

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

COLETÂNEA BRASILEIRA DE

Arborização Urbana

Região
Nordeste





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
Nordeste

Organizadores

Fernando Periotto

Mauricio Lamano Ferreira

Alessandro Reinaldo Zabotto

Brasília
MMA
2026

Idealização, Coordenação Geral e Organização

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

Revisão Textual

Fátima Cavallaro
Iracema Santos Fantaguci
Nildaiane Sales

Equipe do DMUR/SQA/MMA

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

Apoio Institucional

Sociedade Brasileira de Arborização
Urbana (SBAU)

Conselho Editorial Acadêmico

Dr. Alessandro Reinaldo Zabotto
Dra. Danúbia Caporusso Bargas
Dra. Débora S. Alvim
Dr. Fernando Periotto
Dra. Giuliana Velasco
Dra. Greyce Mass
Dra. Luciana Bongiovanni Martins Schenk
Dr. Mauricio Lamano Ferreira
Dr. Patrick Luan Ferreira dos Santos
Dr. Rafael Barroca Silva
Dr. Sérgio 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
nordeste. – Brasília, DF : MMA, 2026.
556 p. : il. color.

Modo de acesso: World Wide Web
ISBN: 978-85-7738-563-8

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

CDU 711.28

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

Revisores *ad hoc*

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

SOBRE OS ORGANIZADORES

Fernando Periotto

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

Maurício Lamano Ferreira

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

Alessandro Reinaldo Zabotto

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

APRESENTAÇÃO

Caro leitor,

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fernando Periotto

Maurício Lamano Ferreira

Alessandro Reinaldo Zabotto

Organizadores da Coletânea Brasileira de Arborização Urbana

PREFÁCIO

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

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

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

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

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

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

Adalberto Maluf

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

PRÓLOGO

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

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

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

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

Sérgio Chaves

Presidente da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana de 2020 a 2023

SUMÁRIO

1. AS CIDADES E AS ÁRVORES, UMA INTRODUÇÃO	1
1.1. Natureza e paisagem	2
1.2. Quando a natureza é pauta para a cidade	3
1.3. O movimento pelos parques e o urbanismo 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>i-Tree</i> : Ferramentas de coleta de dados para melhorar a gestão, o planejamento e os projetos de florestas urbanas	17
2.3. O conceito do <i>i-Tree</i>	18
2.4. Ferramentas <i>i-Tree</i>	20
2.5. Uso do <i>i-Tree</i>	22
2.6. Projetos internacionais	23
2.7. Desenvolvimentos internacionais futuros	24
2.8. Considerações finais	25
2.9. Referências	25

PARTE 1

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

3.2.	Introdução	35
3.3.	A diversidade da arborização urbana	36
3.4.	A origem e a procedência das sementes	38
3.5.	A diversidade genética intraespecífica	38
3.6.	Procedimentos para coleta de sementes	39
3.7.	Planejamento de um viveiro florestal para arborização urbana.	39
3.8.	Considerações finais	42
3.9.	Referências	42

4. ASPECTOS TÉCNICOS DE PLANTIO E ADUBAÇÃO DE ÁRVORES URBANAS ... 43

4.1.	Destaques deste capítulo	43
4.2.	Introdução	43
4.3.	O solo urbano na concepção paisagística	45
4.4.	Escolha de espécies.....	46
4.5.	Produção de mudas.....	47
4.6.	Plantio das mudas	48
4.6.1.	Preparo da cova de plantio	48
4.6.2.	Correção e adubação orgânica nas covas.....	49
4.6.3.	Adubação de fundação ou plantio.....	50
4.6.4.	Aspectos técnicos do plantio de árvores.....	50
4.6.5.	Tutoramento das mudas	51
4.6.6.	Utilização de gradil	52
4.6.7.	Manutenção das mudas após plantio.....	53
4.7.	Considerações finais.....	53
4.8.	Referências	53

5. PRAGAS EM ÁRVORES URBANAS 55

5.1.	Destaques deste capítulo	55
5.2.	Introdução	55
5.3.	Descrição das principais pragas	57
5.3.1.	Lagarta-das-folhas, lagarta-das-palmeiras	57
5.3.2.	Lagarta-desfolhadora-das-palmeiras, lagarta-verde-do-coqueiro	57
5.3.3.	Broca-do-olho-do-coqueiro	58
5.3.4.	Broca-do-tronco ou broca-do-estipe ou rhina.....	59
5.3.5.	Serrador ou serra-pau.....	59
5.3.6.	Coleobroca	60
5.3.7.	Formigas-cortadeiras: saúva-limão	60
5.3.8.	Formigas-cortadeiras: saúva-cabeça-de-vidro.....	61
5.3.9.	Formigas-cortadeiras: quenquéns.....	61
5.3.10.	Cupins-subterrâneos, cupins-de-madeira-seca.....	61
5.4.	Trips, amintinhas, azucrinol, barbudinhos e lacerdinhas.....	62
5.4.1.	Ácaro-da-necrose.....	63
5.4.2.	Ácaro-da-mancha-anelar.....	64

5.4.3.	Ácaro-vermelho-das-palmeiras.....	64
5.4.4.	Moscas-das-frutas.....	64
5.5.	Considerações finais.....	65
5.6.	Referências	66
6.	AValiação DE RISCO DE QUEDA E MANEJO EM ÁRVORES ADULTAS...	69
6.1.	Destaques deste capítulo	69
6.2.	Introdução	69
6.3.	Por que as árvores caem?.....	70
6.4.	Biomecânica – a árvore como uma estrutura.....	72
6.5.	Avaliação de risco de queda.....	75
6.5.1.	Análise de alvo	76
6.5.2.	Análise das condições de entorno	77
6.5.3.	Análise visual externa.....	77
6.5.4.	Análise interna e não destrutiva	80
6.6.	Uso de Inteligência Artificial na Arborização Urbana.....	84
6.6.1.	Manejo de árvores adultas	85
6.7.	Considerações finais.....	89
6.8.	Referências	90
7.	ÁRVORES EXÓTICAS E INVASORAS: IMPORTÂNCIA E DESAFIOS.....	92
7.1.	Destaques deste capítulo	92
7.2.	Introdução	92
7.3.	Formas de introdução de espécies exóticas	93
7.4.	Mecanismos de estabelecimento de espécies exóticas invasoras	94
7.5.	Quais os impactos das espécies exóticas invasoras?	96
7.6.	Atualizações sobre espécies exóticas invasoras no Brasil	96
7.7.	Região Nordeste e as espécies invasoras de maior ocorrência e seus impactos ao ecossistema	97
7.8.	Uso de exóticas na arborização urbana	98
7.9.	Desafios e impactos das espécies exóticas invasoras no Nordeste brasileiro...101	
7.10.	Diretrizes para a prevenção e o manejo de espécies exóticas invasoras em projetos ambientais	101
7.11.	Referências	102
8.	MORFOFISIOLOGIA DE ÁRVORES URBANAS	105
8.1.	Destaques deste capítulo	105
8.2.	Introdução	105
8.3.	Características morfofisiológicas de importância para a arborização urbana	108
8.4.	Morfofisiologia da parte aérea.....	111
8.5.	Morfofisiologia do sistema radicular.....	113
8.6.	Fenologia vegetativa e reprodutiva	114
8.7.	Condições ambientais adversas e morfofisiologia das árvores	116

8.8.	Espécies recomendadas para o Nordeste	118
8.9.	Considerações finais	120
8.10.	Referências	120
9.	ARBORIZAÇÃO URBANA E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	125
9.1.	Destaques deste capítulo	125
9.2.	Introdução	125
9.3.	Quais os principais serviços ecossistêmicos da floresta urbana?	126
9.4.	Serviços de provisão	127
9.5.	Serviços de regulação	129
9.6.	Serviços de suporte	134
9.7.	Serviços culturais	136
9.8.	Como acessar os serviços ecossistêmicos da floresta urbana?	139
9.9.	Como valorar os serviços ecossistêmicos da floresta urbana?	145
9.10.	Considerações finais	148
9.11.	Referências	149
10.	ARBORIZAÇÃO URBANA E FAUNA ASSOCIADA	152
10.1.	Destaques deste capítulo	152
10.2.	Introdução	152
10.3.	Benefícios e conflitos em áreas urbanas	153
10.4.	Gestão de arborização urbana	155
10.5.	A arborização urbana no Nordeste brasileiro e a biodiversidade	155
10.6.	Fauna associada à arborização urbana	157
10.7.	Adaptação em área urbana	159
10.8.	Considerações finais	161
10.9.	Referências	162
11.	ARBORIZAÇÃO URBANA E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	165
11.1.	Destaques deste capítulo	165
11.2.	Introdução	165
11.3.	Rede de monitoramento da qualidade do ar no Nordeste	168
11.4.	Efeitos da poluição nas plantas	169
11.5.	Considerações finais	171
11.6.	Referências	171
12.	ARBORIZAÇÃO URBANA E SAÚDE PÚBLICA NA REGIÃO NORDESTE	175
12.1.	Destaques deste capítulo	175
12.2.	Introdução	175
12.3.	Homem, meio ambiente e saúde	176
12.4.	Urbanização e áreas verdes	177
12.5.	Áreas verdes, saúde e doenças	177

12.6. Doenças e a arborização urbana	179
12.7. Arborização urbana e doenças alérgicas	180
12.8. Arborização urbana e doenças mentais	181
12.9. Arborização urbana e doenças cardiovasculares	182
12.10. Arborização urbana e síndrome metabólica	182
12.11. Arborização urbana e doenças infecciosas	183
12.12. Áreas verdes no envelhecimento	184
12.13. Escolha de espécies vegetais para promoção da saúde	184
12.14. Impactos da arborização nos indicadores de saúde	186
12.15. Considerações finais	186
12.16. Referências	187
13. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E BIODIVERSIDADE NA ARBORIZAÇÃO URBANA	194
13.1. Destaques deste capítulo	194
13.2. Introdução	194
13.3. Maranhão	196
13.4. Piauí	197
13.5. Ceará	197
13.6. Rio Grande do Norte	198
13.7. Paraíba	199
13.8. Pernambuco	199
13.9. Alagoas	200
13.10. Sergipe	200
13.11. Bahia	201
13.12. Ensino de Botânica (potencialidades dos espaços formais de educação) ...	203
13.13. Considerações finais	204
13.14. Referências	205
14. ÁREAS URBANAS E PERIURBANAS: CONEXÕES VERDES E SEGURANÇA ALIMENTAR	209
14.1. Destaques deste capítulo	209
14.2. Introdução	209
14.3. Definição de agricultura urbana e periurbana	212
14.4. Segurança alimentar	213
14.5. O papel das PANCs para a soberania e segurança alimentar	215
14.6. Conexões verdes em áreas urbanas e periurbanas no Nordeste do Brasil ...	220
14.6.1. SAF nas áreas verdes	220
14.7. Quintais e jardins produtivos	221
14.8. Hortas para inclusão social	224
14.9. Cultivos hidropônico, semi-hidropônico, aquapônico e organopônico ..	224
14.10. Considerações finais	226
14.11. Referências	226

PARTE 2

Apresentação

FRUTOS DA BIODIVERSIDADE BOTÂNICA NAS CIDADES BRASILEIRAS E NO MUNDO	231

15. MAPEAMENTOS FITOGEográficos, PEDOLÓGICOS E USO E COBERTURA DA TERRA..... 235

15.1. Destaques deste capítulo	235
15.2. Introdução	235
15.3. Representação cartográfica e base de dados	237
15.4. Mapeamento fitogeográfico da região Nordeste	237
15.5. Mapeamento pedológico	239
15.6. Mapeamento de uso e cobertura da terra.....	240
15.7. Considerações finais	242
15.8. Referências	243

16. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DE ALAGOAS E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA 244

16.1. Destaques deste capítulo	244
16.2. Introdução	244
16.3. A fitotoponímia dos municípios de Alagoas	246
16.3.1. A origem dos nomes dos municípios de Alagoas e a relação com as plantas nativas	246
16.3.2. Herbário de Alagoas	247
16.3.3. Aspectos gerais sobre arborização	247
16.3.4. O problema das espécies exóticas	249
16.3.5. Espécies arbóreas nativas com potencial para uso em áreas urbanas no estado de Alagoas.....	249
16.4. Considerações finais.....	259
16.5. Agradecimentos.....	259
16.6. Referências	259

17. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DA BAHIA E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA..... 261

17.1. Destaques deste capítulo	261
17.2. Introdução	261
17.3. Seleção das espécies.....	262
17.4. Onde encontrar árvores no estado da Bahia?	263
17.5. Árvores nativas indicadas para arborização urbana no estado da Bahia....	265
17.6. Considerações finais.....	278
17.7. Agradecimentos.....	278
17.8. Referências	279

18. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO CEARÁ E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA.....	281
18.1. Destaques deste capítulo	281
18.2. Introdução	281
18.3. A arborização em relação à biodiversidade.....	282
18.4. O problema das espécies exóticas invasoras.....	283
18.5. A situação atual da arborização do Ceará.....	283
18.6. A necessidade de incorporar espécies nativas na arborização	284
18.7. O contexto natural do Ceará: as unidades fitoecológicas do estado	285
18.8. Caatinga	286
18.9. Carrasco ou caatinga de areia	287
18.10. Matas úmidas (floresta estacional sempre-verde e floresta estacional semidecidual).....	288
18.11. Matas secas (florestas estacionais decíduais).....	289
18.12. Cerrados e cerradões (savanas).....	289
18.13. Matas ciliares e carnaubais.....	290
18.14. Complexo vegetacional costeiro.....	290
18.15. Aspectos técnicos a considerar em uma lista de espécies adequadas (porte, conflitos urbanos, dimensões das calçadas).....	307
18.16. Considerações finais.....	308
18.17. Referências	309
19. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO MARANHÃO E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA	311
19.1. Destaques deste capítulo	311
19.2. Introdução	311
19.3. Fitofisionomias do estado do Maranhão.....	312
19.4. Vegetação primária e secundária do Maranhão.....	313
19.5. As árvores nativas no ambiente urbano	315
19.6. As espécies nativas do Maranhão e seu valor de importância na arborização	317
19.7. Aplicações das espécies nativas no uso na arborização urbana em cidades do Maranhão.....	327
19.8. Considerações finais.....	328
19.9. Referências	328
20. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DA PARAÍBA E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA	331
20.1. Destaques deste capítulo	331
20.2. Introdução	331
20.3. Arborização urbana na Paraíba: o que sabemos?	334

20.4. Espécies selecionadas para utilização na arborização urbana dos municípios paraibanos	357
20.5. Espécies indicadas para os municípios localizados na Zona da Mata Paraibana	358
20.6. Considerações finais	360
20.7. Referências	360

21. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DE PERNAMBUCO E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA 368

21.1. Destaques deste capítulo	368
21.2. Introdução	368
21.3. Características político-geográficas e ambientais de Pernambuco.....	370
21.4. Visão geral da Caatinga.....	371
21.5. Caatinga em Pernambuco.....	372
21.6. Visão geral da Floresta Atlântica no Brasil.....	373
21.7. A Floresta Atlântica de Pernambuco	373
21.8. Critérios para a seleção de espécies nativas para arborização urbana em Pernambuco	374
21.9. Considerações finais	386
21.10. Referências	386

22. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO PIAUÍ E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA 388

22.1. Destaques deste capítulo	388
22.2. Introdução	388
22.3. Caracterização das cidades de Teresina, Parnaíba, Campo Maior, Picos e São Raimundo Nonato	390
22.4. Arborização urbana nas cidades piauienses.....	392
22.5. Encaminhamentos para a gestão municipal.....	399
22.6. Considerações finais.....	399
22.7. Referências	399

23. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO RIO GRANDE DO NORTE E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA..... 402

23.1. Destaques deste capítulo	402
23.2. Introdução	402
23.3. Seleção de espécies e informações complementares	403
23.4. O ambiente das árvores	404
23.5. Espécies arbóreas selecionadas	406
23.6. Considerações finais.....	418
23.7. Referências	418

24. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO SERGIPE E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA	421
24.1. Destaques deste capítulo	421
24.2. Introdução	421
24.3. Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Formações Pioneiras.....	422
24.4. Savana Estépica (Caatinga).....	423
24.5. Estudos florísticos e fitossociológicos em Sergipe: Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa	424
24.6. Estudos florísticos e fitossociológicos em Sergipe: Formações pioneiras (restingas e manguezais)	424
24.7. Estudos florísticos e fitossociológicos: Savana Estépica (Caatinga)	425
24.8. O problema do uso de espécies exóticas na arborização em Sergipe	425
24.9. Critérios de seleção e listagem de plantas nativas recomendadas para arborização urbana em Sergipe	426
24.10. Considerações finais.....	440
24.11. Referências	440

PARTE 3

Apresentação

POLÍTICAS PÚBLICAS E ARBORIZAÇÃO URBANA NO BRASIL	447

25. POLÍTICAS PÚBLICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS PARA A ARBORIZAÇÃO URBANA NO MARANHÃO	449
25.1. Destaques deste capítulo	449
25.2. Introdução	449
25.3. Contexto político do verde urbano e práticas sustentáveis no Maranhão ..	450
25.4. Arborização urbana	451
25.5. Historiografia da Arborização.....	453
25.6. Aspectos históricos e urbanísticos da arborização em São Luís	455
25.7. Arborização urbana e conjuntos habitacionais em São Luís: desafios e perspectivas	457
25.8. Regiões ecológicas do Maranhão e a arborização urbana	465
25.9. Arborização urbana na Amazônia Maranhense: desafios e iniciativas em Imperatriz	467
25.10. Cerrado Maranhense: biodiversidade.....	471
25.11. Arborização urbana no Cerrado Maranhense: as diretrizes legais em Chapadinha	471
25.12. Arborização urbana no Semiárido Maranhense: Desafios	473
25.13. O papel da sociedade civil na formulação e na aplicação de práticas e políticas públicas de arborização urbana	474

25.14. Considerações finais.....	475
25.15. Referências	476
26. GESTÃO DO VERDE URBANO: O CASO DE SALVADOR ENTRE 2013-2020	480
26.1. Destaques deste capítulo	480
26.2. Introdução	480
26.3. Experiências entre os anos de 2009 e 2016: desafios iniciais e aprendizado...	481
26.4. Destaques soteropolitanos entre os anos de 2017 e 2020: consolidação e ampliação das políticas públicas	483
26.5. O Programa Salvador Capital da Mata Atlântica.....	483
26.5.1. Planos e Políticas Públicas.....	483
26.5.2. Implantação de novos parques criados pelo PDDU e requalificação de parques já implantados.....	484
26.5.3. Engajamento e cultura cidadã.....	485
26.5.4. Arborização urbana.....	485
26.6. Premiações e reconhecimentos “verdes” de Salvador.....	485
26.7. Aprendizados importantes.....	486
26.7.1. A importância de planejar e projetar	486
26.8. A importância das parcerias.....	487
26.9. Redes de cidades.....	488
26.10. Considerações finais.....	488
26.11. Referências	489
27. BURLE MARX NO RECIFE: A LINGUAGEM FLORÍSTICA DE UMA PAISAGEM-PATRIMÔNIO	490
27.1. Destaques deste capítulo	490
27.2. Introdução	490
27.3. Entendendo a natureza na paisagem do Recife	491
27.4. Propondo uma integração do verde e das águas	495
27.5. Representando a “natureza regional” nos jardins artísticos de Burle Marx....	500
27.6. O reconhecimento legal dos verdes e dos jardins de Burle Marx no Recife	504
27.7. Considerações finais	507
27.8. Referências	508
28. POLÍTICAS PÚBLICAS NACIONAIS RELACIONADAS À ARBORIZAÇÃO URBANA	510
28.1. Destaques deste capítulo	510
28.2. Introdução	510
28.3. Programa Cidades Verdes Resilientes.....	512
28.4. Plano Nacional de Arborização Urbana.....	513
28.5. Programa Agricultura Urbana e Periurbana.....	513
28.6. Programa Periferia Viva	513

28.7. Plano Clima.....	514
28.8. Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa	514
28.9. Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade	514
28.10. Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Manguezais do Brasil	515
28.11. Novo Brasil Plano de Transformação Ecológica e Novo PAC.....	515
28.12. Considerações finais.....	516
28.13. Referências	517
29. POLÍTICAS PÚBLICAS INTERNACIONAIS EM ARBORIZAÇÃO URBANA ...	519
29.1. Destaques deste capítulo	519
29.2. Introdução	519
29.3. As florestas urbanas e a arborização urbana.....	520
29.4. Casos de sucesso em políticas públicas em arborização urbana.....	520
29.5. Programas internacionais, federais e estaduais	522
29.6. Diagnósticos e Inventários.....	524
29.7. Planos Diretores de Arborização Urbana	527
29.8. Manejo, Gestão e Estratégias para consolidação de Florestas Urbanas...	528
29.9. Estratégias em Arborização Urbana	532
29.10. Legislação	533
29.11. Projetos: iniciativas que ligam planos e ações à governança.....	534
29.12. Melhores práticas	539
29.13. Considerações finais.....	541
29.14. Referências	542
LISTA DOS AUTORES.....	549
GLOSSÁRIO	551
ÍNDICE REMISSIVO	555

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Imagem aérea em cores realçadas da cidade de Nova Iorque, ilustrando as variações na cobertura vegetal ao longo da paisagem urbana.....	16
Figura 2.2	Ciclo de avaliações e monitoramento das florestas urbanas para a manutenção dos benefícios florestais ao longo do tempo.....	17
Figura 2.3	<i>i-Tree</i> logotipo.....	17
Figura 2.4	Diagrama ilustrando o processo básico do <i>i-Tree</i>	19
Figura 2.5	Os dados do <i>i-Tree</i> podem ser coletados em dispositivos móveis.....	20
Figura 2.6	Número cumulativo de usuários únicos do <i>i-Tree</i> (2006-2020). Foram necessários 12 anos para alcançar o primeiro quarto de milhão de usuários, mas apenas 3 anos para atingir o segundo quarto de milhão.	22
Figura 2.7	Distribuição global dos usuários do <i>i-Tree</i> (2006-2020).	22
Figura 2.8	Distribuição dos projetos <i>i-Tree Eco</i> conhecidos.....	23
Figura 3.1	Comparativo: modelo de viveiro comercial x conservacionista.	38
Figura 3.2	Classificação dos viveiros de produção de mudas por porte (pequeno, médio e grande), com respectivas capacidades de produção e áreas necessárias.	40
Figura 3.3	a) Vista de viveiro de produção de mudas florestais; b) Setor casa de sombra; c) Pátio de rustificação.....	42
Figura 4.1	Espécies da Caatinga utilizadas na arborização urbana em Patos (PB): a) pau-branco (<i>Cordia oncocalyx</i>); b) craibeira (<i>Tabebuia aurea</i>); c) ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>).	44
Figura 4.2	Torrão da muda com raízes em condições adequadas para o plantio....	48
Figura 4.3	Perfis de Luvissolo, um solo típico do Nordeste brasileiro: a) Solo com horizonte A removido, em Pombal (PB); b) Perfil do solo em área urbana, Patos (PB).....	49
Figura 4.4	Tutoramento usado na arborização de Patos (PB): a) Utilização correta do amarrio; b) Dano causado no caule da planta por uso de arame no amarrio.....	51
Figura 4.5	Protetor de ferro (gradil) utilizado na arborização em Patos (PB)	52
Figura 5.1	<i>Rhynchophorus palmarum</i> Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Curculionidae).....	58
Figura 5.2	<i>Rhinostomus barbirostris</i> Fabricius, 1775 (Coleoptera: Curculionidae).....	59

Figura 5.3	<i>Oncideres limpida</i> Bates, 1865 (Coleoptera: Cerambycidae).....	59
Figura 5.4	<i>Achryson surinamum</i> Linnaeus, 1767 (Coleoptera: Cerambycidae).	60
Figura 5.5	Duas espécies de cupins (Blattodea: Isoptera): a) <i>Coptotermes</i> sp. (Rhinotermitidae) e b) <i>Nasutitermes</i> sp. (Termitidae).	62
Figura 5.6	Injúrias de <i>Aceria guerreronis</i> Keifer, 1965 (Acari: Eriophyidae).	63
Figura 6.1	Interação de fatores na análise de risco de queda de árvores.	71
Figura 6.2	Organismos xilófagos em árvores. a) Apodrecimento do cerne por fungos em <i>Tipuana tipu</i> . b) Ninho de cupins subterrâneos em <i>Jacaranda mimosifolia</i> . c) Galerias de broca de madeira em ferida do tronco de <i>Paubrasilia echinata</i>	72
Figura 6.3	Tigmomorfogênese em árvores. a) Espessamento de raiz em <i>Arancaria angustifolia</i> . b) Raízes escora e espessamento de tronco em <i>Cecropia</i> sp. c) Reforço da bifurcação (“orelhas no tronco”) de <i>Libidia ferrea</i>	73
Figura 6.4	Tensões nas árvores sob a ação de ventos fortes.	74
Figura 6.5	Nível 1 de inspeção de árvores de risco a) Talude em processo erosivo e raízes de árvores de eucalipto expostas; b) Rede de distribuição: supressão de todas as árvores.	76
Figura 6.6	Alguns atributos para análise de risco de queda.....	80
Figura 6.7	Penetrografia: a) Equipamento em uso; b) Exemplo e interpretação de gráfico de penetrografia realizada com IML RESI PD500: resistência à rotação da broca (gráfico verde); penetração da broca (gráfico em azul); decaimento por cavidade (vermelho); biodeterioração interna - cavidade e apodrecimento (seta amarela); lenho sadio (seta azul claro); casca (seta roxa).	81
Figura 6.8	Tomografia sônica: a) Uso do equipamento; b) Exemplo e interpretação de tomografia sônica realizada: alta velocidade, tecido sadio (marrom); média velocidade, transição de madeira sadia e deteriorada (verde); baixa velocidade, cavidade ou tecido deteriorado (magenta e azul); c) Tomografias em diferentes alturas. ...	82
Figura 6.9	Tomografia de Resistividade Elétrica realizada com o <i>PiCUS TreeTronic</i> : a) Equipamento em uso na avaliação de palmeira; b)) Análise em árvore: alta resistividade elétrica (vermelho escuro); baixa resistividade (tons de azul); c) <i>Syagrus romanzoffiana</i> (palmeira jerivá) com processo de deterioração interna: cavidade (azul); porção sadia do lenho (vermelho).	83
Figura 6.10	Radar: a) Uso do radar na avaliação do sistema radicular; b) um exemplo de radargrama, indicando a presença das raízes.	83
Figura 6.11	Modelo de cálculo estrutural. Exemplo de resultado obtido do ARBIO® do IPT considerando 12 velocidades de vento (Escala Beaufort).	84
Figura 6.12	Exemplo da técnica de três cortes.	86
Figura 6.13	Folhas a serem removidas em palmeiras.	87
Figura 7.1	Vias de estabelecimento e desenvolvimento de espécies invasoras. Adaptado de [14].....	94
Figura 7.2	Efeito da introdução de espécies exóticas invasoras no ecossistema nativo.	95

Figura 7.3	Proporção de espécies exóticas <i>versus</i> nativas em estudos de arborização no Nordeste do Brasil.	101
Figura 8.1	Ilustrações de captura e liberação de CO ₂ na atmosfera.	106
Figura 8.2	Efeitos da urbanização sobre a vegetação urbana.	108
Figura 8.3	Esquema mostrando as trocas gasosas e fluxo de energia realizadas pelas plantas. Com o aumento da concentração de CO ₂ , a planta aumenta a assimilação através da fotossíntese, gerando mais biomassa.	109
Figura 8.4	Diferentes densidades de copas de árvores utilizadas na arborização urbana.	110
Figura 8.5	Tipos de porte das árvores para serem utilizadas de acordo com o local de plantio.	111
Figura 8.6	Exemplos de formato de copas.	112
Figura 8.7	Tipos de sistema radicular.	113
Figura 8.8	a - b) imagens mostrando calçadas danificadas pelo sistema radicular de espécies arbóreas.	114
Figura 8.9	Plantas caducifólias, semicaducifólias e perenifólias.	117
Figura 9.1	Processo da fixação de carbono pela vegetação.	131
Figura 9.2	Efeito da cobertura vegetal urbana na estabilidade dos solos e manutenção da qualidade ambiental.	132
Figura 9.3	Exemplos da fauna observados em floresta urbana na região Nordeste: a) Iguana em praça urbana no Rio Grande do Norte; b) Ninho de aves em fragmento de floresta urbana no Rio Grande do Norte; c) Besouro em árvore de praça urbana na Paraíba; d) Saguí em parque urbano em Recife, Pernambuco.	135
Figura 9.4	Composição do valor econômico de um recurso ou serviço ambiental	146
Figura 10.1	Rua arborizada, mostrando fiação e sua relação com a altura da vegetação.	154
Figura 10.2	Fauna representativa do Nordeste: a) calango (<i>Tropidurus</i> sp.); b) urubu-de-cabeça-vermelha (<i>Cathartes aura</i>); c) martim-pescador-grande (<i>Megascelys torquata</i>) e d) iguana (<i>Iguana iguana</i>).	158
Figura 10.3	Capivara atropelada em Fortaleza, em 2016, próxima a um dos dormitórios.	160
Figura 11.1	Esquema ilustrativo do processo de formação e impactos da chuva ácida.	167
Figura 12.1	Serviços ecossistêmicos prestados pela arborização.	178
Figura 14.1	Definição de agricultura urbana.	213
Figura 14.2	Diretrizes da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Lei nº 11.346/2006 e Decreto nº 7.272/2010).	214
Figura 14.3	Objetivos do Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana (Portaria nº 467/2018, Art. 2º e 3º).	215
Figura 14.4	Sistema agroflorestal às margens do Rio de Contas, Ubaitaba, Bahia ...	220
Figura 14.5	Quintal agroflorestal.	222

Figura 14.6	a) Sistema hidropônico, cultivo de alface e manjeriço em área de produção familiar; b) Sistema semi-hidropônico, cultivo de tomate e pimentão, em área de produção familiar.	225
Figura 14.7	Sistema organopônico, cultivos de coentro, salsa e rúcula, solo impermeabilizado com lonas plásticas, área de produção familiar e de testes da agricultora A. Jardim.	226
Figura 15.1	Localização da região Nordeste do Brasil.	236
Figura 15.2	Mapa de vegetação da região Nordeste do Brasil.	238
Figura 15.3	Mapa de solos da região Nordeste do Brasil.	239
Figura 15.4	Mapa de uso e cobertura da terra da região Nordeste do Brasil.	241
Figura 16.1	Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado do Alagoas, região Nordeste do Brasil.	246
Figura 17.1	Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado da Bahia, região Nordeste do Brasil.	263
Figura 17.2	Árvores com potencial uso em áreas urbanas no estado da Bahia: a) <i>Amanoa guianensis</i> ; b) <i>Cavanillesia umbellata</i> ; c) <i>Chamaecrista ensiformis</i> ; d) <i>Ceiba speciosa</i> ; e) <i>Cordia superba</i> ; f) <i>Homalolepis cedron</i> ; g) <i>Didymopanax selloi</i> ; h) <i>Syagrus botryophora</i> ; i) <i>Tabebuia roseoalba</i>	264
Figura 18.1	Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado do Ceará, região Nordeste do Brasil.	286
Figura 19.1	Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado do Maranhão, região Nordeste do Brasil.	313
Figura 20.1	Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil.	333
Figura 20.2	Municípios paraibanos onde foram realizados levantamentos sobre a arborização urbana.	335
Figura 21.1	Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado de Pernambuco, região Nordeste do Brasil.	371
Figura 21.2	Diagrama dos critérios de adequabilidade ambiental para a escolha das espécies indicadas.	374
Figura 21.3	Espécies nativas indicadas para a arborização urbana do estado de Pernambuco: a) <i>Copernicia prunifera</i> ; b) <i>Cenostigma nordestinum</i> ; c) <i>Syagrus coronata</i> ; d) <i>Handroanthus serratifolius</i> ; e) <i>Parkia pendula</i> ; f) <i>Chrysophyllum splendens</i> ; g) <i>Handroanthus impetiginosus</i> ; h) <i>Apeiba tibourbou</i>	375
Figura 22.1	Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado do Piauí, região Nordeste do Brasil.	389
Figura 22.2	Praça Pedro II em Teresina (PI), década de 1940.	390
Figura 22.3	Floração de caneleiro (<i>Cenostigma macrophyllum</i>).	391
Figura 22.4	Exemplos de grandes avenidas em Teresina (PI) com suas espécies nativas na arborização: a) Av. Presidente Kennedy, prioritariamente arborizada com caneleiros (<i>Cenostigma macrophyllum</i>); b) Av. Mal. Castelo Branco e suas carnaubeiras (<i>Copernicia prunifera</i>); e c) Av. Dom Severino, arborizada com pau-ferro (<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>ferrea</i>).	393

Figura 23.1	Tipos de vegetação natural presentes no Rio Grande do Norte. Classificação segundo [8] e espacialização segundo [9].	405
Figura 24.1	Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado de Sergipe, região Nordeste do Brasil.	422
Figura 24.2	Regiões fitoecológicas presentes no estado de Sergipe, região Nordeste do Brasil: a) Floresta Ombrófila Densa; b) Floresta Estacional Semidecidual; c) Restinga; d) Manguezal; e-f) Savana Estépica (Caatinga).	423
Figura 24.3	Exemplos de espécies de plantas nativas indicadas para arborização urbana nos municípios do estado de Sergipe. Espécies estão agrupadas de acordo com sua região fitoecológica: a-i) Floresta Ombrófila Densa e/ou Floresta Estacional Semidecidual; j-p) Formações Pioneiras (Restinga); q-x) Savana Estépica (Caatinga).	439
Figura 25.1	Avenida Beira-Mar em 1930 e projeto de Charles Thays de 1901.	456
Figura 25.2	a) Conjunto Habitacional entregue em 2021, em São Luís-MA; b) Conjunto MCMV sem nenhuma vegetação inserido em mata nativa desmatada; e c) Conjunto MCMV assentado em área de 85 hectares desmatados em mata nativa na região sul de São Luís, distante quase 15 km de comércios, escolas, saúde hospitalar e outros, e isolamento com um raio de 8 quilômetros sem nenhum outro adensamento.	458
Figura 25.3	Título do material descrito por José Bonifácio de Andrada e Silva para relatar o uso de plantas na arborização urbana.	459
Figura 25.4	Loteamento do Sítio Santa Eulália abandonado, que recebeu terraplenagem total, e a recuperação de capoeira em algumas áreas espontaneamente após quase 40 anos.	460
Figura 25.5	Amazônia Maranhense: Desenvolvimento e Preservação.	466
Figura 27.1	Baía entulhada do Recife	493
Figura 27.2	Projeto de Melhoramentos do Recife (1910-1917) de Saturnino de Brito	496
Figura 27.3	a) Praça de Casa Forte; b) Praça Ministro Salgado Filho.	498
Figura 27.4	Praça Euclides da Cunha, Recife (PE): a) Decoração com pedras; b) Bancos funcionais e decorativos, curvos; c) Presença de palmeiras na arborização decorativa da praça.	499
Figura 27.5	Fitoassociação na: a) Praça Euclides da Cunha e b) Praça de Casa Forte	501
Figura 27.6	Unidades Protegidas do Recife, definidas pelo Sistema Municipal de Unidades Protegidas do Recife (SMUP) e localização dos Jardins Históricos de Burle Marx, protegidos por Lei Federal (IPHAN, 2015) e por Decreto Municipal (2016).	505
Figura 29.1	Tela do <i>Sistema de Árbol Urbano</i> de Medellín.	521
Figura 29.2	Tela do Visor Geográfico Ambiental da cidade de Bogotá.	522
Figura 29.3	Mapa interativo das árvores das ruas de Nova Iorque.	526
Figura 29.4	Mapa interativo das árvores das ruas de São Francisco.	527
Figura 29.5	Tela do Sistema de Gestão da Arborização Urbana da cidade de Bogotá	527

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Benefícios e custos das árvores quantificados e em desenvolvimento no <i>i-Tree</i>	19
Tabela 2.2	Exemplo de análises globais do <i>i-Tree</i>	23
Tabela 4.1	Algumas espécies da Caatinga sugeridas para arborização urbana.	46
Tabela 5.1	Pragas e plantas hospedeiras que são utilizadas na arborização urbana da região Nordeste.	56
Tabela 6.1	Atributos para análise de risco de queda de árvores no Nível de Inspeção 2.	77
Tabela 7.1	Lista de espécies exóticas invasoras identificadas em área de Caatinga, conforme levantamento em estudo sobre invasão biológica [2].	97
Tabela 7.2	Espécies exóticas e invasoras identificadas em estudos realizados com a arborização urbana no Nordeste do Brasil. [31-37].	98
Tabela 9.1	Exemplos de serviços de provisão associados à floresta urbana no Nordeste.	129
Tabela 9.2	Exemplos de serviços de regulação associados à floresta urbana no Nordeste.	134
Tabela 9.3	Exemplos de serviços de suporte associados à floresta urbana no Nordeste.	136
Tabela 9.4	Exemplos de serviços culturais associados à floresta urbana no Nordeste.	138
Tabela 9.5	Serviços ecossistêmicos da arborização urbana e sua contribuição aos ODS.	139
Tabela 9.6	Indicadores de serviços ecossistêmicos de provisão.	140
Tabela 9.7	Indicadores de serviços ecossistêmicos de regulação.	141
Tabela 9.8	Indicadores de serviços ecossistêmicos de suporte.	143
Tabela 9.9	Indicadores de serviços ecossistêmicos culturais.	144
Tabela 9.10	Descrição e exemplo das técnicas derivadas do método Mercado de Bens Substitutos.	147
Tabela 11.1	Frota de veículos, por tipo e com placa, para o Brasil e para a região Nordeste.	166
Tabela 14.1	Lista de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) que podem ser encontradas e/ou cultivadas em áreas verdes urbanas e periurbanas.	216

Tabela 14.2	Espécies comuns em espaços verdes urbanos e periurbanos como SAF, quintais e jardins produtivos na região Nordeste do Brasil.....	222
Tabela 15.1	Dados de área e população da região Nordeste do Brasil com base no Censo 2022.....	236
Tabela 16.1	Lista aberta com as famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Alagoas.	250
Tabela 17.1	Espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado da Bahia – Lista Aberta, atributos ecológicos, morfológicos, fenológicos, reprodutivos e de adequação de plantio às cidades.	266
Tabela 18.1	Lista de espécies nativas do Ceará indicadas para arborização, organizadas por famílias botânicas e nomes científicos e populares....	292
Tabela 19.1	Descrição das classes de vegetação no Estado do Maranhão de acordo com o IBGE.....	314
Tabela 19.2	Lista das espécies arbustiva e arbórea indicadas para serem utilizadas na arborização urbana no estado do Maranhão.....	318
Tabela 20.1	Lista das espécies mais frequentes observadas em levantamentos sobre a arborização urbana em 12 municípios paraibanos.	335
Tabela 20.2	Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado da Paraíba.	337
Tabela 21.1	Espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Pernambuco – Lista Aberta, organizadas por ordem alfabética da família botânica, e seus atributos ecológicos, morfológicos, fenológicos, reprodutivos e de adequação de plantio às cidades.	376
Tabela 22.1	Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado do Piauí – Lista Aberta. Atributos ecológicos, morfológicos, fenológicos, reprodutivos e de adequação de plantio às cidades.....	394
Tabela 23.1	Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nas cidades do estado do Rio Grande do Norte. Atributos ecológicos, morfológicos, fenológicos, reprodutivos e de adequação de plantio às cidades.	407
Tabela 23.2	Quantidade de espécies arbóreas com potencial para arborização urbana no Rio Grande do Norte, selecionadas por unidade fitoecológica e por domínio fitogeográfico	417
Tabela 24.1	Famílias e espécies nativas recomendadas para uso em arborização nos municípios do estado de Sergipe, de acordo com atributos ecológicos, morfológicos, fenológicos, reprodutivos e de adequação de plantio às cidades.	427
Tabela 27.1	Algumas das espécies indicadas por Burle Marx para configurar os Jardins Históricos do Recife: (1) Casa Forte; (2) Euclides da Cunha; (3) República e Jardins do Campo das Princesas; (4) Derby; (5) Ministro Salgado Filho e (6) Faria Neves.	502
Tabela 27.2	Jardins de Burle Marx e os instrumentos legais de proteção.	506

Capítulo 1

AS CIDADES E AS ÁRVORES, UMA INTRODUÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.1. Natureza e paisagem

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2. Quando a natureza é pauta para a cidade

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.3. O movimento pelos parques e o urbanismo sanitaria

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.5. Arborização urbana brasileira: início da consolidação

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.6. Arborização, espécies e experiências

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.7. Arborização urbana: desafios

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.8. Referências

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

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

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

Capítulo 2

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

*Por David J. Nowak
USDA Forest Service*

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

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

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

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

2.1. Orientando as paisagens para um futuro melhor

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

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

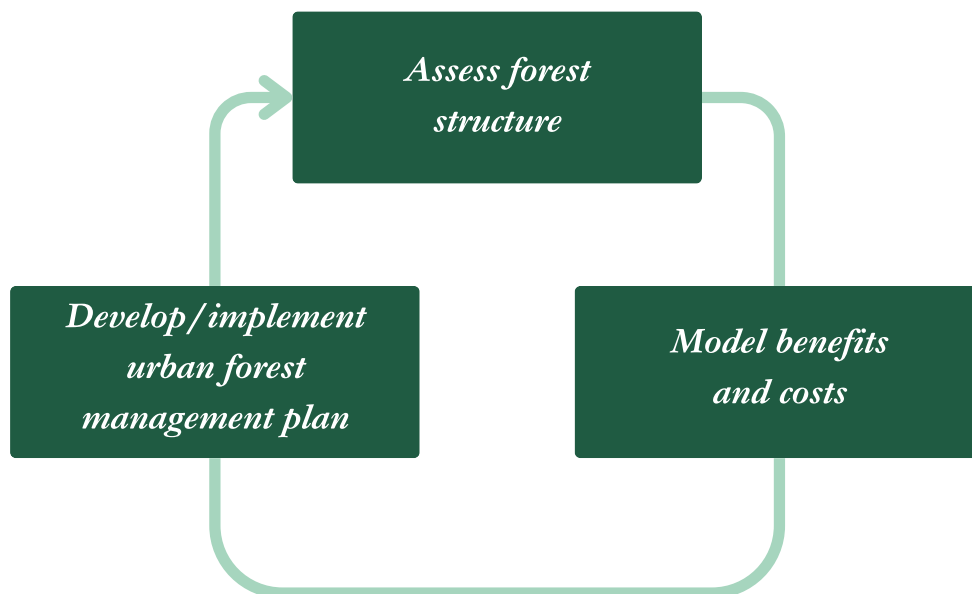
Nos Estados Unidos, o Serviço Florestal do Departamento de Agricultura (USDA Forest Service) estabeleceu um programa de inventário e monitoramento de florestas urbanas para auxiliar na gestão municipal [5]. Esse programa utiliza o modelo *i-Tree Eco* (www.itreetools.org) para ajudar na avaliação dos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

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



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

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



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

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

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



Figura 2.3 – *i-Tree* logotipo

Fonte: *i-Tree*.

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

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

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

2.3. O conceito do *i-Tree*

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

○ = atributo em desenvolvimento no *i-Tree*

Fonte: *i-Tree*.

2.4. Ferramentas *i-Tree*

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

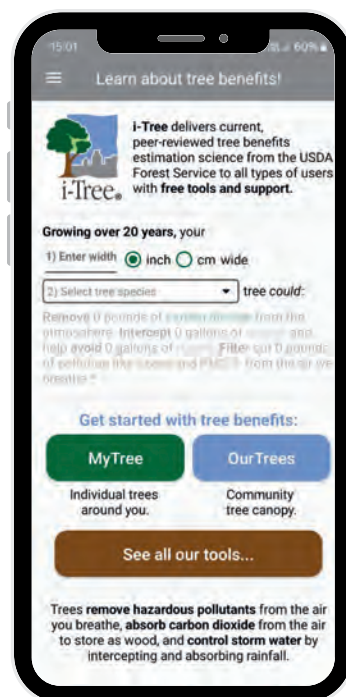
O programa opera com dados de árvores coletados em campo, além de dados meteorológicos e de poluição atmosférica locais em base horária. O *i-Tree Eco* foi projetado para orientar o usuário de forma simples e completa desde a configuração do projeto até a coleta e análise dos dados. Possui diversas funcionalidades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

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

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

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

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



Fonte: *i-Tree*.

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

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

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

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

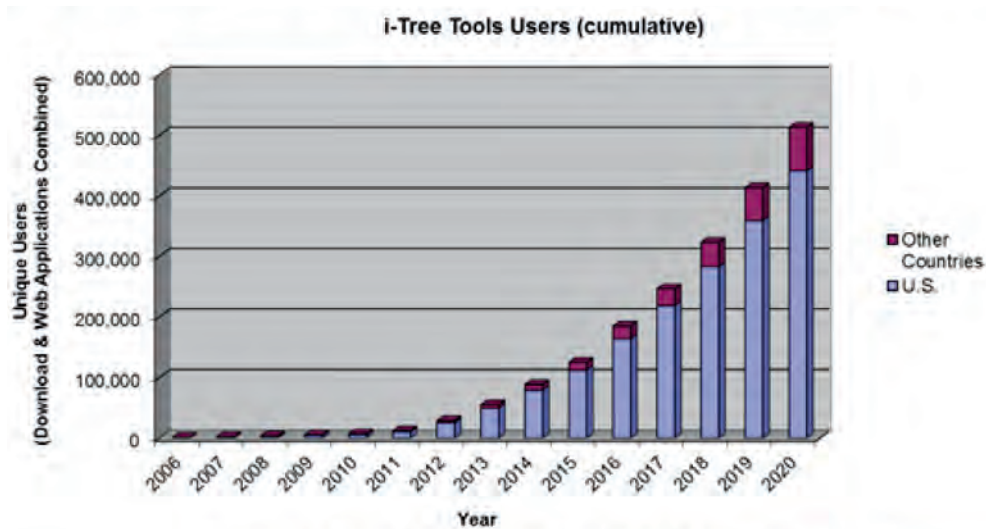
i-Tree Species é uma ferramenta *online* desenvolvida para ajudar os usuários a selecionarem as espécies arbóreas mais apropriadas com base nas funções ambientais desejadas e na localização geográfica. Baseia-se em avaliações do desempenho funcional de várias espécies na maturidade. A maioria das espécies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

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

2.5. Uso do *i-Tree*

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

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



Fonte: *i-Tree*.

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



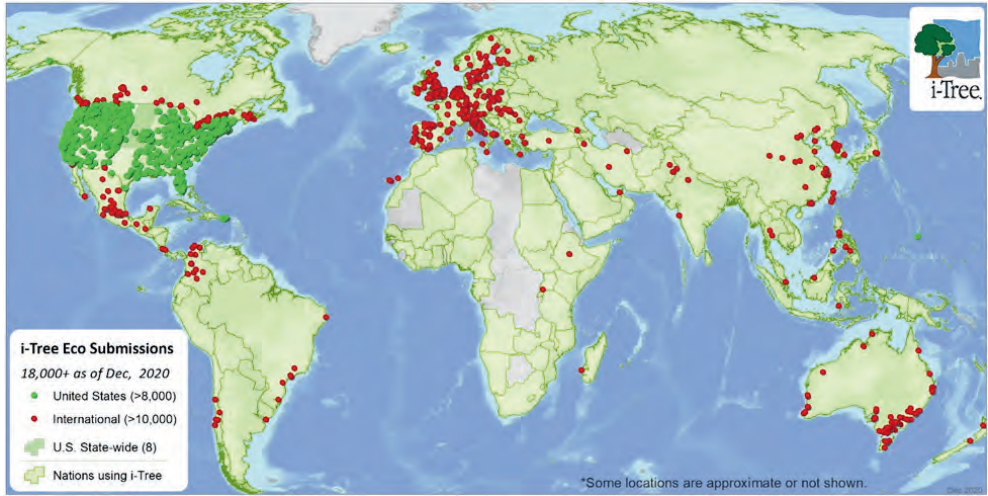
Fonte: *i-Tree*.

