do público: jardins no Brasil. São Paulo: Nobel; FAPESP; 1996.

[4] Moura NM. Sertões de mar a mar: Goyazes em suas filigranas (c.1726–1830) [tese]. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo; 2018.

[5] Sanjad NR. Nos jardins de São José: uma história do Jardim Botânico do Grão-Pará (1796–1873) [dissertação]. Campinas: Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas; 2001.

[6] Saint-Hilaire A; Brandão MGL, Fagg CW, organizadores. Auguste de Saint-Hilaire: história das plantas mais notáveis do Brasil e do Paraguai. Belo Horizonte: Fino Traço; 2011. v.1.

[7] Dias TC, Moraes CC. Dos aldeamentos ao horto botânico: a apropriação de plantas de uso indígena na capitania de Guayases (1772–1806). Hist Ciênc Saúde Manguinhos. 2021;28(1):15-37.

[8] Silva EM, Vieira Júnior W, organizadores. Goyaz: guia de cartografia histórica. Brasília: Arquivo Público do Distrito Federal; 2018.
[9] Arrais TA. A produção do território goiano: economia, urbanização, metropolização. Goiânia: Editora UFG; 2016.
[10] Ministério da Integração Nacional (Brasil). Plano Estratégico de Desenvolvimento do Centro-Oeste (2007–2020). Brasília; 2007.
[11] Galvão JAC. Notas sobre a colonização em Mato Grosso de 1940 a 1980. In: Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo; 2013 jun; Barcelona-Buenos Aires. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya; 2013. p. 58-64.
[12] Mathieu MA, Mello NA. Gestão ambiental urbana: diferente em cidades planejadas? O caso de três cidades brasileiras. Confins. 2008;(4).
[13] Diniz A. Goiânia de Attilio Corrêa Lima (1932–1935): ideal estético e realidade política [dissertação]. Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília; 2007.
[14] Prefeitura Municipal de Goiânia. Agência Municipal do Meio Ambiente. Plano Municipal de Arborização Urbana de Goiânia. Goiânia; 2005.
[15] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa de orçamentos familiares 2008–2009: despesas, rendimentos e condições de vida. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.
[16] Azevedo D, Pessoa FT, Mascarenhas FAS, Morais WS. Como (não) garantir o direito à cidade: políticas públicas e vazios urbanos em Cuiabá (MT). In: Encontro Nacional da ANPUR; 2019; Natal. Natal: EDUFRN; 2019.
[17] Cuiabá (Município). Lei Complementar nº 150, de 29 de janeiro de 2007. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá.
[18] Cuiabá (Município). Lei Complementar nº 231, de 26 de maio de 2011; Lei Complementar nº 389, de 03 de novembro de 2015.
[19] Weingartner GS. Os espaços livres públicos de recreação e conservação em Campo Grande (MS) [tese]. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo; 2008.
[20] Torres LA, Almeida LC, Arruda AM. Indicador de densidade, verticalidade e sustentabilidade (IDVS) para condomínios: estudo de caso em Campo Grande (MS). In: Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo; 2018 jun; Barcelona–Córdoba.
[21] Campo Grande (Município). Lei nº 3.201, de 31 de outubro de 1995. Dispõe sobre a arborização no município de Campo Grande.
[22] Campo Grande (Município). Lei Complementar nº 184, de 23 de setembro de 2011. Dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização Urbana do Município de Campo Grande.
[23] Aoki C, Souza AS, Pott A, Alves FM, Guaraldo E. Arborização urbana em Mato Grosso do Sul: síntese do conhecimento. Rev Gest Ambient Sustentabilidade. 2023;12(1):e23442.
[24] Costa L. Brasília: cidade que inventei. Relatório do Plano Piloto de Brasília. Brasília: IPHAN; 2013. 140 p.
[25] Barcellos VQ. Os parques como espaços livres públicos de lazer: o caso de Brasília [tese]. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo; 1999.
[26] Lima RMC, Silva Júnior MC. Inventário da arborização urbana implantada na década de 1960 no Plano Piloto (Brasília, DF). Rev SBAU. 2010;5(4):110-27.
[27] Lima RMC. Avaliação da arborização urbana do Plano Piloto [dissertação]. Brasília: Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília; 2009.

[28] Distrito Federal (Brasil). Decreto nº 14.783, de 17 de junho de 1993. Dispõe sobre o tombamento de espécies arbóreas-arbustivas. Atualizado pelo Decreto nº 39.469/2018.
[29] Observatório Territorial de Brasília. Cobertura arbórea-arbustiva urbana. Brasília. [acesso 5 fev. 2025]. Disponível em: http://www.observatorioterritorial.seduh.df.gov.br/cobertura-arborea-arbustiva-urbana/
[30] Distrito Federal (Brasil). Decreto nº 39.469, de 22 de novembro de 2018. Dispõe sobre a autorização de supressão de vegetação nativa e manejo da arborização urbana no Distrito Federal.
[31] Distrito Federal (Brasil). Lei nº 6.269, de 29 de janeiro de 2019. Institui o Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal (ZEE-DF).
[32] Distrito Federal (Brasil). Lei Complementar nº 827, de 22 de julho de 2010. Institui o Sistema Distrital de Unidades de Conservação.
[33] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio I). Brasília; 1994.
[34] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade – 2ª atualização. Brasília; 2023.
[35] Brasil. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade.
[36] Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal.
[37] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estatísticas do Século XX. Rio de Janeiro: IBGE; 2007.
[38] Banco Mundial. Indicadores urbanos. [acesso 8 fev. 2025]. Disponível em: https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS
[39] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Divisão regional do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2017.
[40] Campo Grande (Município). Roteiro para elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana. Campo Grande; 2020.
[41] Programas ONU-Habitat III. Documentos Temáticos da Nova Agenda Urbana: Espaço Público. Quito; 2016.
[42] França ALF, Silva APRA, coordenadores. Programa Cidades+Verdes [livro eletrônico]. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2021.
[43] Goiânia (Município). Decreto nº 461, de 12 de fevereiro de 2020. Institui o Programa IPTU Verde.
[44] Brito RO, Marques CF. Pagamento por serviços ambientais: análise do ICMS ecológico nos estados brasileiros. Planej Políticas Públicas. [acesso 10 fev. 2025]. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/727
[45] Brasil. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.
[46] Millennium Ecosystem Assessment (MEA). Avaliação Ecossistêmica do Milênio. [acesso 5 fev. 2025]. Disponível em: https://www.millenniumassessment.org
[47] Bonatto DAM. Infraestrutura verde: contribuição para o planejamento urbano e regional. In: Martins BC, organizador. Melhores práticas em planejamento urbano e regional. Ponta Grossa: Atena Editora; 2019.
[48] Ecofys. Assessing adaptation knowledge in Europe: ecosystem-based adaptation. Brussels: European Commission; 2017.

[49] Firehock KE, Walker RA. Green infrastructure: map and plan the natural world with GIS. Redlands (CA): ESRI Press; 2019.
[50] Pellegrino PRM, Moura NB, organizadores. Estratégias para uma infraestrutura verde. Barueri: Manole; 2017. p. 63-78.
[51] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Relatório Síntese 2023. Genebra; 2023.
[52] Kimura A, Baptista M, Scotti M. Soil humic acid and aggregation as restoration indicators of a seasonally flooded riparian forest under buffer zone system. Ecol Eng. 2017;98:146-56.
[53] Bélanger P. Landscape as infrastructure. New York: Routledge; 2017.
[54] Steiner FR, McHarg IL. Design with nature now. Cambridge (MA): Lincoln Institute of Land Policy; 2019.
[55] Waldheim C. Landscape as urbanism: a general theory. Princeton: Princeton University Press; 2016.
[56] Benedict MA, McMahon ET. Green infrastructure: linking landscapes and communities. Washington (DC): Island Press; 2006.
[57] Bonzi RS. Paisagem como infraestrutura. In: Pellegrino PRM, Moura NB, organizadores. Estratégias para uma infraestrutura verde. Barueri: Manole; 2017. p. 1-24.
[58] Sant'Anna CG. Infraestrutura verde e sua contribuição para o desenho da paisagem da cidade [tese]. Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília; 2020.

Capítulo 22

POLÍTICAS PÚBLICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS PARA A ARBORIZAÇÃO URBANA NO DISTRITO FEDERAL

Por Márcia da Costa Rodrigues de Camargo

22.1. Destaques deste capítulo

1. Brasília consolidou-se como cidade-parque, integrando Unidades de Conservação, parques e arborização viária em um sistema verde que mitiga ilhas de calor, melhora o clima urbano e contribui para o sequestro de carbono;
2. A urbanização acelerada e desigual do Distrito Federal pressiona o Cerrado, fragmenta habitats, reduz a conectividade ecológica e intensifica as emissões de gases de efeito estufa;
3. A Pegada de Carbono no DF demonstra que o sistema verde compensa parte das emissões, mas a arborização ainda é insuficiente nas regiões mais densas, afetando o conforto ambiental e a equidade social;
4. Apesar da vasta área verde, há grande desigualdade no acesso aos parques urbanos, especialmente nas cidades-satélites, onde a população vulnerável tem menor oferta de lazer, biodiversidade e infraestrutura ecológica de qualidade.

22.2. Introdução

Brasília, como capital planejada e implantada no bioma Cerrado, é a maior área urbana tombada como Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO, reunindo em seu desenho urbano características únicas que a tornaram uma cidade icônica. Os espaços verdes que existem na estrutura urbana tiveram um papel fundamental na construção da qualidade ambiental das paisagens verdes da cidade-parque, que em sua forma urbana integra amplos espaços livres, áreas gramadas, parques e Unidades de Conservação que compõem o chamado sistema verde do Distrito Federal. O sistema verde do DF contribui para mitigar os efeitos dos gases do efeito estufa (GEE) por meio da arborização urbana, melhora o clima urbano e a qualidade de vida da população. A Pegada de Carbono do Distrito Federal, calculada para o ano de 2012, evidencia que, apesar da pressão urbana, a cobertura vegetal existente possui potencial significativo para promover a sustentabilidade ambiental do território.