2.6. Projetos internacionais

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

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

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



Fonte: *i-Tree*.

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

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

(continua)

(continuação)

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

Fonte: *i-Tree*.

2.7. Desenvolvimentos internacionais futuros

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

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

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

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

2.8. Considerações finais

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

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

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

2.9. Referências

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

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

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

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

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



A close-up photograph of a green leaf, showing a dense network of veins. The veins are a lighter shade of green than the leaf's surface, creating a complex, web-like pattern. The lighting is soft, highlighting the texture of the leaf. The text 'PART 1' is overlaid on the right side of the image.

PART 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 Natália Coelho Barbosa Albuquerque e Renata Lopes Carvalho Barros

3.1. Destaques deste capítulo

1. A produção de árvores nativas para arborização urbana deve priorizar qualidade genética e diversidade, envolvendo desde o acesso às sementes até o controle de qualidade das mudas;
2. A diversificação de espécies e espaços é fundamental para equilibrar funções ecológicas, estéticas e sociais, evitando problemas como pragas associadas a monocultivos urbanos;
3. A utilização de material genético regional e de procedência rastreada contribui para a adaptação das espécies, reduzindo custos, mortalidade e riscos de endogamia;
4. O modelo de viveiro conservacionista, em parceria público-privada ou via políticas públicas, é estratégico para equilibrar produção comercial, conservação e continuidade das políticas de arborização;
5. Uma arborização urbana ecológica e diversificada gera múltiplos benefícios socioambientais, como melhoria do microclima, atração da fauna, bem-estar humano e maior integração da cidade à paisagem natural.

3.2. Introdução

A produção de árvores nativas para o paisagismo urbano deve atender a critérios próprios de qualidade para a arborização e recomposição florestal de áreas verdes urbanas, que implicam na seleção das espécies a serem produzidas, no planejamento para o acesso às sementes, no planejamento para implantação e manutenção do viveiro e no controle da qualidade final das mudas a serem destinadas ao plantio.

Diante da diversidade de regiões fitogeográficas no Brasil, ou seja, regiões caracterizadas pelo conjunto de espécies naturais da flora em decorrência das condições edafoclimáticas próprias e diferenciadas, a arborização urbana deve considerar a diversidade genética adequada para as condições locais. Com benefícios ecológicos e antrópicos agregados, deve-se atender a critérios

diferenciados de seleção das espécies, considerando o atendimento a essas condições locais e ao acesso e valorização das espécies arbóreas nativas da região.

A seleção entre espécies determinará a diversidade interespecífica para uma arborização ecológica e deve, além de considerar os aspectos da diversidade florística ecologicamente adequada, considerar a seleção de espécies conforme suas características próprias de forma, tamanho, frutificação e floração. Tamanho grande de fruto, presença de alérgenos (comum em algumas espécies ou famílias como Anacardiaceae) ou estrutura frágil com quebra constante de galhos devem ser evitados em ruas, por exemplo. Outras características devem ser buscadas para espaços específicos, como grandes árvores em praças e parques.

Uma vez realizada a seleção das espécies para uma diversidade genética interespecífica adequada, deve-se considerar a diversidade genética intraespecífica. A diversidade intraespecífica deve considerar a origem e a procedência adequadas do material genético e o número de acessos. Caso as mudas sejam adquiridas de viveiros locais ou regionais, há maiores chances de que o material genético seja adequado àquela região de plantio, ou as condições adequadas do material genético utilizado para a produção podem ser objeto de contrato. Caso não haja viveiros locais ou regionais, esses podem e devem ser fomentados em parcerias público-privadas, de modo a conciliar os objetivos de comercialização e conservação concomitantemente. Parcerias público-privadas são estratégicas e interessantes, por contribuir para a continuidade dos processos e políticas ao longo das gestões públicas. Esse tipo de modelo foi implantado por exemplo pelo Programa Arboretum de Conservação e Valorização da Diversidade Florestal, onde é conferido, pelo programa, apoio técnico e logístico a viveiros comunitários num modelo comercial-conservacionista. Esse tipo de parceria promove e difunde a formação de viveiristas e coletores de sementes na região da Hileia Baiana, conferindo apoio técnico e logístico à produção, bem como possibilitando e fomentando a demanda.

A implantação de viveiros por meio de políticas públicas, caso não compreenda uma parceria público-privada, deve considerar a sua continuidade e fortalecimento como política, reunindo objetivos e incentivos no âmbito da gestão, como a reunião da produção de mudas agrícolas e florestais, trazendo conjuntamente objetivos do meio ambiente e da agricultura e otimizando o espaço do viveiro.

Seja qual for o modelo pretendido, os cuidados e a importância com o material genético utilizado na produção, bem como o fomento e a capacitação dos viveiristas e coletores de sementes deve ser uma constante.

3.3. A diversidade da arborização urbana

A definição do conjunto de espécies a serem produzidas deve considerar dois aspectos: a diversidade de espaços a serem arborizados; e a diversidade de espécies para compor a arborização. Para definir a diversidade de espécies a serem produzidas, deve ser definido um conjunto de espécies que atenda a cada espaço. Para a diversidade de espaços, devemos considerar, *a priori*:

Ruas estreitas: espécies de porte pequeno, como murtas. Devem ser plantadas mudas arborizadas e bem conduzidas.

Ruas largas: espécies de pequeno e médio porte. Devem ser plantadas mudas arborizadas e bem conduzidas.

Avenidas: espécies de grande porte final; devem ser plantadas mudas arborizadas.

Praças: espécies de portes diversos para uma boa composição paisagística. Podem ser plantadas mudas pré-arborizadas.

Parques e outras áreas verdes: espécies de diferentes portes e grupos funcionais e ecológicos. Devem ser plantadas mudas pré-arborizadas ou mudas para recomposição florestal.

Áreas de preservação permanente: devem ser plantadas as espécies normalmente encontradas nas beiras de cursos d'água da região. Devem ser plantadas mudas produzidas preferencialmente em tubetes para recomposição florestal.

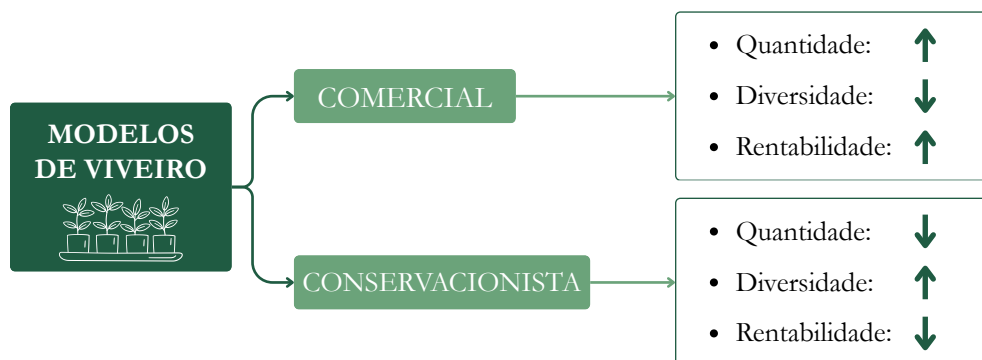
O equilíbrio ecológico e paisagístico da cidade, proporcionado pelas árvores, será tanto maior quanto maior for o equilíbrio e a diversidade do conjunto de espécies a ser utilizado. A maior diversidade de espécies pode contribuir por exemplo para uma oferta de recursos para a fauna em diferentes períodos do ano, contribui ainda para evitar o alastramento de pragas. Exemplo disso foi o alastramento da praga *Gynaikothrips ficorum*, no Rio de Janeiro, na década de 70, que se espalhou rapidamente pela cidade, acometendo as árvores predominantes da espécie exótica *Ficus benjamina* e acarretou a devastação das árvores e grande incômodo às pessoas. A praga, apelidada pelos cidadãos de “lacerdinha”, diminuta, preta, à semelhança de piolhos, colonizou toda a copa das árvores e caía nas pessoas, muitas vezes em seus olhos, causando grande desconforto.

A diversidade das espécies, além do benefício ecológico e ambiental, apresenta o valor da diversificação visual e paisagística, conferindo maior bem-estar, beleza e dinâmica a uma cidade.

A diversificação pode ser dada por setores (rua do Ipê, rua do Jacarandá etc.) ou alternada aleatoriamente. A diversificação no âmbito ecológico pode considerar também a conservação de espécies raras, ameaçadas ou endêmicas, especialmente em áreas de preservação permanente urbanas, parques e praças, cujos espaços mais versáteis permitem um maior número de espécies. No âmbito da diversificação na produção de árvores, é importante a adoção de um modelo de viveiro comercial-conservacionista, no qual a qualidade e a diversidade de mudas têm um propósito que equilibra a quantidade e a rentabilidade.

Como regra geral, viveiros comerciais limitam as espécies para uma maior produtividade, a partir não só da simplificação de processos e controles possibilitado pelo número reduzido de espécies, mas também a partir da seleção das espécies por suas características de rentabilidade e comercialidade, tais como: menor preço das sementes; facilidade na produção da muda; crescimento rápido; boa aceitação de mercado; etc. Caso não seja diferenciado o viveiro público de um viveiro comercial, a aquisição de mudas seria o caminho mais eficiente. O papel conservacionista de um viveiro é um dos principais aspectos que pode fundamentar o diferencial das políticas públicas voltadas à produção de mudas florestais (Figura 1).

Figura 3.1 – Comparativo: modelo de viveiro comercial x conservacionista.



Fonte: Zabotto Ambiental.

3.4. A origem e a procedência das sementes

Uma arborização urbana de interesse ecológico deve priorizar a diversidade florística regional ou local, com a utilização de material genético adaptado às condições locais. Não raro, espécies que apresentam um comportamento ótimo paisagístico e com intensas floradas em seu local de origem, não o apresentam em condições climáticas distintas, podendo inclusive não se desenvolver ou sobreviver. Exemplos de espécies dispersas pelo Brasil por sua floração exuberante são a quaresmeira-da-serra (*Pleroma granulosum*) e o jacarandá-mimoso (*Jacaranda mimosifolia*), este nativo da Argentina. Ambos apresentam intensa floração apenas em localidades com temperaturas mais amenas e são levados equivocadamente para arborização no Nordeste, embora outras espécies do mesmo gênero, regionais e com atributos semelhantes pudessem substituí-las mais satisfatoriamente.

3.5. A diversidade genética intraespecífica

A coleta de sementes na região fitogeográfica do plantio contribui para a conservação da diversidade florística da região e evita a introdução de outras espécies exóticas ou invasoras. As sementes coletadas, além de priorizarem as espécies regionais, devem apresentar uma boa representatividade da variabilidade genética de uma determinada espécie, para evitar endogamia nas futuras gerações e conservar o potencial evolutivo das espécies [1]. Plantios formados com poucos acessos e baixa variabilidade genética têm maior chance de sofrer perda de alelos raros por deriva genética, que poderiam contribuir para adaptações em condições de estresse ambiental [2].

A utilização de material adaptado à região de plantio pode reduzir a mortalidade e os custos de coleta. Por outro lado, a utilização de sementes coletadas de uma ou poucas árvores pode causar “gargalo genético”, levando à fundação de populações sujeitas aos efeitos da deriva genética, com aumento nos níveis de endogamia [3]. Quanto maior o número de matrizes acessadas para produção das árvores, maior será a diversidade genética e menores as chances de endogamia e de coancestria. Quanto menos acessos e menor variabilidade genética, a predisposição a pragas e doenças tende a ser mais uniforme, dificultando o seu controle. De modo geral, recomenda-se a

coleta de pelo menos 12 matrizes para formação de um lote de sementes com diversidade genética adequada [4]. Tal diversidade, entretanto, torna-se viável apenas para espécies comuns, sendo que na prática, quanto maior o número de matrizes, tanto melhor para a conservação e para o manejo da espécie.

3.6. Procedimentos para coleta de sementes

Para a coleta de sementes de matrizes da região, deve-se optar por áreas de fragmentos ou populações naturais, onde não há o risco de coleta de espécimes plantados, cuja origem genética seja desconhecida.

O trabalho de coleta deve envolver o registro da área de coleta de sementes, ou o registro da árvore matriz, para que seja possível a rastreabilidade do material produzido no viveiro.

Para espécies comuns e cuja identificação não representa maior dificuldade, a coleta pode ser registrada por meio de área de coleta de sementes (ACS), e deve reunir todas as sementes coletadas, de diferentes matrizes, numa mesma condição fisiológica (mesmo período de maturação, mesma condição fitossanitária) e numa mesma data ou período de coleta.

Uma área de coleta é delimitada por alguma referência física, política ou geográfica, num determinado raio de atuação, considerando que as árvores matrizes estão em condições ambientais similares e façam parte de uma mesma população. A área de coleta pode ser definida por uma microbacia hidrográfica, uma propriedade, um fragmento florestal, ou ainda uma localidade.

Para as sementes coletadas e rastreadas por área de coleta de sementes, o lote de sementes deve apresentar as informações do número de matrizes coletadas para formação do lote, do período de coleta, dos responsáveis pela coleta, entre outras, conforme Instrução Normativa nº 17 de 26 de abril de maio de 2017, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento que regulamenta a Produção, a Comercialização e a Utilização de Sementes e Mudas de Espécies Florestais [5].

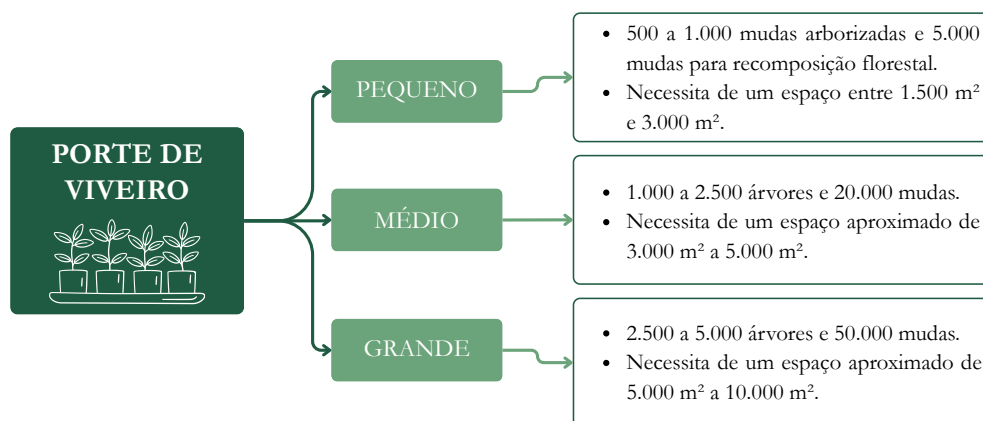
Para espécies não comuns, raras ou ameaçadas, ou cuja identificação requeira melhor análise, a coleta de sementes deve ser realizada envolvendo o registro e a marcação da matriz. O registro de uma matriz deve ser feito *in loco*, por meio de marcação física da matriz e por meio de uma ficha de cadastro, com as principais informações do indivíduo e coleta de material botânico para correta identificação. Em relação ao comportamento após a coleta, as sementes florestais têm variações extremas na sua capacidade de armazenamento, variando sua viabilidade em apenas três dias após beneficiadas, até mais de dois anos. Por isso é muito importante buscar informações sobre o manejo de determinada espécie, logo que colhidas.

3.7. Planejamento de um viveiro florestal para arborização urbana.

Para que o viveiro seja implantado com sucesso, é necessária uma localização que permita bom fornecimento de água e energia e acesso estratégico e facilitado para caminhões. O viveiro será dimensionado de acordo com a demanda calculada anualmente para a arborização da cidade.

A demanda pode ser muito variável, mas deve ser calculada pela média, considerando o estágio atual de arborização da cidade e o planejamento para as futuras implantações. Um viveiro de produção de mudas para arborização urbana pode ser estimado da seguinte maneira (Figura 2):

Figura 3.2 – Classificação dos viveiros de produção de mudas por porte (pequeno, médio e grande), com respectivas capacidades de produção e áreas necessárias.



Fonte: Zabotto Ambiental.

O recurso principal do viveiro é o responsável técnico e a mão de obra capacitada. Para os dimensionamentos acima, a mão de obra poderia variar de 1 a 4 colaboradores, sendo imprescindível o acompanhamento da produção durante os fins de semana e feriados, mesmo que o viveiro apresente um sistema automatizado de irrigação. Qualquer falha na irrigação das mudas por mais de 12 horas pode causar a perda total da produção. Outros recursos de manutenção que devem ser previstos são: embalagens; insumos (substrato, adubos).

Um viveiro para arborização urbana deve atender à produção de variados tipos de mudas: **mudas arborizadas** (com mais de 1,5 m de altura); **mudas semi-arborizadas** (entre 0,70 e 1,0 m de altura); além de mudas para **recomposição florestal** (0,3 a 0,7 m de altura).

As principais embalagens utilizadas em viveiros de mudas são as sacolas plásticas, tubetes plásticos (180 cm³ e 290 cm³) e embalagens biodegradáveis. As sacolas plásticas de polietileno possuem menor custo inicial de aquisição, mas apresentam maiores custos de produção e logística devido às dificuldades no manejo, podendo se romper mais facilmente durante a produção ou durante o transporte. Além disso, essa embalagem não tem possibilidade de reutilização ou descarte acidental do plástico no momento do plantio, e por isso ocasionam maiores impactos ambientais. Já os tubetes e vasos de polipropileno permitem o reaproveitamento e são mais resistentes ao transporte, mas possuem um custo inicial de produção mais elevado e sua logística reversa pode atrasar o processo produtivo. Ademais, a dificuldade de poda natural das raízes nas sacolas, vasos e alguns tipos de tubete plásticos pode levar ao enovelamento das raízes. A produção em tubetes ou embalagens biodegradáveis, como tubetes de papel ou embalagens mais resistentes com sistema de poda aérea das raízes são atualmente as opções que trazem maior ganho em qualidade da muda por permitirem boa aeração, boa drenagem do solo e maior produção de raízes ativas, além de serem mais adequadas ambientalmente.

Abaixo, são apresentados os espaços do viveiro e as principais características e orientações para cada etapa ou ambiente de produção:

Sementeira: O espaço da sementeira deve ser bem delimitado, no nível do solo ou a 1,0 m de altura aproximadamente, e preenchido com areia lavada, com profundidade entre 15 e 25 cm e apresentar uma boa drenagem. Para pequeno, médio e grande porte, o canteiro da sementeira pode apresentar uma área respectivamente de aproximadamente 0,6 x 2 m; 0,6 x 3 m; e 0,6 x 4 m.

Casa de Sombra: o espaço da casa de sombra pode ser construído em estrutura simples, metálica, de madeira ou ainda com estrutura em alvenaria. Caso seja construída de madeira, as colunas devem ser revestidas por uma base até altura de pelo menos 0,5 m, para evitar apodrecimento precoce pela alta umidade do ambiente. A cobertura deve ser feita com sombrite 70% e os canteiros preferencialmente elevados, com dimensionamento apropriado para a justaposição das bandejas. Além disso, deve ser elaborado um efetivo sistema de drenagem, de modo que não haja pontos de alagamento, que favorecem um microclima apropriado à ocorrência de doenças fúngicas e aceleração no desgaste das estruturas. A casa de sombra possui o microclima ideal para o crescimento da muda, com maior umidade, menor incidência solar e baixa evapotranspiração. Aos 30 dias do transplante da plântula, devem ser iniciadas as adubações de cobertura, realizadas preferencialmente por fertirrigação, com macro e micronutrientes. Atenção especial deve ser dada à adubação nitrogenada, essencial para o crescimento vegetativo da parte aérea e do sistema radicular da muda. Nesse espaço, pode ocorrer a maior incidência de pragas como tripses e doenças fúngicas como a antracnose, principalmente em épocas de baixa temperatura. Recomenda-se o controle preventivo com caldas bordalesa e sulfocálcica, e em caso de alta infestação, procure o defensivo agrícola correspondente ao tipo de agente agressor.

Pátio de Rustificação: espaço que consiste em pátio a pleno sol (Figura 3), para o desenvolvimento das mudas em resistência às intempéries e em tamanho. As mudas, após a boa formação das raízes e do colo e desenvolvimento inicial em altura, são direcionadas à rustificação onde são simuladas condições mais próximas ao campo. Expostas a condições como menor turno de rega, sol pleno e vento, as mudas são estimuladas através do ambiente e da adubação, com foco principalmente em adubos a base de potássio e fósforo, a desenvolver tecidos mais lignificados e resistentes, melhorando a adaptação da planta às condições adversas do local de plantio.

Pátio de Arborização: etapa final no viveiro (Figura 3), apenas para as mudas que irão ser arborizadas, a partir da transferência das mudas prontas do tubete para embalagem maior. Espaço onde as mudas para serem arborizadas ficarão por maior tempo. As embalagens podem variar de tamanho de 1 litro, para mudas que irão para campo entre 70 cm e 1,0 m, até 7 L, para mudas que devem ser plantadas em tamanho maior. Nessa etapa, a embalagem deve receber um substrato que pode ser comercial ou produzido a partir da junção de solo a resíduos orgânicos (curtidos) e fibrosos, enriquecidos ou não com adubos de liberação lenta. A partir do pegamento da muda, esta deve receber adubação de manutenção da planta, com macro e micronutrientes em quantidades condizentes com o momento e o tamanho da muda. Além disso, nessa fase o manejo com podas e condução é de suma importância para conferir porte arbóreo à planta. Espécies com caules finos ou com pouca sustentação devem ser conduzidas junto a um tutor e devem receber poda de limpeza e de formação.

O tempo de produção de uma muda arborizada varia bastante de acordo com a espécie, entre 1,5 ano para espécies mais rápidas até 5 anos para espécies mais lentas. Normalmente as espécies lentas, mesmo que apresentem grande potencial paisagístico e ecológico, são deixadas de lado, em modelos meramente comerciais, sendo imprescindível sua inserção em viveiros cujo modelo seja público e conservacionista.

Figura 3.3 – a) Vista de viveiro de produção de mudas florestais; b) Setor casa de sombra; c) Pátio de rustificação.



Fonte: Programa Arboretum.

3.8. Considerações finais

As políticas de produção de mudas florestais de espécies nativas, com capacidade técnica e logística suficiente para alcançar o acesso ao potencial da nossa biodiversidade, devem ser uma prioridade. Tal acesso a partir de ações de arborização urbana permite uma maior inserção da cidade na paisagem natural, possibilitando uma ponte, uma conexão ecológica entre o ambiente antrópico e o natural, conectando a paisagem e tornando a cidade permeável à natureza. Essa permeabilidade do natural na paisagem da cidade conduz a múltiplos benefícios, indo desde um microclima mais ameno, maior presença de pássaros, maior equilíbrio ecológico, maior conhecimento, acesso e interação com as espécies de determinado lugar.

Uma arborização ecológica natural e diversificada interfere no próprio hábito das pessoas, quando ruas e espaços bem arborizados, coloridos e diversos, servem e estimulam caminhadas ou pedaladas e impulsionam a nossa própria criatividade e nos trazem bem-estar. Pessoas refletem os seus ambientes que refletem novamente nas pessoas, por isso é uma ação estratégica e sistêmica o cuidado dos espaços urbanos por meio de uma adequada arborização.

3.9. Referências

- [1] Sebbenn AM. Sistemas de reprodução em espécies tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. In: Higa AR, Silva LD, editores. Pomar de sementes de espécies florestais nativas. Curitiba: FUFEP; 2006.
- [2] Nei M. Molecular population genetics and evolution. In: Frontier of Biology. New York: Elsevier; 1975. p.40-89.
- [3] Sebbenn AM. Número de árvores, matrizes e conceitos genéticos na coleta de sementes para reflorestamentos com espécies nativas. Rev Inst Florest. 2002;14(2):115-32.
- [4] Higa AR, Silva LD, editores. Pomar de sementes de espécies florestais nativas. Curitiba: FUFEP; 2006.
- [5] Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 17, de 26 de abril de 2017. Brasília: MAPA; 2017 [acesso 17 ago. 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN17de28042017comANEXOS.pdf>

Capítulo 4

ASPECTOS TÉCNICOS DE PLANTIO E ADUBAÇÃO DE ÁRVORES URBANAS

*Por Jacob Silva Souto, José Adeilson Medeiros do Nascimento
e Patrícia Carneiro Souto*

4.1. Destaques deste capítulo

1. O plantio é uma etapa muito importante na arborização urbana, pois os benefícios das árvores dependerão da qualidade desta operação;
2. A escolha da espécie e o uso de mudas de boa qualidade são fundamentais para o sucesso do plantio. Uma muda de porte adequado e em boas condições sanitárias tem maior sucesso no período após o plantio;
3. No planejamento do plantio, atenção especial deve ser dada ao solo. A fertilidade, compactação e umidade do solo devem ser levados em consideração para avaliar a necessidade de correção e adubação;
4. Em regiões quentes e secas, a irrigação não deve ser negligenciada, principalmente nos primeiros meses após o plantio, a fim de garantir o estabelecimento da muda e o seu futuro desenvolvimento;
5. O controle de pragas não deve ser esquecido, especialmente quando a planta ainda é jovem, para evitar perda de biomassa e não atrasar o crescimento da árvore.

4.2. Introdução

A expansão do meio urbano para a introdução de estruturas que constituem as cidades tem contribuído para acelerar os processos de supressão e substituição do componente arbóreo nativo, alterando não apenas o relevo como também a estrutura dos solos. As propriedades intrínsecas de cada solo é que irão determinar a aptidão e limitação de seu uso, e isso muitas vezes não é levado em consideração pelo setor da construção civil [1]. Com isso, a introdução de estruturas de urbanização afeta diretamente o recurso solo, com maior ou menor intensidade, contribuindo para a expansão da degradação do ambiente, com consequências na qualidade de vida dos municípios. A urbanização da maioria das cidades é um processo que ocorre de forma desordenada e sem planejamento, e a ação de pensar e estruturar a arborização urbana, seguindo os padrões técnicos, é fundamental para oferecer à população a “melhoria no microclima” e o ambiente com “beleza estética”, minimizando os erros e transtornos [2].

O plantio de árvores em ambientes urbanos tem sido bastante discutido e incentivado nos últimos tempos tendo em vista as múltiplas funções que estas apresentam para melhorar a qualidade de vida, contribuindo significativamente para o conforto ambiental e o embelezamento que proporcionam à cidade (Figura 1). A arborização auxilia na preservação de espécies ameaçadas de extinção e na melhoria da fisionomia da cidade por propiciar a implantação de espécies nativas, além de controlar algumas condições climatológicas, a exemplo do sombreamento, temperatura, ventilação e umidade do ar, pode também controlar o sistema hídrico, proporcionando maior infiltração da água, evitando dessa forma o excesso de água na superfície do solo urbano [3]. Do ponto de vista ecológico, o plantio de árvores no ambiente urbano tem grande importância, pois estas diminuem os ruídos dos veículos, filtram particulados que poluem o ar, fornecem sombra aos pedestres e veículos, além de proporcionar condições de sobrevivência para a avifauna urbana [4].

Figura 4.1 – Espécies da Caatinga utilizadas na arborização urbana em Patos (PB):

a) pau-branco (*Cordia oncocalyx*); b) craibeira (*Tabebuia aurea*); c) ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*).



Fonte: Autores.

A presença de árvores no meio urbano na região Nordeste também é uma tentativa de minimizar os rigores dos períodos mais quentes em que as temperaturas médias mensais estão acima dos 25 °C. No entanto, a introdução do componente arbóreo nas cidades vem sendo feita de forma inadequada, transformando rapidamente o ambiente com a implantação de um mesmo indivíduo, potencializando os problemas e colocando em risco o bem-estar da população. A rapidez na alteração do ambiente natural leva o poder público a optar por espécies arbóreas de crescimento rápido, característica da maioria das espécies exóticas, o que leva ao monocultivo, com dominância destacada de uma espécie.

Observando os manuais de recomendação de adubação dos estados brasileiros, principalmente do Nordeste, vamos perceber que aqueles que possuem literaturas próprias, além de defasadas, apresentam basicamente informações somente para aquelas culturas de maior importância comercial. Portanto, há uma lacuna muito grande a ser preenchida nesse aspecto. Neste capítulo, procuramos juntar informações existentes sobre plantio e adubação de plantas, utilizadas na arborização urbana, para cidades inseridas no Nordeste brasileiro.

4.3. O solo urbano na concepção paisagística

A terminologia “*solos urbanos*” refere-se a solos que se encontram no meio urbano [5]. Uma das principais alterações causadas ao solo nos ambientes urbanos é a sua impermeabilização total ou parcial, impedindo-o, principalmente, de cumprir sua função no ciclo hidrológico. A urbanização e as modificações no uso da terra que lhe são associadas provocam alterações na paisagem natural na qual o solo, como um de seus elementos formadores, é submetido à degradação cada vez mais expressiva [6].

A paisagem urbana é o lugar onde ocorrem as intervenções e interações da sociedade, a exemplo da alteração da topografia, remoção da cobertura vegetal, impermeabilização do solo, canalização e retificação de cursos d’água, entre outras, prejudicando não apenas o meio ambiente como também o próprio homem e suas inter-relações [7]. Dessa forma, geralmente, são encontrados solos compactados e de baixa fertilidade, resultantes dos processos de movimentação de terra; sendo, portanto, um dos elementos da paisagem mais afetado pela urbanização.

São inúmeras as intervenções sofridas nos solos urbanos, o que torna a paisagem muito diferente daquela que os habitantes gostariam de ver. Observamos com frequência a decapitação dos solos, adição de materiais diversos (principalmente resíduos de construção, entre outros), adição de solos não originários do local, mistura e/ou inversão de horizontes. Na verdade, o que vemos é o crescimento desordenado, sem a devida preocupação com a qualidade da paisagem e o bem-estar dos habitantes.

As informações sobre a caracterização de solos urbanos na região Nordeste do Brasil são incipientes e dispersas, o que dificulta o conhecimento da paisagem e a melhor forma de intervenção para a distribuição das espécies vegetais na forma isolada ou em maciços, de modo a manter ou trazer a qualidade ao meio urbano. Há carência de informações sobre os solos no ambiente urbano, e obter informações pertinentes ao comportamento físico-químico dos solos é o grande desafio para profissionais que desenvolvem projetos para o uso desse ambiente, cujo trabalho de levantamento de solos em áreas urbanas envolve ações multidisciplinares [8].

Não obstante, os solos urbanos oferecem uma infinidade de serviços ecológicos para os cidadãos, tais como servir de aporte para plantas e estruturas construídas, regulação do ciclo hidrológico, purificação das águas, armazenamento de carbono e nutrientes minerais [9]. Essa afirmação pode ser constatada por Lepsch [10], o qual afirma que, no meio urbano, os Latossolos atuam como excelente fonte de matéria-prima para aterros, estradas e barragens de terras, além de permitir a construção de fossas sépticas pela elevada permeabilidade. No entanto, o processo de compactação dos Latossolos reduz a compressibilidade e permeabilidade ocasionada pela redução da porosidade do solo.

No ambiente urbano, a camada superficial do solo, denominada de camada antrópica, apresenta espessura menor que 40 cm, que é resultante da estruturação induzida pelo homem, tanto em superfície como em subsuperfície. Os materiais constituintes desses solos podem ser de natureza orgânica e inorgânica, em percentuais variados, com presença ou não de materiais inertes, e/ou tóxicos e/ou sépticos. Apresentam grande variedade vertical e horizontal; estrutura modificada; compactação acentuada; superfície descoberta, hidrorrepelência; pH geralmente elevado; drenagem e aeração restritas; ciclagem de nutrientes interrompida e atividade dos organismos modificada [11].

4.4. Escolha de espécies

Uma das etapas mais importantes do projeto de arborização urbana é escolher a árvore e o local onde irá ser plantada. Devem ser observadas características, como o porte da planta (considerar nesse caso profundidade do solo, presença de rede elétrica e recuo das edificações), arquitetura e diâmetro da copa, crescimento radicular, fisiologia da planta (observar a incidência solar durante o dia no local de plantio), tempo de crescimento, frutos produzidos (espécies frutíferas), possibilidade de perda de folhas em determinadas épocas do ano, produção de cheiro forte na floração, atração de insetos, como percevejos que exalam odor desagradável, a sua rusticidade e adaptação ao clima local. A partir da observação de comportamento e possibilidade de formação de mudas nas cidades, a literatura [12] sugere algumas espécies arbóreas da Caatinga com importância ecológica e potencial para arborização urbana em cidades inseridas no semiárido brasileiro (Tabela 1).

Tabela 4.1 – Algumas espécies da Caatinga sugeridas para arborização urbana.

Família/Espécie	Nome popular
Anacardiaceae	
<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	aroeira
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	baraúna
Apocynaceae	
<i>Aspidosperma riedelii</i> Mull. Arg.	guatambuzinho
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	mangabeira
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	pereiro
Arecaceae	
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	licurizeiro
Bignoniaceae	
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f.ex S.Moore	craibeira
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex. DC.) Mattos	ipê
<i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S. Grose	sete-cascas
Burseraceae	
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	imburana-de-cambão
Capparaceae	
<i>Cynophalla hastata</i> (Jacq.) J.Presl	feijão-bravo
Cordiaceae	
<i>Cordia oncocalyx</i> Allemão	pau-branco
Fabaceae	
<i>Cenostigma bracteosum</i> (Tul.) E. Gagnon & G.P. Lewis	catingueira
<i>Hymenaea martiana</i> Hayne	jatobá
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	monzé
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	mororó
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	mulungu

(continua)

(continuação)	
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	são-jão
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	umburana-de-cheiro
Malvaceae	
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K.Schum.	barriguda
<i>Pseudobombax simplicifolium</i> A.Robyns	imbirucu
Rhamnaceae	
<i>Sarcophalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild	juazeiro
Rubiaceae	
<i>Guetarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	veludo

Fonte: Alvarez et al. [12].

Existem muitas outras espécies que também podem ser usadas, e isto depende da região a ser arborizada. Em relação às espécies frutíferas, é comum encontrarmos as Anacardiáceas, que possuem frutos comestíveis, dentre elas a manga (*Mangifera indica*), o cajá (*Spondias* spp.), siriguela (*Spondias purpurea*) e o cajueiro (*Anacardium occidentale*), espécies muito comuns em parques e praças. Nas cidades mais quentes, é comum a implantação de jardins com cactáceas, de modo geral em áreas mais reservadas para ornamentação. As cactáceas encontram-se em todo território brasileiro, o que torna o Brasil o terceiro centro de diversidade de cactáceas com 39 gêneros, sendo 14 endêmicos e 262 espécies, das quais 188 endêmicas [13,14].

4.5. Produção de mudas

A produção de mudas florestais é uma das etapas mais importantes quando pensamos no plantio em áreas urbanas. É necessário que a muda apresente raízes sem enovelamento (Figura 2) e com grande quantidade de radículas, visto que enfrentarão ambientes onde normalmente ocorre compactação do solo, com baixa porosidade e baixa infiltração de água. Portanto, é necessário entender a nutrição e o uso de substratos de cultivo para definição da recomendação de adubação [15].

Na sua quase totalidade, as mudas produzidas para uso na arborização urbana no Nordeste brasileiro são produzidas em sacos plásticos. Para seu preenchimento, se faz o uso de terra de subsolo, cujo teor de nutrientes é muito baixo, adicionando-se também o esterco bovino e, quando disponível, o esterco de caprino + ovino. Necessário se faz, portanto, o uso de calcário para corrigir a deficiência de cálcio e magnésio, além de aumentar a disponibilidade de outros nutrientes.

Na maioria das cidades do interior do Nordeste brasileiro, são poucos os produtores de mudas de espécies arbóreas que fazem correção do substrato, seja por não fazerem análise do solo, seja por total desconhecimento. Caso a análise química do substrato não esteja disponível, o uso de 1,0 kg de calcário dolomítico por metro cúbico de terra de substrato é recomendado, garantindo assim o suprimento de cálcio e magnésio para as mudas [15].

Para a aplicação de fertilizantes, é fundamental a incorporação de parte das doses de nitrogênio e potássio antes do enchimento dos sacos plásticos. O fósforo e os micronutrientes deverão ser misturados ao volume total de terra de subsolo. O restante das doses deverá ser aplicado parceladamente e em cobertura.

Figura 4.2 – Torrão da muda com raízes em condições adequadas para o plantio.



Fonte: Autores.

Gonçalves [16] recomenda aplicar 150 g de N, 700 g de P_2O_5 , 100 g de K_2O e 200 g de “fritas” (coquetel de micronutrientes na forma de óxidos silicatados) por m^3 de terra de subsolo. Com $1,0 m^3$ deste substrato é possível encher cerca de 1.200 saquinhos de 1,0 kg de capacidade, os mais utilizados para produção de mudas das essências florestais nativas das matas brasileiras.

4.6. PLANTIO DAS MUDAS

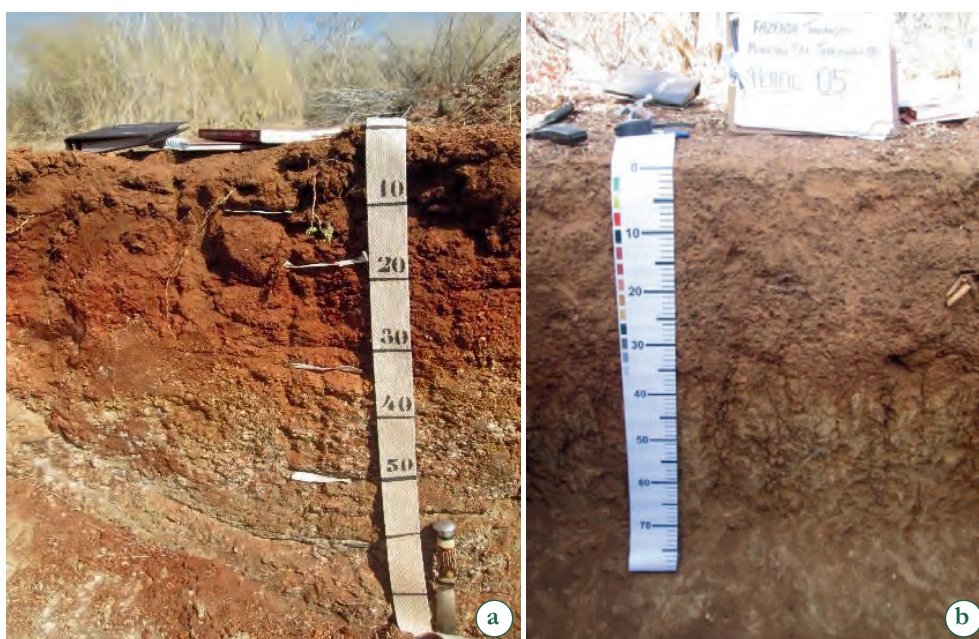
4.6.1. Preparo da cova de plantio

As dimensões da cova de plantio dependem da espécie escolhida, mas considerando o volume de substrato utilizado e o volume de raízes recomenda-se, geralmente, covas cúbicas com $0,6 m \times 0,6 m \times 0,6 m$ ou covas tipo cilindro com 0,6 m de diâmetro e 0,6 de profundidade [12]. Em algumas situações, as dimensões podem chegar a $0,3 m \times 0,3 m \times 0,3 m$, quando as mudas são pequenas, podendo chegar a $1,0 m \times 1,0 m \times 1,0 m$ quando se utilizam mudas maiores [17]. Quanto mais baixa a fertilidade do solo, maior deverá ser a cova para que se possa preenchê-la com substrato de melhor qualidade [18]. Recomenda-se também que o solo usado para o preenchimento das covas esteja livre de entulhos e outros materiais estranhos ao ambiente. Nestas condições, o solo deve ser substituído por outro com boas condições para o crescimento da planta (boa porosidade, permeabilidade e estrutura), livre de entulhos e de materiais contaminantes.

4.6.2. Correção e adubação orgânica nas covas

Os solos urbanos são altamente compactados e alterados química e fisicamente. Frequentemente, o horizonte A (camada arável) foi removido para pavimentação ou construção de edificações (Figura 3), resultando em menor fertilidade natural. As árvores urbanas precisam de condições ótimas para que possam desenvolver as raízes de forma saudável e consistente. Por isso, devem ser coletadas amostras de solo no local de plantio para se conhecer, corrigir e manter a sua fertilidade, fornecendo informações para que seja aplicado o uso adequado de corretivos e fertilizantes. Recomenda-se sempre que possível a orientação de engenheiro agrônomo, engenheiro florestal ou técnico especializado para realizar estas análises.

Figura 4.3 – Perfis de Luvisso, um solo típico do Nordeste brasileiro: a) Solo com horizonte A removido, em Pombal (PB); b) Perfil do solo em área urbana, Patos (PB).



Fonte: Autores.

Em caso de acidez do solo, deve-se fazer a aplicação de calcário com antecedência ao plantio, mantendo-se o solo com umidade necessária para que haja reação do calcário. Em relação à fertilização orgânica, Cavalcanti [19] recomenda, para o cultivo de essências florestais no estado de Pernambuco, o fornecimento de no mínimo 10 litros de esterco bovino curtido ou 5 litros de cama de aviário para uma cova padrão $0,4\text{ m} \times 0,4\text{ m} \times 0,4\text{ m}$. No entanto, para covas maiores, o quantitativo do insumo deve ser aumentado de modo a perfazer pelo menos 10% do volume da cova. As regiões quentes e secas têm problemas para produção de matéria orgânica, portanto os estercos atingem preços elevados pela alta demanda, sendo o valor muitas vezes o limitador para o seu uso em quantidades adequadas. Na falta de informações relacionadas à análise de solo, é sugerida a adição de 10 a 15 litros de esterco bovino curtido por cova ($0,40\text{ m} \times 0,40\text{ m} \times 0,40\text{ m}$), com pelo menos 15 dias de antecedência ao plantio da muda [20]. O esterco deve ser misturado com o solo e posteriormente irrigado para que se inicie o processo de mineralização, e os nutrientes contidos sejam liberados para a solução do solo, ficando disponíveis para a absorção radicular.

Convém lembrar que outras fontes de matéria orgânica, além dos esterco, podem ser utilizadas, com destaque para os compostos orgânicos, que podem ser produzidos a partir de lixo orgânico de coletas municipais e mesmo de restos vegetais oriundos da poda de plantas da arborização urbana. Essas alternativas devem ser consideradas pelo fato de que esses materiais são muitas vezes descartados a céu aberto, gerando poluição ambiental.

4.6.3. Adubação de fundação ou plantio

Das plantas rústicas, muitas vezes nativas, frequentemente se tem a falsa impressão de que o solo não necessita receber adubação para o crescimento satisfatório da planta. Mas cabe lembrar que, como qualquer outra planta de importância econômica, as plantas utilizadas na arborização urbana necessitam dos mesmos nutrientes essenciais (macro e micronutrientes). Portanto, embora o objetivo não seja a produção de frutos, lenha ou madeira, deve-se considerar que a adubação equilibrada favorecerá o enraizamento e crescimento mais rápido, o que é essencial para que as árvores em ambiente urbano possam enfrentar a época seca do primeiro ano e outras intempéries após o plantio.

De modo geral, não se encontram muitas recomendações de adubação mineral para plantas utilizadas na arborização urbana, com exceção daquelas usadas amplamente na silvicultura. Tecnicamente, o primeiro passo para a adubação adequada ou decisão pela não adubação é a realização da análise de solo. Ela irá nos informar acerca da suficiência ou deficiência de nutrientes essenciais às plantas, além do indicativo dos efeitos prejudiciais de alguns nutrientes, tais como a salinidade, a acidez e a toxidez de alumínio.

Para as condições de Salvador (BA), é recomendado para uma cova de 1,0 m × 1,0 m × 1,0 m que se adicione 150 g de calcário dolomítico e 100 g da fórmula NPK 4-14-8 ou 10-10-10 [21]. É também indicado o uso de hidrogel por ocasião do plantio da muda, recomendando-se 150 g para solos argilosos e 250 g para solos arenosos, quando o cultivo for realizado no período de estiagem. Já em Maceió (AL), Silva [22] afirma que se deve utilizar 500 g de calcário dolomítico, 200 g de fosfato de Gafsa, “quatro pás de esterco bovino e duas pás de resto de poda triturada” para colocar no fundo da cova. O Manual de Arborização Urbana de Fortaleza [18] recomenda que sejam aplicados, no fundo da cova de plantio, 300 g de fosfato natural e 300 g de superfosfato simples incorporados à terra vegetal de boa qualidade. Para Aracaju, é sugerido utilizar as fórmulas NPK 10-10-10 ou 10-18-10 [17]. É recomendado que as mesmas quantidades fornecidas no plantio sejam repetidas em cobertura anualmente, no período chuvoso, até que as plantas desenvolvam um sistema radicular vigoroso.

4.6.4. Aspectos técnicos do plantio de árvores

O plantio de árvores em áreas urbanas, especialmente no semiárido brasileiro, deve ser realizado, de preferência, dentro da chamada “**quadra chuvosa**”, que vai de fevereiro a maio. Essa época, além de dispensar a rega manual ou o sistema de irrigação, favorece o enraizamento das mudas, pois o clima é mais ameno. A maior parte dos municípios inseridos na região apresentam, na maior parte do ano, baixa disponibilidade de água de qualidade para o uso em irrigação.

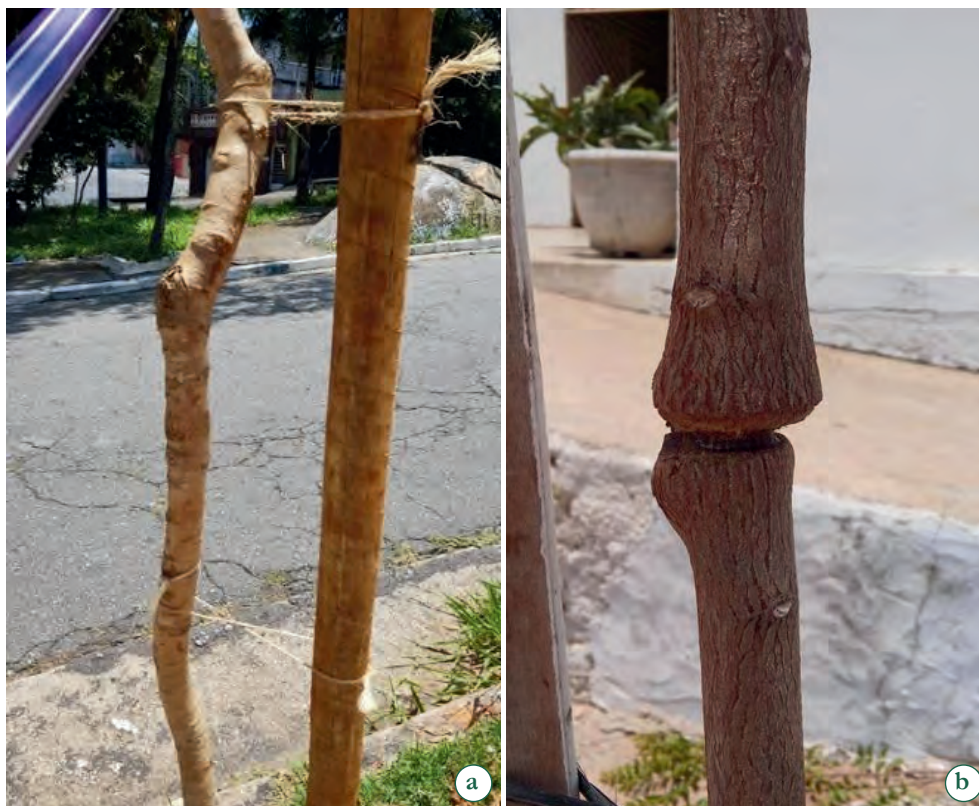
A instalação de sistemas de irrigação nem sempre é viável, sobretudo em avenidas, o que requer a utilização de carros-tanques (carros-pipa), o que onera o custo da operação com combustíveis e pessoal para a realização da atividade.