Ao longo dos séculos XIX e XX o modelo de urbanização industrial intensificou o consumo de recursos naturais, em que as cidades perderam e/ou tiveram suas áreas verdes e paisagens naturais fragmentadas. No contexto contemporâneo, em que mais de 60% da população mundial vive em áreas urbanas e projeções indicam a expansão contínua das megacidades, a sustentabilidade ambiental das cidades e do campo mostra-se profundamente interligada. As paisagens naturais urbanas e rurais desempenham papel estratégico na conservação da biodiversidade, na proteção dos recursos hídricos e na manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais, como regulação climática, sequestro de carbono, infiltração de água no solo e oferta de espaços de lazer e convivência. Em Brasília, esse papel é desempenhado pelo **sistema verde**, composto por Unidades de Conservação, parques urbanos, praças, canteiros arborizados e demais áreas verdes distribuídas – ainda que de forma desigual – pelas diferentes Regiões Administrativas.

Este ideal de cidade em harmonia com a natureza retoma com força a partir da década de 1970, em que o debate sobre qualidade de vida e sustentabilidade ambiental urbana acontece, devido à constatação de que a degradação ambiental acontecia de forma desenfreada e sem limites nas cidades, perpetuando até os dias de hoje. As paisagens naturais se transformaram para se adequar às necessidades das cidades modernas, onde as diretrizes urbanísticas mudaram radicalmente a partir do século XX, tendo que evoluir devido à necessidade de se resolver problemas ambientais substanciais, como o aumento das emissões dos gases do efeito estufa (GEE), congestionamentos, enchentes, desmoronamentos, degradação das áreas verdes públicas, violência urbana, habitações em lugares de risco, poluição atmosférica, dos mares e dos rios [1].

Os problemas ambientais não são exclusivos das cidades, mas as cidades que avançaram os seus espaços geográficos para o campo invadiram o frágil equilíbrio entre a natureza limítrofe e a área urbana. As metrópoles tiveram maior dificuldade de monitorar os problemas ambientais e precisam agora rever a forma de administrar seus territórios. A sustentabilidade ambiental das cidades e a do campo estão interligadas e necessitam ser estudadas de forma holística e responsável, uma não pode negligenciar a outra [2].

Diante desse cenário, este capítulo discute o papel do sistema verde de Brasília e do Distrito Federal como indicador de sustentabilidade ambiental urbana e como base para a formulação de políticas públicas de arborização.

22.3. Contexto global da sustentabilidade urbana e sua relação com o DF

O modelo capitalista alavancou o desenvolvimento econômico e incentivou ao máximo o uso dos recursos naturais. Contudo, fez também crescer o tamanho das cidades por meio da exploração do solo, da especulação imobiliária, destruiu paisagens rurais e urbanas, aumentou consideravelmente os impactos ambientais negativos. As preocupações com o valor do meio ambiente e de seus recursos naturais e paisagísticos nasceram do movimento de retorno à natureza, que se iniciou a partir da década de 1970. Culminou em um movimento social mais conhecido hoje como o ambientalismo ou movimento ecológico [3].

Na primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, chamada de Conferência de Estocolmo, em 1972, os olhos do mundo se abriram para as questões ambientais, e fez com que quase todas as áreas científicas alertassem para os impactos ambientais causados pela população humana. A questão que foi colocada na época foi como conciliar progresso com qualidade

ambiental, sendo estes fundamentais para a consolidação das questões ambientais sobre o debate interdisciplinar a serviço de um novo tipo de síntese epistemológica sobre paisagem, qualidade de vida e cidades [4].

Nesse contexto surge o conceito de desenvolvimento sustentável, inicialmente denominado ecodesenvolvimento, que redefiniu a noção de riqueza ao incluir o capital natural – ar, água, solo e biodiversidade – como elemento estratégico para a qualidade de vida e para a gestão urbana. Essa perspectiva orientou indicadores de sustentabilidade, abrangendo dimensões ambientais, sociais, ecológicas, econômicas e territoriais, fundamentais para pensar políticas públicas voltadas ao planejamento das cidades.

Ao longo das Conferências Habitat I e II, o debate sobre sustentabilidade urbana evoluiu de uma visão pessimista das megacidades para a compreensão de que os centros urbanos podem ser também parte da solução ambiental, desde que adotem políticas de manejo responsável dos recursos naturais, valorização das paisagens e expansão de áreas verdes como infraestrutura essencial. A natureza urbana passou a cumprir dupla função: suporte ecológico e patrimônio cultural e cênico, capaz de promover bem-estar, identidade e atratividade turística.

A proteção das paisagens e dos recursos naturais deve ser objeto de projetos de controle de enchentes, revitalização de centros urbanos e de tratamento paisagístico de orlas degradadas. Muitos deles já provaram que as cidades podem ser mais limpas, mais confortáveis, mais bonitas e com paisagens mais sustentáveis [5]. Essa mudança de paradigma coloca a infraestrutura verde – parques, corredores ecológicos e arborização urbana – como elemento estratégico para reduzir ilhas de calor, melhorar a qualidade do ar, regular o ciclo da água e mitigar emissões de gases de efeito estufa (GEE). Assim, planejar cidades resilientes implica priorizar áreas verdes como política pública e como patrimônio comum, assegurando seu acesso de forma equitativa.

É nesse cenário que Brasília, concebida como cidade-parque e dotada de um sistema verde singular, representa um caso emblemático: sua sustentabilidade ambiental depende não apenas da existência de grandes áreas verdes, mas também da forma como são distribuídas, manejadas e integradas ao território metropolitano.

22.4. Avaliação do sistema verde como infraestrutura urbana

Este capítulo tem como foco a sustentabilidade ambiental de Brasília e do Distrito Federal, por meio de um importante indicador de qualidade ambiental que são as áreas verdes. Na capital, o processo de urbanização acarretou um aumento significativo das emissões dos gases do efeito estufa (GEE), gerando maiores impactos ambientais negativos, como o aumento da temperatura, da poluição do ar, das ilhas de calor, da perda do Cerrado original e da degradação da cobertura vegetal. Desta forma, a qualidade ambiental do sistema verde da capital foi avaliada por meio da análise perceptiva das áreas verdes, composta por Unidades de Conservação, parques públicos e arborização urbana dos canteiros do sistema viário do Plano Piloto, com o objetivo de compreender a dinâmica ecossistêmica em uma escala macro em todas as Regiões Administrativas.

Na escala micro, a metodologia adotada de percepção ambiental e valoração de paisagens observou e relacionou na dimensão humana as trilhas pisoteadas no recorte escolhido do Eixo Monumental e do Eixo Rodoviário Asa Norte e Asa Sul. As áreas foram analisadas por meio das

imagens de satélite que mostraram a localização da cobertura vegetal existente nos dois eixos, para demonstrar como esta arborização contribui para os serviços ambientais e para a sustentabilidade ambiental das paisagens da cidade.

22.5. Brasília e seus espaços verdes

A construção de Brasília foi acompanhada por uma visão inovadora de uso do território urbano. Como capital planejada e implantada em pleno Cerrado, sua forma espacial incorporou amplos vazios, áreas verdes contínuas, parques e extensos gramados sem cercamento, compondo o que viria a ser denominado posteriormente de sistema verde do Distrito Federal. O século XX, marcado pela aceleração do crescimento urbano e pela expansão de infraestruturas de transporte, redesenhou cidades no mundo todo; em Brasília, porém, essa transformação adotou a natureza como elemento estruturador do espaço, consolidando o imaginário de uma cidade-parque.

O zoneamento transformou-se no instrumento que ordenou o uso da terra nas áreas rurais e urbanas e transformou as paisagens naturais. O Plano Piloto de Brasília com as áreas residenciais, de serviço, de lazer, de indústrias e de comércio foram definidas a partir de modelos e dos ideais filosóficos do arquiteto urbanista Le Corbusier e da Carta de Atenas, redigida durante o IV Congresso Internacional de Arquitetura Moderna, em Atenas, no ano de 1933. Definiram-se então as diretrizes do urbanismo moderno que considerou a cidade um organismo a ser planejado de modo funcional para que as necessidades da sociedade fossem atendidas. A implantação da cidade reforçou a percepção de que a paisagem aberta era parte integrante de sua identidade arquitetônica, destacando monumentalidade e horizontes livres.

A capital Brasília teve seu Plano Piloto projetado pelo arquiteto Lúcio Costa em 1956, vencedor do concurso nacional do Plano Piloto da Nova Capital do Brasil [6]. No projeto da cidade, o arquiteto aplicou integralmente as diretrizes do urbanismo moderno e foi considerado o melhor e maior exemplo de experimento urbano do século XX. Tombada como Patrimônio Cultural da Humanidade pela Organização das Nações Unidas – UNESCO, em 7 de dezembro de 1987, sendo a única cidade do século XX a ostentar esta distinção [7].

22.6. As ideias paisagísticas de Lúcio Costa para a capital

De acordo com o relatório do concurso do Plano Piloto de Brasília, Lúcio Costa escreveu sobre as áreas verdes do Plano Piloto da futura capital. São esses preceitos que foram considerados para analisar a evolução do processo de urbanização da capital sob a ótica do seu sistema verde, entre o que foi pensado por ele e o que realmente aconteceu durante o período de 1956 até hoje. Em apenas 9 pontos do relatório, o urbanista faz menção ao paisagismo de Brasília. Sua maior referência está em visualizar as paisagens urbanas para permitir as bacias visuais livres e possibilitar o olhar do conjunto arquitetônico do Eixo Monumental e da Esplanada dos Ministérios em toda a sua magnitude.

A atenção maior foi dada ao criar amplos e extensos espaços gramados sem construção de calçadas para deixar livre o pisoteio dos pedestres (Figura 1). Não foram consideradas as características agressivas do clima do Cerrado no seu período seco e também no seu período de chuvas, que são as dificuldades climáticas encontradas pela população que transita nos espaços públicos da cidade, pois esta preocupação não existia na época.

As cintas de arborização urbana ficaram restritas às superquadras e áreas de habitações individuais. Não se vê uma diretriz mais específica sobre a arborização urbana para as grandes vias do sistema viário nem para os canteiros centrais, que foram objetos de experiências paisagísticas nem sempre positivas. Para o Eixo Monumental, o paisagismo foi implantado apenas próximo a algum objeto edificado como a Torre de TV ou o Monumento a JK, mas isso foi feito posteriormente. Para a Esplanada dos Ministérios, foram respeitadas pelo Departamento de Parques e Jardins – DPJ da Novacap as diretrizes de apenas manter o gramado na área central.

Figura 22.1 – Intenções paisagísticas no Plano Piloto de Brasília.

Aspectos do projeto paisagístico de Lúcio Costa	Prioridades do projeto	Não prioridades do projeto
Campos abertos e gramados	Manter extensas áreas gramadas e contínuas	Ausência de arborização funcional nesses espaços
Paisagem e monumentalidade	Garantir bacias visuais livres, sobretudo no Eixo Monumental	Não considerar sombreamento ou conforto climático
Arquitetura icônica em destaque	Preservar a monumentalidade de edifícios (Ex.: esplanada, catedral)	Árvores não poderiam competir visualmente com os monumentos
Horizonte contínuo e livre	Evitar elementos que "quebrassem" o horizonte visual	Árvores de copa ampla não foram utilizadas em áreas de destaque
Parques como símbolo urbano	Integrar parques à vida cotidiana como paisagem contemplativa	Não prever conectividade ecológica entre áreas verdes
Mobilidade pedestre	Livre circulação sobre gramados, sem calçadas rígidas	Falta de calçadas sombreadas e adequadas à mobilidade humana
Seleção de espécies	Paisagismo estético sem hierarquizar espécies nativas	Ausência de critérios técnicos para adequação ao Cerrado

Fonte: Autora; Zabotto Ambiental.

Verificou-se que não houve uma preocupação mais específica em relação às distâncias que os pedestres deveriam superar para atravessar as grandes vias do sistema viário observado na escala proposta para o Eixo Monumental. Foi observada a presença de alguns indivíduos arbóreos esparsos sem que pertençam a nenhum projeto de arborização urbana, são árvores remanescentes do período de implantação do Eixo Monumental. Os dois quilômetros que separam a Rodoviária até a Esplanada dos Ministérios, que recebe centenas de funcionários vindos das cidades-satélites, obriga-os a tentarem "encurtar" este percurso com trilhas intuitivas pisoteadas que recortam o canteiro central e os canteiros do sistema viário, deixando os gramados marcados pela necessidade humana. Para os pedestres, a vida foi desenhada no solo da capital.

Há também uma clara aproximação referencial com os jardins ingleses e seus extensos gramados e áreas de bosque, provavelmente objetos das lembranças de Lúcio Costa do período em que morou na Inglaterra, assim reforçados pela implantação dos parques urbanos criados para serem os pulmões da cidade, como é o caso do Parque Sarah Kubitschek. No Relatório do Plano Piloto de Brasília, fez referências de que a capital deveria ser uma cidade-parque. Este ideal de uma cidade envolta em verde dentro de imensos bosques onde a natureza fosse apreciada por meio de paisagens cênicas de rara beleza deveria fazer parte do cotidiano de todos os habitantes

e visitantes. Assim, era urgente que a arborização se iniciasse imediatamente após o término das obras. No início, a paisagem natural encontrada foi do Cerrado *strictu sensu*, Cerradão e Campos Sujos e Limpos entrecortados de Matas de Galeria com Veredas que foram transformadas com a política de terra arrasada [8].

A Novacap – Companhia Urbanizadora da Nova Capital, por meio do Departamento de Parques e Jardins – DPJ, foi criada e tornou-se responsável pelo processo de arborização urbana de Brasília. O departamento procurou seguir à risca as orientações do urbanista Lúcio Costa, mas, de acordo com o Relatório do Plano Piloto, só havia algumas indicações urbanísticas que deveriam ser respeitadas dentro das escalas do projeto. Nesse processo, um dos mais renomados paisagistas brasileiros atuou: Roberto Burle Marx. O paisagista foi chamado para criar o projeto paisagístico das superquadras SQS 308 e SQS 114, assim como os jardins do Palácio Alvorada e mais tarde o projeto do Parque da Cidade. Fez uma proposta para o Eixo Monumental, mas que não foi aceita por Lúcio Costa, porque este não queria perder a visão da paisagem do Eixo Monumental e dos elementos arquitetônicos que constituem os edifícios públicos e a Catedral de Brasília. Outros projetos remarcáveis de Burle Marx mostram a qualidade estética e a integração de flora nativa com espécies exóticas que valorizaram os edifícios públicos e tiveram o talento do mestre. Entre eles estão o Palácio do Itamaraty, o Palácio da Justiça, na Esplanada dos Ministérios, o Teatro Nacional e a Praça Duque de Caxias no Setor Militar Urbano.

O modelo DPJ de paisagismo de Brasília tem características próprias que criaram paisagens distintas das de outras cidades brasileiras pela maior quantidade de espaços públicos verdes concebidos por Lúcio Costa para que a população tivesse maior contato com a natureza e pudesse desfrutar as paisagens cênicas que são formadas pela presença do Lago Paranoá e do Cerrado que envolve o desenho do Plano Piloto. As definições tipológicas dos espaços verdes do Plano Piloto têm inspiração nas cidades-jardins e dialogam também com a Carta de Atenas [9], que prega um modelo de naturalismo que influenciou toda a arquitetura e o urbanismo modernos.

Este modelo do DPJ consistiu em trabalhar paisagisticamente uma área de 50.000 hectares de áreas ajardinadas, com o plantio de 4 milhões de árvores nas fases 1 e 2 (anos 1950 e 1960) sendo 400 mil frutíferas, além de outras espécies exóticas e nativas. Segundo o DPJ, 249 espécies foram utilizadas na arborização das superquadras que correspondem a 80% do total do paisagismo implantado no Plano Piloto [9]. Neste contexto, fica claro que a hierarquia dos espaços urbanos e verdes proposta por Lúcio Costa foi enfraquecida no tratamento dos espaços verdes públicos. Pareceu faltar um planejamento claro que considerasse as potencialidades ambientais e mais ainda as necessidades da população em relação à qualidade ambiental, ao conforto ambiental de vias sombreadas, ao tratamento de calçadas para pedestres e ciclovias desde o início da construção e fundação da cidade até hoje.

De acordo com a legislação urbanística considerada muito rígida por especialistas, a mesma deixou brechas que puderam ser burladas e facilitaram o uso do solo nas áreas verdes de forma irregular. Isso motivou a invasão em áreas de estacionamentos com a presença de camelôs de feiras e quiosques de alimentação que existem nos canteiros centrais próximos ao Eixo Monumental. Eles atendem à demanda por restaurantes mais populares para os trabalhadores da região.

Esta realidade observada até hoje revela a pouca preocupação e o descaso do poder público em relação ao tratamento dos espaços públicos, onde a falta de fiscalização necessária e uma espécie de dormência adaptativa que aceita estas ocupações sem se preocupar em finalizar os jardins e as áreas verdes ou porque a falta de recursos financeiros para o manejo adequado das áreas verdes do Eixo Monumental impede que o trabalho seja feito a contento.

Resultou então em uma cidade inacabada com grandes áreas de solo exposto sem gramados, sem árvores, sem absolutamente nada a não ser a poeira que se levanta em turbilhões na época de seca (julho a setembro) e áreas enlameadas na época de chuvas (novembro a maio), paisagens urbanas de difícil convívio para os pedestres. A degradação de ruas e calçadas afeta a imagem cenográfica da capital. Linda, de fato, quando vista do alto, porém com menos atrativos quando se necessita andar por suas ruas esburacadas, ou em trilhas pisoteadas sem sinalização, sem conforto, sem sombras de árvores e com imensas distâncias, uma situação no mínimo insustentável para os pedestres.

22.7. O programa MaB

O programa "MaB – Homem e a Biosfera", criado pela UNESCO, teve como objetivo conciliar a conservação dos recursos naturais com a utilização econômica destes recursos pela sociedade de forma mais sustentável. Foi implantado em vários biomas brasileiros inclusive o Cerrado. Com o apoio do Ministério do Meio Ambiente e com o objetivo de proteger a biodiversidade do Cerrado, consolidou-se a Reserva da Biosfera do Cerrado.

As três Unidades de Conservação mais importantes do DF são o Parque Nacional (PN) de Brasília, a Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e a APA Cabeça de Veado. O PN de Brasília foi criado pelo Decreto Federal nº 241, em 29 de novembro de 1961, com cerca de 30.000 hectares. Teve seus limites redefinidos pela Lei Federal nº 11.285 de 8 de março de 2006 e atualmente possui uma área de 42.389,01 hectares. A APA Gama e a APA Cabeça de Veado, ambas com 10.000 hectares, são utilizadas para pesquisa e como reservas ecológicas e reservas científicas contíguas e pertencem à Universidade de Brasília, ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e ao Jardim Botânico.

A síntese dos estudos mostrou que a dinâmica de formação da paisagem do DF estaria diretamente ligada aos processos de adensamento da malha urbana, de crescimento da ocupação agrícola e podem-se considerar ambos os principais componentes das mudanças territoriais, da diminuição do Cerrado original e da perda da vegetação nativa. Pressionadas que são continuamente pela expansão urbana, ficam isoladas com fragmentos de vegetação natural que não se conectam com outras áreas do Cerrado.

O Distrito Federal, com uma área de aproximadamente 5.800 km^2, localizado nas partes altas da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, Araguaia-Tocantins e Paraná, está inserido totalmente dentro do bioma Cerrado. Em um nível macro, é possível verificar as transformações nas paisagens naturais que aconteceram por conta das atividades antropogênicas e do intenso crescimento de aglomerações urbanas. O DF tem as maiores áreas de proteção ambiental, de Unidades de Conservação de proteção integral e de uso sustentável, criadas por Leis federais e distritais. Existem planos reguladores de uso do solo, como o Plano Estrutural de Organização Territorial do Distrito Federal – PEOT, e o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF – PDOT. Apesar dos vários instrumentos utilizados para monitorar e avaliar a dinâmica de ocupação e uso dos recursos naturais, a metrópole ainda poderá enfrentar diversas situações de vulnerabilidade apontadas pelo Zoneamento Ecológico Econômico – DF de 2012. Os dados obtidos do diagnóstico e análise das Unidades de Conservação, áreas de proteção, áreas de desenvolvimento sustentável, bem como das diferentes fitofisionomias do Cerrado contribuíram para compreender a dinâmica do sistema verde do Distrito Federal.

O intenso desmatamento do Cerrado ocorreu a partir do ano de 1954 (época dos desmatamentos para a implantação da capital). A área agrícola teve um aumento considerável a partir da década de

1980, assim como as áreas urbanizadas cresceram substancialmente. Houve uma ação positiva de reflorestamento a partir de 1984, que foi decrescendo até o ano 2001. O solo exposto teve variações com aumento na década de 1970 e diminuição em 2001. Em 2009, a área urbanizada de Brasília mostrou o aumento da conurbação urbana com perda de áreas de Cerrado intersticiais.