Por ocasião do plantio, devem ser usadas mudas saudáveis com bom vigor, livre de pragas e doenças, que apresentem tronco sem ramificações e altura mínima de 1,80 m. O plantio deve ser realizado em horário de menor intensidade de luz solar, ou seja, no começo da manhã ou no final da tarde, e fazer regas até o estabelecimento da muda, que deve ser plantada no centro da cova. O saco do torrão deve ser retirado com cuidado na hora do plantio, tendo-se o cuidado de não aterrar o caule ou deixar as raízes expostas. O colo da muda deve permanecer no nível do solo.

Finalizado o plantio, segue-se com irrigação abundante até a completa consolidação e estruturação da muda. Após preencher completamente a cova com o substrato, recomenda-se colocar cobertura morta na base para que seja mantida a umidade, reduzindo-se a temperatura do solo. Posteriormente, deve-se fazer uma leve ação de compressão mecânica para adequar o substrato ao espaço da cova e eliminar “bolsões de ar” [18]. Em caso de mudas que não sobrevivam é recomendado substituí-las no período máximo de 60 dias após o plantio.

4.6.5. Tutoramento das mudas

Figura 4.4 – Tutoramento usado na arborização de Patos (PB): a) Utilização correta do amarrio; b) Dano causado no caule da planta por uso de arame no amarrio.



Fonte: Autores.

O tutoramento é prática fundamental para o desenvolvimento da planta, pois servirá como guia da muda contra ventos e danos mecânicos. Para sua confecção, geralmente se usa madeira (ripas ou caibros) ou varas, com dimensões de no mínimo 2,30 metros de altura, devendo ser fincado por cerca de, no mínimo, 50,0 cm no fundo da cova. O tutor deve ser postado de maneira que não atinja o torrão, danificando o mesmo e prejudicando o desenvolvimento das raízes. A fixação da planta ao tutor deve ser feita com amarrão de sisal ou barbante, em forma de oito deitado (Figura 4). Esse amparo deve ser mantido até a consolidação da planta para evitar problemas como o estrangulamento. Recomendamos que não se use arame, seja ele liso ou farpado, pois poderá provocar danos ao caule, causando a morte da planta. Mudanças com altura superior a 4,0 m de altura necessitam de mais de um tutor.

4.6.6. Utilização de gradil

O gradil é uma grade fabricada com ferro, madeira ou tela de arame com a finalidade de proteger a planta contra o vandalismo ou o ataque de animais (Figura 5). O uso do gradil está diretamente relacionado ao grau de consciência da população. A altura máxima padrão para o gradil deve ser de 1,20 m acima do solo, tendo uma largura interna máxima de 0,40 m, para permitir o acesso aos tratos culturais. A permanência mínima do gradil deve ser de pelo menos 2 anos, devendo seu estado de conservação ser monitorado periodicamente. Os gradis podem ou não ter anúncio publicitário, desde que atenda à legislação específica que trata de anúncio publicitário no mobiliário urbano [18]. É natural, entretanto, encontrar casos em que a população, com intenção de proteger a planta, utiliza materiais que na maioria das vezes podem provocar acidentes nos transeuntes, por exemplo, materiais com pontas, espinhos e arame farpado.

Figura 4.5 – Protetor de ferro (gradil) utilizado na arborização em Patos (PB).



Fonte: Autores.

4.6.7. Manutenção das mudas após plantio

É de extrema importância nas condições de semiárido a manutenção de cobertura morta na área de cova. É recomendada uma camada com cerca de 5-10 cm de espessura [18]. Aconselha-se ainda que a reposição da cobertura morta orgânica seja realizada à medida que os materiais forem sendo decompostos. Também é indicado que, antes da reposição da cobertura morta (preferir palhadas de decomposição demorada como capim triturado ou bagana de carnaúba), seja fornecida em superfície matéria orgânica de fácil decomposição, como esterco (5 a 10 litros), para manter as propriedades físicas (porosidade e estrutura) e biológicas (vida microbiana) da cova, favoráveis ao crescimento das mudas.

Nas regiões de clima quente, a maioria dos projetos de arborização falham pela negligência nos tratamentos culturais após o plantio. É importante saber que a formação da camada de proteção no entorno da planta (para evitar a perda excessiva de água e manter a temperatura do solo favorável para a raiz) atrai insetos como formigas-cortadeiras. A condição de solo com temperatura amena e a planta como fonte de alimento são atrativos para as mesmas. Portanto, é necessário fazer o monitoramento constante e controle de formigas. Outras pragas e doenças também devem ser controladas com rigor nos primeiros dois anos após o plantio, para evitar a perda excessiva de biomassa e morte precoce da árvore.

É necessário o fornecimento de água em volume excedente ao requerido pela planta, pelo menos uma vez por semana nos períodos secos do ano. Por isso, é importante a escolha de plantas que consigam manter o crescimento mesmo em condições restritivas de água. A instalação de sistemas de irrigação em vias urbanas nem sempre é possível pelos custos de instalação e manutenção, e com raridade isso é feito em parques e praças.

4.7. Considerações finais

A arborização urbana não é tarefa simples, principalmente em regiões onde o clima severo seleciona as espécies criteriosamente, como o semiárido brasileiro. A escolha da espécie é fator importante, mas a formação adequada das mudas, o preparo correto da cova para o plantio e os cuidados na manutenção após o plantio definem o sucesso. Mas, especificamente falando de recomendação de adubação para o plantio de espécies utilizadas na arborização urbana, ainda temos carência na literatura, especialmente para regiões semiáridas como o Nordeste brasileiro. Buscamos aqui fornecer orientações básicas sobre como proceder no plantio e na adubação de plantas utilizadas na arborização de regiões semiáridas. Sabemos, porém, que essa é uma área que precisa de mais empenho e pesquisa para produção de materiais confiáveis, principalmente considerando que o tema arborização urbana é objeto de preocupação de toda gestão municipal, ou pelo menos daquelas mais conscientes do papel do meio ambiente para o desenvolvimento das comunidades.

4.8. Referências

- [1] Pedron FA, Dalmolin RSD, Azevedo AC, Botelho MR, Menezes FP. Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas: importância, limitações e aplicações. *Rev Bras Agrobiologia*. 2007;13(2):147-51.

- [2] Moura VCS. Impactos ambientais da urbanização: esforços da pesquisa brasileira e mapeamento e percepção de moradores na cidade de Santarém, Pará [dissertação]. Santarém: Universidade Federal do Oeste do Pará; 2019.
- [3] Gonçalves W, Paiva HN. Implantação da arborização urbana. Viçosa: Editora UFV; 2013.
- [4] Biondi D, Althaus M. Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF; 2005.
- [5] Lu Y, et al. Concentrations and chemical speciations of Cu, Zn, Pb and Cr of urban soils in Nanjing, China. *Geoderma*. 2003;1976:1-11.
- [6] Dias MA, Paula EV. Mapeamento de Antropossolos: estudo de caso no bairro Santa Felicidade (Curitiba/Paraná). *Rev RA'EGA*. 2018;44:212-30.
- [7] Pereira TRDS. Projeto paisagístico como instrumento de integração de técnicas compensatórias à paisagem urbana: estudo de caso aplicado em planos de infiltração do campus da UFSCar [dissertação]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2016.
- [8] Pedron FA, Dalmolin RSD, Azevedo AC, Kaminski J. Solos urbanos. *Ciênc Rural*. 2004; 34(5):1647-53.
- [9] Pouyat RV, Szlavetz K, Yesilonis ID, Groffman PM, Schwarz K. Chemical, physical and biological characteristics of urban soils. *SDA Forest Serv*. 2010;12-3.
- [10] Lepsch IF. Solos: formação e conservação. 5ª ed. São Paulo: Melhoramentos; 1993.
- [11] Curcio GR, Lima VC, Giarola NFB. Antropossolos: proposta de ordem (1ª aproximação). Colombo: Embrapa Florestas; 2004.
- [12] Alvarez IA, Oliveira UR, Mattos PP, Braz EM, Canetti A. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga. Colombo: Embrapa Florestas; 2012.
- [13] Silva SR, Zappi D, Taylor N, Machado M. Plano de Ação Nacional para a Conservação das Cactáceas (PAN-Cactaceae). Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio; 2011.
- [14] Zappi D, Taylor N, Santos MR, Larocca J. Cactaceae. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2016.
- [15] Gonçalves JLM, Santarelli EG, Moraes Neto SP, Manara MP. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: Gonçalves JLM, Benedeti V, editores. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF; 2000. p. 309-50.
- [16] Gonçalves JLM. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. *Doc Florest*. 1995;15:1-23.
- [17] Lima AC, Lima RG. Arborização urbana. A experiência de Aracaju: IFS; 2016.
- [18] Muniz MAPC, Silva RRT, Oliveira MES, Diógenes RFN, organizadores. *Manual de Arborização Urbana de Fortaleza*. Fortaleza: Independente; 2020.
- [19] Cavalcanti FJA, coordenador. *Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: segunda aproximação*. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA); 2008.
- [20] Souto JS, Nascimento JAM. Adubação e nutrição mineral da moringa. In: Silva GF, et al., organizadores. *Potencialidades da Moringa oleifera Lam*. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe; 2018. v. 4, p. 55-81.
- [21] Secretaria da Cidade Sustentável e Inovação (SECIS). *Manual técnico da Arborização Urbana de Salvador com espécies nativas da Mata Atlântica*. Salvador: SECIS; 2017.
- [22] Silva CHC. Relato da experiência da implantação do projeto “Adote uma árvore” em residências do bairro da Ponta Grossa – Maceió, AL [monografia]. Rio Largo: Universidade Federal de Alagoas; 2010.

Capítulo 5

PRAGAS EM ÁRVORES URBANAS

Por Albérica Stephany de Jesus Costa Ramos, Gislane da Silva Lopes, Elizabeth Araújo Costa, Ester Azevedo do Amaral e Raimunda Nonata Santos de Lemos

5.1. Destaques deste capítulo

1. Várias espécies de artrópodes se alimentam de tecidos vegetais. Em determinadas condições, algumas delas podem causar danos significativos à arborização urbana;
2. Nas cidades, algumas condições desfavoráveis, como poluição e compactação do solo podem tornar as plantas mais suscetíveis aos ataques de pragas;
3. Neste capítulo são listadas vinte pragas que atacam várias espécies arbóreas usadas na arborização em cidades do Nordeste do Brasil;
4. A prevenção é a melhor forma de controlar as pragas, com estratégias que visem diminuir sua proliferação. Também é possível o uso de produtos naturais como forma de controle alternativo.

5.2. Introdução

O manejo de insetos-pragas em árvores urbanas, normalmente, recebe menos atenção quando se compara com os demais setores da agricultura e saúde pública, em que os danos econômicos ou riscos diretos à saúde são mais evidentes. Outro aspecto relevante ocorre do fato que as cidades estão em constante transformação, devido ao crescimento urbano, às mudanças climáticas e políticas ambientais. Isso afeta a dinâmica de desenvolvimento dessas árvores que, por serem vistas como parte do paisagismo, são negligenciadas em relação aos cuidados fitossanitários que deveriam receber. No entanto, só quando os danos causados por insetos ou patógenos estão avançados é que o poder público se manifesta, e na maioria das vezes pouco pode ser feito para a manutenção delas no ambiente urbano. Daí a necessidade de serem vistoriadas com mais frequência, para que se estabeleça um plano de manejo sustentável das árvores urbanas nas cidades, permitindo que se desempenhem vários serviços ecossistêmicos, benefícios socioeconômicos e a saúde pública.

Neste capítulo são relatadas as principais pragas associadas às árvores utilizadas na arborização urbana nos estados da região Nordeste, destacando-se suas características, o nome comum, os estados que ocorrem, as plantas hospedeiras, os danos e as formas de manejo.

As árvores urbanas abordadas no presente estudo foram: coqueiro, carnaúba, palmeira-imperial, tamareira, algarobeira, mangueira, pau-ferro, pau-brasil, sombreiro, figueira, babaçu, cajazeira e castanhola. Associadas a essas árvores foram relatadas estas pragas: brocas, ácaros, cupins, formigas, lagartas, moscas-das-frutas e tripses (Tabela 1). Os nomes científicos das plantas hospedeiras estão de acordo com o World Flora Online – WFO (2025).

Tabela 5.1 – Pragas e plantas hospedeiras que são utilizadas na arborização urbana da região Nordeste.

Grupo	Nome científico da praga	Planta hospedeira	Local de ocorrência
Ácaros	<i>Aceria guerreronis</i>	coqueiro	Nordeste
	<i>Amrineus cocofolius</i>	coqueiro	AL, BA, CE, PE, SE
	<i>Raoiella indica</i>	coqueiro, palmeira-fênix, palmeira-ráfia	Nordeste
Brocas	<i>Achryson surinamum</i>	tamarindo, <i>Cassia</i> spp., angico	Nordeste
	<i>Oncideres limpida</i>	alaroba	BA, CE, MA, PE, PB
	<i>Rhinostomus barbirostris</i>	coqueiro, cica	BA, MA, PE, PB, RN, SE
	<i>Rhynchophorus palmarum</i>	palmeiras (fam. Arecaceae). Exemplos: coqueiro, palmeira-real, cica	Nordeste
Cupins	<i>Coptotermes</i> sp. <i>Cryptotermes</i> sp. <i>Heterotermes</i> sp.	pau-brasil, coqueiro, palmeiras ornamentais	Nordeste
	<i>Nasutitermes</i> sp.	figueira, mangueira, flamboyant, pau-brasil, palmeiras ornamentais	Nordeste
Formigas	<i>Acromyrmex</i> spp. <i>Atta laevigata</i> <i>Atta sexdens rubropilosa</i>	buganvília, cássia-imperial, castanhola, <i>Croton</i> spp., figueira, ipê, mangueira, palmeiras, pau-ferro	Nordeste
Lagartas	<i>Brassolis sophorae</i> <i>Opsiphanes invirae</i>	palmeiras (fam. Arecaceae). Exemplos: coqueiro, carnaúba, babaçu	Nordeste
Moscas-das-frutas	<i>Anastrepha fraterculus</i> <i>Anastrepha obliqua</i> <i>Anastrepha sororcula</i> <i>Ceratitidis capitata</i>	araçá, siriguela, figueira, goiaba, guabiroba, manga, pitanga, umbu	Nordeste
Tripses	<i>Androthrips ramachandrai</i>	figueira	BA
	<i>Frankliniella brevicaulis</i> <i>Frankliniella insularis</i> <i>Frankliniella gardeniae</i>	bananeiras ornamentais, manga, sombreiro	BA, CE, PE
	<i>Gynaikothrips ficorum</i> <i>Gynaikothrips uzeli</i>	figueira	BA, MA

Fonte: Autores.

5.3. Descrição das principais pragas

5.3.1. Lagarta-das-folhas, lagarta-das-palmeiras

Nome científico: *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae)

Hospedeiros: palmeiras (família Arecaceae). Exemplos: coqueiro (*Cocos nucifera*), carnaúba (*Copernicia prunifera*), palmeira-imperial (*Roystonea oleracea*), tamareira (*Phoenix dactylifera*) e babaçu (*Attalea speciosa*)

Ocorrência: todos os estados da região Nordeste, além de vasta região nas Américas Central e do Sul.

Reconhecimento da praga e sintomas: o adulto possui coloração marrom-escura, medindo 60 mm a 100 mm de envergadura. As asas anteriores das fêmeas são atravessadas por uma faixa alaranjada na forma de Y. Na face inferior das asas posteriores, observa-se a presença de três ocelos circundados de preto ou marrom. A lagarta possui a cabeça de cor castanho-avermelhada e o corpo com listras longitudinais marrom-escuras e marrom-claras, recoberto por fina pilosidade. Apresentam hábito gregário separando-se apenas na fase de pupa. As lagartas podem provocar desfolhamento parcial ou total, deixando apenas as nervuras centrais dos folíolos e a raque principal da folha, o que reduz o desenvolvimento da planta e diminui a produção.

Controle: o controle biológico dessa praga é realizado por diversos inimigos naturais. Na Ordem Diptera destacam-se as espécies *Xanthoxona melanopyga*, *Belvosia* sp., *B. bicincta*, *Winthemia* sp., *Sarcophaga* sp. e *Argoravinia* sp., e na Ordem Hymenoptera *Brachymeria annulata*, *B. incerta*, *B. ovata*, *Conura morleyi*, *C. nigrifrons*, *Anastatus* sp., *A. reduvii*, *Telenomus* sp., *T. nigrocoxalis*, *Tetrastichus* sp. Dentre os fungos entomopatogênicos destacam-se *Beauveria bassiana*, *B. brongniartii*, *Metharbizium* sp. e *Cordyceps farinosa*, e a bactéria *Bacillus thuringiensis*. Em caso de grandes infestações, recomenda-se aplicação de formulações comerciais como Boveril (*B. bassiana*) e Dipel e Thuricide (*B. thuringiensis*). Deve-se evitar o controle químico em área urbana, e no MAPA já estão registrados nove produtos microbiológicos à base de *Bacillus thuringiensis*, que possuem classe toxicológica improvável de causar dano agudo, permitindo um controle eficiente e menos prejudicial ao ambiente e ao homem. Em todo caso, cabe consultar legislação local antes de planejar o controle da praga.

5.3.2. Lagarta-desfolhadora-das-palmeiras, lagarta-verde-do-coqueiro

Nome científico: *Opsiphanes invirae* Hübner 1818 (Lepidoptera: Nymphalidae)

Hospedeiros: palmeiras (família Arecaceae). Exemplos: coqueiro (*Cocos nucifera*), carnaúba (*Copernicia prunifera*) e palmeira-imperial (*Roystonea oleracea*).

Ocorrência: AL, BA, CE, PE, SE

Reconhecimento da praga e sintomas: as borboletas apresentam coloração marrom, com as asas anteriores cortadas transversalmente por uma faixa amarelo-alaranjada no terço apical e duas manchas brancas no ápice. As asas posteriores são da mesma cor das anteriores

com uma faixa circular amarela próxima da extremidade. Essa praga tem hábito diurno e deposita os ovos individualmente na página inferior dos folíolos. A lagarta tem coloração verde-clara, com duas listras longitudinais amarelo-ocre. Não apresentam espinhos dorsais e atingem após o quinto ínstar 80 mm de comprimento. Essas lagartas destroem os folíolos das folhas medianas e mais velhas, causando desfolhamento parcial ou total em plantas adultas, diminuindo a produção. Cerca de 80% da área foliar é consumida no quinto ínstar de desenvolvimento.

Controle: o controle biológico dessa praga é feito pelas vespínhas *Apanteles* sp., *Conura morleyi*, *C. nigrifrons*, *Cotesia alia*, e pelo díptero *Xanthozona melanopyga*. Em grandes infestações, podem ser utilizadas armadilhas caça-borboletas contendo atrativo alimentar (melaço de cana-de-açúcar), que ajudarão a reduzir a população desse inseto nas plantas, bem como pulverização com formulações à base de *Bacillus thuringiensis*, disponíveis no mercado. O MAPA possui quatro produtos microbiológicos registrados à base de *B. thuringiensis* para uso no controle desta praga.

5.3.3. Broca-do-olho-do-coqueiro

Nome científico: *Rhynchophorus palmarum*
Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Curculionidae)

Hospedeiros: coqueiro (*Cocos nucifera*), carnaúba (*Copernicia prunifera*), palmeira-imperial (*Roystonea oleracea*), tamareira (*Phoenix dactylifera*)

Ocorrência: AL, BA, MA, PB, PE, RN, SE

Reconhecimento da praga e sintomas: as larvas apresentam corpo recurvado de coloração branco-creme com maior volume no meio, subdividido em 13 anéis, cabeça de cor castanho-escuro e não possuem pernas. Os adultos são de cor preto-opaca, tamanho variando de 3,5 cm a 6,0 cm de comprimento, aparelho bucal com rostro alongado (Figura 1). A diferenciação sexual deste inseto ocorre pela presença de pelos rígidos em forma de escova na parte superior do rostro dos machos. Os sintomas de infestação da planta iniciam com a entrada do adulto, causando má-formação e destruição da folha central; posteriormente, as folhas mais novas mostram sinais de amarelecimento, murchamento, e se curvam, indicando a morte da planta.

Controle: tem sido basicamente o cultural (eliminar, queimar ou enterrar as plantas mortas; evitar ferimentos nas plantas saudáveis; coletar e destruir o inseto encontrado nas plantas mortas); controle comportamental com armadilhas utilizando feromônios registrados no MAPA.

Figura 5.1 – *Rhynchophorus palmarum*
Linnaeus, 1758
(Coleoptera: Curculionidae).



Fonte: Autores.

5.3.4. Broca-do-tronco ou broca-do-estipe ou rhina

Nome científico: *Rhinostomus barbirostris* Fabricius, 1775 (Coleoptera: Curculionidae)

Hospedeiro: coqueiro (*Cocos nucifera*)

Ocorrência: SE, BA, MA, PB, PE, PI

Reconhecimento da praga e sintomas: o adulto é preto, medindo até 5,8 cm de comprimento, rostró longo de 0,5 cm a 0,7 cm, asas externas estriadas longitudinalmente e pernas anteriores alongadas (Figura 2). A diferenciação sexual ocorre pelos machos serem maiores e possuírem o rostró recoberto por densa pilosidade alaranjada e pernas anteriores mais longas. As larvas não apresentam pernas, possuem cabeça e pronoto (região anterior do tórax) alaranjado, podendo chegar a 5,0 cm de comprimento, e o último segmento abdominal é atrofiado. Na alimentação, as larvas formam galerias no estipe, constatadas pela visualização de serragem e seiva vertida pela planta nos orifícios de entrada das mesmas. Causam redução ou interrupção do fluxo de seiva, afetando a produção de frutos, o amarelecimento das folhas, a diminuição do diâmetro e o enfraquecimento da planta e sua predisposição à queda pelo vento, conhecido por “quebra da cabeça”.

Controle: não há, até o momento, inseticida indicado para a praga na cultura. Recomenda-se erradicar com a queima os coqueiros caídos que possivelmente podem estar contaminados; detectar os locais de posturas e destruí-las mediante raspagem com facão; coletar e destruir as larvas, pupas e os insetos adultos encontrados nas plantas mortas.

Figura 5.2 – *Rhinostomus barbirostris* Fabricius, 1775 (Coleoptera: Curculionidae).



Fonte: Autores.

5.3.5. Serrador ou serra-pau

Nome científico: *Oncideres limpida* Bates, 1865 (Coleoptera: Cerambycidae)

Hospedeiro: algarobeira (*Prosopis juliflora*)

Ocorrência: PE

Reconhecimento da praga e sintomas: os adultos têm cor acinzentada com pontos pretos no protórax, asas externas esbranquiçadas e medem cerca de 3 cm de comprimento e antenas longas que podem atingir o dobro do tamanho de seu corpo (Figura 3). As larvas apresentam cor amarelada e não possuem pernas. As fêmeas ovipositam na madeira recém-cortada; com a

Figura 5.3 – *Oncideres limpida* Bates, 1865 (Coleoptera: Cerambycidae).



Fonte: Autores.

eclosão, as larvas alimentam-se do lenho, preferencialmente, nos locais úmidos. Os adultos serram galhos e troncos com até 10 cm de diâmetro, anelando-os.

Controle: não há até o momento inseticida indicado para a praga. Recomenda-se a eliminação de ramos caídos e destruição das larvas; além do uso de armadilhas tipo frascos caça-moscas, contendo melaço a 10% como atrativo dos adultos.

5.3.6. Coleobroca

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

Hospedeiro: tamarindeiro (*Tamarindus indica*) e outras leguminosas, como angico e cássia.

Ocorrência: todos os estados da região Nordeste.

Reconhecimento da praga e sintomas: os adultos medem 2 cm de comprimento, cor castanho-clara, pernas com articulações escuras, com pequenos pelos e manchas castanho-escuras nas asas externas (Figura 4). As larvas são brancas e sem pernas, perfurando o caule, causando destruição parcial ou total da planta.

Controle: não há até o momento inseticida indicado para a praga. Recomenda-se a inspeção para eliminação e queima das partes afetadas da planta.

Figura 5.4 – *Achryson surinamum*
Linnaeus, 1767
(Coleoptera: Cerambycidae).



Fonte: Autores.

5.3.7. Formigas-cortadeiras: saúva-limão

Nome científico: *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae)

Ocorrência: BA, PE

Hospedeiros: várias espécies, incluindo mangueira (*Mangifera indica*), pau-ferro (*Libidibia ferrea*), pau-brasil (*Paubrasil echinata*).

Reconhecimento da praga e sintomas: as saúvas cortam as folhas das plantas, causando severos danos no viveiro e no pomar em formação. Em plantas adultas, os danos são menos acentuados. As operárias das saúvas são geralmente maiores e apresentam 3 pares de espinhos no dorso do tórax. Os formigueiros das saúvas, ou sauveiros, são maiores e mais profundos do que os das quenquês, com um maior número de panelas, nas quais é cultivado o fungo do qual se alimentam. As partículas de folhas e demais materiais cortados, que as saúvas acumulam nas panelas ou câmaras do formigueiro, servem como substratos para o desenvolvimento do fungo. As operárias da saúva-limão são opacas e de coloração pardo-avermelhada, medindo, no máximo, 11 mm de comprimento e apresentam a cabeça e o abdome pilosos. Essas formigas, quando esmagadas, apresentam um cheiro forte de limão.

Controle: o uso de barreiras para proteger a copa das plantas é bastante utilizado para evitar o ataque das formigas às copas das árvores. Podem-se usar cones plásticos invertidos nos troncos das árvores ou tiras plásticas cobertas com material deslizante. Outra opção consiste em usar plantas “atraentes”, como o gergelim, a batata-doce ou mamona, nas proximidades, “armadilhas” para as formigas. Já existem sete produtos registrados no MAPA para fins de controle químico, que são iscas tóxicas. Convém verificar a legislação local sobre o uso de produtos para o controle.

5.3.8. Formigas-cortadeiras: saúva-cabeça-de-vidro

Nome científico: *Atta laevigata* (Smith 1858) (Hymenoptera: Formicidae)

Hospedeiros: mangueira (*Mangifera indica*)

Ocorrência: PE

Reconhecimento da praga e sintomas: os soldados da saúva-cabeça-de-vidro são os maiores que existem, atingindo cerca de 13 mm a 15 mm de comprimento. Apresentam a cabeça lisa e brilhante, com reentrância rasa na parte central.

Danos: os mesmos que em *Atta sexdens rubropilosa* em mangueira.

Controle: vide *Atta sexdens rubropilosa* em mangueira.

5.3.9. Formigas-cortadeiras: quenquéns

Nome científico: *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera: Hymenoptera)

Hospedeiros: mangueira (*Mangifera indica*)

Ocorrência: PE

Reconhecimento da praga e sintomas: as quenquéns apresentam de 4 a 5 pares de espinhos no dorso do tórax.

Danos: os mesmos que em *Atta sexdens rubropilosa* em mangueira.

Controle: é importante a supervisão frequente das áreas cultivadas para a localização e o extermínio dos formigueiros recém-fundados. No MAPA estão registrados vários produtos que são iscas tóxicas para uso sob orientação profissional.

5.3.10. Cupins-subterrâneos, cupins-de-madeira-seca

Nome científico: *Coptotermes* sp. (Rhinotermitidae), *Cryptotermes* sp. (Kalotermitidae), *Nasutitermes* sp. (Termitidae) e *Heterotermes* sp. (Rhinotermitidae) (Blattodea: Isoptera)

Hospedeiros: diversas árvores, como pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), figueira (*Ficus* spp.), mangueira (*Mangifera indica*).

Ocorrência: SE

Reconhecimento da praga e sintomas: os cupins-subterrâneos *Coptotermes* spp. (Figura 5a) e *Heterotermes* spp. constroem túneis de terra para ligar a colônia a uma fonte de alimento. Os cupins-de-madeira-seca ou arborícolas *Cryptotermes* spp. ou *Nasutitermes* spp. (Figura 5b) se desenvolvem em madeiras com baixo teor de umidade, formando grânulos fecais que são liberados da madeira infestada. Os cupins entram pelas raízes ou por rachaduras existentes, com infestações tanto em árvores jovens quanto adultas, provocam o comprometimento estético devido à destruturação de raízes e troncos podendo ocasionar o tombamento precoce, tornando-se reservatórios para novas infestações em locais ainda não colonizados.

Controle: recomenda-se a eliminação dos ninhos em árvores de praças e jardins, poda de ramos atacados, limpeza das áreas próximas às árvores, e aplicação de produtos específicos nas perfurações e nos túneis dos cupinzeiros, com auxílio de uma seringa.

Figura 5.5 – Duas espécies de cupins (Blattodea: Isoptera): a) *Coptotermes* sp. (Rhinotermitidae) e b) *Nasutitermes* sp. (Termitidae).



Fonte: Autores.

5.4. Tripes, amintinhas, azucrinol, barbudinhos e lacerdinhas

Nome científico: *Androthrips ramachandrai* Karny, 1926 (Thysanoptera: Phlaeothripidae); *Frankliniella insularis* (Franklin, 1908), *F. gardeniae* Moulton, 1948 e *F. brevicaulis* Hood, 1937 (Thysanoptera: Thripidae); *Gynaikothrips uzeli* (Zimmermann, 1900) e *G. ficorum* (Marchal, 1908) (Thysanoptera: Phlaeothripidae)

Hospedeiros: mangueira (*Mangifera indica*), sombreiro (*Clitoria fairchildiana*), figueira (*Ficus benjamina*)

Ocorrência: BA, CE, MA, PE, PI

Reconhecimento da praga e sintomas: são insetos pequenos, que medem de 0,5 mm a 3,0 mm e que têm coloração que varia do amarelo ao preto. Possuem corpo estreito e apresentam dois pares de asas franjadas. Geralmente vivem sobre folhas, brotos, flores e cascas de árvores. Muitas espécies causam danos consideráveis. Nas folhas, localizam-se na face inferior, sugam a seiva tornando-as descoradas e, nos locais das picadas, provocam pontos escuros devido à necrose dos tecidos. Em ataques intensos provocam “queimaduras” com brilho prateado e, por fim, caem. Em folhas infestadas pela espécie *Gynaikothrips ficorum* as

células do mesófilo, próximo aos pontos de lesão, apresentam hipertrofia e o tecido, como um todo, hiperplasia. *Gynaikothrips ficorum* em figueira causa galhas rudimentares, pois não há formação de novos tecidos após a infestação, o que é comum a outras espécies vegetais atacadas por estes insetos.

Controle: o controle natural (biológico) dos tripes é feito por meio de larvas de moscas da família Syrphidae, por larvas de crisopídeos (bicho-lixeiro), algumas joaninhas e por tripes predadores dos gêneros *Scolothrips* e *Franklinothrips*. No MAPA existem 18 produtos microbiológicos à base de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Orius insidiosus*, *Isaria fumosorosea*, *Cordyceps javanica*, *Pseudomonas chlororaphis*, *Pseudomonas fluorescens* e óleo vegetal. Considerar a legislação local para o planejamento da estratégia de controle.

5.4.1. Ácaro-da-necrose

Nome científico: *Aceria guerreronis* Keifer, 1965 (Acari: Eriophyidae)

Hospedeiro: coqueiro (*Cocos nucifera*)

Ocorrência: AL, BA, MA, PE, RN, SE

Reconhecimento da praga e sintomas: alimenta-se do conteúdo das células da epiderme, desenvolve-se sob as brácteas dos frutos novos causando cloroses (manchas claras) que inicialmente possuem um formato triangular, sendo que a base do triângulo fica junto às brácteas. À medida que se desenvolvem, as cores tornam-se marrons, coalescem e aumentam de tamanho, sempre em direção à extremidade do fruto. Com o crescimento dos frutos, a área atacada torna-se cada vez mais necrosada, com rachaduras superficiais e longitudinais de cor marrom-escuro e aspecto áspero. Muitas vezes, encontram-se pequenas formações de goma na superfície necrosada, ocasionada por exsudação. Seus danos são observados tanto em frutos que caem prematuramente quanto em frutos já completamente desenvolvidos (Figura 6).

Controle: recomenda-se a retirada e a destruição de frutos muito atacados e a adubação equilibrada, evitando-se excesso de nitrogênio. Sugere-se o controle com uma mistura de óleo de algodão bruto, detergente neutro e água. Agentes de controle biológico, como os fungos patogênicos *Hirsutella thompsonii* e *Akanthomyces lecanii*, auxiliam no controle dessa praga. Os produtos acanat (citronela + nim) e boveril PM à base do fungo *Beauveria bassiana* também são eficientes. Vários ácaros predadores auxiliam o controle, como *Neoseiulus baraki* (Athias-Henriot) e *Neoseiulus paspalivorus* (De Leon) (Acari: Phytoseiidae), encontrados sobre as brácteas dos frutos, região que abriga a maior parte da colônia do ácaro da necrose. Considerar a legislação local para o planejamento da estratégia de controle.

Figura 5.6 – Injúrias de *Aceria guerreronis* Keifer, 1965 (Acari: Eriophyidae).



Fonte: Autores.

5.4.2. Ácaro-da-mancha-anelar

Nome científico: *Amrineus cocofolius* Flechtmann, 1994 (Acari: Eriophyidae)

Hospedeiro: coqueiro (*Cocos nucifera* L.)

Ocorrência: AL, BA, CE, PB, PE, SE

Reconhecimento da praga e sintomas: os frutos atacados perdem o brilho e em seguida surgem pontos escuros, os quais, em seguida evoluem para necrose da epiderme que, por sua vez, provoca rachaduras longitudinais na linha de crescimento dos frutos. Essa necrose assemelha-se a uma cinta ou anel, cujo contorno é bem definido ao longo da região equatorial do fruto, daí a denominação de mancha-anelar. Os sintomas de ataque são semelhantes aos causados pelo ácaro-da-necrose, com a diferença de que a necrose é formada ao longo da linha equatorial do fruto cobrindo-o e não tem formato triangular.

Controle: recomenda-se a coleta e destruição de frutos muito atacados e adubação equilibrada, evitando-se o excesso de nitrogênio. Não existem produtos registrados para o seu controle, podendo-se lançar mão de produtos alternativos, como tratamento à base de enxofre na quantidade de 5 g do p.c./L de água, e duas aplicações em intervalos de 15 dias; óleo de nim ou a mistura de óleo de algodão (1,5%) com detergente neutro (1%).

5.4.3. Ácaro-vermelho-das-palmeiras

Nome científico: *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae)

Hospedeiro: coqueiro (*Cocos nucifera* L.)

Ocorrência: AL, CE, RN, PE, PI, PB, SE, MA

Reconhecimento da praga e sintomas: é encontrado principalmente na parte inferior dos folíolos, em grandes colônias, com a presença de exúvias. Em virtude de sua recente invasão, pouco se sabe sobre as plantas hospedeiras dessa praga no Brasil. As folhas atacadas exibem amarelecimento severo, necrose e ressecamento, que podem resultar na morte da planta.

Controle: evitar transporte de material vegetal infestado, principalmente folhas e mudas, de locais infestados para outras áreas. Atualmente no MAPA existem cinco acaricidas registrados e um produto microbiológico à base de *Neoseiulus barkeri* para controle dessa praga no Brasil. Pode-se utilizar controle alternativo com óleos vegetais e detergente neutro. O controle biológico pode ser um importante aliado no manejo dessa praga. Os ácaros predadores *Amblyseius* sp. e *A. largoenses* (Muma), as joaninhas *Stethorus* sp. e *Telsimia ephippiger* Chapin e os fungos patogênicos *Simplicillium* sp., *Akanthomyces lecanii* e *Hirsutella thompsonii* Fisher são referidos como inimigos naturais dessa praga.

5.4.4. Moscas-das-frutas

Nome científico: *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830), *A. obliqua* (Macquart, 1835), *A. sororcula* Zucchi 1979 e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)

Hospedeiros: várias plantas, como mangueira (*Mangifera indica*), castanhola (*Terminalia catappa*), cajás (*Spondias* spp.), guabiroba (*Campomanesia* spp.) e goiabeira (*Psidium guajava*).

Ocorrência: BA, CE, MA, PB, PE, RN

Reconhecimento da praga e sintomas: o adulto de *Ceratitis capitata* é uma mosca que apresenta coloração predominantemente amarela, olhos castanho-violáceos, tórax preto na face superior e com desenhos simétricos brancos, abdome amarelo com duas listras transversais acinzentadas e asas com transparência rosada, listras amarelas e sombreadas. Os machos possuem na fronte (região da cabeça) e entre os olhos dois apêndices filiformes terminados em forma de espátula. Os adultos das espécies de *Anastrepha* são semelhantes externamente sendo que os adultos medem cerca de 6,5 mm de comprimento. Apresentam também a coloração do corpo predominantemente amarela e as asas possuem três faixas marrons sombreadas de preto, sendo uma costal, outra em forma de S e outra em forma de V invertido. Do ovo, introduzido com o ovipositor da fêmea no interior do fruto (este geralmente próximo à maturação), eclode uma larva vermiforme, sem pernas, com coloração branca, que faz galerias na polpa dos frutos, danificando e facilitando a entrada de pragas secundárias e patógenos. Próximo à fase de pupa, a larva abandona o fruto caindo no chão. A pupa apresenta coloração marrom-escura em forma de um pequeno barril. O ciclo evolutivo é de 31 dias. No orifício feito pelo ovipositor da fêmea ocorre o apodrecimento, resultando em queda do fruto. *Anastrepha fraterculus* e *A. obliqua* podem atacar indistintamente frutos verdes e maduros.

Controle: pode ser iniciado por um monitoramento da praga com a instalação de armadilhas. O controle cultural por meio da captação de frutos atacados na copa das plantas e dos frutos caídos no chão é muito importante, colocando-os em covas para serem destruídos e/ou enterrados, e ainda a realização de podas para aeração da copa. O controle biológico pode ser realizado mantendo o ambiente propício para a ação natural de inimigos naturais, tais como insetos predadores a exemplo de formigas, estafilínídeos, aranhas e vespíngas parasitoides da família dos braconídeos e figitídeos. Destacam-se também os produtos: *Diachasmimorpha longicaudata*, pupa estéril de macho de *Ceratitis capitata* e feromônio (Trimedlure).

5.5. Considerações finais

Ressalta-se a importância da utilização do Manejo Integrado de Pragas (MIP) aliando-se às diversas formas de controle para manter as pragas abaixo do nível de dano econômico e reduzir possíveis prejuízos à sociedade. E, para isso, deve-se conhecer a praga, seus danos e suas características, bem como realizar inspeções periódicas para detectar a presença e o nível de infestação das mesmas e, assim, auxiliar na tomada de decisão. Além disso, devem-se adotar práticas de manejo de acordo com a espécie de praga, o tipo de infestação e intensidade de dano para que se possa garantir um controle eficiente e seguro, sem riscos à sociedade e ao meio ambiente.

5.6. Referências

- Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil [Internet]. 2025. [acesso 11 mar. 2025]. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br>
- Costa-Leonardo AM. Cupins-praga, morfologia, biologia e controle. Rio Claro: UNESP; 2002.
- Cunha F, Depieri RA, Menezes Jr AO, Neves PMOJ, Alexandre TM, Ramos VM, Leite RG, Almeida VT. Patogenicidade dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Isaria farinosa* em *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae). Científica. 2014;42(2):143-6.
- Feres RJF, Vieira MR, Daud RD, Pereira Jr EG, Oliveira GF, Dourado CL. Ácaros (Arachnida, Acari) de plantas ornamentais na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil: inventário e descrição dos sintomas causados pelos fitófagos. Rev Bras Entomol. 2009;53(3):46-74.
- Ferreira HJ, Veloso VRS, Naves RV, Braga Filho JR. Infestação de moscas-das-frutas em variedades de manga (*Mangifera indica* L.) no estado de Goiás. Pesq Agropec Trop. 2003;33(1):43-8.
- Ferreira JMS, Araújo RPC, Sarro FB. Perspectivas para o uso de fungos entomopatogênicos no controle microbiano das pragas do coqueiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2001.
- Ferreira JMS, Lins PMP. Coco: fitossanidade. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2002.
- Ferreira JMS, Lins PMP. Pragas do coqueiro. In: Ferreira JMS, Fontes HR, organizadores. Produção integrada de coco: identificação de pragas, doenças e desordens nutricionais e fisiológicas. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2006. p. 11-68.
- Ferreira JMS, Michereff Filho M. Pragas e métodos de controle. In: Fontes HR, Ferreira JMS, Siqueira LA, organizadores. Sistema de produção para a cultura do coqueiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2002. p.35-49.
- Ferreira JMS, Teodoro AV, Negrisoni Júnior AS, Guzzo EC. Descrição, bioecologia e manejo das lagartas-do-coqueiro *Brassolis sophorae* L. e *Opsiphanes invirae* H. (Lepidoptera: Nymphalidae). Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2015.
- Ferreira JMS, Warwick DRN, Siqueira LA. A cultura do coqueiro no Brasil. 3. ed. Brasília: Embrapa; 2018.
- Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Batista GC, Berti Filho E, et al. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ; 2002.
- Garcia AH. Levantamento, identificação e avaliação dos danos de insetos em árvores ornamentais na área urbana de Goiânia (GO). Pesq Agropec Trop. 1999;29(1):77-81.
- Gonçalves FG, Oliveira JT. Resistência ao ataque de cupim-de-madeira-seca (*Cryptotermes brevis*) em seis espécies florestais. Cerne. 2006;12(1):80-2.
- Lepesme P. Les insectes des palmiers. Paris: Paul Lechevalier; 1947.
- Marcicano MDL, Nihei SS, Lima IMM. First host record for *Winthemia analis* (Macquart) (Diptera: Tachinidae: Exoristinae) in Brazil: *Brassolis sophorae* laurentii Stichel (Lepidoptera: Nymphalidae: Brassolini). Neotrop Entomol. 2009;38(4):550-2.
- Melo JWS, Navia D, Mendes JA, Filgueiras RMC, Teodoro AV, Ferreira JMS, et al. The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. Int J Acarol. 2018;44:146-9.
- Mesquita ALM, Policarpo GTP, Cardoso JE, Mota MSCS. Novas ocorrências de Cerambycidae (Insecta: Coleoptera) em cajueiro no Brasil e recomendações de manejo. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; 2017.

- Monteiro RC, Lima EFB. Thysanoptera of Brazil [Internet]. 2020 [acesso 10 mar. 2020]. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/thysanoptera>
- Moraes GJ, Flechtmann CHW. Manual de Acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos; 2008.
- Moura AP. Manejo integrado de pragas. In: Silva J, Gorga M, organizadores. Sistema de Produção Sustentável de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças; 2014. p. 137-65.
- Moura JIL, Vilela EF. Pragas do coqueiro e dendezeiro. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil; 1998.
- Pereira LGB. Insetos broqueadores de espécies florestais. Belo Horizonte: CETEC; 2007.
- Peres-Filho O, Berti-Filho E. Biologia de *Rolepa unimoda* (Dognin, 1923) (Lepidoptera, Lymantriidae) em folhas de *Tabebuia avellanedae* Lor. ex-Griseb (Bignoniaceae) e observações sobre inimigos naturais. An Esc Super Agric Luiz Queiroz. 1985;42(1):55-82.
- Pontes CF, Ramos IA, Barbosa MVD, Silva AL. Alterações estruturais na folha de *Ficus benjamina* L. durante a infestação de *Gynaikothrips ficorum* (Marchal) (Thysanoptera: Phlaeothripidae). Rev Trópica Ciênc Agrar Biol. 2013;7(2).
- Potenza MR, Zorzenon FJ. Cupins: pragas em árvores e gramados urbanos. In: Alexandre MAV, Duarte LML, Campos-Farinha AEC, organizadores. Plantas ornamentais: doenças e pragas. São Paulo: Instituto Biológico; 2008. p. 251-72.
- Rafael JA, Melo GAR, Carvalho CJB, Casari SA, Constantino R. Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. 2. ed. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus; 2024.
- Ribeiro SSM. Diversidade de moscas-das-frutas e índice de infestação em hospedeiros exóticos e nativos na Amazônia ocidental [Trabalho de Conclusão de Curso]. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão; 2017.
- Silva AG, Gonçalves CR, Galvão DM, Gonçalves AJL, Gomes J, Silva MN, Simoni L. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil. Seus parasitas e predadores. Parte II - Tomo 1. Rio de Janeiro: Serviço de Defesa Sanitária Vegetal; 1968.
- Sujii ER, Pires CSS, Venzon M, Fernandes OA. Controle de artrópodes-praga com insetos predadores. In: Fontes EMG, Valadares-Inglis MC. Controle biológico de pragas da agricultura. Brasília: Embrapa; 2020. p.113-137.
- Teodoro AV, Ferreira JMS, Queiroz DL. Ácaros-pragas. In: Ferreira JMS, Warwick DRN, Siqueira LA, organizadores. A cultura do coqueiro no Brasil. Brasília: Embrapa; 2018. p. 429-44.
- World Flora Online [Internet]. 2025 [acesso 11 mar. 2025]. Disponível em: <http://www.world-floraonline.org>
- Zorzenon FJ, Potenza MR. Cupins: pragas em áreas urbanas. São Paulo: Instituto Biológico; 2006.
- Zorzenon FJ. Guia de Sanidade Vegetal. Cultura – Palmeiras (*C. nucifera*, *E. guineensis*, *E. edulis*, *E. oleracea*, *S. romanzoffiana*, *P. canariensis*). Broca-do-estípe (*Rhinostomus barbirostris*). São Paulo: Instituto Biológico; 2020.
- Zorzenon FJ. Levantamento, dimensionamento de danos e manejo de cupins-subterrâneos e formigas-carpinteiras em arborização urbana [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Instituto Biológico; 2009.
- Zucchi RA, Malavasi A, Adaime R, Nava DE. Moscas-das-frutas no Brasil: conhecimento básico e aplicado. v. 1. Piracicaba: FEALQ; 2023.
- Zucchi RA, Malavasi A, Adaime R, Nava DE. Moscas-das-frutas no Brasil: conhecimento básico e aplicado. v. 2. Piracicaba: FEALQ; 2023.

Zucchi RA, Moraes RCB. Fruit flies in Brazil – *Anastrepha* species their host plants and parasitoids [Internet]. 2025 [acesso 11 mar. 2025]. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>

Zucchi RA, Moraes RCB. Fruit flies in Brazil – Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly [Internet]. 2025 [acesso 11 mar. 2025]. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitis>

Capítulo 6

AVALIAÇÃO DE RISCO DE QUEDA E MANEJO EM ÁRVORES ADULTAS

Por Sérgio Brazolin e Tania Cristina Castroviejo

6.1. Destaques deste capítulo

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

6.2. Introdução

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

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

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

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

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

6.3. Por que as árvores caem?

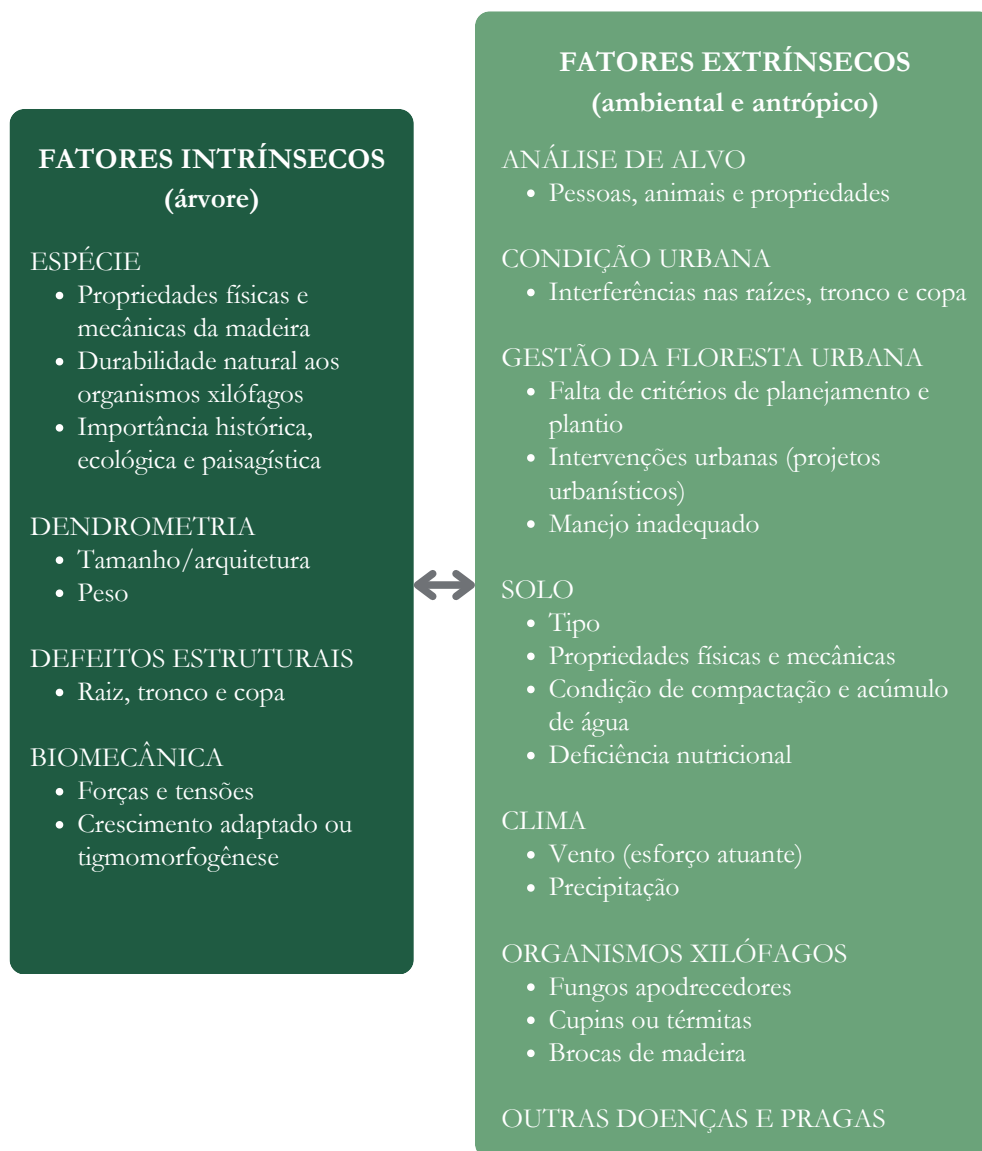
A Figura 1 sintetiza a interação de fatores intrínsecos e extrínsecos que interagem na análise de queda de uma árvore.

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

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

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

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



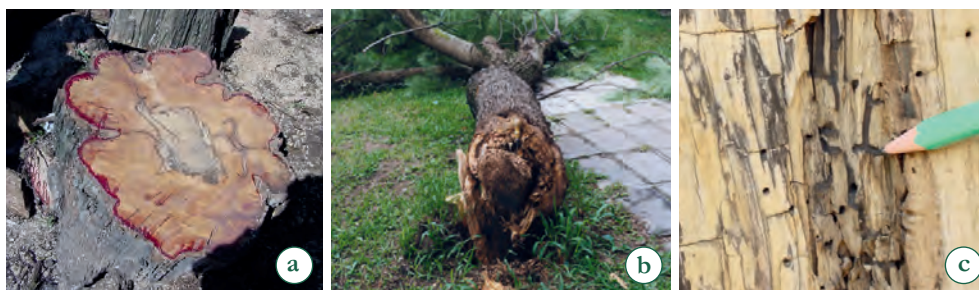
Fonte: Elaborado por Zabotto Ambiental a partir de Brazolin et al. [2].

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

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

Esses organismos xilófagos se desenvolvem normalmente na região do cerne ou transição de 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 6.2 – Organismos xilófagos em árvores. a) Apodrecimento do cerne por fungos em *Tipuana tipu*. b) Ninho de cupins subterrâneos em *Jacaranda mimosifolia*. c) Galerias de broca de madeira em ferida do tronco de *Paubrasil eburnata*.



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.

6.4. Biomecânica – a árvore como uma estrutura

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

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

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

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

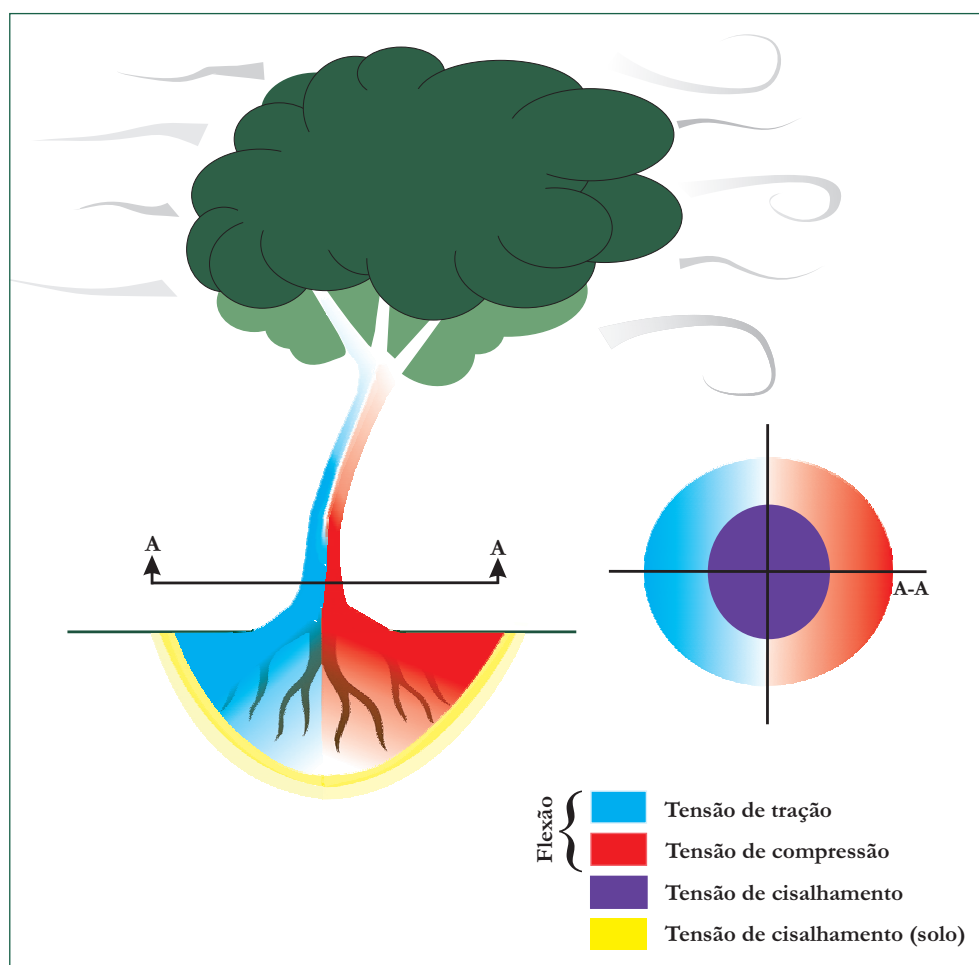


Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

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

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

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



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

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

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

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

6.5. Avaliação de risco de queda

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

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

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

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

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

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



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

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

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

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

6.5.1. Análise de alvo

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

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

6.5.2. Análise das condições de entorno

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

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

6.5.3. Análise visual externa

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

A avaliação visual do sistema radicular de uma árvore é uma tarefa desafiadora, já que apenas uma pequena parte das raízes é visível, quando não característica da espécie botânica. No tronco, a sua base (colo ou 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 6.1 – Atributos para análise de risco de queda de árvores no Nível de Inspeção 2.

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

(continua)

(continuação)

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

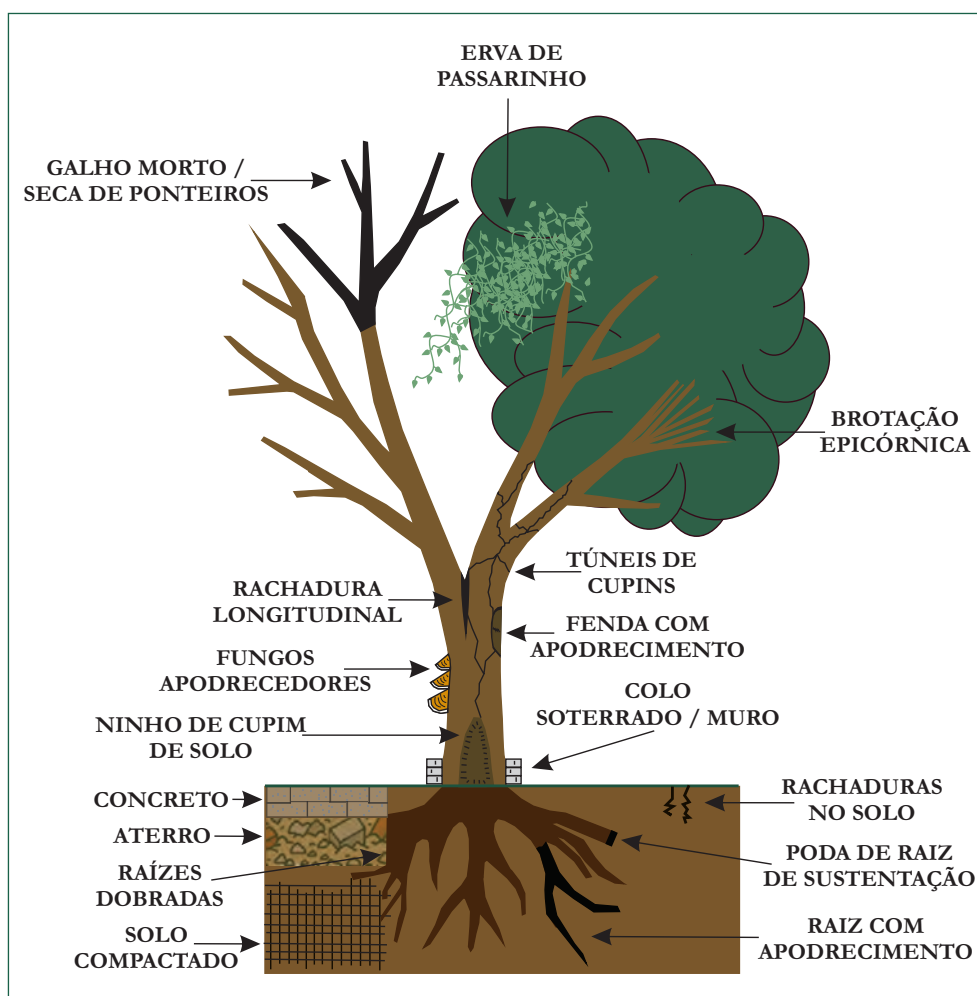
(continua)

continuação

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

Fonte: Autores.

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



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

6.5.4. Análise interna e não destrutiva

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

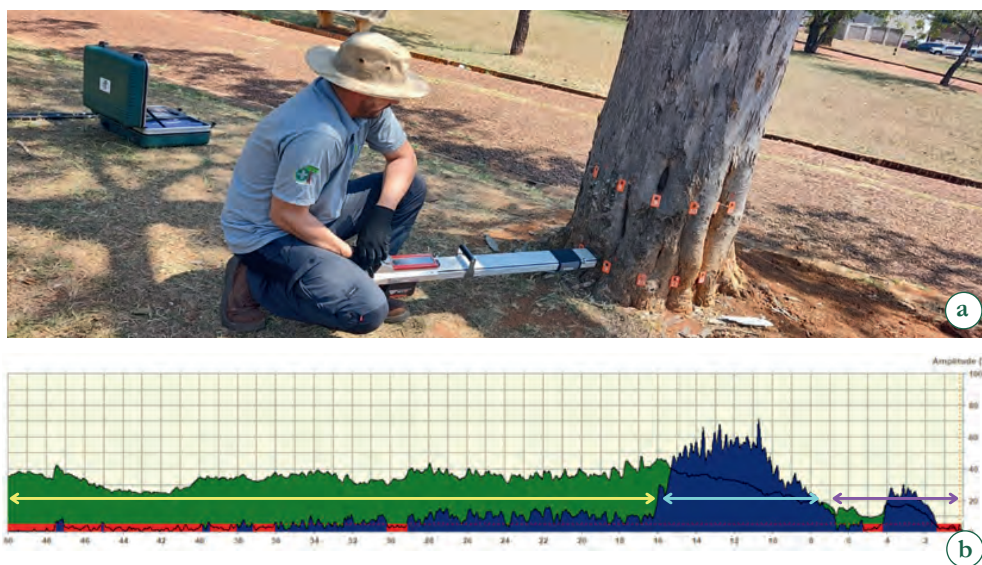
6.5.4.1. Penetrografia

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

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

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

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



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

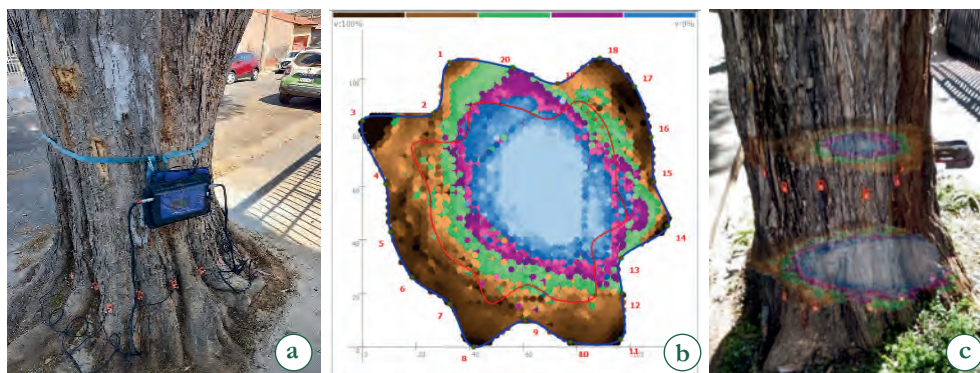
6.5.4.2. Tomografia sônica

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

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

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

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



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

6.5.4.3. Tomografia de Resistividade Elétrica

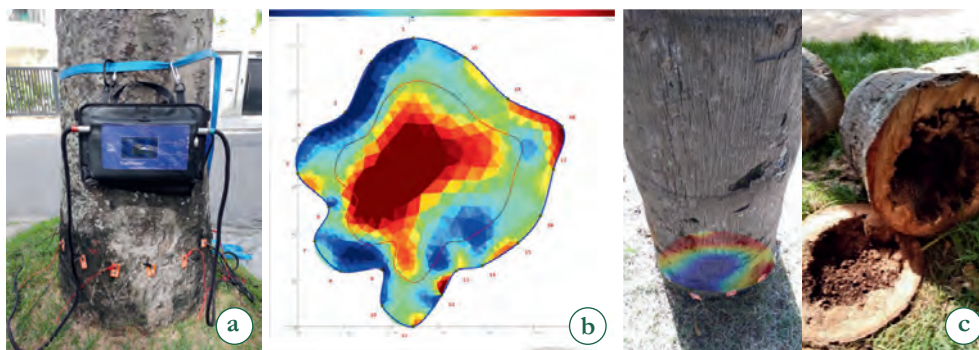
A Tomografia de Resistividade Elétrica (Figura 9a) em árvores é uma técnica que utiliza eletrodos para medir a resistividade elétrica do lenho. Os valores obtidos variam conforme o teor de umidade, as características anatômicas e químicas da madeira e a presença de defeitos, como cavidades ou apodrecimento.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

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

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

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

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



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

6.5.4.4. Radar

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

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

Figura 6.10 – Radar: a) Uso do radar na avaliação do sistema radicular;

- b) um exemplo de radargrama, indicando a presença das raízes.



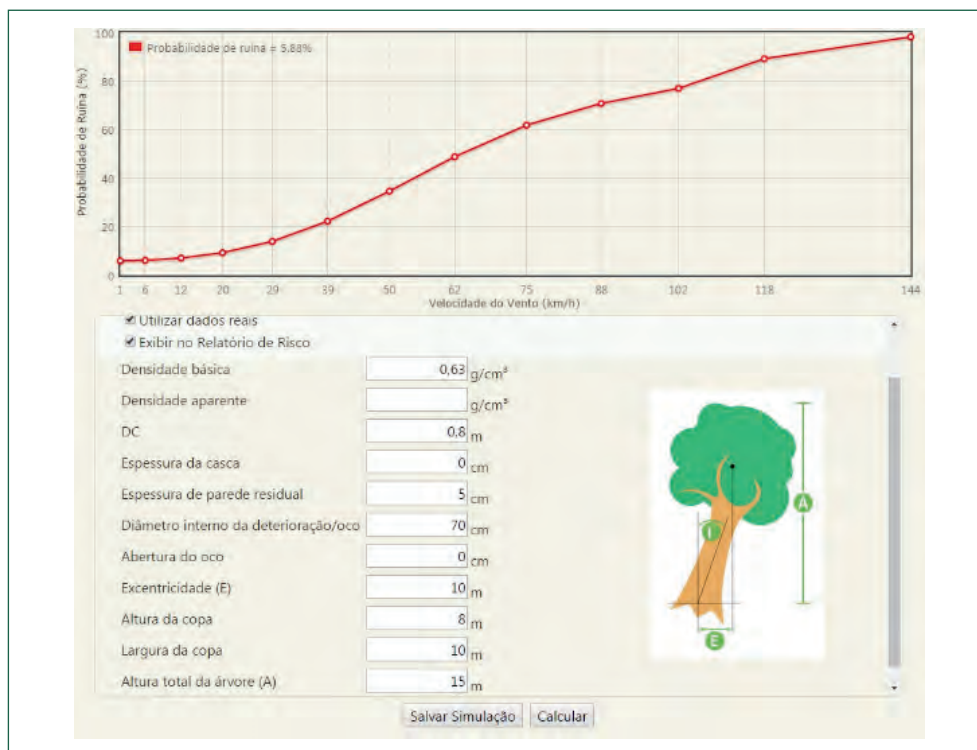
Fonte: Kern Geo Soluções.

6.5.4.5. Outras tecnologias e métodos

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

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

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



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

6.6. Uso de Inteligência Artificial na Arborização Urbana

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

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

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

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

6.6.1. Manejo de árvores adultas

A principal razão para a avaliação de risco é a prevenção de acidentes que possam causar danos a propriedades, utilidades como energia elétrica, gás, água e esgoto, à mobilidade urbana ou, pior ainda, atingir pessoas. Após a avaliação de risco é necessária 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].

6.6.1.1. Poda de galho

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

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

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

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

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

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

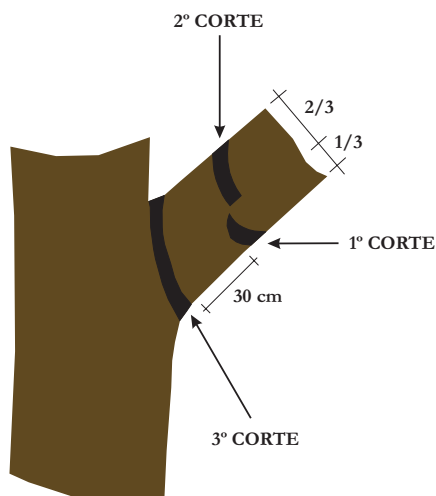
A poda de limpeza ou manutenção refere-se à remoção de galhos secos, senis ou com apodrecimento, de desrama natural, de ramos ladrões, epicórmicos ou com pragas e doenças e de brotos na raiz que podem representar risco de queda ou comprometer a saúde da árvore;

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

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

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

Figura 6.12 – Exemplo da técnica de três cortes.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

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

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

6.6.1.2. Poda em palmeiras

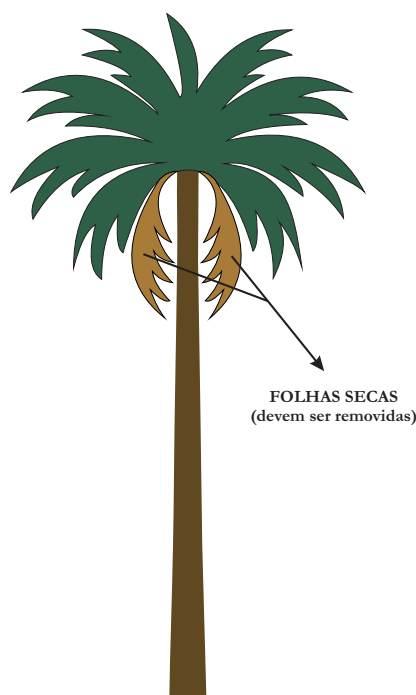
Como a morfologia externa das palmeiras difere das árvores, pois não existem galhos, deve-se remover apenas as folhas secas, amareladas ou danificadas (Figura 13), evitando a retirada de folhas verdes saudáveis. A remoção deve ser feita junto à base do pecíolo, sem danificar o estipe (semelhante ao tronco).

6.6.1.3. Poda de raiz

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

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

Figura 6.13 – Folhas a serem removidas em palmeiras.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

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

6.6.1.4. Readequação de Canteiro

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

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

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

6.6.1.5. Monitoramento de defeitos estruturais

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

6.6.1.6. Cabeamento e suportes

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

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

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

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

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

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

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

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

6.7. Considerações finais

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

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

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

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

6.8. Referências

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

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

Capítulo 7

ÁRVORES EXÓTICAS E INVASORAS: IMPORTÂNCIA E DESAFIOS

Por Edjane Oliveira de Lucena e Camila Costa da Nóbrega

7.1. Destaques deste capítulo

1. Espécie exótica é toda planta, animal ou microrganismo introduzido em um novo habitat e que pode se desenvolver produzindo novos descendentes;
2. Espécie exótica invasora é toda espécie capaz de se estabelecer, reproduzir e perpetuar seus descendentes no novo habitat, afetando a diversidade biológica e provocando desequilíbrio ambiental;
3. Espécies invasoras causam redução da diversidade, da regeneração natural, do banco de sementes, fertilidade do solo e ciclagem dos nutrientes, além de perdas econômicas;
4. Na região Nordeste diversas espécies invasoras registradas têm causado redução da diversidade biológica e afetado as comunidades de espécies nativas.

7.2. Introdução

Uma espécie, seja vegetal, animal ou micro-organismo, é considerada exótica e/ou introduzida quando se encontra fora de sua área natural de distribuição. Sua presença em novo território resulta de processos de introdução mediados por ações humanas, realizadas de forma voluntária ou involuntária. [1]. A Convenção Sobre a Diversidade Biológica (CDB) considera as espécies exóticas com diferentes nomenclaturas, como: não-nativas, estrangeiras, não-indígenas. E as espécies exóticas com potencial danoso ao ambiente, capazes de alterar a diversidade biológica são denominadas pela CDB como agressivas, nocivas, pragas e invasoras [2]. Assim, compreende-se por espécies exóticas, todo indivíduo de origem não natural em um habitat, cujo sua presença no novo ecossistema é capaz de ameaçar a diversidade biológica. Neste caso, portanto, é considerada como uma espécie invasora [3]. É válido ressaltar que o conceito de espécie exótica invasora leva em consideração a área de distribuição natural, e esta condição não está relacionada com divisões políticas. Portanto, uma espécie não pode ser considerada nativa ou exótica por definição, mas sim, deve ser relacionada a sua região de ocorrência natural, estando, pois, associada a processos naturais no que diz respeito à capacidade de dispersão natural, das interações ecológicas e fatores abióticos [4]. Sob este contexto, algumas espécies que são consideradas nativas em determinadas

regiões, podem ser tidas como exóticas em outra região, ao mesmo tempo em que estão inseridas no mesmo país [4]. O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), através do Decreto nº 12.258/2024, nomeia e entende-se:

III – Espécie exótica: espécie, subespécie ou táxon de hierarquia inferior ocorrendo fora de sua área de distribuição natural, incluindo qualquer parte do indivíduo que possa sobreviver e reproduzir-se, como gametas, sementes, ovos ou propágulos;

IV – Espécie exótica invasora – EEI: espécie exótica cuja introdução ou dispersão ameaça a diversidade biológica;

V – Espécie nativa: espécie, subespécie ou táxon de hierarquia inferior ocorrendo dentro de sua área de distribuição natural (passada ou presente), incluindo a área que pode alcançar e ocupar através de seus sistemas naturais de dispersão (ICMBio).

Assim, quando uma espécie introduzida é capaz de se reproduzir e perpetuar seus descendentes de forma fértil, com altos índices de probabilidade de sobrevivência no novo ecossistema, é considerada como estabelecida. Quando ultrapassa esse processo de estabelecimento, expande e distribui-se no novo habitat e com isso ameaça o novo ecossistema, a partir de então passa a ser considerada como uma espécie exótica invasora [1]. Nesse sentido, toda espécie invasora é capaz de se proliferar com maior facilidade, acarretando prejuízos e impactos no desenvolvimento e sobrevivência de espécies nativas [5].

Sobre a Convenção da Diversidade Biológica

A Convenção da Diversidade Biológica (CDB), consolidada em 1992 por 175 países na Conferência das Nações Unidas a respeito do Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92) representou, no âmbito internacional, um marco legal, pautada na conservação da biodiversidade e na exploração comercial dos recursos genéticos. Estava incluso o compartilhamento dos benefícios entre países em desenvolvimento [6]. A CDB definiu três fundamentos: (i) manter a conservação da biodiversidade; (ii) promover o uso dos recursos naturais de forma sustentável e (iii) dividindo-os de forma justa e equitativa dos benefícios provenientes desses recursos naturais. O acompanhamento e progresso da CDB sob um cenário internacional, acontece por meio de reuniões regulares que envolve mecanismos institucionais, onde são definidos a revisão de documentos e programas de trabalho por meio de negociações multilaterais [7]. No que diz respeito ao Brasil, a adesão da CDB foi confirmada com o Protocolo de Nagoya, através da aprovação da Lei da Biodiversidade de nº 13.123/2015. Por meio da referida lei ficou estabelecido um novo quadro regulatório com base na administração e utilização da biodiversidade [8].

7.3. Formas de introdução de espécies exóticas

O processo de introdução de espécies exóticas tem aumentado cada vez mais em virtude do crescimento dos setores de transporte, viagens, comércio e turismo, entre diferentes continentes e países [9]. As formas de introdução de espécies exóticas podem ocorrer de modo natural, intencional ou acidental [10,11].

I. Forma natural: através da dispersão de sementes por zoocoria (animais), anemocoria (vento) e hidrocoria (água);

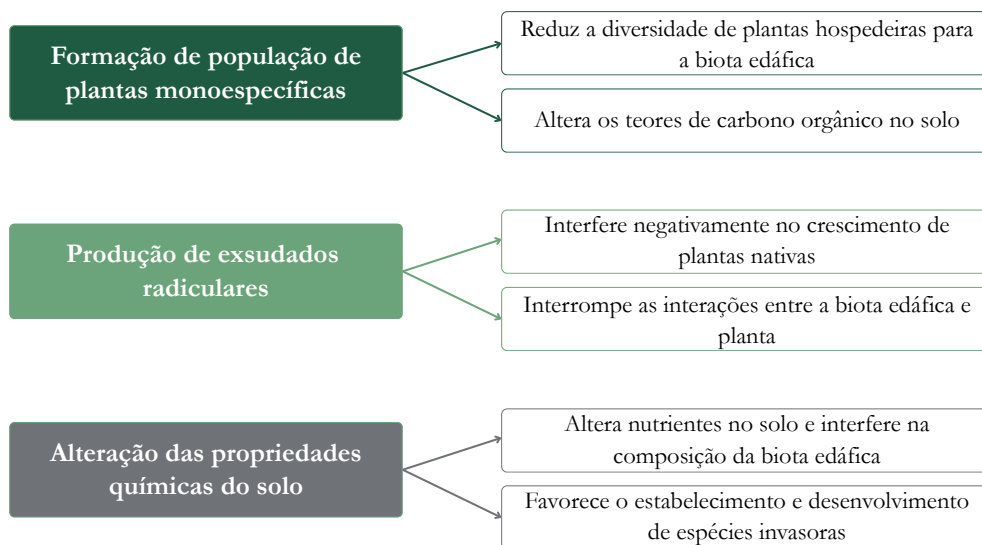
II. Forma intencional: uso de plantas na arborização, ornamental, na recuperação de florestas plantadas e/ou áreas degradadas, reflorestamento, agricultura, horticultura, silvicultura e forragem;

III. Forma acidental: plantas/sementes que se aderem a roupas de viajantes em caminhadas, insetos e invertebrados em navios, ou transporte acidental de ervas que acompanham outras plantas destinadas à ornamentação.

7.4. Mecanismos de estabelecimento de espécies exóticas invasoras

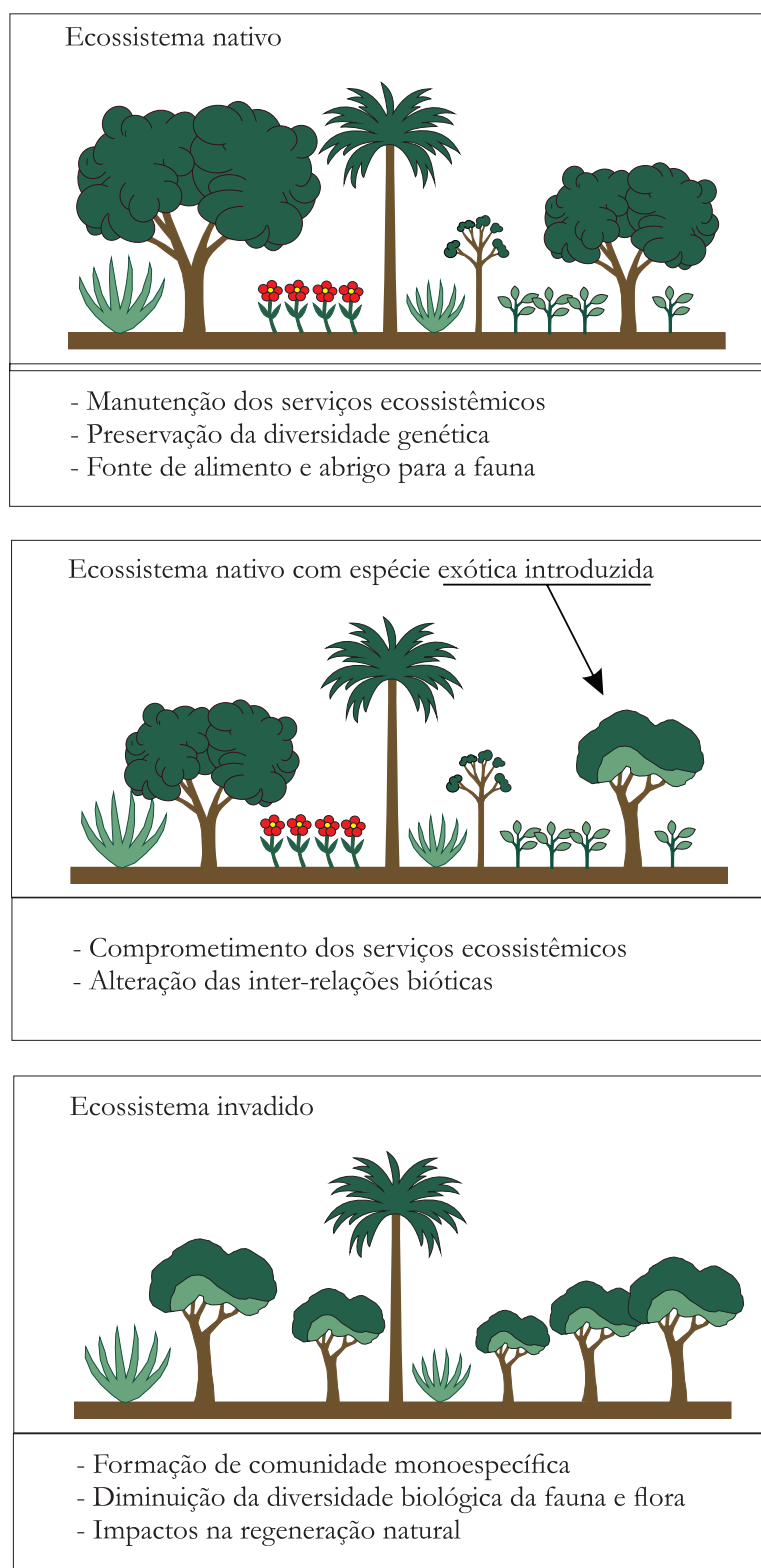
Quando uma nova espécie é introduzida em um ecossistema, ela fica exposta às condições bióticas e abióticas que condicionam o novo habitat. Para grande parte dessas espécies exóticas introduzidas, as condições do novo ambiente são tão adversas, que a sobrevivência e reprodução dos indivíduos só se tornam possíveis apenas com a intervenção antrópica [12]. Um exemplo disso é que espécies com ocorrência fora de seu ambiente nativo podem não possuir polinizadores e dispersores de sementes, o que afetaria sua reprodução e perpetuação, necessitando, portanto, do cultivo humano [13]. Entretanto, diversos estudos comprovam que as espécies exóticas são capazes de se adaptar às novas condições ambientais, alcançam seu estabelecimento e se reproduzem, conseguindo dispersar seus propágulos/sementes para além do local o qual foi introduzida [14]. Diversas espécies exóticas conseguem manter seu estabelecimento no novo ecossistemas através de três vias: (i) formação de populações monoespecíficas; (ii) exsudados radiculares e (iii) alteração nas propriedades químicas do solo (Figura 1).

Figura 7.1 – Vias de estabelecimento e desenvolvimento de espécies invasoras. Adaptado de [14].



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Figura 7.2 – Efeito da introdução de espécies exóticas invasoras no ecossistema nativo.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Além desses mecanismos de adaptação, espécies exóticas se utilizam de outras estratégias que influenciam seu sucesso de invasão, como baixo gasto em energia, otimização na produção de fotossíntese, fixação de carbono, ausência de predadores, herbivoria e inimigos naturais [15]. Essas estratégias podem tornar a taxas de crescimento populacional bem mais elevadas em comparação com sua distribuição no ambiente natural, onde as condições bióticas e abióticas adversas acabam restringindo as populações [16]. Outra característica que responde ao sucesso do estabelecimento de espécies invasoras é a plasticidade fenotípica que muitas apresentam, que consiste na capacidade de se desenvolver e reproduzir nos mais adversos ambientes, quando comparadas às espécies nativas [2].

Essas adaptações garantem que o direcionamento de energia seja aperfeiçoado para promover sua competição pelos recursos naturais com as demais espécies nativas [15]. No entanto, para que o estabelecimento de espécies invasoras possa ser considerado, é necessário que a espécie rompa alguns estágios: (i) introdução no novo ambiente; (ii) estabilização; (iii) colonização; (iv) reprodução e dispersão e (v) dominância no novo habitat. Além desses fatores, a espécie exótica, para se tornar invasora, precisa vencer as condições bióticas e abióticas impostas pelo novo ecossistema [17].

7.5. Quais os impactos das espécies exóticas invasoras?

O processo de invasão biológica que ocorre com o estabelecimento de espécies exóticas com potencial invasor causa diversas alterações (Figura 2), tanto nas funções como também nos processos ecossistêmicos [18]. Além dos impactos ambientais, espécies invasoras podem causar perdas negativas e positivas nos aspectos sociais, culturais, econômicos e de saúde humana. No Brasil, a maioria dos impactos registrados por espécies exóticas invasoras na literatura são de ordem negativa, com registros pontuais de impactos positivos para alguns grupos de organismos invertebrados e algumas plantas [4].

Dentre os impactos negativos, está o fato de que as espécies exóticas invasoras podem provocar a redução da diversidade de espécies nativas, comprometer os ciclos hidrológicos, o regime de fogo [19], a ciclagem dos nutrientes, interferir nas inter-relações da comunidade da biota do solo [20], na produção e decomposição de serrapilheira [21], nos atributos químicos do solo, na fauna edáfica [22], no banco de sementes do solo e na regeneração natural das espécies [23].

7.6. Atualizações sobre espécies exóticas invasoras no Brasil

Nas diferentes regiões do Brasil, a maioria das espécies exóticas invasoras foram introduzidas de forma intencional através das ações humanas [24]. Cerca de 95% de todas as espécies invasoras no Brasil foram introduzidas provenientes de outros continentes, a exemplo de gramíneas de origem africana e árvores originárias da América do Norte, Ásia e Austrália. Além disso, sua distribuição no país também está relacionada com as intervenções antrópicas. Uma porção significativa das espécies exóticas invasoras foram introduzidas intencionalmente no país para fins de forragem e horticultura, enquanto uma pequena porção de cerca de 10% são consideradas introduções não intencionais [25]. De acordo com os dados divulgados pelo Instituto Hórus, em todo o país, atualmente, são conhecidas 208 plantas e algas invasoras, e, destas, 198 são plantas terrestres, um registro de cerca de 7.330 casos de invasão biológica em todo o país [26]. Portanto,

espécies exóticas foram e continuam sendo introduzidas com o objetivo de embelezar jardins e praças, no controle biológico de pragas, para uso na agropecuária e como fonte alternativa de subsistência e geração de renda, além de outras finalidades [1].

Em um estudo divulgado em 2021, os gastos com invasões biológicas no Brasil custaram, ao longo de 35 anos (1984-2019) cerca de 105,53 bilhões de dólares. Grande parte desses custos foram destinados às perdas provocadas por espécies exóticas invasoras, e apenas 2% desse valor foram investidos em práticas de manejo para conter as invasões [4].

7.7. Região Nordeste e as espécies invasoras de maior ocorrência e seus impactos ao ecossistema

O número de espécies invasoras registradas no Nordeste é dinâmico, tendo em vista que essa contagem está em constante processo de atualização diante das pesquisas científicas que buscam identificar o maior número possível dessas espécies e seus respectivos danos ao ecossistema. Contudo, é importante ressaltar que os principais fatores que dificultam esse levantamento é o conhecimento a respeito das formas de introdução e estabelecimento de espécies exóticas [5]. Um levantamento realizado a respeito de espécies invasoras de maior ocorrência na região Nordeste, listou 15 espécies que têm provocado sérios danos ao ecossistema [2], conforme diversos estudos da literatura (Tabela 1).

Tabela 7.1 – Lista de espécies exóticas invasoras identificadas em área de Caatinga, conforme levantamento em estudo sobre invasão biológica [2].

Espécie/Nome científico	Família	Nome popular	Região
<i>Acacia longifolia</i> (Andrews Will.)	Fabaceae	Acácia-de-espiga	PB
<i>Acacia mearnsii</i> (De Willd.)	Fabaceae	Acácia-negra	PB
<i>Agave sisalana</i> Perrine	Asparagaceae	Sisal	PB
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Meliaceae	Nim indiano	PB
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton	Apocyanaceae	Flor-de-seda	AL, BA, PB, PE
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	Sapindaceae	Vassoura-vermelha	PB
<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Convolvulaceae	Algodão-bravo	PB
<i>Leucaena leucocephala</i> Lam.	Fabaceae	Leucena	PB
<i>Musa ornata</i> Roxb.	Musaceae	Bananeira-de-jardim	PB
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Fabaceae	Espinho-de-judeu, espinho-de-jerusalém	PB
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Fabaceae	Algaroba	PB, PE
<i>Prosopis pallida</i> Humb. & Bonpland	Fabaceae	Algaroba-pálida	AL, BA, PB, PE
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	Mamona	PB
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	Fabaceae	Feijão-do-mato	PB
<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	Amendoeira-da-praia	PB

Fonte: Autores.

Os estudos mostram que diversas dessas espécies, a exemplo da *C. procera*, *S. madagascariensis*, *P. juliflora*, *S. virgata* apresentam poder alelopático, ou seja, são capazes de liberar substâncias que causam efeitos negativos no ambiente e possuem elevada produção de sementes com alto poder germinativo. A exploração desordenada dos recursos naturais em área de Caatinga, sobretudo a vegetação nativa, tem contribuído fortemente para a redução da diversidade das espécies nativas, e, como consequência, favorecendo o estabelecimento de espécies invasoras [14].

7.8. Uso de exóticas na arborização urbana

Estudos comprovam que a implantação de espécies exóticas na arborização urbana é realizada pela falta de conhecimento das normas e legislações existentes, fator resultado do planejamento inadequado dos projetos de arborização [27]. Na última década, a utilização da espécie *Azadirachta indica* na arborização urbana, tem sido largamente adotada pelo poder público que, através da doação de mudas para a população, incentiva o plantio dessa espécie, contribuindo com o processo de invasão biológica [28]. Outras espécies, como *Prosopis juliflora* e *Ficus benjamina*, também são comuns em diversas cidades do Nordeste, e em muitos trabalhos é possível comprovar a presença quase que exclusiva dessas espécies. Alguns estudos mostram a elevada dominância das espécies exóticas na arborização urbana no Nordeste do Brasil ao identificar cerca de 59,84% [29], como também 89,68% de dominância das exóticas, a exemplo do *Ficus benjamina* (41,85%) e *Azadirachta indica* (47,83%) [30]. Reunimos, com base na literatura disponível na arborização urbana na região Nordeste, a identificação de 95 espécies exóticas e invasoras em diversos estudos (Tabela 2).

Tabela 7.2 – Espécies exóticas e invasoras identificadas em estudos realizados com a arborização urbana no Nordeste do Brasil. [31-37].

Famílias	Espécies exóticas	Nome popular
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> (Haw.)	Piteira-do-caribe
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira
	<i>Spondias dulcis</i> Sol. ex Parkinson	Cajarana
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Graviola
	<i>Annona squamosa</i> L.	Fruta-do-conde/ pinha
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	Espirradeira
	<i>Plumeria alba</i> L.	Jasmim-vapor
	<i>Plumeria pudica</i> Jacq.	Jasmim-do-caribe
	<i>Plumeria rubra</i> L.	Jasmim-manga
Arecaceae	<i>Areca catechu</i> L.	Palmeira
	<i>Caryota urens</i> L.	Palmeira-mulambo
	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro
	<i>Coccothrinax barbadensis</i> (Lodd. Ex Mart.)	Palmeira-leque
	<i>Dyopsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf	Palmeira areca

(continua)

(continuação)

Famílias	Espécies exóticas	Nome popular
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> L.	Dendê
	<i>Livistona chinensis</i> (N.J.Jacquín) R. Brown ex Mart.	Palmeira flamblada
	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	Tamareira-anã
	<i>Phoenix sylvestris</i> (L.) Roxburg.	Tamareira
	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O. F. Cook	Palmeira imperial
	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F.Cook	Palmeira-real
Asparagaceae	<i>Yucca gigantea</i> (Lem.)	Iuca-gigante
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Cuité
	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacarandá
	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Espatódea
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Ipezinho
Boraginaceae	<i>Cordia dichotoma</i> G. Forst.	Pé-de-cola
Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i> L.	Buxinho
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Mamoeiro
Cycadaceae	<i>Cycas circinalis</i> L.	Cycas
Cupressaceae	<i>Chamaecyparis abtusa cripisii</i> (Siebold & Zuccarini) Endlicher	Cipreste-dourado
	<i>Cupressus</i> sp.	Cupressus
	<i>Thuja orientalis</i> L.	Cupressus
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Castanhola
Euphorbiaceae	<i>Aleurites moluccana</i> Willd.	Nogueira-do-iguapé
	<i>Euphorbia tirucalli</i> L.	Aveloz
	<i>Phyllanthus acidus</i> Skeels.	Groselha
	<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona
Fabaceae	<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth.	Faveiro
	<i>Adenanthera pavonina</i> L.	Falso-pau-brasil
	<i>Bauhinia monandra</i> (Kurz)	Árvore-orquídea
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) SW.	Flamboyanzinho
	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Sombreiro
	<i>Calliandra surinamensis</i> Benth.	Caliandra
	<i>Cassia fistula</i> L.	Cássia-chuva-de-ouro
	<i>Cassia javanica</i> Ried.	Cássia-rosa
	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyant
	<i>Erythrina indica</i> Picta	Mulungu-da-índia
	<i>Erythrina variegata</i> L.	Brasileirinha
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Algaroba
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Mata-fome
	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Acácia
	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo
Gramineae	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.	Bambu

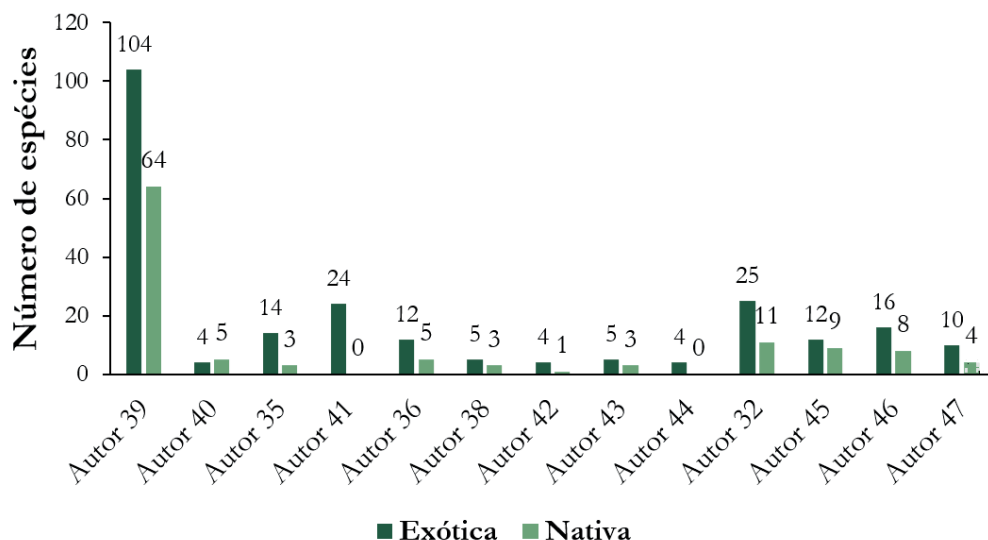
(continua)

(continuação)

Famílias	Espécies exóticas	Nome popular
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Abacateiro
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Resedá
	<i>Punica granatum</i> L.	Romanzeiro
Magnoliaceae	<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre	Magnólia-amarela
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	Aceroleira
Malvaceae	<i>Gossypium arboreum</i> L.	Algodoeiro
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Hibisco
	<i>Thespesia populnea</i> (L.) Sol. ex Corrêa	Algodão-da-praia
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Nim indiano
	<i>Melia azedarach</i> L.	Jasmim-de-viúva
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jaqueira
	<i>Artocarpus communis</i> Forst.	Fruta-pão
	<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficus
	<i>Ficus carica</i> L.	Sempre-verde
	<i>Ficus elastica</i> Roxb.	Ficus italiano
	<i>Ficus microcarpa</i> L.F.	Ficus asiático
	<i>Morus nigra</i> L.	Amoreira-preta
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa
Myrtaceae	<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	Eucalipto-de-cheiro
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalipto
	<i>Eugenia malaccensis</i> L.	Jambo
	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jambolão
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Jambeiro-rosa
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Azeitona
Musaceae	<i>Ravenala madagascariensis</i> Gmel.	Árvore-do-viajante
Oleaceae	<i>Jasminum azoricum</i> L.	Jasmineiro-branco
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola
Pinaceae	<i>Araucaria columnaris</i> (J.R.Forst.) Hook.	Pinheiro-de-Norfolk
	<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	Pinus/pinheiro
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R.Br.	Grevílea
Punicaceae	<i>Punica granatum</i> L.	Romanzeiro
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uva-do-Pará
Rubiaceae	<i>Ixora chinensis</i> (Lam.)	Ixora
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranjeira
	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Jasmim-laranja
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i> L.	Chorão
Sapindaceae	<i>Koelreuteria elegans</i> (Seem.) A.C.Sm.	Coueutéria
	<i>Filicium decipiens</i> (Wight & Arn.) Thwaites	Acácia
Sapotaceae	<i>Achras sapota</i> L.	Sapotizeiro
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i> L.	Pingo-de-ouro

Normalmente, as espécies indicadas para arborização são quase exclusivamente exóticas, o que por muitas vezes prioriza apenas o caráter estético do espaço [38]. Um levantamento feito com estudos na região Nordeste (Figura 3) mostrou que 92,3% das espécies presentes na arborização são exóticas.