Quanto à vegetação nativa, a pesquisa apontou a necessidade de conectividade entre os fragmentos. As manchas do Cerrado devem ser preservadas para reduzir e promover a polinização. Deveria também permitir a passagem de animais silvestres que circulam pelas Matas de Galeria. Esta recomendação dos conectores de biodiversidade foi aceita também pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial – PDOT (2009-2012). A sustentabilidade ambiental das Unidades de Conservação é fundamental para manter a biodiversidade e as populações de espécies que demandam amplas áreas para se reproduzirem sem perda genética. A existência de uma área maior de Cerrado *sensu stricto* após Campo Limpo e em terceiro lugar o Campo Sujo. Verificou-se também a dinâmica da urbanização que pressionou a área limite do parque. A área de reflorestamento é mínima em relação às outras áreas do Cerrado.

22.8. Serviços ecossistêmicos do sistema verde do DF e o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)

O Zoneamento Ecológico-Econômico foi criado como um instrumento de política pública que tem como objetivo ordenar os investimentos e os novos empreendimentos de ocupação do solo que devem ser implantados com o menor impacto ambiental possível. Para tanto, ele leva em consideração as peculiaridades demográficas e ambientais de cada região administrativa. O documento é uma obrigação de todas as unidades federativas, estabelecida pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e prevista na Lei Orgânica do Distrito Federal. De acordo com a análise das áreas protegidas (Tabela 1), fornecida pelo Zoneamento Ecológico-Econômico do DF de 2012 [9], foram levantados os seguintes dados:

Tabela 22.1 – Áreas protegidas e sistema verde do Distrito Federal.

Categoria de Área Protegida do DF	Quantidade	Área Protegida (ha)
Unidades de Conservação (Proteção Integral)	90	63.948 ha
Unidades de Conservação de Uso Sustentável	13	889,830 ha
Parques Distritais	65	9,596 ha
Áreas de Importância Ambiental	-	8,726 ha
Áreas de Relevância Ambiental	-	134.374 ha
Total de áreas protegidas no DF	-	**230.535 ha**
Área total do DF	-	**580.000 ha**
Índice de serviços ecossistêmicos (Área total/Sistema verde)	-	**2,51**

Fonte: Autora.

O sistema verde do Distrito Federal, composto por Unidades de Conservação, parques e áreas ambientais especiais, totaliza 230.535 hectares, o que representa um potencial estimado de serviços ecossistêmicos 2,5 vezes superior ao necessário para mitigar os efeitos das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no DF.

22.9. Os parques urbanos e a população do DF

Além das Unidades de Conservação, o sistema verde de Brasília é composto também por suas áreas verdes de parques, praças e canteiros, que ajudam a promover diversos serviços ambientais, como a diminuição da poluição do ar e sonora, a regulação climática, e a manter os ecossistemas de sobrevivência da biodiversidade. A partir do século XIX, os parques urbanos fizeram parte da estrutura urbana da maioria das cidades no mundo e são reconhecidamente os espaços que mais promovem a saúde humana e a sustentabilidade ambiental.

Um dos parques mais conhecidos, o Parque Sarah Kubitschek, foi inaugurado em 11 de outubro de 1978 com uma área de aproximadamente 4.200.000 m^2, com uma infraestrutura que abrange todas as modalidades esportivas, idealizado por Lúcio Costa e com projeto original do arquiteto Glauco Campelo (ex-presidente do IPHAN), com edifícios de Oscar Niemeyer e projeto paisagístico de Roberto Burle Marx, sendo um dos indicadores de qualidade ambiental no Plano Piloto.

A qualidade ambiental das áreas verdes afeta diretamente a qualidade de vida da população e é um dos indicadores de sustentabilidade ambiental. A cobertura vegetal atua juntamente com os outros indicadores, como a qualidade do ar, da água e do clima que devem promover o equilíbrio ecossistêmico, pois regula as funções necessárias à manutenção da vida. Também em seus aspectos qualitativos e quantitativos, a arborização urbana existente nos parques e fora deles traz os benefícios de diversos serviços ambientais como: sequestro de carbono, a purificação do ar, a manutenção do solo urbano e a drenagem das águas pluviais para os lençóis freáticos. Para a Sociedade Internacional de Arborização, o termo Urban Forest – floresta urbana – representaria todo o conjunto de vegetação arbórea presente nas cidades independentemente de sua localização.

Para o objetivo deste trabalho, a definição de Floresta Urbana foi o que mais se aproximou do conceito de sistema verde adotado. Para tanto foram consideradas e incorporadas as Unidades de Conservação, os parques urbanos, espaços verdes e canteiros verdes do sistema viário, assim como as pracetas e praças. Essa "rede verde" que faz parte do sistema verde da capital mostrará a dinâmica ecossistêmica e a qualidade ambiental de Brasília, e também a relação da quantidade de áreas verdes existentes em parques urbanos de todas as Regiões Administrativas do DF. Apontará também as diferenças entre elas, com o objetivo de revelar que estas diferenças afetam diretamente a qualidade ambiental e a qualidade de vida de suas populações. A capital ainda não tem um plano de arborização urbana como política pública, mas atua com diversos programas de arborização urbana.

A relação das áreas de parques urbanos revela que a população do Distrito Federal tem uma variação que vai de 0,91 m^2/hab em Sobradinho II até 18,24 m^2 no Lago Sul. As diferenças da densidade demográfica em relação ao total de hectares de áreas de parques por região são muito grandes, variando em mais de 100%. As áreas mais densamente povoadas têm o menor índice de áreas de parques urbanos, e as áreas com baixa densidade demográfica têm uma altíssima quantidade de áreas verdes em parques urbanos.

Este desequilíbrio na dinâmica de urbanização da capital mostrou que a mesma sofreu interferências econômicas, políticas, sociais e ambientais no seu processo de urbanização que prejudicaram a implementação de parques nas áreas menos favorecidas. Foram criados bairros à

beira do lago em áreas mais nobres com maior qualidade ambiental onde os condomínios são o modelo de urbanismo mais utilizado ainda hoje. Este processo de exclusão de áreas verdes para a população menos favorecida também se encontra em outras metrópoles brasileiras. A periferia sofre com menor qualidade ambiental dos espaços públicos e verdes, com menor investimento para o lazer e maior carência de infraestrutura verde. Observou-se que: 5 regiões têm de 100 m² a 200 m² parques/hab; 2 regiões têm de 50 a 99 m² parques/hab; 7 regiões têm de 20 a 49 m² parques/hab; e 12 regiões têm de 0 a 15 m² parques/hab.

De acordo com os dados levantados sobre os parques urbanos do DF, observou-se que existem diferenças relevantes no total de áreas de parques urbanos em relação às Regiões Administrativas do DF. Ficou demonstrado que a população menos privilegiada não tem acesso à qualidade ambiental promovida pelos parques urbanos com áreas de lazer e cultura de forma igualitária e inclusiva. Algumas RAs não têm parques urbanos como Itapoã, Vicente Pires e Fercal. Observou-se que cinco RAs têm mais de 100 m² de área verde por habitante proveniente de parques urbanos. Esta discrepância mostrou que, na dinâmica urbana de Brasília, prevaleceram as necessidades de parte da população com maior poder econômico, Lago Sul e Park Way fazem parte deste grupo.

Verificou-se também que a enorme discrepância de parques urbanos implantados por regiões em suas áreas respectivas mostrou diferenças na melhoria das regiões, o que não cabe ser analisado no âmbito desta pesquisa. No entanto, deixa em aberto a necessidade de confrontar o assunto do porquê algumas cidades-satélites têm bons parques e outras não, e em que ponto da evolução e expansão urbana deu-se o ganho ou a perda de áreas verdes fundamentalmente importantes para essas cidades. Toda a água para a metrópole depende da preservação destas áreas onde existem olhos d´água, nascentes, córregos, riachos e vegetação de mata ciliar. Defender contra invasões e abertura de condomínios clandestinos seria uma ação fundamental para manter a integridade e a segurança do futuro dos recursos naturais e da biodiversidade do Cerrado da capital para o cenário ao longo do século XXI.

O sistema verde de Brasília, composto pelas áreas verdes de parques urbanos e Unidades de Conservação, é bem provido em quantidade de hectares considerados "verdes", entretanto sabendo-se das diferentes fitofisionomias do Cerrado, muitas dessas áreas são desnudas e muitas foram degradadas ao longo do processo de urbanização, ou seja, nem sempre o que existe dentro do parque como cobertura vegetal é realmente "verde" ou é em quantidade suficiente para garantir os serviços ambientais, para tanto, é necessário que esta cobertura vegetal seja formada por indivíduos arbóreos de médio e grande porte para garantir áreas sombreadas principalmente nos locais de maior fluxo de pedestre.

A capital ainda precisa investir em parques públicos nas regiões mais carentes desse tipo de infraestrutura verde prioritariamente para melhorar a sustentabilidade ambiental de todas as cidades-satélites e do Plano Piloto.

22.10. A arborização urbana do DF a partir do século XXI

Observou-se, no processo de arborização do DF, que várias tentativas de acertos foram feitas a partir das décadas de 1980 e 1990 após o desmatamento do Cerrado ocorrido a partir das décadas de 1950 e 1960, com a introdução de um maior número de espécies nativas frutíferas e

florísticas. O DPJ teve como objetivo adensar a cobertura vegetal e melhorar a qualidade do sistema verde da capital. A partir do século XXI, depois de mais de 40 anos, algumas espécies revelaram problemas com um alto índice de mortalidade. O Plano Piloto de Brasília em 2009 apresentou uma arborização bem consolidada de acordo com o DPJ. As Regiões Administrativas foram contempladas com o plantio de novas mudas em todos os anos, o que veio a contribuir para melhorar a qualidade de vida da população e das paisagens das cidades-satélites. Com a introdução de espécies arbóreas nativas do Cerrado com maior intensidade a partir de 2001, a relação de uso das espécies exóticas chega ao percentual de 70% do total de espécies plantadas no DF.

Um inventário florístico realizado pelo DPJ no DF, em 2008, calculou em torno de 4.200.000 árvores existentes. Com isso, o departamento sentiu a necessidade de implantar um programa de gestão ambiental para monitorar e preservar este patrimônio. O sistema foi implantado em 3 de março de 2008 com a assinatura de um convênio entre a Novacap, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, e o Centro de Tecnologia e Recursos Florestais do Estado de São Paulo. O objetivo do convênio foi a criação de um Sistema de Gestão de Árvores Urbanas – SISGAU em ambiente *web* customizado para atender à Novacap-DPJ. O sistema de gerenciamento acompanhou e recomendou o tipo de manejo mais apropriado. Também elaborou relatórios sobre o estado da cobertura vegetal e forneceu um histórico de acompanhamento de cada uma das árvores. Com isso o DPJ buscou aprimorar e introduzir tecnologias de ponta para a gestão ambiental de todas as áreas verdes do DF que englobam: as áreas urbanas, os parques, os corredores ecológicos e a recuperação de áreas degradadas e de proteção ambiental. Existe uma preocupação do DPJ de melhorar o adensamento da arborização urbana para diminuir a poluição atmosférica e melhorar a qualidade ambiental e climática. Para adensar e recuperar as áreas degradadas, o DPJ mantém ativos dois viveiros em funcionamento até hoje.