Figura 7.3 – Proporção de espécies exóticas *versus* nativas em estudos de arborização no Nordeste do Brasil.



Fonte: Autores.

7.9. Desafios e impactos das espécies exóticas invasoras no Nordeste brasileiro

Atualmente, a introdução de espécies exóticas invasoras representa um dos maiores desafios na conservação da biodiversidade de espécies. Os impactos provocados por essas espécies no novo ambiente, quando assim estabelecidas, causam diversos impactos, o que afeta diretamente a curto e longo prazo a manutenção dos serviços ecossistêmicos. No Nordeste do Brasil, essa problemática merece um olhar ainda mais cuidadoso, em virtude da exploração inadequada dos recursos naturais, sobretudo o desmatamento, que tem provocado extensa vulnerabilidade dos ecossistemas locais. Sob este contexto, é de extrema necessidade a adoção de medidas mitigadoras e práticas de manejo por meio dos órgãos gestores, instituições públicas e privadas, visando a agir de forma preventiva e eficaz a respeito desse tema.

7.10. Diretrizes para a prevenção e o manejo de espécies exóticas invasoras em projetos ambientais

- I. Antes de implantar qualquer espécie em projetos de paisagismo, arborização e/ou recuperação de áreas degradadas busque informações a respeito da espécie em fontes seguras. O Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental é uma plataforma que reúne dados científicos sobre as espécies exóticas invasoras registradas no Brasil. Para mais esclarecimentos acesse: <https://bd.institutohorus.org.br/base-dados-nacional>.

- II. Busque formar parcerias com universidades, centros de pesquisa, organizações não governamentais e institutos de pesquisa. Essas instituições estão em constante atualização através de estudos focados nesta temática de conhecimento a respeito de invasões biológicas e seus efeitos no ecossistema. Essas parcerias podem ajudar municípios e gestores na elaboração de diagnósticos, estratégias de prevenção e planos de manejo que melhor se adequem à realidade do problema.
- III. Verifique em regiões mais próximas, com agricultores e extensionistas, se a espécie a qual deseja implantar já é considerada invasora. Observe a experiência de outras localidades com a aplicação da espécie para evitar problemas futuros;
- IV. Estimule a elaboração de normativas em associação com gestores municipais que regulamentem a adoção de espécies exóticas e invasoras que ocorrem na localidade. Esse tipo de normatização fortalece a segurança pública, evitando a utilização de práticas de manejo inadequadas;
- V. Promova a capacitação de técnicos e equipes da Secretaria do Meio Ambiente, Agricultura e Urbanismo no auxílio de identificação de espécies exóticas e invasoras, buscando orientar a respeito de seus impactos ao ecossistema;
- VI. Promova campanhas educativas por meio de eventos de extensão para produtores rurais, agricultores, paisagistas e viveiristas, visando sensibilizar sobre os efeitos e prejuízos que as espécies invasoras podem causar;
- VI. Incentivar a utilização de espécies nativas em projetos públicos de paisagismo, arborização e recuperação de áreas degradadas, o que contribui para a preservação dos ecossistemas locais.

7.11. Referências

- [1] Leão TCC, Almeida WR, Dechoum M, Ziller SR. Espécies exóticas invasoras no Nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas. Recife: Cepan; 2011.
- [2] Lucena EO, Souza TAF. Impactos da bioinvasão no ecossistema solo em condições semiáridas: estudo de caso com a espécie *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. Aréia: UFPB; 2018.
- [3] 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.
- [4] Dechoum MS, Junqueira AOR, Orsi ML, Xavier RO, Kortz A, Casares FA, et al. Relatório temático sobre espécies exóticas invasoras, biodiversidade e serviços ecossistêmicos. São Carlos: Editora Cubo; 2024.
- [5] Schmidt S. Relatório identifica 476 espécies exóticas invasoras no Brasil. *Rev Pesqui Fapesp.* 2024. [acesso 18 ago. 2025]. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/relatorio-identifica-476-especies-exoticas-invasoras-no-brasil/>
- [6] Rangel HMV. A proteção da propriedade intelectual e a biopirataria do patrimônio genético amazônico à luz de diplomas internacionais. *Veredas Dir.* 2012;9(18).
- [7] Roma JC, Coradin L. A governança da Convenção sobre Diversidade Biológica e sua implementação no Brasil. São Paulo: IPEA; 2015.

- [8] Barba RYB, Santos N. A bioeconomia no século XXI: reflexões sobre biotecnologia e sustentabilidade no Brasil. *Rev Dir Sustentab.* 2020;6(2).
- [9] Seebens H, Blackburn TM, Dyer EE, Genovesi P, Hulme PE, Jeschke JM, et al. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nat Commun.* 2017;8:1-9.
- [10] Saraiva JGO. *Ecofisiologia de Cryptostegia madagascariensis Bojer ex Decne submetida a restrição hídrica [dissertação].* Mossoró: Universidade Federal Rural do Semiárido; 2016.
- [11] Primack RB, Rodrigues E. *Biologia da conservação.* Londrina: Midiograf; 2001.
- [12] Carlton JT, Ruiz GM. Vector science and integrated vector management in bioinvasion ecology: conceptual frameworks. 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. 36-58.
- [13] Davies MA. *Invasion biology.* Oxford: Oxford University Press; 2009.
- [14] Souza TAF, Andrade LA, Freitas H, Sandim AS. Biological invasion influences the outcome of plant-soil feedback in the invasive plant species from the Brazilian semiarid. *Microb Ecol.* 2017;75:11.
- [15] Robakowski P, Bielinis E, Sendall K. Light energy partitioning, photosynthetic efficiency and biomass allocation in invasive *Prunus serotina* and native *Quercus petraea*. *J Plant Res.* 2018;131(3):505-23.
- [16] Keane RM, Crawley MJ. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends Ecol Evol.* 2002;17:164-70.
- [17] Callaway RM. The detection of neighbors by plants. *Trends Ecol Evol.* 2002;17:104-5.
- [18] Ricciardi A, Blackburn TM, Carlton JT, Dick JTA, Hulme PE, Iacarella JC, et al. Invasion science: a horizon scan of emerging challenges and opportunities. *Trends Ecol Evol.* 2017; 32(6).
- [19] Le Maitre DC, Gush MB, Dzikiti S. Impacts of invading alien plant species on water flows. *AoB Plants.* 2015;7:plv043.
- [20] Zubek S, Majewska ML, Błaszczowski J, Stefanowicz AM, Nobis M, Kapusta P. Invasive plants affect arbuscular mycorrhizal fungi abundance and native plant performance. *Biol Fertil Soils.* 2016;52:879-93.
- [21] Souza TAF, Lucena EO, Andrade LA, Silva LJR, Nascimento GS, Freitas H. Litter deposition and nutrient cycling in environments invaded by *Cryptostegia madagascariensis*. *Int J Plant Biol.* 2023;14:254-65.
- [22] Lucena JN, Souto PC, Camaño JDZ, Souto JS, Souto LS. Arborização em canteiros centrais na cidade de Patos, Paraíba. *Rev Verde Agroecol Desenvol Sustent.* 2015;10(4):20-6.
- [23] Sousa FQ, Andrade LA, Silva PCC, Souza BCQ, Xavier KRF. Banco de sementes do solo de caatinga invadida por *Cryptostegia madagascariensis*. *Rev Bras Cienc Agrar.* 2017;12(2):220-6.
- [24] Silva RG, Zenni RD, Rosse VP, Bastos LS, Van den Berg E. Landscape determinants of invasive grasses in protected areas. *Biol Invasions.* 2020;22(10):3083-99.
- [25] Zenni RD. Introduction history of invasive plants in Brazil: biogeographical origin vs introduction reason. *Austral Ecol.* 2014;39(4):401-7.
- [26] Instituto Hórus. Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras. 2022. [acesso 18 ago. 2025]. Disponível em: <https://institutohorus.org.br/>
- [27] Hoppen MI, Divensi HF, Ribeiro RF, Caxambú MG. Espécies exóticas na arborização de vias públicas de Farol, PR, Brasil. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2014;9(3):173-86.

- [28] Silva LS, Oliveira YR, Silva PH, Pimentel RMM, Abreu MC. Inventário das plantas arbóreas em praças públicas. *J Environ Anal Prog.* 2018;241-9.
- [29] Frota Júnior JI, Jesuino IT, Martins MC. Modelo de arborização em praças públicas de Fortaleza e conforto térmico urbano. *Rev Bras Gest Ambient Sustent.* 2018;5(11):883-96.
- [30] Moura IAA, Lopes RMBP, Nascimento JF, Silva IB, Thomas HY, Silva MCD. Arborização de Quitaiús, Lavras da Mangabeira, Ceará: levantamento quantitativo. In: *Anais do V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*; 2017. p. 1-10. [acesso 18 ago. 2025]. Disponível em: <http://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2017/trabalhos/pdf/congestas2017-et-01-027.pdf>
- [31] Araújo FJ, Braga PET, Soares LSP, Figueiredo MF. Inventário da arborização urbana de Tianguá-CE. *Essentia.* 2017;18(2):121-33.
- [32] Coelho Júnior WP, Leite CEAM, Barbosa FSQ, Bendini JN, Pacheco ACL, Abreu MC. Espécies utilizadas na arborização viária em Picos-PI. *J Environ Anal Prog.* 2019;4(3):209-15.
- [33] Dantas IC, Souza CMC. Arborização urbana na cidade de Campina Grande-PB. *Rev Biol Cienc Terra.* 2004;4(2).
- [34] Edson-Chaves B, Dantas AGB, Lima NS, Pantoja LDM, Mendes RMS. Arborização urbana de Beberibe e Cascavel, CE. *Cienc Florest.* 2019;29(1):403-16.
- [35] Messias EBM, Santos IK, Santos MIG, Lira TPS. Diagnóstico da arborização urbana de Maribondo-AL. *Diversitas J.* 2019;4(3):749-63.
- [36] Moura JS, Pereira ACM, Santos JS, Santana SHM, Silva MAM, Ferreira WN. Inventário florístico e percepção da arborização urbana em Brejo Santo, CE. *Braz J Dev.* 2020;6(10):75773-92.
- [37] Oliveira MRG, Castro VLC, Vieira CF, Maciel CA, Abreu LP. Arborização da Av. Getúlio Lustosa Nogueira, Cristalândia-PI: análise quali-quantitativa. *Rev Bras Meio Ambient.* 2019; 7(2):10-8.
- [38] Santos PTS, Rosa TAO. A arborização urbana como complemento alimentar para aves. *Arq Mudi.* 2014;17(1):9-10.
- [39] Pereira JDC, Moraes LA, Ribeiro KV, Sousa GM, Santos-Filho SM. Arborização, paisagismo e ornamentação no Campus Ministro Petrônio Portela, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI. *Rev Equador.* 2020;9(3):252-84.
- [40] Almeida EP, Fernandes SPS, Souto PC. Arborização urbana na percepção da população no distrito de Iara, Ceará. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2019;14(2):16-30.
- [41] Lago LS, Parlandim LS, Reis LO, Pereira BC, Abreu LP. Análise quali-quantitativa da arborização de condomínio horizontal em Corrente-PI. *Rev Bras Meio Ambient.* 2019;7(2):29-39.
- [42] Itacarambi DR, Lisboa GS, Marques GM, Stepka TF, França LCJ, Rodolfo-Júnior F, et al. Arborização urbana de Bom Jesus-PI: estudo de caso. *Cad Cienc Pesqui Inov.* 2018;1(2):8-21.
- [43] Nóbrega CC, Souto PC, Ramos TM, Araújo LHB, Lucena EO, Borges CHA. Áreas verdes urbanas em Patos-PB: análise quantitativa. *Agropecu Cient Semiárido.* 2018;14(3):204-12.
- [44] Crispim DL, Meneses JAD, Vieira ASA, Araújo LM, Cruz SJ, Silva JIS. Levantamento quali-quantitativo da arborização urbana de Baixio-CE. *Rev Principia.* 2017;36:99-106.
- [45] Moraes LA, Araújo MFV, Machado RRB. Arborização da Igreja São José do Operário, Teresina-PI. *Rev Equador.* 2016;5(3):62-77.
- [46] Silva AF. O léxico na história do paisagismo no Nordeste do Brasil (séculos XIX-XX). *Rev Hist Crit.* 2016;56:85-111.
- [47] Lucena EO, Souza TAF, Silva SIA, Kormann S, Silva LJR, Laurindo LK, et al. Soil biota composition affected by *Cryptostegia madagascariensis* invasion in tropical Cambisol from Northeastern Brazil. *Trop Ecol.* 2021;62:662-9.

Capítulo 8

MORFOFISIOLOGIA DE ÁRVORES URBANAS

*Por Regis Catarino da Hora, Ilisandra Zanandrea,
Cláudia Ulisses de Carvalho Silva, Elizamar Ciríaco da Silva,
Cynthia Cavalcanti de Albuquerque e Eduardo Bezerra de Almeida Jr.*

8.1. Destaques deste capítulo

1. A expansão urbana no Nordeste intensifica ilhas de calor, poluição e escassez de áreas verdes, exigindo arborização planejada com espécies adaptadas ao clima quente e seco;
2. Entender a morfofisiologia (estrutura e funcionamento das plantas) é essencial para selecionar espécies que resistam ao estresse hídrico, altas temperaturas e os solos compactados das cidades;
3. É necessário considerar porte, tipo de raiz, fenologia, resistência a pragas e ausência de toxicidade, sendo que espécies nativas são preferíveis por estarem mais adaptadas ao ambiente local;
4. Espécies do semiárido apresentam folhas menores, raízes profundas, controle estomático e presença de cera/tricomas, o que favorece a permanência foliar e a tolerância à seca;
5. O uso predominante de espécies exóticas na arborização urbana ainda é alto. Promover espécies nativas melhora a biodiversidade, reduz custos de manutenção e fortalece os ecossistemas locais.

8.2. Introdução

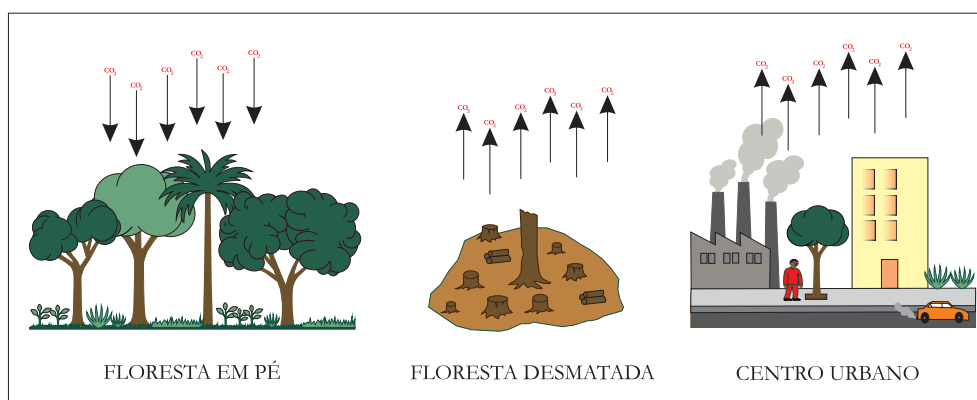
Muitas florestas têm sido suprimidas com a finalidade de obter espaço para a construção de novas edificações e ampliação de áreas urbanas. Embora a urbanização geralmente melhore a vida social e os padrões de vida, ela também pode criar alguns problemas ecológicos graves, como ilhas de calor, perda de biodiversidade e degradação do solo [1]. Ademais, muitos desses centros urbanos ainda não possuem projetos de arborização para melhorar a qualidade do ambiente e proporcionar bem-estar e lazer à população.

De acordo com estimativas, até o ano de 2050, aproximadamente 70% da população global estará concentrada em áreas urbanas. No Brasil, essa taxa é ainda maior, pois em torno de 85% da população já vive em cidades [2-4]. Esses dados demonstram que a experiência humana direta mais comum com florestas ocorrerá nas cidades, incluindo árvores de rua, de residências particulares,

parques paisagísticos e áreas naturais florestadas. Esse quadro pode ser muito mais devastador se compararmos à região Nordeste do Brasil, onde as condições climáticas são muito mais severas, com temperaturas mais elevadas e secas mais prolongadas.

As temperaturas do ar e da superfície são maiores nas áreas urbanas do que nas áreas rurais e nas florestas. Isso se deve a vários fatores relacionados, pois nas florestas há realização de fotossíntese pelas plantas, que absorve dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera e libera oxigênio (O_2) como subproduto. Esse processo é muito eficiente nesses ambientes, pois a grande quantidade de vegetação permite uma alta capacidade de capturar o CO_2 e produzir O_2 . Nas cidades, por outro lado, as atividades antrópicas, como transporte e queima de combustíveis fósseis liberam grandes quantidades de CO_2 na atmosfera (Figura 1). Sem as florestas e as árvores nas cidades fortemente antropizadas, a produção de CO_2 eleva a temperatura e aumenta a poluição onde há maior concentração de pessoas.

Figura 8.1 – Ilustrações de captura e liberação de CO_2 na atmosfera.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

A arborização tem como finalidade principal amenizar os impactos ambientais adversos em decorrência das condições de artificialidade do meio urbano. Com o cenário atual de mudanças climáticas, são necessárias diferentes estratégias para tornar esses espaços verdes mais resilientes e maximizar os serviços ecossistêmicos, buscando reduzir os impactos para a população que vive nas cidades. As áreas verdes em locais urbanos são de destacada importância para o semiárido brasileiro, onde as temperaturas médias anuais variam entre 27 e 29°C, com precipitação média de apenas 800 mm/ano concentrada em um curto período e com valores médios anuais de umidade relativa do ar em torno de 50%.

Sabe-se que as cidades da região Nordeste podem apresentar um ambiente hostil para implantação da vegetação arbórea, principalmente pelas limitações climáticas. O clima quente e seco, com até seis meses de estiagem, exige que as árvores desenvolvam uma estrutura que proporcione melhorias no padrão ambiental, garantindo com isso mais benefícios na qualidade de vida da população.

O fato de a região Nordeste do Brasil estar muito próxima à linha do Equador faz com que a radiação solar incidente seja alta, o que leva a um aumento da temperatura. A radiação solar que incide sobre a vegetação é em sua maior parte absorvida pelas folhas, podendo a absorção ser potencializada dependendo da espessura e extensão de sua copa [5,6]. O mecanismo termorregulador proporcionado pela sombra das árvores decorre da interposição física à radiação solar, protegendo o solo e os pedestres. Isso se deve também à absorção do calor mediante a evapotranspiração,

liberando vapor d'água ao ambiente, o que diminui a temperatura local [5]. Nas áreas verdes são criados microclimas favoráveis, protegendo o ambiente urbano do excesso de calor e insolação indesejada, que aconteceria sem a presença da vegetação.

De maneira geral, as áreas verdes e as árvores urbanas atuam na redução da poluição por meio da melhoria da qualidade do ar e da água, auxiliam na redução da incidência de radiação solar direta, permitindo a redução da amplitude térmica, amenizando o calor provocado pelo aquecimento do asfalto, e aumentam a umidade do ar graças à transpiração das árvores [7-11]. Além das melhorias nas condições microclimáticas, as árvores servem de abrigo à fauna, contribuindo para o equilíbrio das cadeias alimentares e para a diminuição de pragas e agentes vetores de doenças, preservando a biodiversidade [12]. Contribuem também para o embelezamento da cidade, proporcionando prazer estético e bem-estar pela promoção da saúde física e psicológica da população [13].

Para uma boa composição na arborização de espaços urbanos, tanto qualitativa quanto quantitativamente, considera-se relevante que a vegetação deva ser a mais diversificada possível. Neste sentido, julga-se, por exemplo, até questões estéticas, respeitando, entre outras coisas, a cultura regional. Acrescenta-se a esses quesitos que o uso de espécies exóticas seja tolerável, mas não priorizado em relação ao uso das plantas nativas [14], contribuindo assim com a manutenção da flora regional, além de ampliar as opções de escolha de plantas que podem ser utilizadas na arborização urbana.

Diante disso, é necessário escolher bem as espécies que serão plantadas para evitar transtornos, gastos onerosos com tratos culturais e manutenção de árvores que foram implantadas em locais inadequados e sem um mínimo de planejamento anterior. Para isto, são necessários alguns critérios, que se referem tanto aos aspectos ambientais quanto aos relacionados à vegetação a ser implantada, para adequar cada árvore a um determinado ambiente urbano [8,15].

Outro ponto importante na escolha das espécies é que elas não podem conter princípios tóxicos ou que causem reações alérgicas, para evitar problemas à população. Entretanto, sabe-se que não há nenhuma espécie que atenda plenamente a todas as recomendações e cada cidade tem clima próprio e tipo de solo diferente, além das particularidades da população e do planejamento e crescimento das áreas urbanas. Nesse contexto, é importante que a diversidade seja respeitada e que se dê preferência às árvores comuns da região, para atender o máximo possível, minimizando a chance de erro na escolha das espécies que serão plantadas nas vias urbanas.

Assim, torna-se fundamental a manutenção das espécies, por meio de um monitoramento periódico das características morfológicas e fisiológicas, levando em consideração as particularidades e os respectivos locais de plantio [16].

Apesar da importância da arborização urbana, ela é pouco reconhecida e valorizada, quando, na verdade, deveria ser um elemento indispensável ao plano de desenvolvimento e expansão dos municípios [17]. O planejamento da arborização nas ruas começa com a escolha do tipo de árvore a ser plantada, utilizando-se critérios técnicos e científicos. Dessa forma, conhecer a morfofisiologia das árvores é essencial para a implantação, gestão e o manejo adequado de áreas verdes e árvores em ambiente urbano, visando a correta prestação de seus benefícios, sem causar danos à estrutura urbana ou prejuízos de manejo e manutenção.

A morfofisiologia é um ramo da botânica que investiga o formato das plantas, a sua estrutura, os mecanismos de crescimento e seu funcionamento, assim como a inter-relação desses aspectos com as condições ambientais, que determinam as respostas das plantas a variáveis abióticas e bióticas.

Processos fisiológicos como fotossíntese, respiração e transpiração, fundamentais para a adaptação das espécies ao seu habitat, são diretamente influenciados pelos fatores ambientais [18,19]. A interação entre as características morfológicas e fisiológicas das plantas com o ambiente pode afetar tanto o desenvolvimento quanto a sobrevivência das espécies em diferentes ecossistemas, especialmente em contextos urbanos [20].

Atividades urbanas podem causar perdas de espécies vegetais nativas e aumento de invasões de espécies exóticas, alterando a composição das comunidades vegetais [21]. No entanto, ainda há muitas lacunas ao fato de como as plantas respondem e se as características funcionais mudam em resposta à urbanização em diferentes regiões (Figura 2).

Nas próximas seções serão detalhados alguns aspectos da importância da morfofisiologia das plantas para a arborização urbana, como as condições ambientais podem influenciar o desenvolvimento dessas plantas arbóreas nas cidades, principalmente no Nordeste brasileiro, com destaque para suas principais cidades, como as capitais, onde esse quadro de aumento populacional e falta de arborização tende a ser maior.

Figura 8.2 – Efeitos da urbanização sobre a vegetação urbana.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

8.3. Características morfofisiológicas de importância para a arborização urbana

A morfofisiologia das plantas pode ser influenciada por diversos fatores ambientais que condicionam o desenvolvimento das diferentes espécies [22].

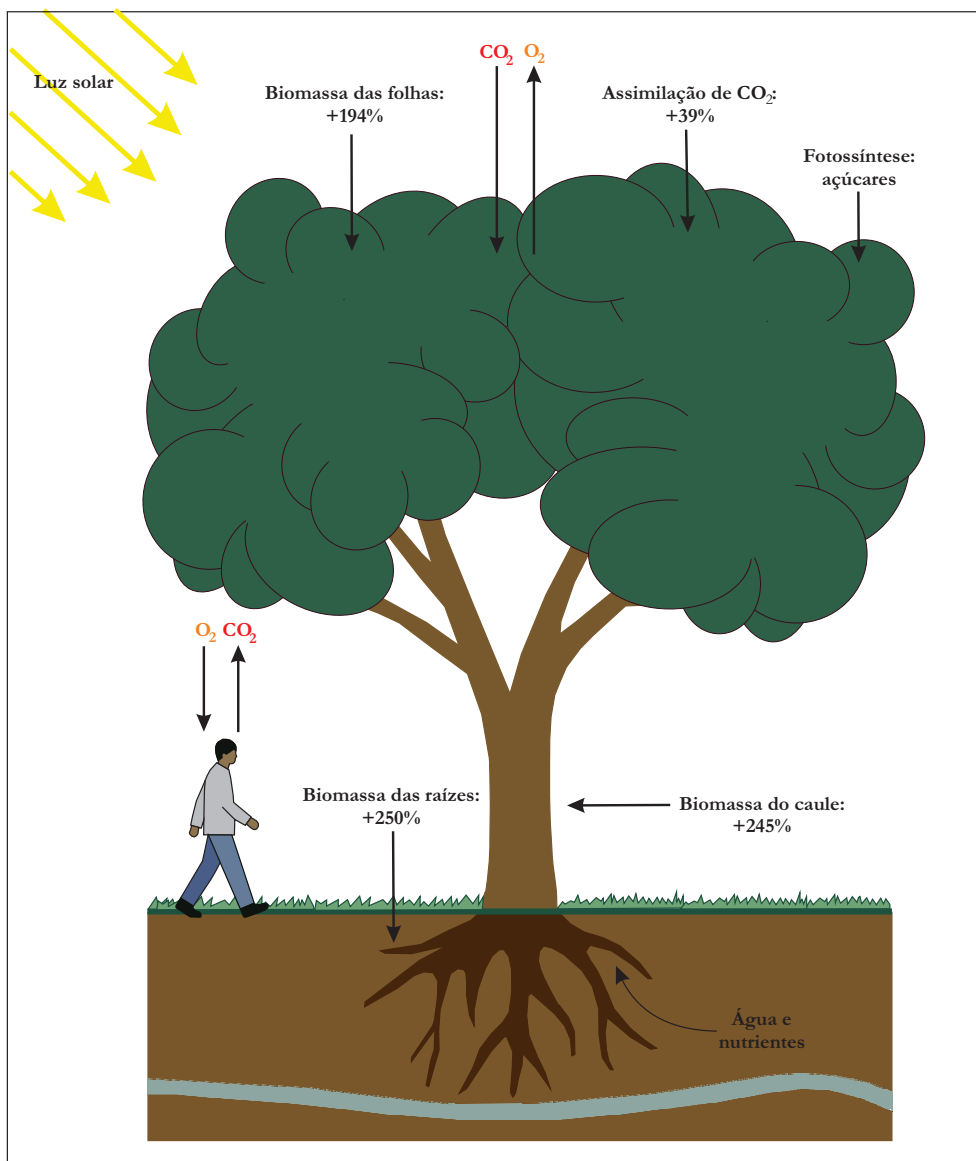
Quando analisamos os ecossistemas urbanos no Nordeste brasileiro, percebemos que são utilizadas espécies exóticas e nativas na arborização de vias públicas, porém pouco se conhece sobre as suas potencialidades que permitam uma escolha adequada, como porte, tipo de raízes, ritmo de crescimento, espessura do caule, época de florescimento, tamanho dos frutos e período de frutificação, dentre outras importantes características.

No entanto, a eficácia das estratégias de arborização urbana pode ser melhorada quando utilizadas árvores com maior tolerância fisiológica a altas temperaturas e sua capacidade de evitar o estresse térmico. Para evitar o estresse por calor, as plantas urbanas devem se aclimatar a temperaturas mais altas por meio de mudanças em sua fisiologia, como por exemplo, maiores picos de temperaturas ótimas para fotossíntese [23] ou ajustando as características morfológicas de modo a reduzir as temperaturas da superfície foliar [24].

Dentre as partes da planta, a copa é a que mais se destaca na arborização de ruas e avenidas, e a extensão da área de copa é um dos atributos paisagísticos mais importantes, pois é por meio dela que se observam a maioria dos benefícios desejados com o plantio e manutenção de árvores, como a beleza estética da planta como um todo. Na parte aérea também ocorrem as trocas gasosas e energéticas que definem os benefícios microclimáticos, como arrefecimento e umidificação do ar,

bem como purificação de poluentes atmosféricos e sequestro do carbono. Locais onde se encontram mais árvores tendem a ser mais agradáveis amenizando os dados devido às alterações climáticas, e uma vivência mais harmoniosa, como mostra a Figura 3.

Figura 8.3 – Esquema mostrando as trocas gasosas e fluxo de energia realizadas pelas plantas. Com o aumento da concentração de CO_2 , a planta aumenta a assimilação através da fotossíntese, gerando mais biomassa.

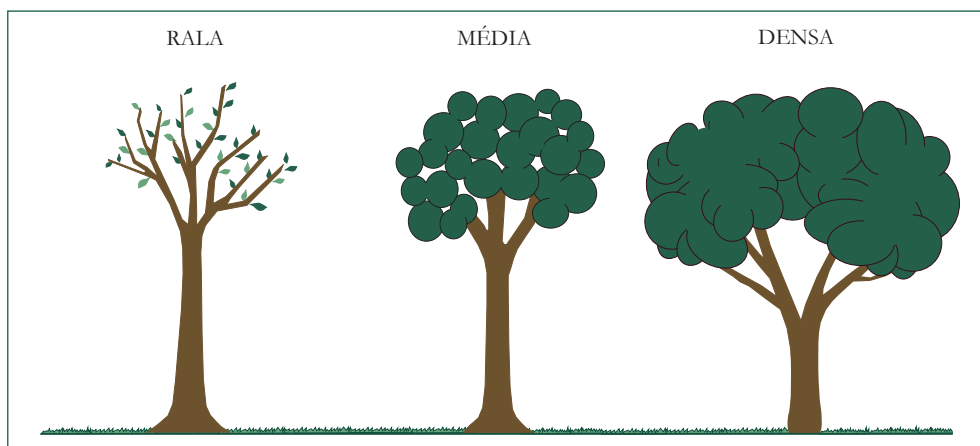


Fonte: Elaborado por Zabotto Ambiental a partir de Lafieco/IB/USP.

Informações sobre a área de copa e densidade de cobertura arbórea nos centros urbanos são importantes para analisar os índices de áreas verdes que qualificam as cidades em relação à qualidade ambiental [25]. O sombreamento proporcionado por árvores com copas mais densas reduz a incidência direta da radiação solar e contribui para a diminuição da temperatura local (Figura 4). Além disso, a transpiração realizada pelas folhas aumenta a umidade do ar, que é uma forma

de resfriamento natural, levando maior conforto térmico para as pessoas e para os ecossistemas locais, além de mitigar efeitos das ilhas de calor, comuns em centros urbanos.

Figura 8.4 – Diferentes densidades de copas de árvores utilizadas na arborização urbana.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

As condições adversas dos ambientes urbanos, como a poluição atmosférica, a alteração do microclima e o adensamento urbano, podem exercer influência direta na morfofisiologia das plantas lenhosas. Na região Nordeste do Brasil, as plantas ainda enfrentam outros fatores adversos, como alta incidência de radiação solar, temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar e dos solos. Todos esses fatores alteram características morfológicas, como aumento da densidade de tricomas, folhas menores e mais espessas, aumento da espessura da cutícula, da epiderme e do mesofilo foliar, além de limitação no crescimento das árvores [26-28]. Também pode afetar processos fisiológicos, como redução na fotossíntese, transpiração e potencial de resfriamento [29,30].

Altas concentrações de poluentes em curto espaço de tempo podem também causar danos às funções das plantas, pois elas são sensíveis às mudanças que ocorrem na atmosfera. A concentração, por exemplo, do íon sulfato nas plantas, pode causar danos ao seu metabolismo com a diminuição da fotossíntese, transpiração e respiração, deixando necrose nos tecidos das folhas maiores e mais velhas. Tais injúrias levam à diminuição do crescimento das plantas.

O processo de urbanização também tende a modificar a composição do solo e a disponibilidade de nutrientes, o que consequentemente influencia o crescimento e o desenvolvimento das espécies lenhosas. Todos esses fatores, combinados com a baixa quantidade de áreas verdes encontradas nas cidades, faz com que haja um estresse ambiental significativo, que pode comprometer o desenvolvimento e a longevidade das plantas.

Além disso, a alteração da taxa de transpiração, a modulação da abertura estomática e o ajuste no conteúdo de pigmentos fotossintéticos são outros processos que exercem influência na adaptação das plantas lenhosas às condições urbanas na região Nordeste do Brasil. Quando há escassez de água no solo e a atmosfera exige mais água do que a planta pode fornecer, as plantas fecham seus estômatos, reduzindo a quantidade de água liberada para a atmosfera, como forma de evitar a desidratação [31,32]. Quando os estômatos fecham, a resistência ao fluxo de água aumenta, diminuindo a transpiração e aumentando a temperatura das folhas [33,34]. Essas adaptações fisiológicas permitem que os efeitos adversos do déficit hídrico e das altas temperaturas, fatores muito comuns nas áreas urbanas, sejam minimizados.

As mudanças climáticas e o desenvolvimento urbano impõem diversas limitações às árvores de rua [35]. Estudos demonstram que o processo de transpiração desempenha um papel-chave no resfriamento foliar [29,36-38], e que o sombreamento diurno de estruturas urbanas exerce grande influência na redução da temperatura local [39].

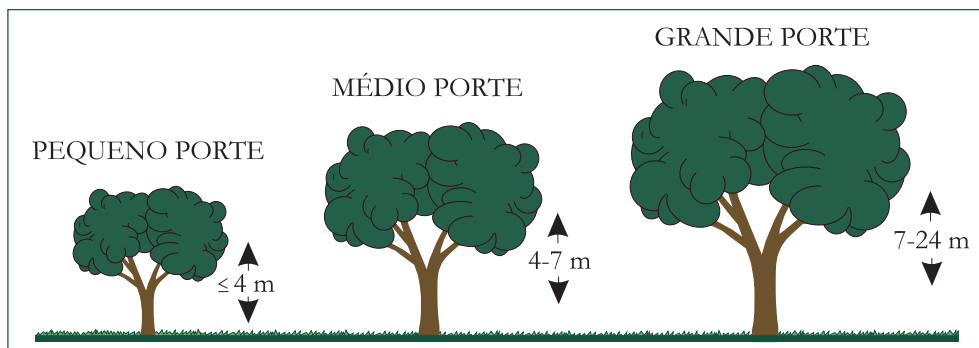
A temperatura da folha é mais importante que a temperatura do ar para os processos fisiológicos das plantas [40]. A plasticidade fenotípica é crucial nesses casos e permite às folhas se aclimatar a ambientes mais quentes, manter a temperatura da folha abaixo dos limites de dano e otimizar a absorção líquida de CO_2 fotossintético [41,42]. A dinâmica térmica das folhas é determinada por características como área foliar, largura e espessura das folhas. Em outras palavras, diferentes características foliares de uma espécie crescendo sob a mesma temperatura do ar faz com que ela apresente diferentes temperaturas foliares. Por exemplo, uma espécie com folhas grandes e finas atinge temperaturas maiores do que folhas menores e mais grossas em virtude de sua camada limítrofe mais espessa, que influencia a transferência de calor, e seu baixo teor de água, que aumenta as mudanças de temperatura da folha [43].

Em locais urbanos, o ideal é que uma árvore tenha temperaturas ótimas para a fotossíntese coincidindo com as temperaturas diurnas locais, pois assim ela estará adaptada ao ambiente e apresentará um bom crescimento e desenvolvimento. A compreensão das interações entre os ambientes urbanos e as plantas lenhosas é essencial para fazer o manejo dos espaços verdes e melhorar a qualidade ambiental dessas áreas. Entretanto, o sucesso depende da escolha de espécies adequadas para esses locais, buscando promover o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade nas cidades.

8.4. Morfofisiologia da parte aérea

Os traços funcionais de plantas referem-se a uma série de propriedades de plantas que estão relacionadas à sua capacidade de adquirir, utilizar e preservar recursos [44]. Dentre eles podemos citar massa foliar específica, concentrações de nutrientes foliares e altura do dossel. Avaliar essas características associadas à adaptação das plantas às mudanças climáticas e ambientais pode revelar as estratégias ecológicas e respostas das plantas à urbanização.

Figura 8.5 – Tipos de porte das árvores para serem utilizadas de acordo com o local de plantio.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

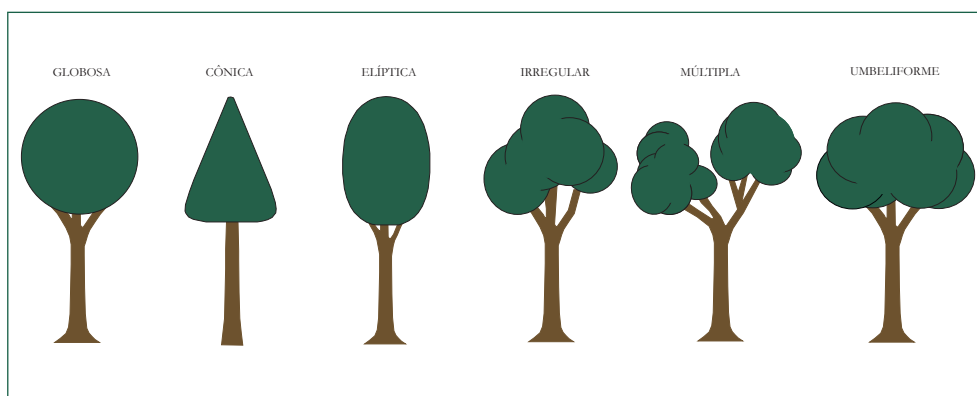
O porte (altura) que as árvores atingem quando adultas é um aspecto importante a ser observado na escolha de espécies para arborização de vias públicas (Figura 5). Nas avenidas, ruas e

calçadas largas, nas praças e canteiros centrais, pode-se utilizar árvores de médio ou grande porte, enquanto nas calçadas estreitas devem ser utilizadas espécies de pequeno a médio porte [7].

O porte das árvores, o tipo de tronco e a forma da copa são características morfofisiológicas de grande relevância para projetos de arborização urbana. Para o porte das árvores, leva-se em consideração a altura total do indivíduo arbóreo. As árvores com pequeno porte têm até 4 m de altura, médio porte entre 4 e 7 m e grande porte acima de 7 m (Figura 5).

Além do porte, a forma da copa (Figura 6) também deve ser considerada, pois influencia diretamente aspectos estéticos, funcionais e ecológicos da arborização. As copas podem apresentar diferentes formatos, como globulares, cilíndricos ou colunares, cônicos, elípticos, irregulares, piramidais, múltiplos, arredondados, pêndulos, umbeliformes ou sem forma definida. Dentre as espécies nativas do semiárido já utilizadas na arborização, encontramos a canafístula (*Senna spectabilis*), sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*) com a copa arredondada ou em “V”, e o angico (*Anadenanthera colubrina*) com copa aberta e irregular. A copa das árvores pode ser “moldada e direcionada” utilizando-se as técnicas de poda, no entanto, o período para a execução deve ser observado levando em consideração a espécie, a vulnerabilidade a pragas ou doenças, o crescimento reprodutivo e vegetativo, além da persistência da folhagem.

Figura 8.6 – Exemplos de formato de copas.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

O conhecimento a respeito da área de abrangência da cobertura das copas das espécies vegetais nas ruas também permite que possamos analisar informações a respeito da sustentabilidade do local, devendo ser observada com outros fatores estruturais [45]. Outro fator relevante é a área de abrangência da copa das árvores utilizadas na arborização de ruas, para evitar conflitos com estruturas urbanas, tais como fiação (elétrica e telefônica), semáforos, placas, dentre outras estruturas [46-48].

É importante também que as espécies selecionadas para o plantio no ambiente urbano apresentem ausência de espinhos, acúleos e princípios alérgicos e/ou tóxicos, proporcionando, assim, a segurança e o conforto da população. Além disso, as espécies selecionadas para o plantio devem ser resistentes a pragas e apresentar maior resistência a problemas fitossanitários quando cultivadas em ambiente urbano.

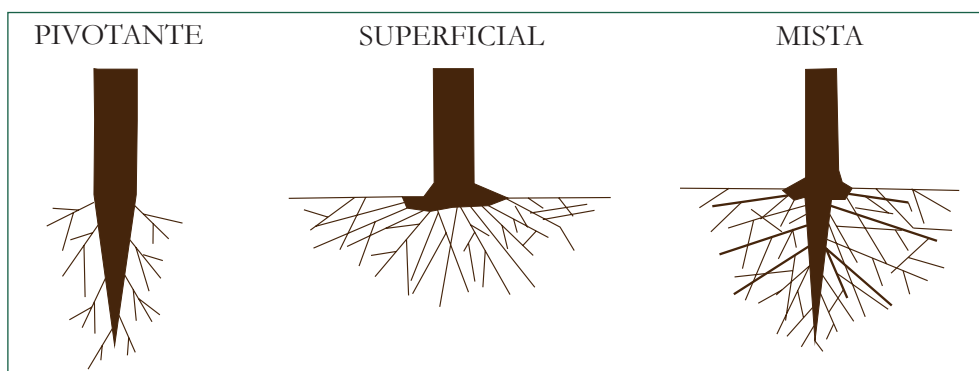
8.5. Morfofisiologia do sistema radicular

Apesar do impacto visual das árvores no espaço urbano ser 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.

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

Figura 8.7 – Tipos de sistema radicular.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Uma arborização irregular, inadequada e descontínua [49], ou seja, o mau planejamento da instalação das áreas verdes, podem trazer muitos transtornos, inviabilizando ou dificultando a locomoção de pedestres nas calçadas e rampas das vias de acesso, pois a má disposição e distribuição das árvores faz com que suas raízes cresçam desordenadamente, acarretando rachaduras e quebra das pavimentações (Figura 8), causando prejuízos e aumentando as chances de ocasionar acidentes com pedestres [50].

Árvores típicas da região nordestina do Brasil, como por exemplo o juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro*), a catingueira (*Cenostigma pyramidale*) e a baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), desenvolvem raízes profundas, o que permite que acessem águas subterrâneas e se mantenham saudáveis mesmo nos períodos de déficit hídrico. Essas adaptações são essenciais para a arborização urbana, pois raízes axiais profundas não danificam calçadas e tubulações de água e esgoto. Porém, a compactação do solo nas áreas urbanas pode dificultar o desenvolvimento dessas raízes e comprometer a longevidade dessas plantas.

O planejamento da composição e estrutura arbórea também deve levar em consideração a vegetação circundante [51], uma vez que a flora nativa possui características morfofisiológicas que as permitem suportar períodos de condições ambientais adversas, como a menor disponibilidade de água [52].

Figura 8.8 – a - b) imagens mostrando calçadas danificadas pelo sistema radicular de espécies arbóreas.



Fonte: Autores.

8.6. Fenologia vegetativa e reprodutiva

Diante da diversidade de plantas que podem compor as áreas verdes urbanas, o conhecimento da fenologia vegetativa e reprodutiva das espécies e a influência de fatores bióticos e abióticos sobre elas é fundamental para efetivar o planejamento de arborização de forma mais funcional e eficiente.

A distribuição, a estrutura e o funcionamento das diferentes formações vegetais são características que dependem da combinação entre as flutuações climáticas sazonais e as características físico-químicas dos solos. Em se tratando de árvores, em geral, o ciclo de vida é perene e as espécies possuem mecanismos que facilitam sua sobrevivência e reprodução durante o ano, levando em consideração as variações de chuva, estiagem, temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade [53].

O registro sistemático da variação das características fenológicas reúne informações sobre o estabelecimento e dinâmica das espécies, período de crescimento vegetativo e período reprodutivo (floração e frutificação) [54]. Nos trópicos, o conhecimento das mudanças sazonais ocorrentes nas plantas tem sido considerado essencial para o estudo da ecologia, dinâmica e evolução

dos ecossistemas [55]. Sendo assim, para a arborização das cidades, é de suma importância a seleção de árvores adaptadas às condições climáticas de cada região [56].

Diante disso surgem alguns questionamentos: Por que as plantas passam por mudanças fenológicas? Por que a presença e a quantidade de folhas, flores e frutos de uma planta podem variar ao longo do tempo? Por que algumas plantas perdem suas folhas periodicamente, enquanto outras permanecem verdes? Por que floração e frutificação só acontecem em uma época do ano? Encontrar respostas para estas e tantas outras perguntas não é uma tarefa fácil, ainda mais se levarmos em conta a diversidade de habitats tropicais e de espécies vegetais que neles vivem.

Com base nos estudos fenológicos é possível extrair informações a respeito de quais espécies vegetais são mais adaptadas aos diferentes biomas do Nordeste brasileiro. Mesmo sendo nativas, é importante escolher as espécies que melhor se adequem a cada região e definir as melhores formas de intervenção para garantir seu desenvolvimento, sua longevidade e sua integridade [57], associando sempre a espécie ao local onde será plantada.

O Brasil, por ser um país de grande extensão latitudinal e longitudinal, apresenta uma variação bem marcada para cada uma de suas regiões. Assim, a variação do clima e da vegetação que compõem cada uma das regiões é muito marcante para cada localidade. Por exemplo, normalmente em regiões de Caatinga onde os períodos secos e úmidos são bem determinados, os eventos fenológicos são afetados principalmente pela sazonalidade das chuvas e disponibilidade de água no solo [58], influenciando de forma significativa o crescimento das plantas.

A fenologia envolve o monitoramento dos ciclos vegetativos e reprodutivos das plantas. As fenofases das árvores são processos vitais no ciclo de vida dessas plantas, que se desenvolvem por meio de estágios específicos, como germinação, juvenilidade, maturidade, florescimento, frutificação e senescência. Cada uma dessas fases pode ser influenciada por fatores internos (controle endógeno) e externos (controle exógeno). O florescimento, por exemplo, pode ser induzido por variáveis ambientais como temperatura, fotoperíodo e disponibilidade hídrica.

Em regiões tropicais, a *Tabebuia alba* (ipê-branco) geralmente floresce no início da estação seca, quando há aumento na temperatura e redução na umidade. A temperatura é um fator decisivo para a indução da floração, e em regiões semiáridas, árvores como *Ceratonia siliqua* (alfarrobeira) e *Mimosa caesalpinjifolia* (sabiá), apresentam florescimento sazonal, principalmente durante a estação mais quente e seca do ano. Nesse caso, o calor e a escassez de água atuam como sinais exógenos que desencadeiam o início de seu ciclo reprodutivo.

O fotoperíodo também influencia o florescimento das espécies do semiárido, como a *Pityrocarpa moniliformis* (faveleira), que inicia a floração no final da estação chuvosa, período em que a intensidade luminosa disponível diminui gradualmente. O fotoperíodo também permite sincronização da floração com a polinização em muitas espécies, pois, no semiárido, os polinizadores são mais ativos durante os períodos do ano em que há maior luminosidade [59].

Outro fator que exerce influência direta no florescimento de várias espécies da região Nordeste é a disponibilidade hídrica. A escassez de água induz o início da floração em *Jatropha curcas* (barriguda) e *Pau-brasil* (*Paubrasilia echinata*). Essas espécies podem ser uma boa opção para áreas públicas e calçadas, já que apresentam sistema radicular profundo, têm folhagem abundante, copa densa, flores coloridas que atraem muitos polinizadores, promovendo tanto benefícios ambientais quanto estéticos.

O uso de espécies que produzem flores muito grandes deve ser evitado, pois quando caem nas ruas ou calçadas tornam-se escorregadias e representam perigo para os pedestres, além de se acumularem nas ruas e até nos bueiros, [7] impedindo o escoamento da água das chuvas.

O tamanho das folhas também deve ser considerado, visto que árvores com folhas grandes tendem a acumular grande volume, e com folhas ou folíolos pequenos entram com mais facilidade em calhas e bueiros, podendo causar transtornos. Plantas com folhas largas, grossas e pilosas ajudam a acumular pó e fuligem nas superfícies, o que pode ser danoso à saúde pública [60]. Seus troncos e ramos devem ser resistentes, para evitar queda em vias públicas, além de ser livres de espinhos ou estruturas que possam machucar os pedestres.

No semiárido, espécies com folhagem perene são ideais para projetos de arborização, como a *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta), a *Commiphora leptophloeos* (catingueira) e a *Pseudobombax grandiflorum* (barriguda). A folhagem perene contribui para a manutenção da fotossíntese ao longo do ano, oferecendo uma produção constante de oxigênio e um ambiente mais estável para a fauna local. Plantas caducifólias como o jatobá (*Hymenaea courbaril*) e o ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) podem ser esteticamente interessantes em áreas urbanas, pois oferecem variações sazonais de cor e forma, com o florescimento muitas vezes ocorrendo antes ou logo após a queda das folhas, o que realça a visibilidade das flores. Além disso, a queda das folhas pode influenciar o microclima local, permitindo maior penetração de luz solar e aquecimento do solo, influenciando a fauna e a flora que cresce sob essas árvores.

Plantas como *Mimusops elengi* (mangueira-de-flor) e *Delonix regia* (flamboyant) produzem frutos que, ao se soltar das árvores, podem cair sobre calçadas, áreas de estacionamento e vias públicas, resultando em acúmulo de resíduos orgânicos. Isso pode dificultar a circulação de pedestres, tornando as calçadas mais escorregadias e aumentando o risco de acidentes. Em locais de estacionamento, esses frutos podem danificar a pintura e outras partes externas dos carros, causando incômodos aos proprietários e implicações de manutenção. Além disso, a queda dos frutos também pode atrair roedores e insetos, criando possíveis problemas sanitários em áreas urbanas. Para ruas e canteiros centrais não é recomendado o uso de espécies com frutos grandes, pois eles podem representar perigo aos pedestres e danos aos veículos estacionados nas vias públicas [61,8].

O manejo das fenofases é crucial em projetos de arborização urbana, uma vez que essas características afetam a convivência com o ambiente urbano e a interação com a fauna. A escolha de espécies adequadas e o acompanhamento do seu ciclo de vida contribuem para o sucesso desses projetos, garantindo que a arborização se ajuste aos requisitos de espaço, limpeza urbana, segurança e conforto dos pedestres, além de influenciar a qualidade ambiental das áreas urbanas.

8.7. Condições ambientais adversas e morfofisiologia das árvores

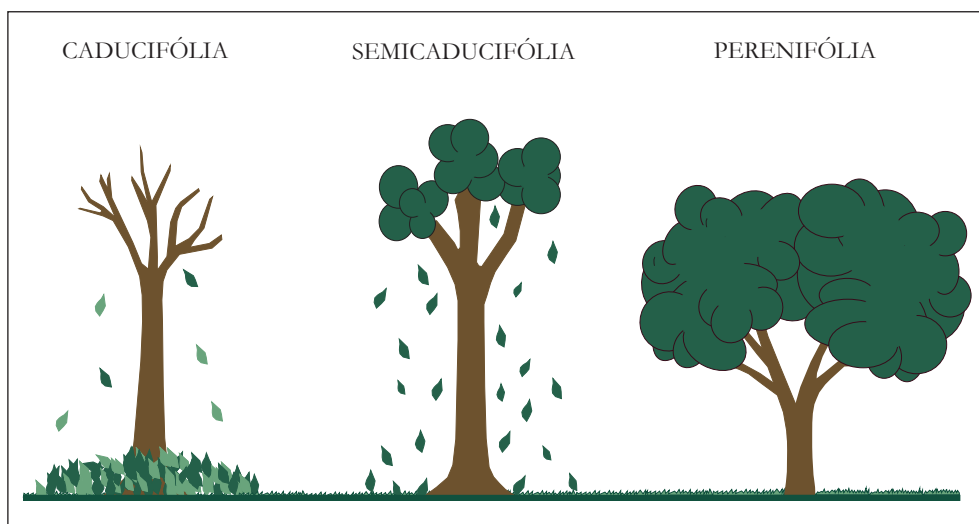
As plantas necessitam de condições favoráveis de clima e solo, incluindo disponibilidade adequada de água, nutrientes minerais, luz, temperatura e aquisição de carbono. O excesso ou falta desses elementos pode representar condições adversas para o crescimento das plantas [62,63], especialmente no Nordeste do Brasil, que é caracterizado por temperaturas elevadas e apresenta regime de chuvas concentrado em poucos meses e verões quentes e secos. Esse cenário leva à diminuição de água no solo (déficit hídrico), tanto nas regiões interioranas semiáridas, como nas áreas mais úmidas ou próximas ao litoral, onde as capitais dos estados geralmente estão estabelecidas.

O déficit hídrico acentuado na época seca reduz a disponibilidade de água no solo, impactando na absorção de nutrientes minerais pelas raízes. O déficit hídrico geralmente tem impacto negativo sobre as plantas, causando perturbações celulares, como aumento da respiração, redução da fotossíntese e pode levar ao aumento da mortalidade de árvores em decorrência da cavitação e embolia. Esses processos se refletem no crescimento e na reprodução, levando à perda de folhas, atraso ou antecipação da floração, além de deixar a planta mais vulnerável a pragas e doenças [62-67]. Sendo assim, a escolha das plantas com capacidade de se aclimatar às condições adversas do ambiente físico em razão das variações sazonais de cada ambiente deve ser priorizada.

As plantas locais já possuem características morfofisiológicas adaptadas à região onde habitam, contribuindo assim para o sucesso de seu uso em áreas urbanas na região Nordeste [68-70], além de serem mais resistentes a pragas e doenças [71]. Muitas espécies deixam de ser selecionadas para arborização em virtude da presença de espinhos, crescimento lento ou copa rala e perda sazonal de folhas (Figura 9) [11]. O grau de desfolhamento pode variar de tal modo que plantas de uma mesma espécie podem se comportar como decíduas em um lugar e como sempre-verdes em outro [72].

As adaptações ao déficit hídrico incluem uma série de mecanismos que variam desde respostas breves e passageiras à baixa disponibilidade hídrica do solo a mecanismos de sobrevivência. Resistência à seca é um termo que se refere a características adaptativas que permitem às plantas escaparem, evitarem ou tolerarem a escassez de água [52].

Figura 8.9 – Plantas caducifólias, semicaducifólias e perenifólias.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Alguns aspectos morfofisiológicos importantes a serem considerados na escolha das espécies podem ser: maior capacidade de captação de carbono (refletindo em um crescimento mais rápido), formação e arquitetura do sistema radicular apropriado para o ambiente de déficit hídrico, elevada eficiência no uso da água, permanência ou não de folhas durante o ano, época de floração, comportamento estomático em condições de baixa disponibilidade de água, entre outros aspectos.

Muitas plantas nativas têm a capacidade de evitar ou escapar ao déficit hídrico, mantendo seus tecidos relativamente hidratados, mesmo em solos secos. Essa característica é alcançada otimizando a aquisição de água através de raízes profundas e características anatômicas que aumentam

a condutividade hidráulica (capacidade de fornecer água para a parte aérea), o que permite maior eficiência na captação de água.

Outras estratégias utilizadas para minimizar o déficit hídrico é o fechamento ou diminuição da condutância estomática, redução da área foliar (folhas menores e do tipo composta representam menor superfície de transpiração), abscisão de folhas para evitar a transpiração excessiva, suculência de caules e folhas e estruturas adaptadas à estocagem de água, como nos xilopódios, a qual pode ser utilizada pelas plantas nos períodos de estiagem [62,64,66,52]. A exemplo de plantas com folhas menores e compostas, e raízes profundas, podemos citar a espécie exótica algaroba (*Prosopis juliflora*) e o tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), ambas espécies da família Fabaceae [73]. As características morfológicas dessas plantas, aliadas a folhas compostas e folíolos pequenos, permitem que a algaroba permaneça verde durante os verões quentes e secos.

Ainda com relação à perda de água, plantas que possuem um controle estomático eficiente e fecham os estômatos nos horários mais quentes do dia, conseguem manter a hidratação dos tecidos por mais tempo, favorecendo a permanência de folhas, como é o caso do juazeiro. Este mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos varia entre as espécies, e deve ser levado em conta na escolha do local onde estas plantas serão utilizadas. O controle estomático é importante para manter o equilíbrio entre a perda de água e o ganho de carbono, essencial para a fotossíntese e manutenção do crescimento [74].

A tolerância ao déficit hídrico é uma habilidade que as plantas possuem para suportar períodos de menor disponibilidade hídrica através de características como o ajustamento osmótico, a elasticidade celular e o aumento da resistência protoplasmática à seca [64]. O ajustamento osmótico está relacionado ao acúmulo de substâncias orgânicas de baixo peso molecular, como açúcares, aminoácidos, proteínas e compostos quaternários de amônio. Essas substâncias ajudam na manutenção do influxo de água para a planta e da turgescência celular, minimizando as injúrias causadas pela desidratação dos tecidos. Esse processo ocorre tanto em raízes (essencial para manter a absorção de água do solo para a planta), como nas folhas, importante para manter o influxo de água das raízes para a parte aérea (caule e folhas), colaborando com a abertura dos estômatos. Um bom exemplo é a catingueira (*Cenostigma pyramidale* var. *pyramidalis*), família Fabaceae, que acumula uma quantidade muito grande de prolina durante o período seco [74], permitindo a permanência de folhas por um período maior.

A presença de cera e tricomas na epiderme foliar auxilia a refletir o excesso de luz, comum durante os verões com dias mais longos e aumento na intensidade das radiações solares. Essa característica reduz os danos foto-oxidativos, favorecendo taxas elevadas de assimilação de carbono. A espécie *Copernicia prunifera*, da família Arecaceae, conhecida popularmente como carnaubeira, é um exemplo de planta com bastante cera nas folhas.

8.8. Espécies recomendadas para o Nordeste

O Brasil tem uma enorme quantidade de árvores nativas que podem ser utilizadas na arborização de praças, ruas, canteiros e vias públicas, e, embora seja uma tendência nacional, o uso

de espécies nativas para fins paisagísticos [75] ainda é pouco expressiva, sendo mais comum o plantio de espécies exóticas [76,77]. A predominância de plantas exóticas, aliada à necessidade de diminuir os custos com técnicas de cultivo, gera um forte apelo para uso de espécies adaptadas aos diferentes climas e solos do Nordeste brasileiro. Além disso, utilizando diferentes plantas nativas e ampliando as áreas urbanas arborizadas com essas espécies, aumenta-se a diversificação vegetal e as fontes de alimento à fauna silvestre [78].

Um aspecto importante a ser observado é que o microclima dos ambientes urbanos é muito diferente do natural, por isso é fundamental a utilização de espécies pertencentes à região, para se conseguir criar uma área análoga à natural [79]. Nesse sentido, reforça-se a importância do plantio de espécies nativas por serem mais adaptadas às variações climáticas do que as espécies exóticas [80]. Assim, aumentam-se as chances de sobrevivência, reduz-se a necessidade de operação de manejo frequentes e mantêm-se a fauna e a flora nativa, promovendo o equilíbrio ecológico ao ecossistema onde a cidade está inserida e, consequentemente, ao meio ambiente.

As espécies exóticas possuem crescimento rápido, resistência a pragas, sombreamento e grande capacidade adaptativa ao clima e recursos do ambiente em que estão sendo inseridas. Entretanto, esses mesmos benefícios podem tornar as espécies exóticas prejudiciais não só do ponto de vista socioeconômico, como também do ecológico, uma vez que elas podem afetar o desenvolvimento das espécies nativas, competindo por território, água, luz e nutrientes [81].

Em relação aos aspectos morfofisiológicos, as espécies nativas apresentam diversas vantagens em relação às exóticas, como adaptabilidade garantida em relação ao clima e solo, melhor desenvolvimento, maior possibilidade de produção de flores e frutos, além de promover a reprodução das espécies, evitando o aumento de plantas invasoras exóticas, oferecendo benefícios comuns aos grupos arbóreos.

Recomenda-se que sejam priorizados os grupos de plantas classificados como pioneiros e secundários iniciais na arborização urbana, pois possuem crescimento rápido, rusticidade e tolerância à luz solar [82]. Felizmente, na última década, tem aumentado a procura por espécies nativas da região, até mesmo para diversificação das espécies e diminuição do plantio de plantas exóticas [83].

É importante alertar que o uso extensivo de espécies exóticas na arborização urbana pode levar ao desequilíbrio entre as espécies nativas, e esse cenário traz impactos negativos, tanto para a conservação da biodiversidade, como para a fauna silvestre [70]. A exemplo dessa problemática, um levantamento realizado no município de Santa Helena, semiárido paraibano, detectou que 66% das árvores plantadas eram de *Azadirachta indica*, conhecida como “nim-indiano” [70]. O mesmo fato foi constatado no Ceará, nos municípios de Bebedouro e Cascavel, com o uso de 98% de espécies arbóreas exóticas, com destaque para a *Azadirachta indica* (nim), *Syzygium malaccense* (jambo vermelho), *Gossypium arboreum* (algodoeiro) e *Ficus benjamina* (figueira) [11].

Em estudo realizado com o estrato vegetal arbóreo nas praças do município de Caxias (MA), foi verificado que as espécies com maior frequência foram *Terminalia catappa* (amêndoa), *Handroanthus chrysotrichus* (ipê) e *Clitoria fairchildiana* (sombreiro), representando 44% das plantas e mostrando a baixa diversidade de espécies utilizadas [84]. No município de São João do Soter (MA), 71% das espécies utilizadas na arborização são de origem exótica [85].

8.9. Considerações finais

Para alcançar melhor qualidade do ambiente urbano no que se refere à arborização, faz-se necessário realizar um planejamento prévio, para evitar problemas decorrentes do plantio desordenado e exclusivo de espécies exóticas. A análise na composição da vegetação a ser utilizada e o local de destino são componentes a serem observados para que haja esse planejamento [86], levando-se em conta que o desenvolvimento da população demanda mais espaço e consequentemente ocupação de novas áreas. Desta forma, a adequação da flora local ao projeto de arborização deve ser priorizada, pois se torna uma possibilidade interessante para a região, garantindo a manutenção e conservação da riqueza natural local.

À medida que as cidades continuam a aquecer em decorrência das mudanças climáticas, entender como as árvores urbanas se adaptam a essas novas condições ajuda a prever respostas mais precisas aos diferentes estressores urbanos, e isso é crucial para o planejamento das cidades, pois auxiliará na tomada de decisões por parte do poder público e profissionais da área. Todos esses aspectos devem ser levados em consideração pelos gestores ao selecionar as espécies de árvores ou genótipos corretos para atingir e monitorar com sucesso os planos de desenvolvimento das cidades.

8.10. Referências

- [1] Zhao X, et al. Successive straw biochar application as a strategy to sequester carbon and improve fertility: a pot experiment with two rice/wheat rotations in paddy soil. *Plant Soil*. 2014;378:279-94.
- [2] Farias AR, Mingoti R, do Valle LB, Spadotto CA, Lovisi Filho E. Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil: Comunicado Técnico 4. Campinas: Embrapa Gestão Territorial; 2017.
- [3] Organização das Nações Unidas (ONU). ONU-Habitat: população mundial será 68% urbana até 2050 [Internet]. 2022 [acesso 12 dez. 2022]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/188520-onu-habitat-população-mundial-será-68-urbana-até-2050/>
- [4] Jacobi P, Trani E. Planejando o futuro hoje: ODS 13. Adaptação e mudanças climáticas em São Paulo. São Paulo: IEE-USP; 2019.
- [5] Romero MAB. Arquitetura bioclimática do espaço público. Brasília: Editora Universidade de Brasília; 2001.
- [6] Barbirato GM, Souza LCL, Torres SC. Clima e cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. Maceió: EDUFAL; 2007.
- [7] Paiva HN, Gonçalves W. Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida. Viçosa, MG: Aprenda Fácil; 2002.
- [8] Gonçalves EO, Paiva HN, Gonçalves W, Jacovine LAG. Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no estado de Minas Gerais. *Rev Árvore*. 2004;28(4):479-86.
- [9] Velasco GDN. Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica... [tese]. Piracicaba (SP): ESALQ/USP; 2007.
- [10] Silva GA, Paiva NH, Gonçalves W. Avaliando a arborização urbana. Viçosa, MG: Aprenda Fácil; 2010. (Coleção Jardinagem e Paisagismo).

- [11] Edson-Chaves B, Dantas AGB, Lima NS, Pantoja LDM, Mendes RMS. Avaliação quali-quantitativa da arborização da sede dos municípios de Beberibe e Cascavel, Ceará, Brasil. *Ciênc Florest*. 2019;29(1):403-16.
- [12] Matos E, Queiroz LP. Árvores para cidades. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia; Solisluna; 2009. [acesso 2 maio 2021]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm
- [13] Central Florestal. Elaboração e execução de projetos de arborização urbana [Internet]. 2017 [acesso 2 maio 2021]. Disponível em: <http://www.centralflorestal.com.br/2017/06/elaboracao-e-execucao-de-projetos-de.html>
- [14] Ribeiro FABS. Arborização urbana em Uberlândia: percepção da população. *Rev Católica*. 2009;1(1):224-37.
- [15] Milano MS, Dalcin EC. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light; 2000.
- [16] Dantas IC, Souza CMC. Arborização urbana na cidade de Campina Grande-PB: inventário e suas espécies. *Rev Biol Ciênc Terra*. 2004;4(2).
- [17] Pivetta KFL, Silva Filho DF. Arborização urbana. Jaboticabal (SP): UNESP/FCAV/FUNEP; 2002. (Boletim Acadêmico).
- [18] Oliveira MS, Oliveira HC, Ferreira AWCF, Júnior WRS, Silva MJC. Levantamento florístico das espécies utilizadas no paisagismo de São João do Sóter, MA. *Enciclopédia Biosfera*. 2019;16(29):981-94.
- [19] Santos WR, Souza LSB, Pacheco AN, Jardim AMRF, Silva TGF. Eficiência do uso da água para espécies da Caatinga: revisão 2009–2019. *Rev Bras Geogr Fís*. 2021;14(5):2573-91.
- [20] Silva EMF, et al. Um novo ecossistema: florestas urbanas construídas pelo Estado e pelos ativistas. *Estud Av*. 2019;33(97):81-102. [acesso 7 out. 2025]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/5wrdwKKhCYDDhLkPmw89cyK/abstract/?lang=pt>
- [21] Prevéy JS, Germino MJ, Huntly NJ, Inouye RS. Exotic plants increase and native plants decrease with loss of foundation species in sagebrush steppe. *Plant Ecol*. 2010;207(1):39-51.
- [22] Rocha RT, Leles PSS, Oliveira Neto SN. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: bairros Rancho Novo e Centro. *Rev Árvore*. 2004;28(4):599-607.
- [23] Hara C, Inoue S, Ishii HR, Okabe M, Nakagaki M, Kobayashi H. Tolerance and acclimation of photosynthesis of nine urban tree species to warmer growing conditions. *Trees*. 2021; 35:1793-806.
- [24] Zhu J, Zhu H, Cao Y, Li J, Zhu Q, Yao J, Xu C. Effect of simulated warming on leaf functional traits of urban greening plants. *BMC Plant Biol*. 2020;20:139.
- [25] Lima Neto EM, Souza RM. Comportamento e características das espécies arbóreas nas áreas verdes públicas de Aracaju, SE. *Scientia Plena*. 2011;7(1):1-10.
- [26] Bréda N, Huc R, Granier A, Dreyer E. Temperate forest trees and stands under severe drought. *Ann For Sci*. 2006;63(6):625-44.
- [27] Petrov P, et al. Relationships between leaf morpho-anatomy, water status and cell membrane stability in wheat seedlings under severe soil drought. *J Agron Crop Sci*. 2018;204(3):219-27.
- [28] Rötzer T, Rahman MA, Moser-Reischl A, Pauleit S, Pretzsch H. Process-based simulation of growth and ecosystem services of urban trees under current and future climate. *Sci Total Environ*. 2019;676:651-64.
- [29] Rahman MA, Moser A, Rötzer T, Pauleit S. Microclimatic differences and their influence on transpirational cooling of *Tilia cordata* in contrasting street canyons. *Agric For Meteorol*. 2017;232:443-56.

- [30] Winbourne JB, Jones TS, Garvey SM, Harrison JL, Wang L, Li D. Tree transpiration and urban temperatures: current understanding and future directions. *Bioscience*. 2020;70(7):576-88.
- [31] Souza LA, Rosa SM, Moscheta IS, et al. *Morfologia e anatomia vegetal*. Ponta Grossa: UEPG; 2005.
- [32] Gago J, de Menezes Daloso D, Figueroa CM, Flexas J, Fernie AR, Nikoloski Z. Relationships of leaf photosynthesis, stomatal and mesophyll conductance to primary metabolism: meta-analysis. *Plant Physiol*. 2016;171:265-79.
- [33] Rashid MA, Andersen MN, Wollenweber B, Zhang X, Olesen JE. Acclimation to higher VPD and temperature minimizes negative effects on assimilation and grain yield of wheat. *Agric For Meteorol*. 2018;248:119-29.
- [34] Mesquita AC, Dantas BF, Cairo PAR. Ecophysiology of caatinga native species under semi-arid conditions. *Biosci J*. 2018;34(6).
- [35] Tams T, Paton E, Kluge B. Urban tree drought stress: sap flow measurements, model validation, and water management simulations. *Sci Total Environ*. 2024;957:177221. doi:10.1016/j.scitotenv.2024.177221.
- [36] Hölscher D, Koch O, Korn S, Leuschner C. Sap flux of five co-occurring tree species during seasonal soil drought. *Trees*. 2005;19:628-37.
- [37] Litvak E, McCarthy HR, Pataki DE. A method for estimating transpiration of irrigated urban trees in California. *Landsc Urban Plan*. 2017;158:48-61.
- [38] Rahman MA, Stratopoulos LM, Moser-Reischl A, et al. Traits of trees for cooling urban heat islands: a meta-analysis. *Build Environ*. 2020;170:106606.
- [39] Wessolek G, Kluge B. Predicting water supply and evapotranspiration of street trees using hydro-pedo-transfer functions (HPTFs). *Forests*. 2021;12:1010.
- [40] Cavaleri MA. Cold-blooded forests in a warming world. *New Phytol*. 2020;228:1455-7.
- [41] Leigh A, Sevanto S, Close JD, Nicotra AB. Influence of leaf size and shape on leaf thermal dynamics. *Plant Cell Environ*. 2017;40:237-48.
- [42] Crous KY, Uddling J, De Kauwe MG. Temperature responses of photosynthesis and respiration in evergreen trees across latitudes. *New Phytol*. 2022;234:353-74.
- [43] Tserej O, Feeley KJ. Variation in leaf temperatures of tropical and subtropical trees relates to thermoregulatory traits. *Biotropica*. 2021;53:868-78.
- [44] Faucon MP, Houben D, Lambers H. Plant functional traits: soil and ecosystem services. *Trends Plant Sci*. 2017;22:385-92.
- [45] Bobrowski R, Biondi D, Baggenstoss D. Composição de canteiros na arborização de ruas de Curitiba (PR). *Rev Soc Bras Arbor Urb*. 2009;1(1):44-61.
- [46] Villarinho FM, Macedo RLG, Tomiazzi AB. Avaliação da opinião pública sobre a arborização do bairro de Jacarepaguá – Freguesia, Rio de Janeiro. In: 9º CBAU; 2005; Belo Horizonte. *Anais... Belo Horizonte: SBAU; 2005*. p. 85-91.
- [47] Almeida DND, Rondon Neto RM. Análise da arborização urbana de duas cidades do norte de MT. *Rev Árvore*. 2010;34(5):899-906.
- [48] Gengo RC, Henkes JA. Paisagismo como ferramenta para melhoria ambiental urbana. *Rev Gestão Sustentab Ambient*. 2013;1(2):55-81.
- [49] Santos CZA, Ferreira RA, Santos LR, et al. Análise qualitativa da arborização de 25 vias de Aracaju-SE. *Ciênc Florest*. 2015;25(3):751-63.

- [50] Szabo MS, Ferronato ML, Silva SS, Alves VKCS. Acessibilidade na arborização urbana na área central de Pato Branco-PR. *Rev Téc-Cient Crea-PR*. 2017;5(6):1-14.
- [51] Santos AA. Ocorrência de espécies arbóreas em áreas urbanas e suburbanas de Três Lagoas-MS. *REMOA*. 2014;13(5):3926-32.
- [52] Basu S, Ramegowda V, Kumar A, Pereira A. Plant adaptation to drought stress. *F1000Research*. 2016;5:1554.
- [53] Lenza E, Klink CA. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em cerrado sentido restrito. *Braz J Bot*. 2006;29(4):627-38.
- [54] Locatelli E, Machado IC. Fenologia de espécies arbóreas de uma mata serrana em Pernambuco. In: *Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba*. Brasília: MMA; 2004. p. 255-76.
- [55] Fournier LA. Observaciones fenológicas en bosque húmedo premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba*. 1976;26(1):54-59.
- [56] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum; 1992.
- [57] Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Manual de arborização. Belo Horizonte: CEMIG/Fundação Biodiversitas; 2011.
- [58] Paz WS, Souza JT. Fenologia de espécies arbóreas em fragmento de Caatinga em Santana do Ipanema-AL. *Diversitas J*. 2018;3(1):39-44.
- [59] Costa FAPL. Fenologia de árvores tropicais: uma revisão. 2010. [acesso 2 maio 2021]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321575337>
- [60] Schuch MIS. Arborização urbana: contribuição à qualidade de vida com uso de geotecnologias [dissertação]. Santa Maria (RS): UFSM; 2006.
- [61] Milano M, Dalcin E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light; 2000. 226 p. ISBN 85-87005-02-2.
- [62] Larcher W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: RiMa; 2006. 550 p.
- [63] Silva EC, Albuquerque MB, Azevedo Neto AD, Silva Junior CD. Drought and its consequences to plants. In: Akinci S, editor. *Responses of organisms to water stress*. Rijeka: InTech; 2013. p. 17-47.
- [64] Bray EA. Plant response to water-deficit stress. *Encycl Life Sci (ELS)*. 2007. doi:10.1002/9780470015902.a0001298.pub2.
- [65] Taiz L, Zeiger E. Fisiologia vegetal. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2013.
- [66] Lima ALA, Sampaio EVSB, Castro CC, Rodal MJN, Antonino ACD, Melo AL. Functional groups in the semiarid region of Brazil? *Trees*. 2012;26:1605-16.
- [67] Silva EC, Nogueira RJMC, Silva MA, Albuquerque MB. Drought stress and plant nutrition. *Plant Stress*. 2011;5(Spec I):32-41.
- [68] Cupertino MA, Eisenlohr PV. Análise florística comparativa da arborização urbana em campi universitários do Brasil. *Biosci J*. 2013;29(3):739-50.
- [69] Sousa LA, Venzke TS, Martins SV, Freitas GB. Fenologia de *Baccharis trimera* em Viçosa-MG. *Rev Bras Pl Med*. 2014;16(1):112-6.
- [70] Zea-Camaño JD, Barroso RF, Souto PC, Souto JS. Diversidade da arborização urbana de Santa Helena, PB. *Agropec Cient Semiárido*. 2015;11(4):54-62.
- [71] Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Manual de arborização. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas; 2011.

- [72] Costa FAPL. Fenologia de árvores tropicais: uma revisão. 2010. [acesso 2 maio 2021]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321575337>. doi:10.13140/RG.2.2.25009.07526.
- [73] Ribaski J, Drumond MA, Oliveira VR, Nascimento CES. Algaroba (*Prosopis juliflora*): árvore de uso múltiplo para a região semiárida brasileira. Comunicado Técnico 240. Embrapa; 2009.
- [74] Silva EC, Nogueira RJMC, Azevedo Neto AD, Brito JZ, Cabral EL. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em Caatinga de Cabaceiras-PB. *Iheringia Sér Bot.* 2004;59(2):201-5.
- [75] Diefenbach SZ, Vieiro VC. Cidades sustentáveis: a importância da arborização urbana com espécies nativas. In: Congresso Internacional Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social; 2010; Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: PUC; 2010.
- [76] Silva Filho DF, Seitz RA, Vargas L, Prezotto A, Sanchotene MC, Lima AMLP. Guia de consulta rápida: arboricultura. 2006.
- [77] Santos NRZ, Teixeira IF. Arborização de vias públicas: ambiente × vegetação. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz; 2001.
- [78] Alvarez IA, Oliveira UR, Mattos PV, Braz EM, Canetti A. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga. Colombo: Embrapa Florestas; 2012. (Documentos 243).
- [79] Marto GBT, Barrichelo LEG, Silva Filho DF, Müller PH. Arborização urbana [Internet]. 2006 [acesso 2 maio 2021]. Disponível em: <http://www.ipef.br/silvicultura/arborizacaourbana.asp>
- [80] Pinheiro CR, Souza DD. A importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima. *Rev Gest Sustentab Ambient.* 2017;6(1):67-82.
- [81] 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.
- [82] Kulchetscki L, Carvalho PE, Kulchetscki SS, Ribas LLF, Gardingo JR. Arborização urbana com essências nativas: proposta para a região centro-sul brasileira. *Publ UEPG Ci Exatas Terra Agr Eng.* 2006;12(3):25-32.
- [83] Calixto Júnior JA, Santana GM, Lira Filho JA. Análise quantitativa da arborização urbana de Lavras da Mangabeira-CE. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2009;4(3):99-109.
- [84] Costa CF, Fonseca RS, Almeida DB, Oliveira MS, Oliveira DS, Braga JHP. Espécies utilizadas na arborização em praças de Caxias-MA. *REVSAU.* 2017;12(1):65-78.
- [85] Oliveira MS, Oliveira HC, Ferreira AWCF, Júnior WRS, Silva MJC. Levantamento florístico no paisagismo de São João do Sóter-MA. *Enciclopédia Biosfera.* 2019;16(29):981-94.
- [86] Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Manual de arborização. Belo Horizonte: CEMIG; 1996.

Capítulo 9

ARBORIZAÇÃO URBANA E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Por Ane Cristine Fortes da Silva, Fernanda da Silva de Andrade Moreira, Jorge Danilo Zea Camaño, Ana Luiza Fortes da Silva e Emmanoella Costa Guaraná Araujo

9.1. Destaques deste capítulo

1. Os serviços ecossistêmicos constituem benefícios essenciais providos pela natureza, fundamentais para a saúde, o bem-estar e a sustentabilidade das cidades;
2. A arborização urbana promove regulação climática e hídrica, redução da poluição, conservação da biodiversidade e valorização cultural e paisagística;
3. No Nordeste brasileiro, parques e ruas arborizadas demonstram potencial para mitigar ilhas de calor, proteger aquíferos, aumentar estoques de carbono e abrigar fauna;
4. A gestão municipal que incorpora os serviços ecossistêmicos aos planos e políticas urbanas fortalece cidades mais resilientes, inclusivas e alinhadas à Agenda 2030.

9.2. Introdução

Os benefícios ambientais e funções naturais promovidos pelos ecossistemas e que a população humana pode obter, direta ou indiretamente, são considerados serviços ecossistêmicos [1]. O acelerado processo de urbanização global tem elevado exponencialmente a exploração dos recursos naturais, trazendo ameaças à conservação e preservação destes e comprometendo as funções ecossistêmicas em diferentes escalas.

A intensidade e magnitude dos efeitos das mudanças climáticas sobre a vida humana no planeta é alvo de preocupação internacional nas últimas décadas. Eventos de seca, escassez de água, alterações no regime de chuvas, deslizamentos, inundações e ondas de calor são cada vez mais frequentes. Todos estes processos reduzem a produção de serviços ecossistêmicos e comprometem a vida no planeta [2].

Um planejamento ambiental urbano adequado, em prol de cidades mais inclusivas e sustentáveis, requer a conservação e manejo adequado dos recursos naturais nos espaços urbanos, promovendo o aumento da funcionalidade ecológica e maximizando os serviços ecossistêmicos oferecidos [3]. A floresta urbana pode ser uma aliada para alcançar esses objetivos.

Para os fins deste capítulo, o termo “floresta urbana” será utilizado para referir-se a todos os elementos naturais da estrutura da paisagem urbana, seguindo a classificação sugerida por Biondi [4], incluindo jardins e bosques privados e públicos, arborização de ruas, áreas verdes culturais e fragmentos florestais urbanos.

O Brasil é uma região de grandes contrastes socioeconômicos, relacionados à diversidade da população, cultura, clima e paisagens. Mais especificamente no Nordeste, por um lado, temos as cidades litorâneas, grandes centros urbanos, alta densidade populacional, que possuem solos altamente impermeabilizados e ilhas de calor. De outro lado, nessa mesma região brasileira, temos o semiárido, com condições climáticas extremas e períodos de seca, escassez de água e limitações socioeconômicas. Por essas razões, é imperativo que cada município tenha informações e entendimento a respeito das melhores decisões para o planejamento ambiental urbano – conforme o Estatuto da Cidade e as determinações de órgãos ambientais em nível estadual ou municipal – levando em consideração os benefícios promovidos pelos serviços ecossistêmicos.

O planejamento ambiental sustentável certamente garante melhores condições de vida para a população de forma socialmente justa e economicamente equilibrada, reduzindo a pressão sobre o meio ambiente de tal modo que problemas relacionados ao uso e ocupação do solo, saneamento ambiental e poluição serão cada vez mais combatidos. Isso implica, considerando-se o modo de produção capitalista no qual vivemos, a redução de custos para municípios, estados, União e territórios.

A união de vários setores sociais em torno dos mesmos objetivos socioambientais proporcionará, por exemplo, que pandemias globais, como a COVID-19, sejam evitadas ou contidas, posto que, aparentemente, estão relacionadas à intensa exploração do meio ambiente pelo homem sem a observância de princípios ambientais básicos.

Nesse sentido, neste capítulo são abordados os serviços ecossistêmicos das florestas urbanas mais importantes e a maneira de acessá-los, os quais estão intimamente contidos no planejamento ambiental já citado. Primeiramente, serão explorados os serviços de provisão relacionados ao fornecimento de energia e alimentos. Em seguida, têm-se as melhorias climáticas subordinadas aos serviços de regulação. Nos serviços de suporte, é demonstrado como a vegetação urbana atua na manutenção do habitat e da diversidade genética de fauna e flora. Por fim, nos serviços culturais, observa-se a possibilidade de recreação, turismo, ecoturismo e/ou turismo rural proporcionados pelo contato do homem com o meio natural, fator que acarreta benefícios não só de cunho espiritual, como também psicológico. Tudo isso contextualizado com a forma de valoração e de acesso a esses serviços, como veremos a seguir.

9.3. Quais os principais serviços ecossistêmicos da floresta urbana?

Os serviços ecossistêmicos podem ser definidos como os benefícios diretos e indiretos que as sociedades humanas obtêm dos ecossistemas, fundamentais para a manutenção da vida e do bem-estar humano [1,5,6]. Antes de descrever os principais serviços ecossistêmicos, é importante compreender alguns conceitos e suas categorias. Os serviços ecossistêmicos podem ser divididos em quatro categorias: serviços de provisão, serviços de regulação, serviços de habitat ou suporte e serviços culturais.

Serviços de provisão são produtos gerados pelos ecossistemas, tais como alimentos, madeira, fibra, entre outros, materiais fontes de energia e recursos ornamentais e genéticos para o desenvolvimento de produtos medicinais e farmacêuticos [1,6].

Serviços de regulação são aqueles relacionados às funções regulatórias dos ecossistemas, como manutenção da qualidade do ar, regulação do clima, regulação de eventos extremos, regulação hídrica, controle da erosão e sequestro de carbono [5,7].

Serviços de suporte relacionam-se àqueles que sustentam a produção dos outros serviços ecossistêmicos, tais como habitat para espécies, manutenção da diversidade genética, ciclagem de nutrientes, produção de oxigênio, entre outros. Cabe destacar que, em abordagens mais recentes, esses serviços vêm sendo considerados como parte dos serviços de regulação, dada sua função essencial de manter os processos ecológicos de suporte à vida [1,8].

Serviços culturais compreendem os benefícios não materiais que a população humana obtém do contato com os ecossistemas, incluindo proveitos estéticos, espirituais e religiosos e aqueles relacionados à saúde mental e física [6,7].

Todas essas categorias de serviços ecossistêmicos podem ser promovidas pela vegetação nas cidades, a depender do tipo e função da floresta urbana. Com incentivos e planejamento adequados, a vegetação urbana pode ser aliada para as cidades promoverem os serviços ecossistêmicos necessários à qualidade de vida de sua população. Os principais serviços ecossistêmicos da floresta urbana na região Nordeste serão abordados nas seções seguintes.

9.4. Serviços de provisão

Os ecossistemas fornecem uma variedade de materiais, como alimento para o consumo humano a partir de ecossistemas agrícolas, florestas e agrossistemas urbanos; diversos materiais para construção e energia, incluindo lenha, fibras, biocombustíveis; e uma diversidade de plantas utilizadas na medicina tradicional que fornecem insumos para a indústria farmacêutica, além do potencial ornamental [1,3]. A floresta urbana tem potencial de fornecer matérias-primas, alimentos, assim como recursos genéticos para a conservação e preservação da biodiversidade. Apesar de a provisão de alimento e matéria-prima não ser o principal serviço ecossistêmico ao se pensar na floresta urbana, certa atenção deve ser dada a esse ponto. Frutas, castanhas e/ou sementes são frequentemente relacionados à vegetação urbana pela população. Usualmente, essas espécies frutíferas são plantadas em parques, praças, áreas próximas a escolas e em jardins ou quintais residenciais, traduzindo o valor cultural da presença dessas plantas no meio urbano, que será mais bem abordado na seção Serviços Culturais.

Outro ponto do serviço de provisão são os fragmentos florestais urbanos. Neste caso, a provisão de insumos pode se dar por duas vias, a depender do tipo de fragmento (unidade de conservação, fragmentos privados, entre outros) e da comunidade inserida. Nas comunidades urbanas, principalmente em áreas periféricas, fragmentos florestais urbanos fornecem insumos relacionados à extração de lenha, caça e coleta de frutas e outros alimentos, além de plantas medicinais. Algumas unidades de conservação urbanas que envolvem as comunidades tradicionais fornecem os mesmos insumos já citados; no entanto, aqui a expressão cultural, aliada ao estabelecido na legislação vigente, aponta para um uso mais sustentável desses recursos, posto

que a floresta traduz um sentimento de pertencimento da comunidade tradicional à área. Dessa forma, os serviços de provisão podem ser considerados no planejamento urbano por meio da conservação dos recursos genéticos da flora local e em conjunto com os serviços de regulação quando engloba a conservação e proteção de nascentes, lençol freático e reservatórios de água, garantindo esse recurso para a população.

A conservação de nascentes e lençóis freáticos também garante a oferta de água de qualidade nas cidades, serviço de provisão prestado pela maior parte dos parques urbanos e outras unidades de conservação urbanas, principalmente nos grandes centros urbanos do Nordeste. Em Natal (RN), um importante fragmento de floresta urbana, o Parque das Dunas, garante a conservação e o fornecimento de recursos genéticos de espécies nativas da Mata Atlântica por meio do viveiro florestal instalado no local. Além disso, o parque conserva o lençol freático de Natal; quatro poços da empresa responsável pelo abastecimento de água da cidade estão localizados no parque, garantindo o abastecimento de 4% da capital potiguar [9]. Já em Recife, o Parque Estadual Dois Irmãos, localizado no centro urbano do município, garante a proteção de quatro açudes que compõem a microbacia do Prata, correspondente a 12,16% da área do parque, essencial para o abastecimento da região metropolitana do Recife [10].

Os municípios são responsáveis por prover água de qualidade para a população. Dessa forma, um maior enfoque nos serviços ecossistêmicos de regulação hídrica, como a proteção de remanescentes florestais de bacias hidrográficas, incluindo áreas que circundam as nascentes e lençóis freáticos e/ou reservatórios de água para o abastecimento público, pode ser uma estratégia política e econômica de garantia desse bem de qualidade para a população. Tais iniciativas dialogam diretamente com o ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ao reforçarem a importância do acesso equitativo à água limpa e da gestão eficiente dos recursos naturais urbanos.

Na maioria das cidades médias e pequenas, o potencial da floresta urbana para o aproveitamento dos recursos genéticos locais e das espécies endêmicas da região não é plenamente valorizado, muitas vezes em razão da falta de planejamento técnico e da carência de informações a respeito do potencial ornamental das espécies nativas. A aplicação prática de espécies nativas na arborização de ruas com potencial paisagístico contribui para a valorização e conservação da biodiversidade local [11]. No semiárido nordestino, há poucas informações relativas ao uso paisagístico com espécies nativas e endêmicas. Entretanto, alguns estudos listaram árvores nativas do bioma Caatinga indicadas na arborização urbana pelo elevado potencial ornamental [12-14].

Diversas espécies da Caatinga apresentam elevado potencial ornamental e vêm sendo indicadas para a arborização urbana por aliar beleza estética, rusticidade e capacidade de adaptação às condições ambientais do semiárido. Árvores como a baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), o juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro*), o mulungu (*Erythrina velutina*) e a imburana-de-cheiro (*Amburana cearensis*) são exemplos de espécies que unem valor paisagístico e importância ecológica, fornecendo sombra, alimento e habitat para a fauna. Entre elas, destaca-se a caraibeira (*Tabebuia aurea*), cuja floração amarela exuberante constitui um importante serviço ecossistêmico de provisão de caráter ornamental, enriquecendo a paisagem urbana e promovendo benefícios culturais e estéticos à população das cidades nordestinas. Tais benefícios reforçam o ODS 15 (Vida Terrestre), ao contribuírem para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas nativos, e o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ao ampliarem o acesso a ambientes urbanos mais saudáveis e esteticamente valorizados.

De modo geral, os serviços de provisão associados às florestas urbanas no Nordeste englobam a oferta de alimentos e plantas medicinais em praças, jardins e quintais; a utilização de recursos provenientes de fragmentos florestais urbanos por comunidades locais; a conservação hídrica garantida por unidades de conservação em grandes centros; e o potencial ornamental de espécies nativas da Caatinga, como a caraibeira, que embeleza a paisagem urbana. Esses exemplos demonstram como a floresta urbana pode contribuir para a subsistência, a valorização cultural e a conservação ambiental nas cidades nordestinas. A Tabela 1 apresenta uma síntese desses serviços de provisão e seus benefícios principais.

Tabela 9.1 – Exemplos de serviços de provisão associados à floresta urbana no Nordeste.

Categoria de provisão	Exemplos práticos	Local/Contexto citado
Alimentos e recursos medicinais	Frutas, castanhas, sementes e plantas medicinais	Parques, praças, jardins e quintais residenciais
Fragmentos florestais urbanos	Extração de lenha, coleta de frutas, caça e plantas medicinais	Comunidades periféricas; unidades de conservação urbanas, quintais residenciais
Conservação hídrica	Proteção de nascentes, lençóis freáticos, açudes e reservatórios	UCs urbanas, como Parque das Dunas em Natal (RN); Parque Dois Irmãos, em Recife (PE)
Espécies nativas e ornamentais	Árvores com elevado potencial paisagístico	Caraibeira (<i>Tabebuia aurea</i>) – famosa pela floração amarela intensa, muito usada em arborização urbana e paisagismo. Ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>) – com flores roxas vistosas, é bastante apreciado em praças e parques.

Fonte: Autores.

9.5. Serviços de regulação

Um dos benefícios mais citados da floresta urbana é a melhoria da condição microclimática [15-18]. A vegetação ameniza a temperatura e aumenta a umidade relativa nas cidades, contribuindo para o seu conforto térmico. Além disso, o sombreamento das árvores contribui para atenuar os efeitos da radiação solar, principalmente nas estações secas. Esse serviço ecossistêmico é de relevante interesse no planejamento da arborização urbana e melhoria da qualidade ambiental, sobretudo para a região Nordeste.

Em um estudo realizado em Juazeiro do Norte (CE), os autores constataram que a ausência da arborização urbana aumenta aproximadamente 6 °C a temperatura do ar e reduz em cerca de 7% a umidade relativa em parques urbanos do município [19]. Já em Fortaleza, outro estudo demonstrou que a arborização urbana reduz significativamente os efeitos da radiação solar e oferece conforto térmico ao ambiente com redução de aproximadamente 30% da temperatura do solo cimentado sob a sombra da copa das árvores, contribuindo para a melhoria do conforto térmico na capital cearense [20]. Dessa forma, no planejamento da floresta urbana nas cidades de pequeno, médio e grande porte do Nordeste, atenção deve ser dada ao papel da vegetação na amenização da temperatura por meio da escolha de espécies com maior potencial de sombreamento e não decíduas, principalmente nas áreas mais urbanizadas, reduzindo a formação de ilhas de calor, em consonância

com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis e ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima). Além dos benefícios ecológicos, a melhoria microclimática proporcionada pela floresta urbana fornece benefícios socioeconômicos. O conforto térmico proporcionado pelas plantas influencia a saúde da população, consequentemente a qualidade de vida nas cidades, alinhando-se ao ODS 3 – Saúde e Bem-Estar.

Conforme o porte e localização da cidade, maior enfoque deve ser dado a um ou outro serviço ecossistêmico durante o planejamento da floresta urbana, principalmente no que se refere à melhoria do bem-estar e qualidade de vida dos residentes. Por exemplo, parte da região semiárida caracteriza-se por apresentar solos rasos e pedregosos, precipitação mal distribuída ao longo do ano com longos períodos de estiagem, aliadas às altas temperaturas médias anuais, baixas médias anuais de umidade relativa do ar e elevadas taxas de evapotranspiração. Neste caso, a vegetação urbana deve ser pensada de modo a priorizar os serviços de amenização climática e regulação hídrica, optando por espécies perenes, com elevado potencial de evapotranspiração e que produzem sombra densa em praças, parques e vias públicas durante todo o ano, contribuindo diretamente para os ODS 6 – Água Potável e Saneamento e ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis.

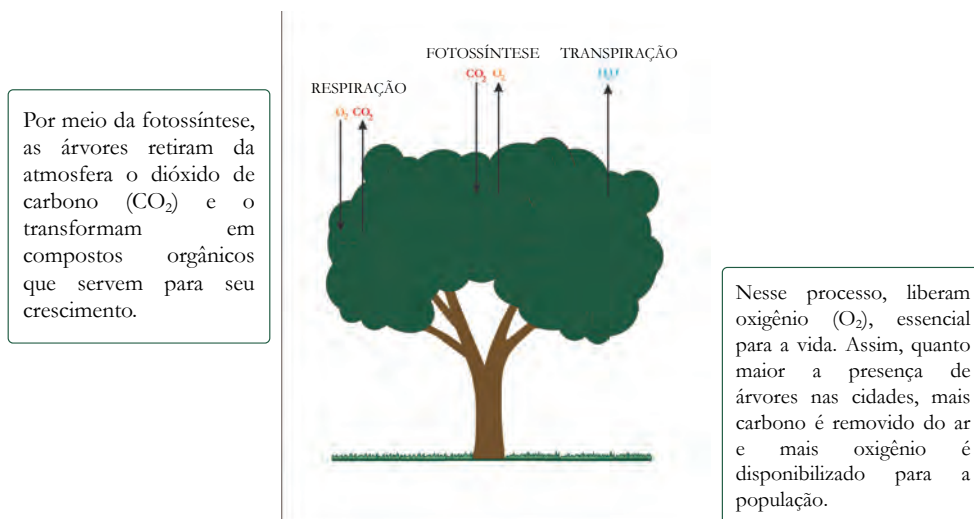
A floresta urbana também é uma grande aliada na regulação das mudanças climáticas. Isto porque contribui para manutenção do carbono fora da atmosfera, por meio da formação da biomassa lenhosa, durante o processo de fotossíntese, influenciando o clima local, bem como o ciclo do elemento. Ou seja, quanto mais árvores nas cidades, mais carbono é removido da atmosfera. Tal processo mitiga a emissão de gases do efeito estufa e, consequentemente, o aquecimento global, sem contar que pode contribuir significativamente com a melhoria da qualidade do ar [21]. Para tanto, deve-se optar por espécies mais eficientes na fixação de carbono, como aquelas de madeira mais densa e crescimento rápido. Assim como a criação de áreas de preservação de remanescentes florestais, hortos e parques urbanos integrando a proteção e conservação da biodiversidade nos espaços artificiais.