O Viveiro I, situado próximo ao Setor de Mansões Park Way, é focado na multiplicação de mudas de flores para atender à demanda dos 700 canteiros de flores existentes no DF. O Viveiro II foi fundado em 1971, possui 78 hectares de área e está localizado no Setor de Oficinas. Tem como objetivo a produção de mudas de árvores com foco nas árvores nativas do Cerrado. O excedente da produção é vendido para a população. Os dois viveiros somam mais de 100 hectares e são um dos maiores hortos florestais do país, produzindo uma grande diversidade de espécies arbóreas para o paisagismo e arborização urbana do Distrito Federal.

De acordo com o engenheiro agrônomo Ozanan Coelho, que esteve à frente do DPJ por 40 anos, mais de 50 milhões de m^2 de gramados, 1.000 jardins e cinco milhões de árvores fazem parte da arborização urbana do Distrito Federal. Esta quantidade de cobertura vegetal fornece 120 metros quadrados de área verde por habitante, quase cinco vezes maior do que os padrões internacionais estabelecem como ótimo para se viver numa cidade.

As escalas da cidade-parque definiram sua forma espacial e ao mesmo tempo deixaram em seus espaços livres a possibilidade de se trabalhar os espaços verdes. A escala bucólica com poucos edifícios é permeada de verde e define os limites da cidade. O parque da cidade como espaço verde de lazer e cultura tem um papel relevante e faz parte do conjunto de áreas formadoras do sistema verde de Brasília. A capital foi implantada em terraplenos, levando em consideração a topografia local, o que propiciou a criação de muitos pontos de perspectivas visuais que se abrem para bacias visuais de rara beleza cênica, o que reforça a característica aérea da cidade-parque.

Independentemente de quantos metros quadrados a população do Distrito Federal é provida de áreas verdes, a questão fundamental é onde estas áreas verdes se encontram e como estão sendo

cuidadas para que atendam aos indicadores de qualidade ambiental. Qualidade de vida para os pedestres, ciclistas e turistas depende diretamente do posicionamento desta cobertura arbórea para prover áreas significativas de sombreamento nas calçadas, nos estacionamentos e nas laterais das longas vias de tráfego onde circulam diariamente mais de 1,5 milhão de automóveis entre as cidades-satélites e o Plano Piloto. Para tanto, coletaram-se os dados necessários para conhecer se a variação em metro quadrado de arborização urbana e cobertura vegetal difere muito de uma Região Administrativa para outra, o que afeta diretamente a qualidade ambiental de cada região.

A Capital Federal não é só o Plano Piloto, mas sim toda uma metrópole que atrai migrantes adensando as paisagens naturais e transformando áreas rurais em novos aglomerados urbanos. Este panorama demonstrou que a necessidade de preservação das áreas de Cerrado, seja em Unidades de Conservação, seja em parques urbanos, é vital para a proteção da biodiversidade e dos recursos hídricos. Entretanto, verifica-se grande dificuldade do poder público de promover uma gestão mais sustentável em todo o sistema verde do DF. O modelo compartimentado de gestão ambiental não permite uma visualização global por completo da situação real dessas áreas verdes o que dificulta que a gestão pública administre de forma mais efetiva as áreas verdes de toda a região metropolitana.

A partir do que foi observado e analisado, pode-se verificar que as áreas com maior qualidade estética e ambiental e melhores índices de cobertura vegetal da capital estão situadas na Asa Norte e Asa Sul. A presença de uma cobertura vegetal consolidada e muito próxima dos edifícios residenciais com certeza contribuiu para o resultado de melhor qualidade ambiental que é mais sensivelmente percebida.

No Eixo Monumental, existem grandes diferenças no tratamento paisagístico em relação à cobertura vegetal com presença ou ausência da mesma. Nos caminhos com solos desnudos e trilhas pisoteadas com maior fluxo de pedestres, foi verificado que a incidência do calor no verão dificulta a travessia dos canteiros e espaços públicos, assim como na época de chuvas. Neste cenário seria importante pensar em políticas públicas que garantissem a elaboração de projetos paisagísticos mais adaptados ao clima e ao Cerrado, com adensamento da cobertura vegetal nos lugares possíveis sem interferir nas diretrizes de tombamento das áreas estudadas, por meio de concursos ou outros meios de gestão ambiental.

Observar o Eixo Monumental como um espaço urbano único que foi evoluindo e contando a história do lugar poderia ser trabalhado de forma a qualificar e adensar o paisagismo, traduzindo-o em formas esteticamente expressivas do Cerrado brasiliense para o embelezamento estético e melhoria da qualidade ambiental. Humanizar este espaço público único no mundo de tal forma a promover uma maior urbanidade e permitir que os pedestres e turistas possam usufruir das belezas cênicas reveladas neste Patrimônio da Humanidade de forma confortável, agradável e segura, de dia e à noite. Que esses espaços fossem cuidados com mais esmero para gerar o fortalecimento do sentimento de pertencimento e de identidade afetiva para com a capital Brasília.

Na próxima etapa foi aprofundada a questão do aquecimento global sob a ótica da Pegada de Carbono do DF e como este tema se relaciona diretamente com as emissões de gases do efeito estufa (GEE) e com a qualidade ambiental urbana, e poderá este ser um indicador ambiental fundamental para estabelecer novas políticas públicas com diretrizes de uma gestão mais sustentável e promover a sustentabilidade ambiental da capital.

22.11. A Pegada de Carbono da capital Brasília

A importância do cálculo da Pegada de Carbono como instrumento para subsidiar políticas públicas de arborização urbana está diretamente ligada às preocupações em relação às mudanças climáticas naturais que acontecem ao longo das eras geológicas, obedecendo a padrões cíclicos. Foi verificado cientificamente que a partir do final do século XX, eventos climáticos extremos vêm se tornando mais intensos e frequentes devido, em parte, às ações antropogênicas que impactam o sistema climático.

> Se a partir dos séculos XX e XXI o processo de industrialização se intensificou e trouxe bens de consumo e melhoria da qualidade de vida em diversos aspectos da vida humana, trouxe também o uso indiscriminado de fontes de energia altamente poluidoras, com destaque para o carvão mineral e o petróleo. Com o aumento de lançamento na atmosfera dos GEE, mudanças de uso da terra para fins agrícolas e pastoris e o adensamento das aglomerações urbanas, estima-se que este quadro se torne muito mais grave, em especial a partir de elevações de temperatura média superior a 2 ºC.

O Brasil não está imune aos efeitos do aquecimento global, assim como os outros países. No entanto, a variedade de condições ambientais de cada bioma traz aspectos diferentes em termos de impactos ambientais. O país possui 27,5% da cobertura florestal do planeta. As florestas tropicais são responsáveis por 40% da capacidade de assimilação de carbono terrestre. O Relatório nº 6 de Mudanças Climáticas mostra as possíveis alterações nos biomas da América do Sul devido aos desmatamentos que acarretam a elevação de temperatura, clima mais seco, maior risco de queimadas e com isso aumentam as vulnerabilidades dos ecossistemas tropicais que podem levar à savanização de partes da Amazônia e desertificação do Nordeste brasileiro [10].

22.12. A Pegada Ecológica

Para subsidiar a questão do aquecimento global, foi criada uma das metodologias mais conhecidas na atualidade, desenvolvida por William Rees e posteriormente refinada por Mathis Wackernagel, na década de 1990, a conhecida "Pegada Ecológica". Trata-se de um instrumento criado para medir o uso do capital material (recursos naturais) necessário para as atividades humanas. Se o consumo do capital natural ultrapassa a capacidade de suporte do planeta, está colocado o dilema proposto pela metodologia que permite fazer a ponte entre a ecologia e a economia de recursos naturais. O método analisou a quantidade de área necessária para a produção de um determinado produto ou o desenvolvimento de uma atividade humana, assim como para a absorção de seus resíduos e utilizou a capacidade de suporte dos serviços ecológicos como indicador do uso dos recursos para as ações antropogênicas. A aceitação dos mais variados especialistas da área ambiental confirmou que a ferramenta poderia ajudar a transformar a preocupação com a sustentabilidade ambiental em uma ação mais consistente [11].

O *Ecological Footprint Method* ou Pegada Ecológica foi descrito pelos seus criadores como uma ferramenta que transforma o consumo de matéria-prima, e a assimilação de dejetos, de um sistema econômico ou de uma população humana, na área correspondente de terra ou água produtiva necessária para sustentar essas atividades. Fundamentou-se basicamente para o seu cálculo o conceito de capacidade de carga de um sistema. A capacidade de carga (ou de suporte) apresentava-se como a capacidade bioprodutiva do sistema necessária para atender à demanda da população por bens e serviços, a qual idealmente poderia ser suportada indefinidamente no sistema. Contudo a capacidade de carga encontra-se ameaçada pelos padrões de consumo da sociedade, uma vez que a espécie humana tem buscado aumentar seu espaço na ecosfera por meio da utilização de tecnologias, da eliminação de espécies concorrentes e da importação de recursos escassos e trocas. Portanto a capacidade de carga não é apenas função da população humana, mas também da distribuição *per capita* do consumo desta população, resultado de uma pressão relativa sobre o meio ambiente, que cresce de forma mais rápida do que o crescimento populacional.

A partir do novo milênio, o crescimento da população mundial continuou a pressionar cada vez mais o planeta. A Pegada Ecológica atingiu, em 2010, 18,1 bilhões de hectares globais (gha: hectares de produtividade média) ou 2,6 gha por pessoa. A presença global dobrou, desde a década de 1960, mais de 50% da biocapacidade do planeta, ou seja, sua capacidade de regenerar os recursos naturais e absorver os gases do efeito estufa (GEE). No dia 19 de agosto de 2014, conhecido como o dia da Sobrecarga da Terra – *Earth Overshoot Day,* os estudos da Pegada Ecológica Planetária, feitos pela *Global Footprint Network* – GFN, mostraram que a humanidade necessita hoje de 1,5 planeta Terra para poder suprir as necessidades de recursos naturais, para a produção de bens de consumo e alimentação para os mais de 7 bilhões de habitantes em 2014.