Outro compartimento importante para ser avaliado em ambientes urbanos é o solo. De maneira geral, os solos são importantes sumidouros de carbono. No entanto, em ambientes urbanos, os fatores antropogênicos são mais intensos no uso e ocupação, quando comparado com ambientes naturais. A interferência humana, sobretudo com a retirada da vegetação, deixa o solo exposto, com a redução da entrada de matéria orgânica no sistema [22]. A rápida urbanização e mudança no uso e ocupação do solo podem ser ocasionadas em pequena escala, isoladamente insignificantes. No entanto, os acúmulos das alterações levam a mudanças locais significativas. As mudanças ocasionadas nas florestas urbanas refletem no armazenamento de carbono nos solos que, com a retirada da vegetação, é facilmente perdido para a atmosfera, o que contraria os avanços pretendidos pelo ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima. É preciso compreender e avaliar a quantidade de carbono da vegetação de espaços urbanos, pois essas áreas também contribuem com o balanço de carbono global [23].

Estudos sobre fixação de carbono pela arborização urbana na região Nordeste ainda são escassos. Em média, 18 toneladas por hectare de carbono são estocados nas árvores das ruas do município de Catolé do Rocha, Paraíba, enquanto nas praças do município, o estoque de carbono médio é 52 toneladas por hectare [24], demonstrando a importância desses espaços para a fixação de carbono em áreas urbanas. Esses resultados equivalem a 66 e 191 toneladas de CO₂ equivalente por hectare removidos da atmosfera pela arborização urbana nesses espaços, utilizando a taxa de conversão do carbono estocado em CO₂ equivalente descrita pelo IPCC [25].

Para compreender o papel dos espaços verdes urbanos é preciso avaliar sua capacidade de fixação de carbono, por meio da quantificação das medições de biomassa e solo (Figura 1). Assim, é necessário realizar pesquisas voltadas para os efeitos da expansão urbana e seus efeitos perante os estoques de carbono, com o objetivo de ajudar a desenvolver políticas sustentáveis, uma vez que a expansão acelerada interfere na estrutura espacial da floresta, bem como em sua função ecossistêmica [26]. Tais avaliações podem ser realizadas em campo, por meio de medição e estimativa por equações, ou por técnicas de sensoriamento remoto, utilizando imagens espaciais de alta resolução [21].

Figura 9.1 – Processo da fixação de carbono pela vegetação.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Nesse contexto, um estudo demonstrou que os municípios com maior cobertura arbórea, como Princesa Isabel (PB), concentram estoques e taxas de sequestro de carbono significativamente superiores em relação aos demais [27]. As projeções indicaram que, caso todos os municípios atingissem o índice de 15 m² de área verde por habitante, os estoques de carbono poderiam aumentar em média 26 vezes. Esse incremento representaria não apenas ganhos ambientais, mas também econômicos, uma vez que a valoração monetária da cobertura vegetal urbana cresceria proporcionalmente, evidenciando o potencial das áreas verdes urbanas em gerar benefícios climáticos e oportunidades vinculadas ao mercado de serviços ecossistêmicos.

Outro importante serviço do ecossistema promovido pela vegetação nas cidades é o amortecimento de eventos extremos. Ou seja, a existência de espaços naturais, como jardins, praças, gramados, hortos florestais e demais áreas verdes nas cidades pode prevenir ou reduzir danos causados por eventos extremos do clima ou desastres naturais, como ondas de calor severas, inundações, tempestades e deslizamentos de terra. Nas cidades, a maior parte da superfície do solo está ocupada por estruturas impermeáveis, o que afeta o ciclo hidrológico.

A menor cobertura vegetal nas cidades diminui a interceptação e evaporação da água da chuva, aumentando o volume de água que chega à superfície. As poucas superfícies permeáveis existentes nos espaços urbanos limitam a infiltração dessa água que passa a escoar nas vias. Em chuvas intensas, o sistema de drenagem urbano, se existente, pode não ser capaz de comportar todo o volume de água

que se acumula nas ruas, invade casas, ou são descarregados em canais e rios urbanos acarretando inundações e, conseqüentemente, impactos ambientais e socioeconômicos. A regulação da quantidade e qualidade da água realizada pela existência da cobertura vegetal nas cidades pode reduzir os altos investimentos de instalação e custos de manutenção de densos sistemas de drenagem urbana. Além disso, a presença da vegetação aumenta a infiltração da água no solo, promovendo a recarga da água subterrânea, cursos d'água e reservatórios, importante função para o déficit hídrico dos municípios da região semiárida e para as inundações dos grandes centros urbanos, como em Recife (PE).

A cobertura vegetal também promove a retenção do solo, prevenindo processos de degradação, deslizamento de encostas e assoreamento de cursos d'água (Figura 2). A economia gerada pode ser destinada à melhoria do acesso a outros serviços ecossistêmicos nas cidades e/ou outras áreas, como saúde e educação.

Figura 9.2 – Efeito da cobertura vegetal urbana na estabilidade dos solos e manutenção da qualidade ambiental.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Além do clima, as árvores exercem um importante papel na regulação da qualidade do ar por meio da remoção de poluentes da atmosfera. A urbanização desordenada e o crescimento da frota de veículos favorecem as emissões de materiais particulados, sobretudo nos grandes centros urbanos. As concentrações de poluentes atmosféricos aumentaram com o passar das décadas. Estudos têm demonstrado que a arborização reduz a concentração de poluentes e de materiais particulados na atmosfera, contribuindo para a melhoria da qualidade do ar em áreas urbanas no Nordeste, o que tem influência na saúde e qualidade de vida da população [18,28].

A redução dos ruídos característicos da movimentação de carros, pessoas e máquinas dos centros urbanos é um outro serviço ecossistêmico prestado pela vegetação nas cidades. A presença da vegetação urbana auxilia na atenuação dos níveis desses ruídos através da absorção, desvio ou refração destes pelas copas das árvores. Dessa forma, no planejamento da arborização, nas zonas da cidade com maior fluxo de pessoas e veículos deve-se optar pela escolha de espécies com maior densidade de copa e maior densidade de árvores, funcionando como uma barreira à propagação dos ruídos e favorecendo melhor qualidade de vida à população.

Os insetos, pássaros, morcegos e outros animais que habitam a floresta urbana realizam a polinização de plantas, outro serviço ecossistêmico essencial para a produção de frutos, vegetais e sementes. Além disso, a fauna urbana também é uma aliada na dispersão de sementes e na manutenção da diversidade genética.

Outro importante benefício das florestas urbanas é o controle biológico, que engloba a redução da disseminação de doenças e pragas. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA – ONU) publicou recentemente relatório a respeito de como as mudanças ambientais estão relacionadas à disseminação das doenças transmitidas por animais, que se tornaram epidemias e pandemias nas últimas décadas e séculos [29]. As mudanças ambientais induzidas pelo homem modificam a estrutura da população de animais selvagens e reduzem a biodiversidade, resultando em condições ambientais que favorecem determinados hospedeiros, vetores e/ou patógenos. Alguns exemplos que surgiram recentemente são as doenças ebola, gripe aviária, a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS), o Zika Vírus e o SARS-CoV-2 (coronavírus).

A interação de seres humanos com animais selvagens pode favorecer a disseminação de possíveis patógenos e proliferação de doenças. Os fatores determinantes do surgimento de zoonoses são as transformações do meio ambiente – geralmente resultado de atividades humanas, que vão desde a alteração no uso da terra pelo desmatamento, pela expansão agropecuária, até a mudança climática, assim como comércio ilegal ou irregular de animais silvestres, caça ilegal, entre outros [29].

A crise gerada pela ameaça ambiental em razão da perda de biodiversidade e de habitat, pelo aquecimento global e pela poluição pode ser amenizada por meio do manejo sustentável da natureza, da biodiversidade e proteção do habitat. A conservação e manejo da floresta urbana pode atuar no controle biológico de pestes e vetores de doenças que atingem plantas, animais e homens, auxiliando o controle, apoiando a diversidade biológica e dificultando a disseminação, a ampliação e a dominação dos patógenos.

Dessa forma, observa-se que a floresta urbana desempenha papel fundamental na regulação ambiental das cidades do Nordeste, contribuindo para a amenização do microclima, a melhoria da qualidade do ar, a retenção do solo e a redução de eventos extremos, além de favorecer processos ecológicos essenciais como a polinização e o controle biológico. Esses serviços ecossistêmicos, aliados à fixação de carbono e à valoração econômica da cobertura vegetal, evidenciam a importância do planejamento e da gestão adequada das áreas verdes. A tabela 2 apresenta uma síntese dos principais exemplos discutidos, destacando sua relevância para a sustentabilidade urbana e para a qualidade de vida da população.

Tabela 9.2 – Exemplos de serviços de regulação associados à floresta urbana no Nordeste.

Serviço Ecossistêmico de Regulação	Exemplo citado	Local / Referência
Amenização microclimática	Redução de ~6 °C na temperatura do ar e aumento de 7% na umidade relativa em parques urbanos	Juazeiro do Norte (CE)
Conforto térmico	Redução de 30% da temperatura do solo cimentado sob sombra das árvores	Fortaleza (CE)
Regulação climática global	Fixação de carbono em árvores urbanas: 18 t/ha em ruas e 52 t/ha em praças (66 e 191 tCO ₂ eq/ha)	Catolé do Rocha (PB)
Regulação hídrica	Vegetação urbana como alternativa de redução de inundações e recarga de aquíferos	Recife (PE) e municípios semiáridos
Retenção de solo	Prevenção da degradação, deslizamentos e assoreamento de cursos d'água	Regiões urbanas em encostas e margens
Melhoria da qualidade do ar	Redução de materiais particulados e poluentes atmosféricos	Grandes centros urbanos do Nordeste
Atenuação acústica	Redução de ruídos urbanos pela barreira formada pelas copas densas	Áreas com grande fluxo de veículos e pessoas
Polinização e dispersão de sementes	Ação de insetos, aves e morcegos na reprodução vegetal	Florestas urbanas diversas
Controle biológico de pragas e vetores	Contribuição para a regulação de hospedeiros e patógenos, prevenindo zoonoses	Relatório PNUMA – ONU (2022)

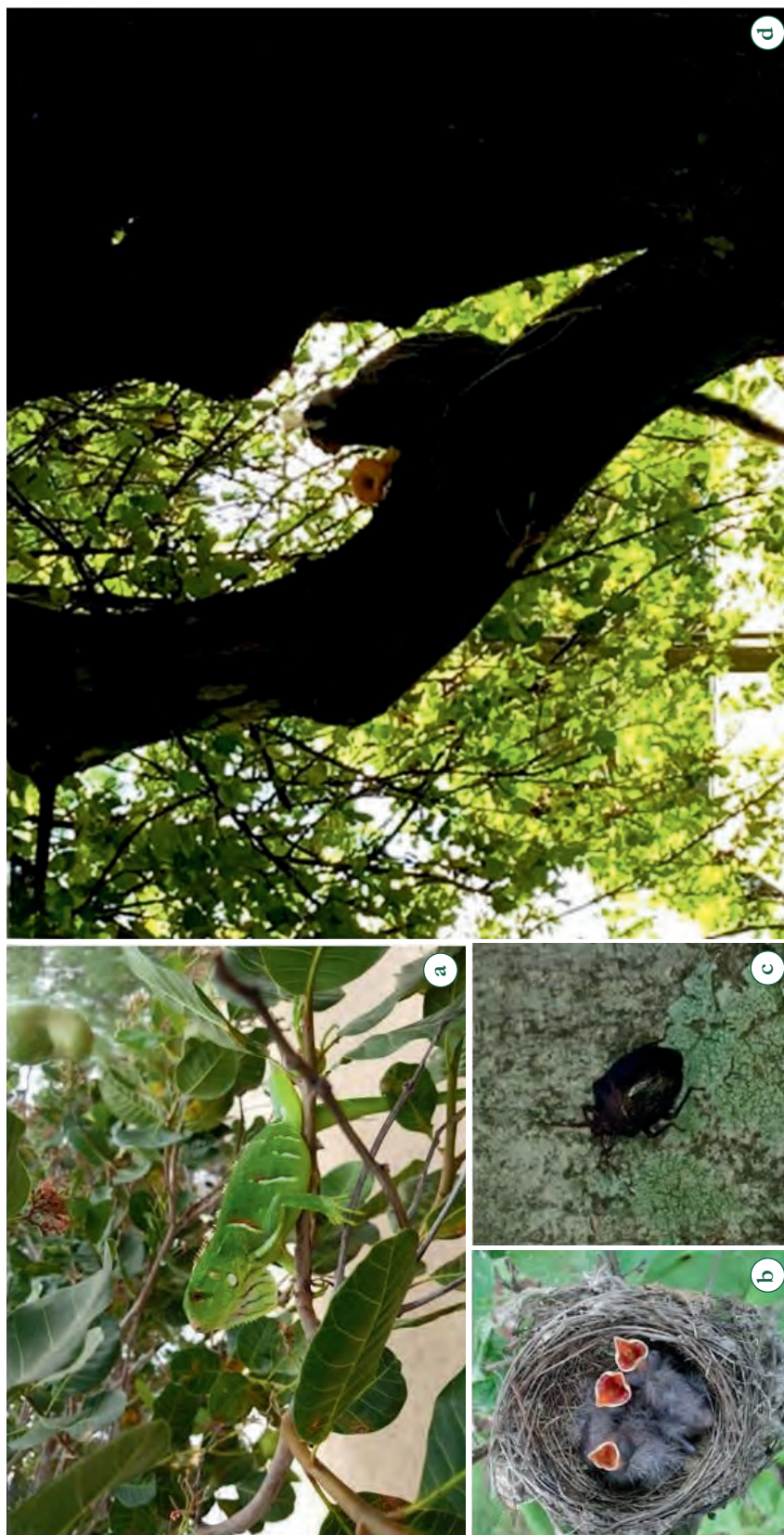
Fonte: Autores.

9.6. Serviços de suporte

A vegetação urbana atua como habitat para a fauna, suportando a manutenção da diversidade genética e para a conservação dos processos ecossistêmicos relacionados à cadeia alimentar, redução de pragas e agentes vetores de doenças [30]. Os ecossistemas florestais urbanos, ao fornecer habitat para pássaros e insetos, garante a polinização e dispersão de sementes entre fragmentos, garantindo a diversidade gênica e a conservação da biodiversidade local, essencial para o equilíbrio ambiental (Figura 3).

A fauna urbana no Nordeste varia desde pequenos invertebrados, como formigas, abelhas e besouros, até alguns mamíferos, répteis e avifauna, tais como saguis, iguanas, aves e lagartos (Figura 3). Um eficiente planejamento urbano nas cidades com foco na manutenção da biodiversidade favorece a ligação entre os fragmentos florestais e áreas protegidas da região, consequentemente o fluxo gênico entre as populações. Na Zona da Mata nordestina, a vegetação natural de Floresta Tropical Úmida foi diminuída pela expansão das zonas urbanas e canaviais, tornando-se a região mais urbanizada e povoada. As áreas arborizadas são limitadas a praças, parques e pequenos fragmentos florestais urbanos, e, por consequência, a fauna original também foi impactada. Em estudo relativo à avifauna em áreas verdes da malha urbana de Aracaju, foram observadas 82 espécies de aves e constatado que a riqueza de espécies é proporcional ao tamanho da área verde e da densidade de árvores [31].

Figura 9.3 – Exemplos da fauna observados em floresta urbana na região Nordeste: a) Iguana em praça urbana no Rio Grande do Norte);
b) Ninho de aves em fragmento de floresta urbana no Rio Grande do Norte; c) Besouro em árvore de praça urbana na Paraíba;
d) Sagui em parque urbano em Recife, Pernambuco.



Fonte: Autores.

A arborização urbana é também um importante habitat para os morcegos no Brasil. Aproximadamente metade das espécies existentes no país são encontradas nos centros urbanos [32]. Em estudo realizado nas áreas verdes pertencentes ao campus Dois Irmãos da Universidade Federal Rural de Pernambuco em Recife, verificou-se 16 espécies de morcegos [33]. Os autores relatam a importância da proximidade e conectividade do campus com o Parque Estadual Dois Irmãos – uma unidade de conservação da Mata Atlântica em área urbana –, propiciando uma ampla biodiversidade de vertebrados terrestres, aliado à existência de extensas áreas verdes no campus. Dessa forma, os parques, praças, as plantas das vias públicas e demais elementos integrantes da floresta urbana asseguram a conservação biológica da região, sobretudo quando se opta por espécies vegetais nativas, alta diversidade de espécies e conectividade com outras áreas, garantindo recursos e condições para a sobrevivência das espécies da flora e fauna local.

Assim, observa-se que a fauna associada à floresta urbana na região Nordeste desempenha papel essencial na manutenção dos processos ecológicos, contribuindo significativamente para funções como a polinização, a dispersão de sementes, o controle biológico e o equilíbrio das cadeias tróficas. A ocorrência de aves, morcegos, insetos, répteis e pequenos mamíferos reforça a importância da arborização urbana como suporte à biodiversidade, sobretudo quando esta é planejada com espécies nativas e conectada a remanescentes florestais. Tais evidências ressaltam como os serviços ecossistêmicos de suporte influenciam diretamente a conservação da diversidade biológica e promovem melhorias na qualidade de vida em ambientes urbanos, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 9.3 – Exemplos de serviços de suporte associados à floresta urbana no Nordeste.

Serviço ecossistêmico de suporte	Descrição	Benefícios principais
Habitat para fauna	Praças, parques, fragmentos urbanos	Conservação biológica e suporte à fauna
Polinização e dispersão	Aves e insetos polinizadores em áreas verdes	Garantia de diversidade genética e biodiversidade
Manutenção da diversidade	Riqueza de aves proporcional ao tamanho das áreas verdes (82 espécies em Aracaju)	Equilíbrio ambiental e conservação
Controle de pragas e vetores	Presença de insetos, aves e pequenos mamíferos que auxiliam na regulação	Redução de pragas e agentes vetores de doenças

Fonte: Autores.

9.7. Serviços culturais

A modificação da paisagem é um dos serviços ecossistêmicos da floresta urbana mais apreciados. A vegetação suaviza a paisagem urbana para criar uma paisagem esteticamente mais agradável e, conseqüentemente, melhora a sensação de bem-estar e qualidade de vida, inspirando o modo de vida e cultura nas cidades. As florestas urbanas têm sido fonte de inspiração para arte, cultura, design e tecnologia nos meios urbanos. Esse serviço ecossistêmico é definido como serviço de apreciação estética e inspiração para cultura, arte e design.

A beleza estética de paisagens naturais é apreciada pela população, sendo um dos principais impulsionadores do turismo em cidades, o que possibilita retorno econômico para o turismo, principal renda de muitos municípios nordestinos. Turismo cultural e ecológico ainda podem auxiliar na promoção da educação ambiental e importância da biodiversidade nas áreas urbanas.

Hortos florestais, jardins e bosques, vias arborizadas, áreas verdes e trilhas em fragmentos florestais urbanos são frequentemente utilizados para a prática de esportes e/ou exercícios físicos, de relaxamento, recreação e piquenique nas cidades, o que melhora e promove a manutenção da saúde mental e física da população nos centros urbanos, caracterizando o serviço ecossistêmico de recreação e saúde física e mental. Por esta razão, os espaços arborizados devem ser considerados no planejamento urbano.

No Nordeste, cidades maiores devem priorizar o planejamento de parques, praças e outras áreas verdes com alta densidade de árvores, optando pelas espécies não decíduas para a facilitação do convívio social durante todas as estações do ano, promovendo o bem-estar dos habitantes, sobretudo nas regiões periféricas, onde, muitas vezes, a floresta urbana é incipiente. A existência de espaços verdes em bairros residenciais tende a reduzir a incidência de crimes e aumentar a sensação de segurança [34], aspecto importante para as grandes cidades.

Já nas cidades menores, principalmente na região semiárida, é comum, em virtude das condições climáticas da região, o mal-estar físico e psicológico gerado pelo excesso de calor, entre eles desidratação, sudorese intensa, dores de cabeça e queda de pressão arterial, o que dificulta a circulação de pessoas em determinadas épocas do ano e horas do dia, afetando o comércio e a saúde local. Neste sentido, a criação e manutenção destes espaços arborizados condicionam a qualidade de vida da população nesta região.

No Brasil, assim como na maioria dos países do mundo, os elementos naturais estão associados com as crenças e rituais religiosos e espirituais. O conhecimento tradicional e a herança natural são importantes para a criação do senso de pertencimento ao local, como aqueles percebidos por comunidades tradicionais e os ecossistemas. A presença da natureza nos espaços urbanos pode exercer essas funções aos habitantes das cidades, serviço ecossistêmico definido como espirituais e religiosos. No Nordeste, alguns exemplos dessas funções podem ser experienciados no Parque Religioso Cruz da Menina em Patos (PB); no Teatro Nova Jerusalém em Fazenda Nova (PE); Cruzeiro Novo em Arcoverde (PE), Monte do Galo em Carnaúba dos Dantas (RN); Morro da Lapa em Bom Jesus da Lapa (BA), entre outros [35].

Florestas urbanas são frequentemente utilizadas para o desenvolvimento de pesquisas por universidades e outras instituições, visando a conservação da biodiversidade e integração do meio natural com o meio urbano. Ademais, as áreas verdes e demais espaços arborizados são aproveitados pela comunidade escolar para aulas e práticas de educação ambiental e cidadania. As atividades de educação e pesquisa, como serviço ecossistêmico cultural, podem contribuir para uma compreensão mais completa e holística do ecossistema urbano em geral.

A análise dos serviços culturais prestados pelas florestas urbanas evidencia que esses espaços não apenas embelezam a paisagem, mas também fortalecem a identidade cultural, o turismo, a espiritualidade, a saúde e a educação ambiental. Ao integrarem valores estéticos, espirituais e de lazer, as áreas verdes urbanas reforçam a conexão entre sociedade e natureza, promovendo qualidade de vida, bem-estar e pertencimento comunitário. A diversidade de funções culturais associadas à vegetação urbana pode ser visualizada na Tabela 4, que sintetiza os principais exemplos discutidos nesta seção.

Tabela 9.4 – Exemplos de serviços culturais associados à floresta urbana no Nordeste.

Serviços ecossistêmicos culturais	Exemplos práticos	Benefícios principais
Apreciação estética e inspiração cultural	Inspiração para arte, cultura, design e tecnologia	Valorização estética; bem-estar psicológico; identidade cultural
Turismo cultural e ecológico	Turismo em cidades nordestinas com paisagens naturais	Retorno econômico; promoção da biodiversidade; educação ambiental
Recreação e saúde física e mental	Hortos, jardins, bosques, áreas verdes, trilhas e praças	Melhoria da saúde mental e física; convívio social; bem-estar urbano
Crenças, valores espirituais e religiosos	Parque Religioso Cruz da Menina (PB); Teatro Nova Jerusalém (PE); Monte do Galo (RN); Morro da Lapa (BA)	Fortalecimento do senso de pertencimento; integração de tradições culturais e espirituais
Educação e pesquisa	Aulas, práticas de educação ambiental, pesquisas em biodiversidade urbana	Integração meio natural e urbano; conservação da biodiversidade; cidadania

Fonte: Autores.

Assim, observa-se que os serviços ecossistêmicos oferecidos pela arborização urbana contribuem de forma concreta e mensurável para a implementação da Agenda 2030, articulando-se diretamente com diferentes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A conservação hídrica, garantida pela proteção de nascentes, lençóis freáticos e bacias hidrográficas, está associada ao ODS 6 (Água Potável e Saneamento), assegurando acesso a recursos hídricos de qualidade. Já a regulação climática e a melhoria da qualidade do ar, proporcionadas pela redução da poluição atmosférica, absorção de gases de efeito estufa e amenização das temperaturas urbanas, dialogam com o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), reforçando a resiliência das cidades diante dos desafios climáticos.

A presença da vegetação urbana também fortalece o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ao reduzir enfermidades respiratórias ligadas à poluição, oferecer espaços de lazer e contato com a natureza e promover benefícios psicológicos à população. Já a valorização cultural, estética e paisagística, somada à conservação da biodiversidade nativa, conecta-se ao ODS 15 (Vida Terrestre), contribuindo para a proteção de espécies locais e endêmicas, muitas vezes pouco consideradas nos processos de planejamento urbano.

Ao integrar dimensões ambientais, sociais, culturais e econômicas, a arborização urbana consolida-se como um instrumento de política pública, capaz de permitir avanços simultâneos em diferentes metas globais. Dessa forma, a floresta urbana não deve ser vista apenas como um recurso estético, mas como um componente essencial da infraestrutura verde, com potencial de transformar as cidades em espaços mais justos, saudáveis e sustentáveis.

A Tabela 5 sintetiza essa articulação, destacando como os serviços ecossistêmicos da arborização urbana podem impulsionar o alcance integrado dos ODS e orientar gestores públicos no planejamento e na gestão das cidades.

Tabela 9.5 – Serviços ecossistêmicos da arborização urbana e sua contribuição aos ODS.

Serviço ecossistêmico	Exemplo de aplicação na arborização urbana	ODS associados
Provisão	Conservação de nascentes e lençóis freáticos em parques urbanos (ex.: Parque das Dunas, Natal-RN); viveiros florestais para espécies nativas; árvores frutíferas em praças públicas	ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável; ODS 6 – Água Potável e Saneamento; ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis
Regulação	Sombreamento e amenização térmica em áreas urbanas; redução de poluição atmosférica; conservação de microbacias (ex.: Parque Dois Irmãos, Recife-PE)	ODS 3 – Saúde e Bem-Estar; ODS 6 – Água Potável e Saneamento; ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima
Habitat/ Suporte	Arborização com espécies nativas e endêmicas (ex.: baraúna, juazeiro, imburana); oferta de abrigo e alimento para fauna urbana	ODS 15 – Vida Terrestre; ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis
Culturais	Embelezamento urbano com árvores ornamentais (ex.: caraibeira com floração amarela); valorização paisagística; espaços de lazer em áreas verdes urbanas	ODS 3 – Saúde e Bem-Estar; ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis

Fonte: Autores.

9.8. Como acessar os serviços ecossistêmicos da floresta urbana?

Com base no que foi descrito até aqui, é inquestionável que os ecossistemas sustentam grande parte da economia, cultura, saúde e qualidade de vida da população. Manter um bom funcionamento dos serviços ecossistêmicos deve ser parte das estratégias de um desenvolvimento sustentável e resiliente das cidades [36]. Para tal, acessar os serviços ecossistêmicos promovidos pela vegetação urbana por meio de indicadores torna-se fundamental.

Os indicadores têm um papel-chave para a adoção da perspectiva dos serviços ecossistêmicos na gestão do meio urbano. Eles mostram na prática como é o funcionamento desses benefícios que são descritos na teoria, fornecendo informações sobre condições, tendências e pressões de forma mais compreensiva [36]. Um bom indicador dos serviços ecossistêmicos deve ser relevante aos interesses dos usuários, transparente e compreensível para o uso e sua interpretação, robusto cientificamente, prático e viável, garantindo seu uso contínuo e o rigor para longos períodos e sensível às mudanças relevantes [37].

Os dados referentes aos serviços de provisão são em maioria disponibilizados em base de dados nacional, regional, estaduais e locais, a partir de informações estatísticas, sensoriamento remoto, estimativas de campo e/ou modelo [38]. Na Tabela 6, estão relacionados os principais serviços ecossistêmicos de provisão promovidos pela floresta urbana e exemplos de indicadores.

Tabela 9.6 – Indicadores de serviços ecossistêmicos de provisão.

Serviço ecossistêmico	Descrição	Exemplo de indicador
Provisão de alimentos	A floresta urbana tem potencial de fornecer condições para o crescimento, coleta e colheita de alimentos para as cidades, incluindo frutas, vegetais, sementes, entre outros.	Produtividade do alimento (kg/hectare/ano) Renda e receita do alimento (R\$/toneladas ou R\$/hectare) Densidade de indivíduos das espécies (número de indivíduos por hectare)
Provisão de matérias-primas	Ecossistemas florestais urbanos podem fornecer uma diversidade de materiais para a construção ou energia, incluindo lenha, carvão, óleos, biocombustíveis, fibras, ceras, resinas, entre outros.	Produtividade da matéria-prima (kg/hectare/ano) Renda e receita da matéria-prima (R\$/toneladas ou R\$/hectare) Densidade de indivíduos das espécies (número de indivíduos por hectare) Estoque de lenha (metro estéreo/hectare)
Provisão de água potável	Ecossistemas têm importante papel na provisão de água potável para a população humana por meio da influência no fluxo e estoque de água	Disponibilidade de água anual (km^3/ano , m^3/ano , m^3/capita) Produção anual de água pela paisagem (mm/ano) Demanda de água nos diversos setores (milhões de m^3/ano) Dados de abastecimento de água humano (custos com abastecimento e tratamento de água), indicadores de qualidade da água, potencial de regulação do fluxo de água (milhões de m^3 de água subterrânea por área) Indicadores dos fluxos do ciclo da água (precipitação, evapotranspiração, escoamento superficial, vazão de rios)
Provisão de recursos medicinais e ornamentais	Diversidade de espécies de plantas, animais e outros seres vivos existentes nos ecossistemas fornecem uma série de recursos utilizados na medicina popular e tradicional e que atendem a indústria farmacêutica. Recursos ornamentais também são disponibilizados pelos ecossistemas	Recursos medicinais/ornamentais extraídos por área (toneladas/hectares; R\$/hectare) Lucro, renda e empregos gerados pelo mercado desses produtos (R\$/hectares; R\$/capita) Indicadores de saúde pública Inventário de plantas medicinais/ornamentais utilizadas na região (número de espécies, área de ocorrência, densidade) Estoque das espécies ($\text{kg}/\text{ha}/\text{ano}$) Mapas de distribuição das plantas medicinais e ornamentais

Fonte: Adaptado de Berghoffer & Scheider [36] e Brown et al. [37].

Os serviços de provisão desempenham papel essencial no cotidiano urbano ao fornecer bens tangíveis que sustentam tanto a economia quanto o bem-estar da população. A disponibilidade de alimentos, por exemplo, pode ser mensurada por indicadores que relacionam a produtividade e a densidade de espécies vegetais, permitindo compreender não apenas a oferta direta, mas também os reflexos dessa produção em termos de geração de renda e abastecimento local. Da mesma forma, a exploração de matérias-primas como lenha, fibras, óleos e biocombustíveis evidencia o potencial

dos ecossistemas urbanos para suprir demandas energéticas e construtivas, sendo possível quantificar sua contribuição por meio do volume extraído, do estoque disponível e dos valores econômicos envolvidos (Tabela 6).

Outro conjunto de indicadores mostra a relevância ecológica e social dos serviços de água potável, uma vez que a produção, a qualidade e a regulação hídrica impactam diretamente a saúde pública e os custos de abastecimento das cidades. Já os recursos medicinais e ornamentais ampliam essa perspectiva ao conectar biodiversidade, práticas culturais e mercado farmacêutico, podendo ser avaliados pelo número de espécies utilizadas, sua área de ocorrência, o volume extraído e a renda gerada. Esses exemplos revelam que, ao mesmo tempo em que oferecem benefícios materiais, as florestas urbanas também fortalecem a integração entre dimensões ambientais, econômicas e sociais, ressaltando a importância de sua conservação e manejo adequado (Tabela 6).

Informações sobre produção de alimentos como safras, estoques, produtividade, preços e custos de produção podem ser obtidas na base de dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Já no Sistema Nacional de Informações Florestais, dados sobre a extração, produção e custos de produtos madeireiros e não madeireiros brasileiros, como lenha, carvão, alimentícios, fibras, medicinais, entre outros, podem ser acessados.

O desenvolvimento de indicadores dos serviços de regulação para a floresta urbana é difícil e ainda precisa de atenção científica. Entretanto, alguns indicadores vêm sendo utilizados eficientemente em estudos com ambientes urbanos. Na Tabela 7, estão relacionados os principais serviços ecossistêmicos de regulação promovidos pela floresta urbana e exemplos de indicadores.

Tabela 9.7 – Indicadores de serviços ecossistêmicos de regulação.

Serviço ecossistêmico	Descrição	Exemplo de indicador
Regulação microclimática	Árvores e áreas verdes fornecem sombreamento, umidade e redução da velocidade do vento, amenizando o microclima nas cidades.	Área foliar, variação da temperatura do ar e do solo, radiação solar e umidade relativa do ar na área coberta pela vegetação em comparação com área não vegetada, economia de energia (R\$/ano)
Regulação das mudanças climáticas	Biomassa de árvores, arbustos e outras plantas, assim como o solo, regulam o clima global por meio do sequestro e armazenamento de carbono nos tecidos vegetais.	Carbono estocado no solo e na vegetação (toneladas por hectare), sequestro de CO ₂ (carbono multiplicado pelo fator de conversão em CO ₂ , 3,67), biomassa acima e abaixo do solo, valor econômico do carbono estocado (geralmente em dólar por hectare e/ou tonelada)
Regulação de eventos climáticos extremos	Vegetação urbana atua como barreira física para o amortecimento de tempestades, inundações, absorção de calor em ondas de calor severas, proteção e retenção de solo em deslizamentos de terra.	Densidade da vegetação (indivíduos por hectare) e índices de cobertura vegetal, valor social pode ser acessado por meio do número de habitantes em situação de risco de enchentes/deslizamentos (habitantes/hectare) e outras métricas socioeconômicas, frequência de eventos extremos (abundância/tempo) e sua extensão de danos (hectares), extensão de áreas com risco de deslizamento (hectares), custos econômicos com desastres naturais (R\$/ano), entre outros

(continua)

(continuação)		
Serviço ecossistêmico	Descrição	Exemplo de indicador
Regulação hídrica	Vegetação e solo agem na ciclagem hidrológica alterando a infiltração e interceptação da chuva, o que afeta o fluxo de água do escoamento superficial, vazões de rios, recarga de lençol freático e águas subterrâneas.	Capacidade de filtração do solo, porcentagem de superfícies impermeabilizadas, taxas de interceptação, vazão e coeficiente de escoamento superficial, custos econômicos com abastecimento público de água e tratamento de água (R\$/ano)
Regulação da polinização e dispersão de sementes	A biota que habita as florestas urbanas realiza a polinização e dispersão de sementes essenciais à manutenção da diversidade genética da flora.	Diversidade de espécies e abundância da fauna polinizadora (morcegos, abelhas, aves), densidade de plântulas e sementes, produtividade agrícola (kg/hectares), mudanças no uso da terra (cobertura vegetal, mapas de uso da terra)
Controle biológico	Florestas urbanas regulam pestes e vetores de doenças e pragas possibilitando o controle biológico por predadores e parasitas naturais.	Abundância de espécies de pragas e vetores de doenças, dados de interação trófica entre insetos, pássaros e morcegos, frequência de surtos de pragas, doenças e pestes, índices de morbidade na saúde urbana

Fonte: Adaptado de Berghoffer & Scheider [36] e Brown et al. [37].

Os serviços de regulação exercem papel estratégico na manutenção do equilíbrio ambiental das cidades. A presença de árvores e áreas verdes, por exemplo, influencia o microclima urbano ao reduzir a temperatura do ar e do solo, controlar a radiação solar incidente e aumentar a umidade relativa, o que gera benefícios mensuráveis em termos de conforto térmico e economia de energia (Tabela 7). Do mesmo modo, a biomassa vegetal e o solo funcionam como importantes reservatórios de carbono, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas por meio do sequestro e armazenamento de CO₂, processo que pode ser quantificado tanto pela estimativa de biomassa quanto pelo valor econômico do carbono retido.

Além disso, a vegetação urbana desempenha papel fundamental na contenção de riscos ambientais ao atuar como barreira contra enchentes, deslizamentos e ondas de calor, reduzindo custos sociais e econômicos relacionados a desastres naturais. O ciclo hidrológico também é favorecido pela capacidade da vegetação e do solo de reter água, filtrar poluentes e recarregar aquíferos, o que repercute na disponibilidade e no custo do abastecimento público (Tabela 7). Outros processos reguladores, como a polinização, a dispersão de sementes e o controle biológico de pragas, reforçam a interdependência entre biodiversidade e qualidade de vida urbana, ao sustentar tanto a produção agrícola quanto a saúde pública por meio da redução de vetores e doenças. A maior parte destes indicadores pode ser facilmente obtida ou estimada para a floresta urbana, atendendo às características supracitadas para a qualidade dos indicadores.

Os dados que demonstram eficientemente os serviços de suporte envolvem basicamente indicadores obtidos por meio de pesquisas sobre a fauna e flora urbana. Na Tabela 8, estão relacionados os principais serviços ecossistêmicos de suporte promovidos pela floresta urbana e exemplos de indicadores.

Tabela 9.8 – Indicadores de serviços ecossistêmicos de suporte.

Serviço ecossistêmico	Descrição	Exemplo de indicador
Habitat	Florestas urbanas fornecem habitat para pássaros, insetos, morcegos e outros animais sobreviverem.	Abundância, densidade e frequência de espécies da fauna, porcentagem de cobertura vegetal, indicadores de biodiversidade, abundância de espécies exóticas e outros indicadores de mudanças e alterações nos ecossistemas
Manutenção da diversidade genética	Ao fornecer habitat para a fauna, recursos e condições para a polinização e dispersão de sementes, a floresta urbana promove a manutenção da diversidade genética, suportando um maior número de espécies geneticamente diversas.	Diversidade e riqueza de espécies da fauna e flora urbana, abundância de espécies exóticas e outros indicadores de mudanças e alterações nos ecossistemas, taxas de desmatamento

Fonte: Adaptado de Berghoffer & Scheider [36] e Brown et al. [37].

As florestas urbanas desempenham um papel essencial ao servir de abrigo para uma grande variedade de organismos. Podemos medir essa função por meio de indicadores como a abundância, a densidade e a frequência das espécies da fauna, além da porcentagem de cobertura vegetal (Tabela 8). Esses parâmetros ajudam a entender a qualidade do ambiente urbano em manter populações estáveis e diversas, além de alertar para a presença de espécies exóticas que possam desequilibrar o ecossistema. Quando analisados de forma sistemática, esses dados mostram como a estrutura da vegetação urbana influencia diretamente na preservação da biodiversidade e ajudam a orientar políticas e ações de conservação nas áreas verdes das cidades.

A diversidade genética, por sua vez, pode ser avaliada por indicadores como a variedade e a riqueza de espécies animais e vegetais, a presença de espécies invasoras e os índices de desmatamento (Tabela 8). Esses elementos são fundamentais para acompanhar a resiliência ecológica e a capacidade dos ecossistemas urbanos de se adaptarem às mudanças ambientais ou ao uso intensivo do solo. Ao revelar a complexidade genética e estrutural dos espaços verdes, esses indicadores mostram como a conservação da biodiversidade está diretamente ligada à oferta de serviços ecossistêmicos essenciais, reforçando o papel das florestas urbanas na construção de cidades mais sustentáveis.

Os indicadores de serviços ecossistêmicos culturais envolvem predominantemente informações sobre o fluxo de pessoas e aspectos psicossociais acerca destes benefícios. Os serviços ecossistêmicos culturais das florestas urbanas podem ser avaliados a partir de indicadores que mostram sua importância para diferentes dimensões da vida social, como saúde, educação, turismo e espiritualidade (Tabela 9).

Tabela 9.9 – Indicadores de serviços ecossistêmicos culturais.

Serviço ecossistêmico	Descrição	Exemplo de indicador
Recreação e melhoria da saúde física e mental	Florestas urbanas promovem a recreação, importante para a manutenção da saúde física e mental dos seres humanos nas cidades, a partir da facilitação do convívio social, qualidade de vida e realização de atividades físicas.	Taxas de visitação de parques, praças, fragmentos florestais urbanos; Custos municipais da manutenção destas áreas nas cidades; Indicadores da qualidade ambiental destes espaços; Questionários e entrevistas com os visitantes sobre os aspectos destas áreas
Valores educacionais e de pesquisa	Florestas urbanas são frequentemente utilizadas para o desenvolvimento de pesquisas por universidades e outras instituições, assim como para práticas de educação ambiental e cidadania.	Número de projetos de pesquisa, extensão e ensino, artigos científicos e resumos de eventos realizados nestes espaços; Número de aulas práticas e visitação da comunidade escolar e geral
Valor estético e turismo	A beleza estética de paisagens naturais é apreciada pela população, sendo um dos principais impulsionadores do turismo em cidades. Além da inspiração para a arte, cultura e inovação tecnológica propiciada pela observação da natureza.	Quantidade de locais com potencial turístico e beleza cênica em ambiente urbano; Valor econômico gerado pelo turismo, arte e cultura nas cidades (R\$/ano); Reconhecimento e apoio público às práticas culturais, artísticas e turísticas envolvendo florestas urbanas; Números de visitação a parques, praças e outras áreas verdes; Empregos gerados pelo turismo nestas áreas
Valores espirituais e religiosos	Na maior parte das religiões, os elementos naturais estão associados com as crenças. O conhecimento tradicional e a herança natural são importantes para a criação do senso de pertencimento ao local, como aqueles percebidos por comunidades tradicionais e os ecossistemas. A presença da natureza nos espaços urbanos pode exercer essas funções aos habitantes das cidades.	Número de áreas consideradas sagradas (UNESCO reconhece algumas); Diversidade de espécies e sua relevância aos rituais religiosos; Percepção dos habitantes sobre o conhecimento tradicional

Fonte: Adaptado de Berghoffer & Scheider [36] e Brown et al. [37].

No campo da recreação e da saúde, destacam-se dados como as taxas de visitação a parques, praças e fragmentos florestais, os custos de manutenção assumidos pelos municípios e os indicadores de qualidade ambiental (Tabela 9). Além disso, questionários e entrevistas com usuários ajudam a captar a percepção da população e os impactos diretos dessas áreas na qualidade de vida urbana, especialmente no bem-estar físico e mental. No aspecto educacional e científico, a relevância das florestas urbanas se traduz em indicadores como o número de pesquisas, artigos publicados, eventos realizados e atividades escolares ao ar livre. Esses espaços funcionam como verdadeiros laboratórios vivos, favorecendo tanto a produção científica quanto a formação de cidadãos mais conscientes e engajados com a sustentabilidade.

Já o valor estético e turístico pode ser medido pelo potencial cênico de determinados locais, pelo volume de visitantes, pelos empregos gerados e pelas receitas associadas ao turismo, à arte e à cultura. Esses indicadores mostram como as áreas verdes não apenas fortalecem a economia urbana, como também contribuem para a identidade e a atratividade das cidades.

Por fim, os valores espirituais e religiosos podem ser avaliados a partir do número de áreas reconhecidas como sagradas, da diversidade de espécies utilizadas em rituais e da percepção da comunidade sobre a importância do conhecimento tradicional. Esses elementos reforçam a dimensão simbólica das florestas urbanas, que ultrapassa o valor material e conecta a sociedade a uma herança cultural e espiritual compartilhada.

Os dados referentes aos serviços culturais são em maioria disponibilizados em base de dados de periódicos e diretórios bibliográficos das instituições de ensino locais e/ou regionais. Em nível nacional, o site do Ministério do Turismo disponibiliza estatísticas do turismo no Brasil. A análise dos serviços ecossistêmicos urbanos mostra que as florestas das cidades oferecem benefícios de provisão, regulação, suporte e valores culturais, todos interligados e passíveis de mensuração por indicadores específicos. Quando considerados em conjunto, esses indicadores não só tornam visíveis os múltiplos benefícios proporcionados pelas florestas urbanas, como também servem de base para políticas públicas e estratégias de gestão que buscam cidades mais resilientes, inclusivas e sustentáveis.

9.9. Como valorar os serviços ecossistêmicos da floresta urbana?

Como visto nas seções anteriores, os serviços ecossistêmicos promovidos pela floresta urbana são importantes para a manutenção da vida humana. Reconhecer, acessar e valorar esses serviços de forma mais eficiente pode fornecer alternativas para criação e manutenção de cidades sustentáveis e saudáveis e para a conservação dos recursos naturais.

O valor econômico dos recursos ambientais provém dos seus atributos que podem ou não estar associados a um uso, ou seja, o consumo de um recurso ambiental ocorre via uso e não uso [39,40] (Figura 4). A intenção é estimar em termos monetários o valor destes recursos e serviços ambientais, de forma a subsidiar a tomada de decisão sobre os recursos naturais [41]. Assim, os métodos de valoração dos recursos e serviços ecossistêmicos podem ser classificados em diretos e indiretos.

Os **métodos diretos** captam as preferências dos consumidores por meio da Disposição a Pagar do Indivíduo (DAP) para bens e serviços ecossistêmicos, utilizando-se de mercados hipotéticos ou de mercados de bens complementares. Podem ser divididos em DAP direta e DAP indireta. A DAP direta envolve o Método de Avaliação de Contingente (MAC). O MAC corresponde à realização de consultas aos consumidores a respeito de quanto os indivíduos estariam dispostos a pagar para garantir a melhoria de bem-estar, ou quanto estariam dispostos a receber em compensação para suportar uma perda de bem-estar fornecido por um recurso e/ou serviço ecossistêmico. A estimativa dos benefícios totais gerados pelo recurso ambiental será dada pela avaliação estatística das preferências individuais da população [39,40].

A DAP indireta engloba os métodos dos preços hedônicos e dos custos de viagem. O método de preços hedônicos combina os atributos de um produto e seu preço de mercado. Por exemplo, o valor de uma propriedade para uso agrícola é influenciado pelo potencial de sua produtividade, que por sua vez está condicionada às condições ambientais, como qualidade da água e do solo, ou seja, o preço da propriedade deve refletir a disposição a pagar por variações destes atributos [39].

Figura 9.4 – Composição do valor econômico de um recurso ou serviço ambiental.

Valor econômico do recurso/serviço ambiental			
Valor de não uso	Valor de uso		
Valor de existência Valor não associado ao consumo, referente à questões morais, culturais, éticas ou altruísticas. Ex.: Florestas como objeto de valor intrínseco, como doação, presente, como uma responsabilidade. Inclui valores culturais, religiosos e históricos.	Valor de uso direto Apropriação direta de recursos ambientais, por meio da extração, visitação ou outra forma de produção e/ou consumo direto. Ex.: Serviços de provisão (alimento, lenha, recursos medicinais, ornamentais, genéticos) e recreação.	Valor de uso indireto Benefícios indiretos fornecidos pelas funções ecossistêmicas. Ex.: Suporte para as atividades econômicas e bem-estar (regulação hídrica, manutenção da diversidade genética, regulação da qualidade do ar e microclimática) e conhecimento científico.	Valor de opção Intenção de consumo direto ou indireto do bem ambiental no futuro. Ex.: Preservação de valores de uso direto e indireto.

Fonte: Elaborado por Zabotto Ambiental a partir de Motta [39] e Maia, Romeiro e Reydon [40].