Muitos países no mundo e no Brasil realizaram os cálculos de suas Pegadas de Carbono com o objetivo de elaborar políticas públicas de mitigação das emissões dos gases do efeito estufa (GEE). O Brasil está entre os maiores emissores globais de GEE e isso se deve em maior parte das emissões oriundas dos desmatamentos e mudanças no uso do solo.

22.13. Considerações finais

O sistema verde do DF tem potencial estimado para realizar alguns dos serviços ambientais, entre eles o de mitigar os gases do efeito estufa (GEE). Ressalta-se que parte da sustentabilidade ambiental da capital Brasília pode ser atendida pelo sistema verde explicado ao longo desta pesquisa. O aumento esperado da Pegada de Carbono para os próximos anos deverá ser absorvido pela quantidade de Unidades de Conservação, de parques urbanos e pela arborização urbana. Contudo, foi observado que nas áreas urbanizadas a arborização urbana é menos presente em muitas Regiões Administrativas e mesmo no Plano Piloto, o que afetaria diretamente a qualidade climática e ambiental do Distrito Federal. Espera-se um empenho maior por parte da gestão ambiental e dos órgãos responsáveis, entre eles o Departamento de Parques e Jardins, que devem propor novas políticas públicas de arborização urbana por meio de um Plano de Arborização Urbana para promover e garantir a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida da população da capital brasileira.

22.14. Referências

[1] Acselrad H. A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. Rio de Janeiro: Lamparina; 2009.

[2] Gehl J. Cidades para pessoas. 2. ed. São Paulo: Perspectiva; 2013. Tradução: Anita Di Marco.

[3] Geddes P. Ciudades en evolución. Buenos Aires: Emecé; 1960.

[4] Sandeville Jr E. Paisagens e métodos: algumas contribuições para a elaboração de roteiros de estudos de paisagens. Paisagens em Debate. 2004;(2).

[5] Spirn AW. O jardim de granito: a natureza no desenho de cidade. São Paulo: Edusp; 1995. Tradução: Paulo Renato Mesquita Pellegrino.

[6] Costa ME, Lima AV. Brasília, 57-85: do plano-piloto ao Plano Piloto. Brasília: Terracap; 1985.

[7] Sobreira F. Plano Piloto de Brasília – Lúcio Costa [Internet]. [acesso 10 maio 2022]. Disponível em: http://concursosdeprojeto.org/2010/04/21/plano-piloto-de-brasilia-lucio-costa

[8] Melo CLP. Visões de mundo e modelos de paisagismo: ecossistemas urbanos e utilização de espaços livres em Brasília. 2003. Tese [Doutorado] – Universidade de Brasília; 2003.

[9] Distrito Federal. Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal. Brasília; 2012 [acesso 10 maio 2022]. Disponível em: http://www.zee.df.gov.br/images/Revista%20ZEE-DF_2017.pdf

[10] Nobre C, et al. Mudanças climáticas e possíveis alterações nos biomas da América do Sul: Relatório nº 6. 2007 [acesso 10 maio 2022]. Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/prod_probio/Relatorio_6.pdf

[11] Chambers N, Simmons C, Wackernagel M. Sharing nature's interest: ecological footprints as an indicator of sustainability. London: Earthscan; 2000.

Capítulo 23

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

23.1. 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.

23.2. 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.

23.3. 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).

23.4. 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.

23.5. 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.

23.6. 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.

23.7. 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.

23.8. 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.

23.9. 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 12[1] 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.

23.10. 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.

23.11. 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.

23.12. 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.

23.13. 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. [acesso 10 dez. 2024] 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. [acesso 10 dez. 2024] 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 24

POLÍTICAS PÚBLICAS INTERNACIONAIS EM ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Luiz Octavio de Lima Pedreira

24.1. 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.

24.2. 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].

24.3. 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.

24.4. 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].

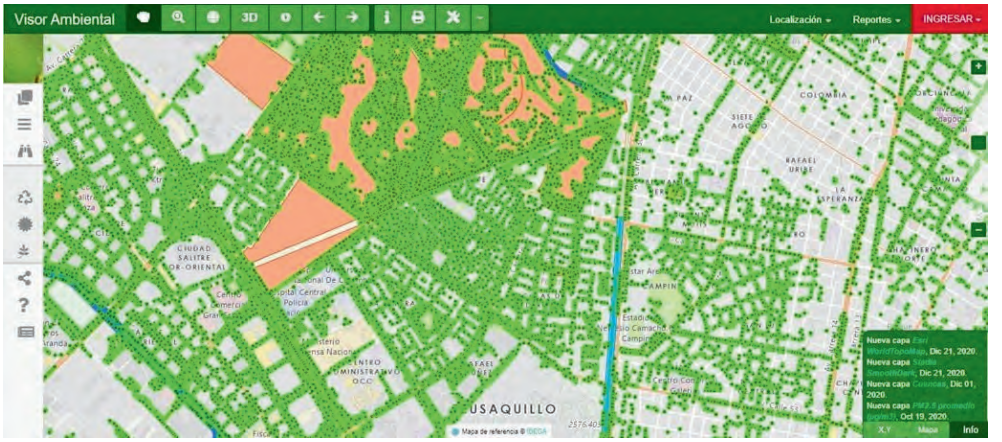
Uma experiência de governança urbana na América Latina vem da Cidade de Medellín, na Colômbia, com o estabelecimento de sistemas de informação que contribuem para o manejo e proteção da arborização urbana. Em 2010, a Secretaria do Meio Ambiente de Medellín desenvolveu o *Sistema de* Árbol *Urbano* (SAU), 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 24.1 – 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 24.2 – 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.

24.5. 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].

24.6. 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].

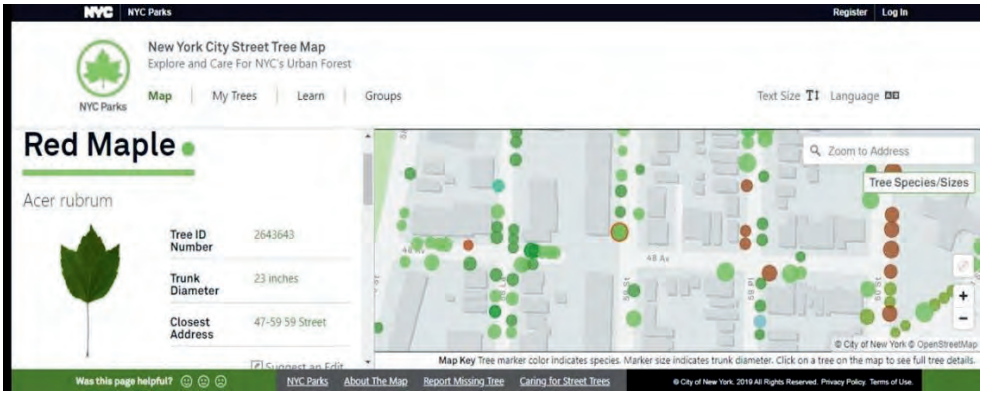
A cidade de Tampa, na Flórida, em conjunto com universidades locais, tem investigado uma série de métodos de avaliação da cobertura vegetal de suas florestas urbanas para apoiar seu manejo sustentável. Por meio de imagens de satélite *LANDSAT*, foi realizado o mapeamento e identificadas tendências das 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 predizer 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].

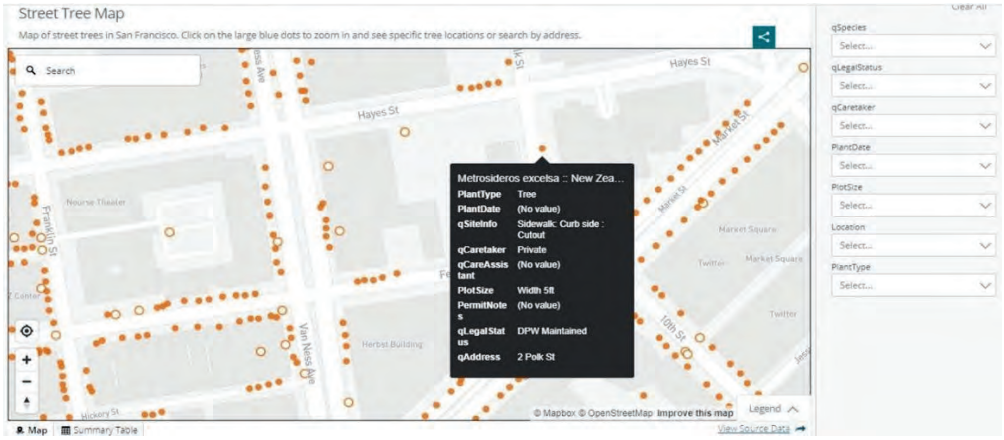
Figura 24.3 – Mapa interativo das árvores das ruas de Nova Iorque.



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].

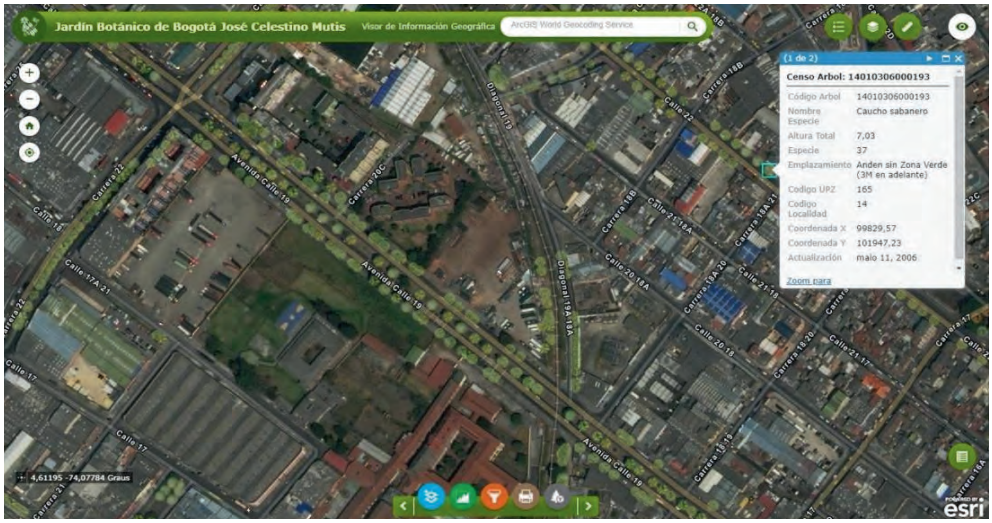
Figura 24.4 – Mapa interativo das árvores das ruas de São Francisco.