No método custos de viagem (MCV), o valor do recurso ambiental é estimado pelos gastos dos visitantes para se deslocar ao patrimônio, incluindo transporte, tempo de viagem, taxa de entrada e outros gastos complementares. As informações são obtidas através de questionários aplicados a uma amostra da população no local de visitação [40].

Os **métodos indiretos** recuperam o valor dos bens e serviços ecossistêmicos por meio das alterações nos preços de produtos do mercado resultantes das alterações ambientais [40]. Podem ser divididos em métodos de Produtividade Marginal e de Mercado de Bens Substitutos. No método da Produtividade Marginal, um valor é atribuído ao uso da biodiversidade relacionado à quantidade e qualidade de um recurso ambiental diretamente à provisão de outro produto ou serviço com preço disponível no mercado [40]. Um exemplo é o serviço de regulação hídrica pela proteção das bacias hidrográficas realizada pela vegetação, mitigando efeitos da seca e déficit hídrico no abastecimento público. A economia gerada nos custos de abastecimento e tratamento de água nas cidades poderia ser utilizado para a valoração deste serviço ecossistêmico.

O método Mercado de Bens Substitutos versa sobre o princípio de que a perda de qualidade ou escassez do bem ou serviço ecossistêmico irá aumentar a procura por substitutos na tentativa de manter o mesmo nível de bem-estar da população [40]. Quatro técnicas derivadas do mercado de bens substitutos são utilizadas: custos evitados, custos de controle, custos de reposição e custos de oportunidade (Tabela 10).

Tabela 9.10 – Descrição e exemplo das técnicas derivadas do método Mercado de Bens Substitutos.

Técnica	Descrição	Exemplo
Custos evitados	Estima o valor de um serviço ou recurso ecossistêmico por meio de gastos com atividades defensivas substitutas ou complementares	Gastos com tratamento de água (ou compra de água tratada) que são necessários em caso de poluição hídrica
Custos de controle	Representa os gastos necessários para evitar a variação do bem ambiental e garantir a qualidade dos benefícios gerados à população	Gastos de empresas ou famílias com o tratamento de esgotos para evitar a degradação dos recursos hídricos
Custos de reposição	Estimativa dos benefícios gerados por um recurso ambiental será dada pelos gastos necessários para reposição ou reparação após o recurso ser danificado	Custos de reflorestamento e arborização em áreas desmatadas ou urbanizadas para garantir a regulação climática das cidades
Custos de oportunidade	Mensurados levando-se em conta o consumo de bens e serviços que foi abdicado para a preservação do serviço ecossistêmico	Restrições ao uso da terra em unidades de conservação impõem perdas de geração de receita, visto que atividades econômicas são restritas <i>in-situ</i>

Fonte: Adaptado de Motta [39] e Maia, Romeiro e Reydon [40].

A escolha pela aplicação de cada método deve depender do objetivo da valoração, das hipóteses assumidas, da disponibilidade de indicadores e das informações ecológicas do serviço ecossistêmico que está sendo valorado [39]. Além disso, cada método terá suas limitações na obtenção dos diferentes tipos de valores do serviço ecossistêmico. As reuniões convocadas pela ONU e os Estados-membros participantes, a exemplo da Agenda 2030, demonstram uma preocupação global com o tema meio ambiente e mais profundamente a temática dos serviços ecossistêmicos. Os objetivos lá dispostos apontam para necessidade do alinhamento da economia ecologicamente equilibrada visando o alcance do desenvolvimento sustentável em cidades.

Nesta esteira, tem-se que a vegetação promove uma série de benefícios à qualidade de vida da população urbana de várias formas, englobando o maior contato dos residentes com a natureza, atividades recreativas, locais mais atrativos para a execução de atividade física e de relaxamento, apreciação contemplativa da paisagem e experiências sensoriais. Além disso, a vegetação nas cidades pode proporcionar melhoria do conforto térmico, redução da poluição do ar, conservação da biodiversidade, regulação hídrica e mitigação das mudanças climáticas, entre outros serviços ecossistêmicos.

É importante destacar que, recentemente, a Lei nº 14.119/2021 foi sancionada, abordando o pagamento por serviços ambientais em áreas consideradas prioritárias, objetivando combater a fragmentação de habitats, manter, recuperar ou melhorar a cobertura vegetal das áreas selecionadas, formar corredores de biodiversidade, bem como conservar os recursos hídricos. Essa compensação poderá ser monetária, por comodato, títulos verdes, Cota de Reserva Ambiental ou ainda o oferecimento de melhorias às comunidades rurais e urbanas vizinhas. Esse marco legal já é um avanço para a valoração dos serviços ecossistêmicos em âmbito nacional. A valoração dos serviços ecossistêmicos certamente ampliará a discussão sobre a temática não somente no meio acadêmico e governamental como também para a sociedade civil, a qual poderá vislumbrar na prática os benefícios econômicos e ecológicos trazidos por eles.

9.10. Considerações finais

As discussões apresentadas ao longo deste capítulo deixam claro que as florestas urbanas são peças-chave para construir cidades mais resilientes, inclusivas e sustentáveis. Sob a perspectiva dos serviços ecossistêmicos, vimos que a vegetação urbana no Nordeste brasileiro vai muito além da função ornamental: ela garante provisão de alimentos, plantas medicinais e água potável; contribui para a regulação climática e hídrica; oferece habitats para a fauna e fortalece valores culturais, educativos e espirituais das populações urbanas.

Os exemplos regionais analisados reforçam esse caráter multifuncional. Em Natal (RN) e Recife (PE), parques urbanos desempenham papel fundamental na conservação de aquíferos e açudes, assegurando o abastecimento de milhares de pessoas. Em Fortaleza (CE) e Juazeiro do Norte (CE), a arborização mostrou potencial para reduzir temperaturas extremas e melhorar o conforto térmico da cidade. Em Catolé do Rocha (PB), o acúmulo de carbono pelas árvores urbanas revelou-se estratégico para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Ainda na Paraíba, cidades mais arborizadas concentram estoques e taxas de sequestro de carbono superiores, o que representa não apenas ganhos ambientais, mas também econômicos. Já em Aracaju (SE) e novamente em Recife (PE), registros de aves e morcegos evidenciam como a biodiversidade urbana depende da conectividade entre fragmentos verdes. No semiárido, espécies nativas da Caatinga, como a caraibeira, comprovam que é possível unir valor ornamental e resiliência ecológica.

Esses resultados demonstram que a floresta urbana, quando planejada e bem manejada, atua como uma infraestrutura verde essencial. Além de reduzir custos públicos com saúde, saneamento e drenagem, fortalece a identidade cultural e espiritual das comunidades. A valoração econômica, analisada a partir de métodos diretos e indiretos, torna esses benefícios mais visíveis e fornece base concreta para políticas públicas e mecanismos de compensação, como o Pagamento por Serviços Ambientais (Lei nº 14.119/2021).

Com base no que foi discutido, algumas recomendações práticas aos gestores municipais são:

- Incorporar os serviços ecossistêmicos aos planos diretores e políticas urbanas, tratando áreas verdes como parte da infraestrutura essencial da cidade.
- Adotar e monitorar indicadores específicos de provisão, regulação, suporte e culturais, de modo a orientar ações de gestão e acompanhar resultados ao longo do tempo.
- Fomentar programas de PSA (Pagamento por Serviços Ambientais), voltados à proteção hídrica, recuperação de áreas degradadas e manutenção da cobertura vegetal.
- Valorizar espécies nativas, aproveitando seus benefícios ecológicos, estéticos e culturais.
- Promover a participação social e o diálogo com comunidades tradicionais, integrando conhecimentos locais às estratégias de manejo e conservação.
- Estabelecer parcerias intermunicipais, público-privadas e com instituições de pesquisa, ampliando a escala e a efetividade das iniciativas voltadas à sustentabilidade urbana.

Assim, a principal contribuição deste capítulo foi demonstrar, com base em evidências científicas e casos concretos do Nordeste, que as florestas urbanas não devem ser vistas apenas como espaços de lazer ou embelezamento. Elas são ativos estratégicos para o desenvolvimento sustentável. Os serviços ecossistêmicos que oferecem contribuem para múltiplos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ao reduzir enfermidades respiratórias e promover qualidade de vida; o ODS 6 (Água Potável e Saneamento), pela conservação hídrica

e proteção de aquíferos; o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ao melhorar o conforto térmico e a resiliência urbana; o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), por meio do sequestro e armazenamento de carbono; e o ODS 15 (Vida Terrestre), ao conservar a biodiversidade e manter habitats urbanos. Reconhecer e valorizar seus serviços ecossistêmicos significa abrir espaço para políticas inovadoras, mais justas e eficazes, que alinhem a gestão ambiental às necessidades sociais e econômicas das cidades brasileiras.

9.11. Referências

- [1] Millennium Ecosystem Assessment (MEA). Relatório-síntese do Milênio. 2005.
- [2] Banco Mundial. Convenient solutions to an inconvenient truth: ecosystem-based approaches to climate change [Internet]. 2009 [acesso 20 dez. 2020]. Disponível em: <http://copa.acguanacaste.ac.cr/handle/11606/466>
- [3] Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD). Cities and Biodiversity Outlook: Action and Policy [Internet]. Montreal: SCBD; 2012 [acesso 20 dez. 2020]. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1104cbo-action-policy-en.pdf>
- [4] Biondi D. Floresta urbana. Curitiba: Ed. Autor; 2015.
- [5] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 1997;387(6630):253–60. doi:10.1038/387253a0.
- [6] The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). The economics of ecosystems and biodiversity: mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. Geneva: UNEP; 2010.
- [7] Gómez-Baggethun E, Barton DN. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecol Econ*. 2013;86:235–45.
- [8] Haines-Young R, Potschin-Young MB. Revision of the Common International Classification for Ecosystem Services (CICES V5.1): a policy brief. *One Ecosyst*. 2018;3:e27108.
- [9] Faria BC, Pereira MAV, Saraiva Junior JC. Análise comparativa dos serviços ecossistêmicos de áreas verdes da cidade de Natal, Rio Grande do Norte. *Rev Estud Geoeducacionais*. 2019;10(21).
- [10] Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco (SEMAS). Plano de manejo Parque Estadual de Dois Irmãos [Internet]. Recife: SEMAS; 2014 [acesso 15 jan. 2021]. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/1%20PLANO%20DE%20MANEJO%20com%20lei%2011%20622.pdf
- [11] Stumpf ET, et al. Características ornamentais de plantas do Bioma Pampa. *Ornamental Hortic*. 2009;15(1).
- [12] Alvarez IA, Medeiros P, Lopes WS. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais na Caatinga. Colombo: Embrapa Florestas; 2012. (Documentos, Embrapa Florestas).
- [13] Beckmann-Cavalcante MZ, Silva J, Oliveira JG, Cavalcante ÍHL, Loges V. Potencial ornamental de espécies do Bioma Caatinga. *Comun Sci*. 2017;8(1):43–58.
- [14] Pacheco CSGR, Silva AM. Arborização urbana em Petrolina (PE): melhoria paisagística e de qualidade ambiental com plantas nativas da Caatinga. *Nature Conserv*. 2019;12(2):77–87.
- [15] Sharmin S, Steemers K, Matzarakis A. Microclimatic effects of green infrastructure on outdoor thermal comfort in cities: a review. *Sustain Cities Soc*. 2023;92:104465.

- [16] Vailshery LS, Jaganmohan M, Nagendra H. Effect of street trees on microclimate and air pollution in a tropical city. *Urban For Urban Green*. 2013;12(3):408–15.
- [17] Matini MC, Biondi D, Batista AC. Influência da arborização viária no microclima urbano de Curitiba–PR. *Floresta*. 2018;48(2):185–96.
- [18] Camaño JDZ. Serviços ecossistêmicos de regulação climática e da qualidade do ar pela arborização em Patos-PB [dissertação de mestrado]. Patos: Universidade Federal de Campina Grande; 2016.
- [19] Barboza EN, Silva Alencar GS, Alencar FHH. A arborização melhora o conforto térmico em áreas urbanas: o caso de Juazeiro do Norte, Ceará. *Res Soc Dev*. 2020;9(6).
- [20] Frota Júnior JI, Jesuino IT, Martins MC. Análise do modelo de arborização em praças públicas do município de Fortaleza (Estado do Ceará, Nordeste do Brasil) e sua influência no conforto térmico e estruturas urbanas. *Rev Bras Gest Ambient Sustentab*. 2018;5(11):883–96.
- [21] Brilli L, et al. Combination of ground and remote sensing data to assess carbon stock changes in the main urban park of Florence. *Urban For Urban Green*. 2019;43:126377.
- [22] Lindén L, et al. Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions. *Urban For Urban Green*. 2020;49:126633.
- [23] Walz U. Monitoring of landscape change and functions in Saxony (Eastern Germany)—methods and indicators. *Ecol Indic*. 2008;8(6):807–17.
- [24] Nunes ARV. Conforto térmico e estimativa da captura do carbono pela vegetação em diferentes áreas da cidade de Catolé do Rocha-PB [dissertação de mestrado]. Patos: Universidade Federal de Campina Grande; 2018.
- [25] IPCC. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry 2003 [Internet]. 2003 [acesso 10 out. 2020]. Disponível em: http://www.ipccggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf_contents.html
- [26] Ren Y, et al. Effects of rapid urban sprawl on urban forest carbon stocks: integrating remotely sensed, GIS and forest inventory data. *J Environ Manag*. 2012;113:447–55.
- [27] Lima ICF, Costa LJ, Alves AB, Silva ACF, Sinfrônio JAM, Brito WB, et al. Valoração da cobertura vegetal da arborização urbana quanto ao sequestro de carbono da região geográfica de Princesa Isabel, Paraíba. *Agropecuária Cient No Semiárido*. 2024;20(2):40–4.
- [28] Marques EV, et al. Influência da arborização e da edificação na dispersão de material particulado respirável em cidade costeira altamente urbanizada (Fortaleza, CE-Brasil). *Rev Bras Geogr Fís*. 2019;12(3):913–28.
- [29] Randolph DG, et al. Preventing the next pandemic: zoonotic diseases and how to break the chain of transmission [Internet]. Nairobi: UN Environment Programme; 2020 [acesso 20 nov. 2020]. Disponível em: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ZP.pdf>
- [30] Bargas DC, Matias LF. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. *Rev Soc Bras Arbor Urb*. 2011;6(3):172–88.
- [31] Moreira ALO. Avifauna de uma área urbana no Nordeste brasileiro [dissertação de mestrado]. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana; 2013.
- [32] 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(4):953–69.
- [33] Barbosa Leal ES, et al. Fauna de morcegos (Chiroptera) em ambiente urbano na Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. *Neotrop Biol Conserv*. 2019;14(1).

- [34] Kuo FE, Sullivan WC. Environment and crime in the inner city: does vegetation reduce crime? *Environ Behav.* 2001;33(3):343–67.
- [35] Fernandes-Pinto E, Azevedo Irving M. Sítios naturais sagrados no Brasil: o gigante desconhecido. In: Hanazaki N, Herbst DF, Ávila JVC, Heineberg MR, organizadores. p. 397–408; 2015.
- [36] Berghoffer A, Scheider A. Indicators for managing ecosystem services—options & examples. *Values Project Report.* Leipzig/Eschborn: UFZ; GIZ; 2015.
- [37] Brown C, et al. Measuring ecosystem services: guidance on developing ecosystem service indicators. Cambridge (UK): UNEP-WCMC; 2014.
- [38] Reyers B, Nel J, O’Farrell P, Selomane O, Smith J, Yapi T. Assessing ecosystem service change & its impacts on human wellbeing: a national pilot of indicator approaches and data. Pretoria (ZA): Council for Scientific and Industrial Research; 2014.
- [39] Motta RS. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal; 1998.
- [40] Maia AG, Romeiro AR, Reydon BP. Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações. Campinas: Instituto de Economia/UNICAMP; 2004. (Texto para Discussão; 116).
- [41] Andrade DC. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. *Leit Econ Polít.*

Capítulo 10

ARBORIZAÇÃO URBANA E FAUNA ASSOCIADA

Por Adarene Guimarães da Silva Motta e Susi Missel Pacheco

10.1. Destaques deste capítulo

1. Cidades nordestinas abrigam espécies adaptadas como iguanas, capivaras e urubus-de-cabeça-vermelha, que encontram abrigo e alimento em parques, rios e áreas verdes urbanas;
2. A arborização urbana, quando diversificada com espécies nativas, como pau-ferro, oiti e pitangueira, favorece a polinização e a presença de aves e abelhas sem ferrão típicas da Caatinga;
3. Manguezais urbanos, comuns em cidades como Recife e Maceió, sustentam aves migratórias e endêmicas, além de protegerem a fauna contra a perda de habitat causada pela urbanização;
4. O desequilíbrio ecológico e a fragmentação das áreas verdes provocam atropelamentos e a redução da fauna silvestre, exigindo políticas públicas e corredores ecológicos que conectem parques e praças;
5. Planos de arborização urbana no Nordeste, aliados ao uso de espécies regionais, podem transformar as cidades em refúgios para a biodiversidade e contribuir para o equilíbrio térmico e ecológico urbano.

10.2. Introdução

O Brasil possui 5.570 municípios, cerca de 213 milhões de habitantes em todo o território nacional, com 84% da população residindo em zonas urbanas e 16% em áreas rurais. Essa população utiliza áreas verdes e usufrui da presença da fauna silvestre e sinantrópica nas cidades. Existem diversas definições para áreas urbanas e periurbanas na qual devem ser consideradas a densidade populacional, as edificações e a ocupação do solo [1]. Geográfica e topograficamente, o ambiente denominado como área urbana apresenta características geológicas, climáticas e de biodiversidade distintas conforme a região.

A ocupação humana transformou o ambiente harmônico em outro de cor cinza das construções e avenidas impermeabilizadas, e consequente diminuição de áreas verdes e fauna, exceto as ilhas (parques e praças). O microclima urbano pode ser mais quente ou frio, conforme sua latitude, longitude e altitude. A expansão urbana interfere nas áreas rurais e naturais e produz

impactos sobre nascentes que se tornam piscinas em condomínios. A fauna silvestre é morta por atropelamento, por algum tipo de violência ou caça ilegal, além da exclusão de árvores que poderiam ser podadas ou ter um manejo adequado.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente [2], áreas verdes urbanas são o conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal (nativa e introduzida), arbórea, arbustiva ou rasteira (gramíneas), públicas ou em Áreas de Preservação Permanente (APP), canteiros centrais, praças, parques, florestas e Unidades de Conservação (UC) urbanas, jardins institucionais, terrenos públicos não edificadas, cemitérios, jardim botânico, zoológico e parque urbano, com funções ecológicas, estéticas e de lazer.

Nas áreas urbanas, os fragmentos são fundamentais para a qualidade de vida humana e, suscetíveis aos impactos causados por incêndios, vandalismo, extração seletiva de madeira, depósito de resíduos, caça e, principalmente, pressão imobiliária. Estes remanescentes são valiosas áreas de recursos naturais e uma de suas funções é propiciar abrigo e local de descanso para espécies nativas e sinantrópicas. Estas áreas atuam como moderadores de temperatura, estabilizadores do solo, e tendem a evitar o assoreamento dos cursos d'água [2].

A floresta urbana, assim como as demais florestas, está vinculada aos processos políticos [3] e antrópicos com mais ou menos impactos em áreas públicas e privadas, em ruas, áreas residenciais e comerciais, além de parques e praças [4]. O termo *floresta urbana* engloba elementos arbóreos e arbustivos e demais associações vegetativas e individuais e envolve pessoas e suas alterações ambientais coletivas [5].

Nas áreas urbanas e metropolitanas existem novas relações ecológicas que tornam a fisionomia original, muitas vezes irreconhecível [6], caracterizada pela perda da biodiversidade e introdução de espécies transgênicas ou exóticas. Os animais silvestres e sinantrópicos presentes nas cidades possuem plasticidade para sobreviver e adaptar-se em selvas de pedras. Nestes ambientes, o equilíbrio ambiental é tênue e mantido por poucas teias tróficas, as relações ecológicas são dominadas pela extinção ou redução populacional de espécies e pelo baixo fluxo gênico.

A flora e fauna urbanas são frequentemente aquelas trazidas por imigrantes e migrantes e que acompanham sua mudança. São frutíferas e ornamentais nativas ou exóticas, e animais domésticos e/ou de produção, além daqueles presentes em seu vestuário, móveis, utensílios e alimentos, muitas vezes denominados de pragas (cupins, baratas, mosquitos, traças) [6]. Essa fauna estabelece nesse ambiente um novo ciclo e teia trófica, reconhecida como reservatórios de zoonoses [7].

Os séculos 20 e 21 são caracterizados pelo aumento das áreas urbanas, explosão populacional humana e desequilíbrio ambiental. Populações de anfíbios, serpentes, morcegos e aves rapinantes foram excluídas ou restritas a ilhas verdes. Essa redução faunística de consumidores trouxe o advento de diversas zoonoses, como malária, febre amarela, dengue, zika, chikungunya, doença de Chagas, raiva, leishmaniose e outras. A falta de predadores naturais, como anuros, aves e morcegos, aumenta as chances de propagação de doenças. Mesmo doenças antigas, provenientes da Idade Média, como a peste negra e leptospirose, ainda estão presentes em grandes metrópoles como São Paulo, Salvador e Manaus.

10.3. Benefícios e conflitos em áreas urbanas

As florestas urbanas são caracterizadas por árvores isoladas ou plantadas retilineamente (tipo talhão) e tendem a melhorar a qualidade ambiental e de vida da população [8,9]. O principal

benefício está relacionado ao microclima. A vegetação atua na amenização climática, no ambiente urbano, principalmente em três aspectos: a) cria áreas de sombreamento, geralmente, nos períodos mais quentes do dia; b) minimiza a temperatura ambiente, tanto em termos de calor como de frio, em especial, relacionada ao concreto de edificações humanas e do asfalto; c) auxilia na umidade relativa do ar, pois há constante transpiração por parte da vegetação [10]. Outro fator é que paisagens arborizadas trazem benefícios físicos e psicológicos à população, promovendo lazer e bem-estar ambiental, favorecendo a contemplação de jardins, a recreação em família, os esportes e mesmo o aspecto cultural, com a apresentação de orquestras em parques [11,12]. Igualmente, as propriedades arborizadas são mais valorizadas esteticamente e financeiramente, o que se reflete de forma positiva nas vendas [13].

Dentre os conflitos, está a conciliação da arborização ou de espaços verdes com a presença de equipamentos urbanos e sua manutenção [14,15]. Destacam-se em todas as capitais brasileiras, e na maior parte das cidades com mais de 500 mil habitantes, os conflitos entre redes de distribuição de energia e as árvores (Figura 1), relacionados a quedas de energia que causam diversos transtornos, bem como a exposição da população ao risco de choques elétricos [16]. Há reclamações também pela presença de folhas nas calçadas e quedas devido às raízes de árvores. Nas áreas urbanizadas, há preferência pelo plantio de arbustos e árvores de pequeno porte, em geral, exóticas, por parte das prefeituras, que não buscam alternativas sensatas como a mudança para a fiação elétrica subterrânea, a ampliação de canteiros centrais ou o aumento da largura das calçadas e também não fomentam o plantio de espécies nativas [17].

Figura 10.1 – Rua arborizada, mostrando fiação e sua relação com a altura da vegetação.



Fonte: Autoras.

Os espaços verdes urbanos, incluindo ruas, praças e parques, cooperam com os corredores ecológicos que se conectam a fragmentos florestais em áreas periurbanas, rurais ou nativas. Essas áreas são fundamentais para o fluxo de organismos, pois promovem o aumento da diversidade genética, a conectividade da paisagem e consequente mitigação da fragmentação do habitat advinda de atividades antrópicas, como o desmatamento. A retração da cobertura vegetal interfere no balanço do carbono atmosférico por meio de duas frentes: empobrecimento da cobertura vegetal, que acarreta menor sequestro de carbono e aumento de poluentes das emissões de gases causadas pelo uso de veículos, pelas indústrias e pelo comércio. A energia solar, refletida pelo asfalto e alvenaria, gera calor que também contribui para aumentar a temperatura local.

10.4. Gestão de arborização urbana

No Brasil, as capitais dos estados possuem um Plano Diretor para Arborização Urbana (PDAU), cuja finalidade é orientar profissionais e a sociedade com parâmetros técnicos e paisagísticos adequados à arborização da cidade. Neste plano, são estabelecidos critérios e indicações no Manual de Arborização Urbana, que contém informações sobre as espécies que melhor se adequam ao plantio em vias públicas, privadas, praças e parques, conforme a região do país. Nas cidades do Nordeste, esses planos foram implantados em Salvador, Natal, Fortaleza e João Pessoa.

Um plano diretor de área urbana (metrópole ou não) deve considerar as vantagens que a arborização pública traz à população humana e animal [18]. As diretrizes políticas devem ter metas que empreguem o gerenciamento de áreas verdes, e a vegetação deve ser diversificada tanto em relação aos períodos de floração quanto de frutificação e porte.

A gestão da arborização urbana é essencial na manutenção da entomofauna e ornitofauna dos centros urbanos [19].

É fundamental que a gestão municipal tenha interesse e conhecimento sobre a biologia da conservação relacionada ao hábito e habitat da flora associada à fauna silvestre e sinantrópica que se reflete na fitossociologia paisagística da região.

O domínio técnico e o conhecimento das espécies que ocorrem naturalmente nas diversas regiões do Brasil devem receber maior atenção, em especial, nos viveiros e hortos, públicos e privados, cuja produção de mudas possibilite o processo de manejo e a substituição de exóticas por nativas, sempre que possível, e contemple os novos processos de licenciamento. Quando esta estrutura reorganizada e implementada é fundamentada, inicia-se a substituição gradual das espécies exóticas pelas nativas. O mesmo deve ocorrer nos novos loteamentos. Um exemplo de bom inventário e de planejamento para arborização de uma cidade é o estudo realizado em Aracaju (SE), que permitiu reconhecer e quantificar o patrimônio arbóreo e diagnosticar os problemas e as necessidades de manejo de 25 avenidas e ruas, com 66 espécies vegetais [20].

10.5. A arborização urbana no Nordeste brasileiro e a biodiversidade

Relatórios de instituições ligadas à Organização das Nações Unidas [21], como PNUA e UNEP informam que as populações de mamíferos, répteis, anfíbios, aves e peixes caíram 60% nos anos 2000

devido à expansão do asfalto. Esse número pode ser maior quando são considerados os invertebrados, que aumentam essa cifra. É provável que, ainda neste século, ao menos um milhão das quase oito milhões de espécies na Terra seja extinto ou tenha sua população reduzida devido à urbanização.

Para o Nordeste do Brasil, existem cerca de 23 artigos publicados relacionados à arborização urbana, dos quais treze desenvolvidos no semiárido, três em área de transição climática e sete em clima tropical (litoral), realizados por pesquisadores pertencentes à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), -cinco artigos, Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Universidade do Vale do Acaraú (UVA) todas com dois artigos cada e, Universidade Federal do Piauí (UFPI) e Instituto Federal do Ceará (IFCE), com um artigo [22]. As pesquisas realizadas em 54% dos casos referem-se a cidades do semiárido nordestino, e uma publicação “Indicação de Espécies de Porte para a Arborização Urbana no Semiárido Paraibano” é fundamental por nortear as atividades de arborização urbana, em região de grande insolação e aplicada para a conservação do bioma [22].

A maioria dos trabalhos informa o predomínio de espécies exóticas presentes em áreas urbanas, semelhante ao que ocorre em todo o país. As espécies com maior ocorrência para as cidades nordestinas são nim indiano (*Azadirachta indica*) e figueira (*Ficus benjamina*). Para o semiárido, um estudo demonstrou a predominância de plantas nativas, no Parque da Cidade, em Sobral (CE) [22]. Os trabalhos que envolveram a zona de transição climática e do litoral também indicaram o maior número de espécies arbóreas exóticas, e, para as cidades litorâneas, a presença de árvores frutíferas, como jambo (*Syzygium malaccense*) e manga (*Mangifera indica*). Todos os trabalhos sugerem a necessidade de planejamento da arborização urbana e dois deles recomendam a realização de atividades de educação ambiental com a população. A relação com a fauna associada à arborização é bastante escassa e vinculada às aves e à entomofauna [22].

Distintamente do que ocorre em outras áreas urbanas, a região Nordeste é rica em mangues, e parte da vegetação urbana e fauna está associada a esse ecossistema. O desenvolvimento e a consequente urbanização das cidades impactaram esse ambiente, alguns mangues foram aterrados e substituídos por bairros residenciais, outros canalizados, e alguns pequenos bosques antropizados recebem os efluentes líquidos ou se transformam em esgotamento sanitário [23]. Para o estado de Pernambuco, destacam-se o mangue-branco (*Laguncularia racemosa*), o mangue-vermelho (*Rizophora mangle*) e a siriúba ou mangue-preto (*Avicennia schaueriana*) com mais de 50 espécies de aves [24]. Espécies migratórias, como o falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), a batuíra-de-bando (*Charadrius semipalmatus*) e o maçarico-branco (*Calidris alba*), são comumente encontradas em áreas urbanas das capitais nordestinas. Espécies endêmicas da Caatinga, como a patativa-golada (*Sporophila albogularis*) e o galo-de-campina (*Paroaria dominicana*), podem ser observadas nestas áreas de mangues [24].

Existem 20 espécies vegetais indicadas para serem plantadas em áreas urbanas de todo o Brasil, e no Nordeste, a saber: 1. pau-ferro (*Libidibia leiostachya*); 2. **sibipiruna** (*Cenostigma pluviosum*); 3. **cambuci** (*Campomanesia phaea*); 4. **guanxuma** (*Cordia superba*); 5. **mulungu** (*Erythrina speciosa*); 6. **cereja-do-mato** (*Eugenia involucrata*); 7. **pitangueira** (*Eugenia uniflora*); 8. **jacarandá** (*Jacaranda mimosaeifolia*); 9. **oiti** (*Moquilea tomentosa*); 10. **jabuticabeira** (*Plinia grandifolia*); 11. **araçá** (*Psidium cattleianum*); 12. **aroeira-salsa** (*Schinus molle*); 13. **canafistula** (*Senna spectabilis*); 14. **aroeira** (*Schinus terebinthifolius*); 15. **canudo-de-pito** (*Senna bicapsularis*); 16. **ipê** (*Tabebuia* spp.); 17. **quaresmeira** (*Pleroma granulosum*); 18. **manacá-da-serra** (*Pleroma mutabile*); 19. **tipuana** (*Tipuana tipu*); 20. **marinheiro** (*Trichilia catartica*). Estas árvores têm como características serem frutíferas ou melíferas (polinizadas por abelhas, aves ou morcegos) e favorecerem a polinização e dispersão. São frequentemente plantadas em parques e praças e, eventualmente, se observam em calçadas e vias públicas.

10.6. Fauna associada à arborização urbana

Em áreas urbanas, a fauna tende a habitar parques e praças, além de áreas com vegetação preservada ou reflorestadas que funcionam como ilhas ou espaços de abrigo, descanso ou para busca de alimentos. Espécies urbanas tendem a ter densidades populacionais maiores em menor área territorial individual, apresentam comportamento nitidamente sedentário e têm períodos reprodutivos maiores e são longevos [25]. Nem todas as espécies consideradas urbanas ou sinantrópicas vivem nesta área por longos períodos, pois há aquelas que as utilizam como dormitório e outras apenas como fonte de alimento, retornando diariamente ou frequentemente para zonas periurbanas, rurais ou naturais.

Os programas ambientais de áreas urbanas devem abordar uma gestão para a vida selvagem em especial no âmbito da coexistência com humanos.

As aves, na natureza, têm funções diversas, como polinização, ciclagem de carcaças realizada por urubus, filtragem (no caso de flamingos e marrecas), controle de populações de invertebrados e vertebrados, granivoria e dispersão de sementes, todas fundamentais na forma de serviços ecossistêmicos em áreas naturais e urbanas. Cerca de 90% da fauna urbana é constituída de aves que se adaptam melhor aos desafios do ambiente das cidades, principalmente pelo fato de os pássaros se deslocarem mais facilmente pelo ar e usarem a estrutura das edificações para construir ninhos [26,27]. Algumas espécies de aves são favorecidas pela disponibilidade de recursos, com destaque para os restos alimentares encontrados em áreas antrópicas. A urbanização pode provocar uma homogeneização na comunidade de aves presentes nessas áreas [26].

No Brasil, algumas espécies têm se tornado comum em ambientes modificados, sob o efeito das alterações antrópicas, pois demonstram tolerância às modificações ambientais, como o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), o periquito-rico (*Brotogeris tirica*), o joão-de-barro (*Furnarius rufus*), o pardal (*Passer domesticus*), o pombo (*Columba livia*), o gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*), a coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), o quero-quero (*Vanellus chilensis*) e a maritaca (*Pionus maximiliani*) [28].

Aves e lepidópteros são grupos que melhor respondem à urbanização, por serem considerados bioindicadores, e são referenciados no desenvolvimento de planos de conservação em áreas urbanas. Abelhas-sem-ferrão são observadas com frequência em parques e praças do Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, e algumas são consideradas endêmicas do bioma Caatinga, como mandacaia (*Melipona mandacaia*), plebeia (*Plebeia flavocincta*), manduri (*Melipona asilvai*) e jandaíra (*Melipona subnitida*) [29,30], e observadas em cidades do Ceará e Piauí. Estas abelhas podem ser favorecidas pela diversidade de áreas para nidificação e oferta de recursos tróficos e abrigos, tanto em árvores vivas como mortas, como umburana-de-cambão (*Commiphora leptophloeos*), algarobeira (*Prosopis juliflora*), pau-ferro (*Libidibia ferrea*), umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), umburuçu (*Pseudobombax* sp.), favela (*Cnidoscolus quercifolius*), catingueira (*Cenostigma pyramidale*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) [29,30]. Lepidópteros também apresentam vantagens em áreas urbanas, na qual encontram alimento e substrato para reprodução em árvores, como em ligustro (*Ligustrum japonicum*), exótica originária da Ásia, e comum em todas as cidades do Brasil, e em esponjinha (*Calliandra selloii*), ixora (*Ixora* spp.) e camará (*Lantana camara*).

Verificou-se que a arborização urbana no Recife (PE) é atrativa para aves, como bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), bem-te-vi-pequeno (*Myiozetetes similis*), frei-vicente (*Tangara cayana*), jandaia-estrela (*Aratinga aurea*), jandaia-gangarra (*Aratinga cactorum*), jandaia-verdadeira (*Aratinga jandaya*), maracanãzinho (*Diopsitaca nobilis*), periquito-de-asa-amarela (*Brotogeris chiriri*), sabiá-branco (*Turdus leucomelas*), sabiá-gongá (*Turdus rufiventris*), sanhaçu-de-bananeira (*Tangara sayaca*), sanhaçu-de-coqueiro (*Thraupis palmarum*) e tuim (*Forpus xanthopterygius*), especialmente de palmeira-imperial (*Roystonea oleraceae*), que se alimentam de frutos oferecidos nas árvores presentes nas vias públicas, praças e pátios [31]. A presença de espécies exóticas em áreas urbanas não é, necessariamente, maléfica. Existem aquelas benéficas para humanos e animais, seja pelo sombreamento, seja pela disponibilidade de abrigo e alimento para a fauna de invertebrados e vertebrados. É necessário adequar as espécies aos municípios bem como à fauna associada.

Figura 10.2 – Fauna representativa do Nordeste: a) calango (*Tropidurus* sp.); b) urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*); c) martim-pescador-grande (*Megaceryle torquata*) e d) iguana (*Iguana iguana*).



Fonte: Autoras.

Entre os mamíferos, são encontrados gambás (*Didelphis*), saguis (*Callithrix*), ouriços-caixeiros (*Coendou*), morcegos (espécies dos gêneros *Artibeus*, *Carollia*, *Glossophaga*, *Myotis*, *Molossus*, *Pteropteryx*,

Noctilio, entre outras), além da convivência com aves e répteis que são beneficiados e beneficiam os humanos nos centros urbanos alimentando-se de pequenos vertebrados e invertebrados, como é o caso das aves urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*) e martim-pescador-grande (*Megascops torquata*) e dos répteis calango (*Tropidurus* sp.) e iguana (*Iguana iguana*) (Figura 2). Na cidade de São Luís (MA), a adaptação dos iguanas nos centros urbanos é comum, na qual observam-se indivíduos se aquecendo ao sol ou atravessando ruas. Porém, essa coexistência pode causar transtornos, impactos e diminuição da população por atropelamento, fato que demonstra a necessidade de sensibilizar os moradores e turistas sobre a importância da manutenção dessas espécies silvestres em área urbana e seus benefícios.

10.7. Adaptação em área urbana

As cidades são redutos ecológicos importantes para diversas espécies animais, independentemente da origem destas. As áreas urbanas podem ser consideradas ecossistemas completos, nos quais a biodiversidade se relaciona entre si e com o meio, com a mesma intensidade dos ambientes considerados inalterados pelo homem [32]. Parte da fauna presente nas cidades é descendente de populações de espécies que outrora ocupavam áreas naturais que foram alteradas pela expansão urbana. Nem todas as espécies têm plasticidade para adaptar-se às grandes metrópoles. Alguns artrópodes permanecem no solo, como tatuzinhos-de-jardim (crustáceos), aranhas-marrons (aracnídeos), piolhos-de-cobra (miriápodes), e uma diversidade de insetos entre os quais destacam-se espécies de formigas, abelhas, vespas, besouros, borboletas e mariposas, e alguns menos carismáticos, como moscas, mosquitos, baratas, cupins, traças. Dentre os vertebrados que se adaptam bem às cidades, estão as aves, poucos anfíbios anuros, e algumas espécies de mamíferos das ordens dos roedores, marsupiais, primatas e morcegos.

O adensamento urbano leva à formação de microecossistemas, os quais refletem diretamente na fauna urbana [19]. Por esta razão, as áreas urbanas devem se tornar prioritárias para ações e pesquisas voltadas para a gestão e para o planejamento da conservação nas cidades [2]. Esse é um dos focos que vem sendo discutido na gestão urbana de Natal (RN), pois o número de espécies compartilhadas entre as áreas não é alto, o que reforça a importância de se conectar a flora urbana aos fragmentos naturais presentes em áreas de proteção por meio de corredores verdes. O urbanismo e o paisagismo são discutidos em fóruns de ecologia urbana na busca de projetos que integrem espécies nativas locais e o paisagismo sustentável para praças e espaços públicos [5].

Exemplos de conexões entre flora e fauna urbana no Nordeste do Brasil são as lagoas e os rios Parnaíba e Poti em Teresina (PI) e o Parque Municipal de Maceió (AL). Capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) estão entre as espécies mais comuns em áreas urbanas, frequentemente próximas a arroios canalizados em avenidas e rodovias, bem como junto às lagoas e rios de Teresina, Fortaleza e Recife. A população observa o deslocamento desses mamíferos ao longo do ano nestas cidades com a presença de filhotes, adultos e idosos, bem como o cuidado em não atropelar essas populações de roedores e aves, em geral, garças e socós presentes nestes locais. Na Figura 3, verifica-se uma capivara atropelada em Fortaleza (em 2016) próximo a um dos locais dormitórios.

O atropelamento de fauna silvestre nas capitais brasileiras é considerado expressivo nos últimos 25 anos, pois devido à expansão urbana, a maioria dos animais tende a ser fiel aos abrigos e áreas de vida. Segundo o Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), a cada ano 475 milhões de animais são atropelados nas estradas brasileiras, muitos em áreas

periurbanas, dos quais cerca de 5 milhões são mamíferos de grande porte, como capivaras, onças-pintadas, tamanduás-bandeiras entre outros [33]. Infelizmente, não temos ainda registros publicados e quantificados da fauna silvestre atropelada em áreas urbanas, uma vez que muitos animais são socorridos por pedestres ou pelas pessoas que os atropelam, e levadas até clínicas veterinárias. Apenas é possível, quando fotografamos o ocorrido poucos minutos após o acidente.

Figura 10.3 – Capivara atropelada em Fortaleza, em 2016, próxima a um dos dormitórios.



Fonte: Autoras.

Na cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, a referência geográfica mais importante é o Rio Capibaribe, palavra composta que provém da junção dos termos em tupi *-kapiwara*, *y* e *pe* *Kapiwara*, ou “comedor de capim”, nome que os indígenas davam às capivaras. A palavra “*y*”, presente em uma infinidade de topônimos brasileiros, significa rio. Já a palavra “*pe*” é um advérbio de lugar. Capibaribe significa, literalmente, o “rio das capivaras”. Atualmente, esse corpo d’água está impactado pelo crescimento da cidade, suas margens urbanizadas estão aterradas, e sem mata ciliar, e suas águas estão poluídas. Há raros remanescentes dos antigos e extensos manguezais e, eventualmente, se avista uma capivara ou grupos pequenos sobrevivendo em área urbana.

O Parque Municipal de Maceió, considerado um fragmento de Mata Atlântica em área urbana, possui 82 hectares, e está situado dentro do perímetro urbano do município de Maceió. A vegetação predominante é de Floresta Ombrófila com diferentes graus de interferências antrópicas. Nesse fragmento urbano de Mata Atlântica, destacam-se as aves (38 famílias e 19 ordens). Três espécies – *Momotus momota maracayana*, *Thamnophilus caerulescens pernambucensis* e *Tangara fastuosa* – são consideradas ameaçadas conforme a “Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção” e endêmicas, enquanto *Aramides cajaneus*, *Chiroxiphia pareola pareola* e *Ceratoprya rubrocapilla* são apontadas como sensíveis à degradação ambiental [34]. A estrutura trófica da comunidade de Aves do Parque, mas também observados em outros pontos da cidade, 37,5% dos táxons registrados são onívoros, 32,3% insetívoros, 8,3% nectarívoros, 7,3% frugívoros, 5,2% carnívoros, 4,2% granívoros, 3,1% piscívoros e 2,1% detritívoros demonstrando a importância dessas aves para o equilíbrio da zona urbana [34].

10.8. Considerações finais

A observação da diversidade da fauna silvestre em áreas urbanas, frequentemente documentada em estudos científicos, revela um fenômeno curioso, na qual diversas espécies animais, incluindo algumas raras e endêmicas, não apenas ocupam, mas conseguem se adaptar e até prosperar nesses ambientes artificializados. Esta adaptação é impulsionada por uma conjugação de fatores favoráveis. Dentre esses fatores, destacam-se a abundância de fontes de alimento, como os desperdícios orgânicos e frutos não colhidos pelos habitantes, a escassez ou ausência de predadores naturais, e a grande disponibilidade de abrigos e nichos econômicos em estruturas, como casas desocupadas, forros, torres, cemitérios, jardins, árvores, canalizações e fontes artificiais.

Contudo, essa coexistência não é isenta de riscos. Todas as espécies que habitam o espaço urbano estão permanentemente expostas a fatores de *stress* e ameaças, como a poluição por metais pesados, o excesso de ruído (diurno e noturno), o risco constante de atropelamentos e o aumento generalizado dos níveis de *stress*. O desmatamento e a ocupação humana nos ecossistemas tropicais favoreceram a extinção local de espécies em todos os ecossistemas. O Brasil ainda está em primeiro lugar na lista de diversidade biológica continental, e abriga entre 15% e 20 % de toda biodiversidade do planeta, possuindo o maior número de espécies endêmicas (peculiares a cada região), a maior floresta tropical e os biomas Cerrado e Caatinga ameaçados pela atividade humana [2].

Os diversos serviços ecossistêmicos que a fauna (em especial abelhas, borboletas, aves e mamíferos) e a arborização urbana proporcionam nas cidades são fundamentais para uma melhor qualidade de vida humana nas grandes metrópoles. A conectividade entre os centros urbanos e as áreas naturais podem ser realizadas com a presença de Unidades de Conservação, como os

parques municipais, além de praças e parques. Estes corredores ecológicos ou trampolins permitem o deslocamento da fauna e melhoram o fluxo gênico das espécies.

As principais funções desenvolvidas pela arborização na manutenção da fauna em centros urbanos é garantir abrigo e diversificação de fontes alimentares [35].

Para espécies de hábitos generalistas, o ambiente urbano é benéfico, em detrimento daquelas espécies cujos hábitos sejam específicos (p. ex., espécies florestais). A arborização urbana contribui com fontes alimentares complementares para espécies de matas nativas (p. ex., aves, primatas, marsupiais ou morcegos) permitindo manter a biodiversidade da fauna urbana. A maior diversificação de espécies vegetais, nos planos de arborização, com prioridade para o plantio de espécies nativas regionais, como a pitombeira (*Talisia esculenta*), juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro*), ou sete-cascas (*Astronium fraxinifolium*), pode aumentar as fontes alimentares, em especial, para invertebrados e aves.

Recomenda-se para a arborização de vias públicas, praças e parques, o emprego de mais de uma espécie, pois as árvores terão função de servir de corredor ecológico urbano para a fauna nesse ecossistema e oferecer alimento e abrigo o ano todo, principalmente para primatas, roedores e marsupiais. Porém, ainda há perguntas a serem respondidas: Existem experiências urbanas bem-sucedidas no Nordeste e nas cidades do Brasil? Nós, como cidadãos, podemos melhorar a arborização urbana independentemente do município e estado? O poder público, no caso as prefeituras, pode frear o quadro de empobrecimento ambiental? Como os gestores urbanos podem ter sucesso e tornar as cidades mais verdes e ricas em termos de biodiversidade? O que ainda pode ser realizado?

Como sugestão, deve-se investir em parques, jardins, praças, vias urbanas arborizadas, viveiros e jardins botânicos. Entre as melhorias, é possível focar no conforto térmico e dar sensação de acolhimento e bem-estar junto às áreas verdes e favorecer a conexão com o ambiente natural, além de possibilitar a prática de esportes, brincadeiras e caminhadas. Nas cidades, em regiões de restingas, mangues e foz de rios, esses ecossistemas devem ser conservados, para preservar a grande diversidade de aves e invertebrados. Salienta-se que espécies nativas dos grupos dos primatas, morcegos e das aves, por exemplo, selecionam ambientes para nidificar, comer seus frutos e dispersar as sementes tanto da vegetação nativa, como oitis (*Moquilea tomentosa*), quanto das exóticas, como uva-do-japão (*Hovenia dulcis*).

10.9. Referências

- [1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Informações municipais – 2020 [Internet]. 2017 [acesso 5 set. 2020]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html?edicao=32141&t=destaques>
- [2] Ministério do Meio Ambiente (MMA). Áreas verdes urbanas [Internet]. 2017 [acesso 22 abr. 2021]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas>
- [3] Westphal MF. O movimento Cidades/Municípios Saudáveis: um compromisso com a qualidade de vida. Ciênc Saúde Colet. 2000;5(1):39-51.

- [4] Milano MS, Dalcin EC. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light; 2000.
- [5] Diesel KMF. Florestas urbanas em Natal, RN: florística, conectividade e viabilidade de um Jardim Botânico [dissertação]. Macaíba (RN): Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2018.
- [6] Françoso Júnior OA. Fauna e flora urbanas [Internet]. Ecooar é mais do que plantar árvores; 2019 [acesso 12 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.ecooar.com/>
- [7] Pacheco SM, Sodré M, Gama AR, Bredt A, Cavallini-Sanches EM, Marques RV, Guimarães MM, Bianconi G. Morcegos urbanos: *status* do conhecimento e plano de ação para a conservação no Brasil. *Chiroptera Neotrop.* 2010;16(1):629-47.
- [8] Bortoletto S, Silva Filho DF, Lima AMLP. Prioridades de manejo para a arborização viária da Estância de Águas de São Pedro-SP, por setores. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2006;1(1):62-73.
- [9] Lima V, Amorim MCCT. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. *Rev Formação.* 2006;13:139-65.
- [10] Paiva HN, Gonçalves W. Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida. Viçosa: Aprenda Fácil; 2002. (Coleção Jardinagem e Paisagismo, 2).
- [11] Lira Filho JA