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 24.5 – Tela do Sistema de Gestão da Arborização Urbana da cidade de Bogotá.



Fonte: Kenney WA, Van Wassenaer PJE, Satel AL [37].

24.7. 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].

24.8. 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].

24.9. 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.

24.10. 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].

24.11. 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 *Skyrise 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 registados 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].

24.12. Melhores práticas

A organização não governamental *TREE CANADA* hospeda em seu sítio na internet <https://treecanada.ca/resources/canadian-urban-forest-compendium/> o Compêndio 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].

24.13. 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.

24.14. 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/16f6aecd4fef4a24a7b-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/RegionalUCFG uidebook.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#biodpolicy
[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/Visor-Publico/VisorPublico
[37] Kenney WA, van Wassenaer 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] Božic 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/munimadrid/es/Inicio/Medio-ambiente/Parques-y-jardines/SERVER-el-servicio-de-inspeccion-evaluacion-y-actuacion-en-el-arbolado-de-riesgo-de-Madrid/?vgnextfmt=default&vgnextoid=4a9013f26f552710VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnextchannel=2ba279ed268fe410VgnVCM1000000b205a0aRCRD
[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)

Abner Luis Calixter
Alberto Dorval
Adriana Takahasi
Ana Luísa Teixeira de Campos
Anderson Sandro da Rocha
Aristônio Magalhães Teles
Arnildo Pott
Bárbara Silva Pacheco
Benedito Alísio da Silva Pereira
Bruna Gardenal Fina Cicalise
Bruna Lara de Arantes
Caio Frederico e Silva
Camila Aoki
Camila Gomes Sant'anna
Carlos de Mello e Silva Neto
Carlos Maurício da Fonseca Guerra
Carolina Tavares da Silva Bernardo
Daniela Rocha Werneck
Daniele Aparecida Moreira Batista
David J. Nowak
Dayse da Silva Albuquerque
Eder Renato Merino
Eliana Celestino da Paixão
Eliane Cristina Vicente
Eliane Guaraldo
Fabiana Mongeli Peneireiro
Fernanda de Moraes Goulart
Fernanda Mussi Fontoura
Flávio Macedo Alves
Francine Neves Calil
Frederico Augusto Guimarães Guilherme
Gareth Gerard Doherty
Geraldo Alves Damasceno Junior
Gisseli Ramalho Giraldelli dos Santos
Gustavo Macedo de Mello Baptista
Helena Maria Maltez
Héria de Freitas Teles
Igor Amaury Aveline
Isa Lucia de Morais
Jennifer Viezzer
Juliane Porto Cruz de Medeiros
Juliane Regina Becker
Larissa Tinoco Barbosa
Leonardo Santos Collier
Lúcia Helena Ferreira Moura
Luciana Bongiovanni Martins Schenk
Luiz Octavio de Lima Pedreira
Manoel Cláudio Silva Junior
Mara Silvia Aguiar Abdo
Márcia da Costa Rodrigues de Camargo
Marcus Vinícius Santiago Urquiza
Maria Ana Farinaccio
Maria Ester de Souza
Mariana de Melo Siqueira
Marta Adriana Bustos Romero
Marta Enokibara
Neiva Maria Robaldo Guedes
Otávio Peres Filho
Paulo Robson de Souza
Renata Benedetti Mello Nagy Ramos
Ricardo Franco Trudes de Mattos
Ricardo Flores Haidar

Roberto Shojirou Ogata
Rodrigo Adversi Silva
Rodrigo Studart Corrêa
Rogério Goularte Moura Gomes de Oliveira
Rogério Rodrigues Faria
Rubens do Amaral
Sérgio Brazolin
Sidney Kuerten
Silvia Rahe Pereira
Tania Cristina Castroviejo
Temilze Gomes Duarte
Thiago Montenegro Góes

GLOSSÁRIO

Agenda 2030 – Plano global da ONU composto por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável voltados à erradicação da pobreza, proteção ambiental e promoção do bem-estar até 2030.

Alburno – Parte externa e mais jovem do tronco das árvores, responsável pelo transporte de seiva bruta.

Anfibolito – Rocha metamórfica escura, rica em anfibólios e plagioclásios, formada sob altas temperaturas e pressões a partir de rochas máficas.

Anfiteatro (geomorfologia) – Depressão semicircular no relevo, com vertentes íngremes, formada por erosão hídrica, movimentos de massa ou recuo de encostas.

Animais sinantrópicos – Espécies animais que vivem associadas ao ambiente humano, utilizando recursos urbanos para abrigo, alimentação e reprodução.

Anuro (anfíbio) – Grupo de anfíbios que inclui rãs, sapos e pererecas, caracterizados por não possuírem cauda na fase adulta.

Arborização Urbana e Periurbana (AUP) – 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.

Assoreamento – Acúmulo de sedimentos no leito de rios, lagos e represas, reduzindo sua profundidade e capacidade de fluxo.

Biorremediação – Uso de organismos vivos, como microrganismos ou plantas, para remover, degradar ou neutralizar contaminantes ambientais.

Bulevar (*boulevard*) – Via urbana larga e arborizada, geralmente com canteiro central, destinada ao tráfego, circulação de pedestres e paisagismo.

Classificação de Köppen (climatologia) – Sistema climático que classifica os climas do mundo com base em temperatura, precipitação e sazonalidade, desenvolvida pelo climatologista Wladimir Köppen em 1884 e aprimorada nas décadas seguintes.

Coleobroca – Inseto perfurador da madeira, geralmente besouro (Ordem Coleoptera), cujas larvas abrem galerias em troncos, galhos ou madeira processada.

Comissões exploratória – as comissões exploradoras do planalto central do brasil foram coordenadas por Luís Cruls; a 1ª. Missão Cruls (1892) formada por 21 membros - cientistas, técnicos e militares, após 13 meses apresentou um relatório com mapas, fotografias e amostras do solo, flora e fauna do planalto e delimitou um quadrilátero. A 2ª. Missão Cruls (1894) teve a incumbência de instalar uma estação meteorológica; providenciar ligação telegráfica; proceder ao reconhecimento de ligação férrea ou férreo-fluvial; escolher o local da cidade dentro do quadrilátero; aprofundar dados sobre o clima, fontes de abastecimento de água, topografia e natureza do terreno. Comissão Francis Ruellan, consultor científico do Conselho Nacional de Geografia (1937); Comissão Polli Coelho. Comissão de estudos para a localização da nova capital do Brasil" (1946); estudo realizado pela empresa americana Donald J. Belcher and Associates (1955).

Commodity – Produto primário padronizado e comercializado em grande escala no mercado internacional, como soja, petróleo, minério e café.

Conurbação – Processo de crescimento urbano em que cidades vizinhas se expandem até formar uma área urbana contínua.

Corredor ecológico – Faixa de vegetação que conecta fragmentos de habitat, permitindo o deslocamento de espécies e o fluxo gênico.

Destopo – Remoção da camada superficial do solo, rica em matéria orgânica, geralmente associada a obras, mineração ou preparo inadequado do terreno.

Diabásio – Rocha ígnea básica, de granulação média, formada pelo resfriamento relativamente rápido do magma em diques ou soleiras.

Dissecação (geomorfologia) – Processo de erosão que fragmenta o relevo por ação da água, formando vales, encostas e padrões de drenagem.

Diversidade genética – Variedade de genes e alelos dentro de uma população, essencial para adaptação, sobrevivência e evolução das espécies.

Ecoturismo – Modalidade de turismo voltada à conservação ambiental, valorização cultural e educação ambiental, com baixo impacto ecológico.

Élitro – Asa anterior endurecida de insetos da ordem Coleoptera (besouros), que protege as asas posteriores e o abdômen.

Embasamento (geologia) – Conjunto de rochas antigas e resistentes que formam a estrutura fundamental de uma região. O embasamento cristalino, por exemplo, é composto por rochas ígneas e metamórficas, geralmente muito antigas e de alta dureza.

Empirismo – Corrente filosófica que sustenta que o conhecimento se origina principalmente da experiência sensorial e da observação.

Eruciforme – Forma larval semelhante a lagarta, com corpo alongado, segmentos bem definidos e pernas falsas abdominais.

Estipe – Caule geralmente não ramificado, típico de palmeiras, com crescimento em altura e ausência de crescimento secundário.

Exsicata – Amostra vegetal herborizada, seca e identificada, usada como material de referência científica em herbários.

Evapotranspiração – Perda conjunta de água para a atmosfera pela evaporação do solo e pela transpiração das plantas.

Fenofase – Etapa do ciclo de vida de uma planta, como brotação, floração, frutificação ou queda das folhas.

Filotaxia – Padrão de disposição das folhas ao longo do caule, influenciando captação de luz e eficiência fotossintética.

Fixação biológica de nitrogênio – Processo em que bactérias convertem nitrogênio atmosférico em formas utilizáveis pelas plantas.

Fluxo gênico – Transferência de genes entre populações por migração ou dispersão, aumentando a variabilidade genética.

Fotoperíodo – Quantidade diária de luz que influencia o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

Fumagina – Ferrugem preta formada por fungos que crescem sobre a camada açucarada deixada por insetos sugadores; reduz a fotossíntese

FTE (micronutrientes) – Formulação de fertilizantes contendo micronutrientes essenciais, como ferro, zinco e manganês, usados para corrigir deficiências nutricionais em plantas.

Habite-se (legislação) – Documento emitido pelo poder público que atesta que uma edificação foi construída conforme normas legais e está apta à ocupação.

Hipsométrico, hipsometria – Relativo à medição e representação das altitudes do relevo, geralmente por curvas de nível, mapas ou modelos digitais de elevação.

Hormônio – Substância química produzida por organismos que atua como mensageiro, regulando processos fisiológicos como crescimento, metabolismo e reprodução.

Idade Média – Período histórico europeu entre os séculos V e XV, marcado pelo feudalismo, influência da Igreja e formações dos reinos modernos.

Idade Moderna – Período histórico do século XV ao XVIII, caracterizado pelo Renascimento, grandes navegações, expansão comercial e fortalecimento dos Estados nacionais.

Ilha de calor – Fenômeno urbano em que a temperatura do centro das cidades é maior que a das áreas ao redor, devido à impermeabilização do solo, concreto, tráfego e baixa arborização.

Injustiça racial – Desigualdade sistemática de direitos, oportunidades e acesso a recursos, baseada em critérios raciais, estruturada social e historicamente.

Inseto sugador (entomologia) – Inseto que se alimenta sugando seiva de plantas ou fluidos de animais, como pulgões e percevejos.

Intersticial – Relativo aos espaços entre células, partículas ou estruturas, onde ocorrem trocas, circulação de fluidos ou processos fisiológicos.

Macro e micronutrientes – Elementos essenciais às plantas; macronutrientes são exigidos em maiores quantidades (N, P, K), enquanto micronutrientes são necessários em pequenas doses (Fe, Zn, Mn, etc.).

Matocompetição – Competição entre plantas cultivadas e plantas espontâneas por água, luz, nutrientes e espaço no ambiente agrícola ou florestal.

Meteorologia, **condições meteorológicas** – Ciência que estuda a atmosfera e os fenômenos climáticos. Condições meteorológicas referem-se ao estado momentâneo da atmosfera (temperatura, vento, chuva, umidade).

Microaspersor – Dispositivo de irrigação que distribui água em pequenas gotas, com baixa pressão, promovendo aplicação localizada e eficiente.

Micron (plural micra) – Unidade de comprimento equivalente a um micrômetro, igual a um milionésimo de metro, usada em medições microscópicas.

Monoaxial – Característica de estruturas com desenvolvimento predominante em um único eixo principal, como certos caules ou inflorescências.

Monocultura – Sistema agrícola baseado no cultivo de uma única espécie em grandes áreas, geralmente associado à mecanização e menor diversidade biológica.

Papel *kraft* – Papel resistente produzido com polpa de madeira pouco processada, amplamente usado em embalagens, sacarias e proteção de produtos.

Parasitoide (entomologia) – Inseto que se desenvolve às custas de outro organismo, levando-o à morte ao final do ciclo; comum em vespas e moscas usadas no controle biológico de pragas.

Patógeno – Agente biológico, como vírus, bactéria, fungo ou protozoário, capaz de causar doença em plantas, animais ou seres humanos.

Peatonal – Relativo ao uso exclusivo ou prioritário por pedestres, especialmente em vias urbanas planejadas para circulação a pé.

Pegamento da muda (botânica) – Etapa inicial em que a muda recém-plantada estabelece raízes e se adapta ao novo ambiente.

Perenifólia – Planta que mantém suas folhas o ano todo, sem período marcado de queda foliar.

Permacultura – Sistema de planejamento ecológico que integra agricultura, habitação e uso sustentável dos recursos naturais, inspirado em ecossistemas naturais.

Planta superior (botânica) – Planta vascular com tecidos diferenciados, como raiz, caule e folhas, incluindo gimnospermas e angiospermas.

Plasticidade fenotípica (botânica) – Capacidade da planta de alterar fisiologia ou morfologia em resposta a variações ambientais.

Podão – Ferramenta manual de corte, com lâmina curva ou reta, usada para poda de galhos, ramos e brotações.

Polífago, polifagia – Organismo que se alimenta de diferentes espécies ou tipos de alimento, apresentando ampla plasticidade alimentar.

Polinização, polinizador – Polinização é o transporte de grãos de pólen até o estigma da flor, permitindo formação de sementes e frutos. Polinizador é o agente que realiza esse transporte, como abelhas, mariposas, aves ou vento.

Protólogo (botânica sistemática) – Publicação original que descreve formalmente um *táxon*, incluindo diagnóstico, nome científico e informações taxonômicas iniciais.

Protórax (entomologia) – Primeiro segmento do tórax dos insetos, onde se inserem o primeiro par de pernas e estruturas associadas.

Quaternário (era geológica) – Período geológico que compreende 2,6 milhões de anos atrás até o presente, marcado por glaciações e a evolução da espécie humana; inclui Pleistoceno e Holoceno

Ráquis, raque – Eixo central de folhas compostas, inflorescências ou estruturas ramificadas, do qual partem folíolos ou ramos secundários.

Renascimento – Movimento cultural entre os séculos XIV e XVI que retomou valores da Antiguidade clássica e impulsionou avanços nas artes, ciência e filosofia

Renderização – Processo computacional de geração de imagens, vídeos ou modelos visuais a partir de dados digitais e algoritmos gráficos.

Resiliência ecológica – Capacidade de um ecossistema de se recuperar após distúrbios, mantendo suas funções essenciais.

Rostro – Estrutura alongada da cabeça de alguns insetos, adaptada para perfuração, sucção ou alimentação especializada.

Rustificação (viveiros) – Processo de adaptação gradual de mudas às condições ambientais externas, aumentando resistência ao sol, vento e déficit hídrico.

Salitre – Nome comum de nitratos naturais ou sintéticos, frequentemente associados à fertilização, conservação ou eflorescência em superfícies.

Semicaducifólia – Planta que perde parte das folhas em determinada época, mas não de forma tão intensa quanto as caducifólias.

Sinantrópico – Organismo que convive com ambientes humanos, beneficiando-se de recursos urbanos, como pombos e ratos.

Síndrome de polinização e dispersão de sementes - Conjunto de características morfológicas e ecológicas das plantas que indicam os agentes responsáveis por polinizar flores ou dispersar sementes (ex.: aves, vento, mamíferos).

Sistema agroflorestal – Sistema produtivo que integra culturas agrícolas, espécies arbóreas e, às vezes, animais, promovendo sustentabilidade e diversidade ecológica.

Software – Conjunto de instruções e programas que orientam o funcionamento de sistemas computacionais. Pode incluir sistemas operacionais, aplicativos, programas embarcados e bancos de dados.

Talude – Superfície inclinada de terreno natural ou construída, sujeita a processos de erosão e deslizamento.

Taxa lumínica – Quantidade de luz incidente ou disponível em um ambiente, influenciando processos fisiológicos como fotossíntese e crescimento vegetal.

***Táxon* (pl. *taxa*)** – Unidade de classificação biológica que agrupa organismos com características comuns, como espécie, gênero ou família.

Transecto – Linha ou faixa definida no espaço para amostragem sistemática de organismos, variáveis ambientais ou padrões ecológicos.

Troposfera, troposférico – Camada mais baixa da atmosfera, onde ocorrem fenômenos climáticos e se concentra a maior parte do vapor d'água e dos aerossóis. Vai da superfície até cerca de 12 km de altitude.

Tutoramento – Técnica de condução de plantas com suporte físico, visando orientar crescimento, evitar acamamento e melhorar produtividade.

Variabilidade genética – Diferença genética entre indivíduos de uma população, fundamental para adaptação, evolução e resiliência biológica.

Vetor (de doenças) – Organismo que transmite patógenos entre hospedeiros, como mosquitos, carrapatos ou flebotomíneos.

ÍNDICE REMISSIVO

Abelha 191, 243, 250–251, 258
Acúleo 65, 140, 177
Agentes públicos 230, 487, 510
Aquecimento global 185, 474–475
Assoreamento 422
Atropelamento 205–206, 208, 418
Cadeia montanhosa 293
Cadeia produtiva 37, 46, 444, 459, 479
Camelô 468
Ciclagem de nutrientes 134, 172, 187, 479
Criança 230, 233, 235, 251, 267
Degradação ambiental 216, 464, 478–479
Dispersão de sementes 161, 174, 191, 310
Diversidade genética 12, 208, 285
Doenças cardiovasculares 227
Ecoturismo 288, 436
Energia elétrica 104, 113, 115–116, 121, 131, 159, 208, 302, 427
Epidemia 4–5, 200, 205, 209
Erosão do solo 121, 124, 183
Estacionamento 309, 311, 338, 344, 422, 425, 429, 449, 468, 474
Estiagem 69, 92, 173, 350
Exsicata 307
Fixação de carbono 479
Fotoperíodo 56, 174
Fungos 25, 28, 47, 49, 56, 115–118, 122, 124, 163, 169, 260–261, 270–271
Geoprocessamento 415, 420, 452–453
Injustiça racial 427
Inseticida 77, 80–83, 85–86, 88, 91–94, 118
Invertebrado 191
Investimento 52, 101, 161, 173, 228, 230, 386, 406, 418, 439, 470, 472, 479, 483–484, 498
Lago 5, 219, 221, 422, 438–439, 442, 468, 471–472
Licenciamento 407, 454
Loteamento 33, 344, 440–441, 445
Macronutriente 55
Manguezal 503
Microaspersor 52, 56
Micronutriente 54–55, 66, 71
Mineração 101, 211, 260, 437
Minhocário 267
Monocultura 208, 255, 284
Morcegos 47, 192, 197, 205, 209, 250, 268, 270, 310, 338
Motosserra 269
Mudança climática 506, 508
Organização Não Governamental 491, 498, 500, 507–508
Orquídea 163, 271
Patógeno 107, 116, 132, 208, 503
Pavimentação 28, 4, 102–103, 220, 302, 383, 442
Pedestres 24, 8, 62, 64–65, 72, 102, 104, 122, 191, 232, 388, 423, 442, 466–469, 474, 509
Pipa 27, 208

Pivotante 24, 67, 69, 123, 133, 169, 310
Planície XXIX, 175, 201, 287, 291–295, 298–299, 305, 350, 504
Poder público 75, 154, 185, 205, 254, 274, 308, 417, 451, 454, 468, 474, 479
Poluente 15, 18, 20, 108, 115, 186, 191, 200, 210, 213–214, 217, 219, 221–222, 225, 415
Poluição atmosférica 17, 20, 159, 172, 213–214, 464, 473
Pomar 2, 6, 425, 503, 505
Qualidade do ar 11, 15, 185, 213–214, 216–217, 219, 222, 224–226, 233, 241, 386, 415, 465, 471, 506, 508–509
Queimada 213–214, 216–217, 219, 221–222, 224, 233, 272, 292, 475
Rede elétrica 27, 60, 62, 104, 106, 123, 132, 208
Resiliência ecológica 199
Saúde mental 17–18, 227–228, 257, 274, 278
Sedentarismo 230–231, 236
Segurança pública 131, 184
Sistema agroflorestal XXIX, 263, 269, 272
Telecomunicação 104, 159
Trânsito 6, 62, 65, 104, 132, 206, 232, 509
Tubete 13, 51–52
Turismo 13, 138, 192, 202, 211, 288, 479

CIDADES VERDES RESILIENTES

S·B·A·U SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA

USP

UFSCar

ZABOTTO ambiental

UFAL

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO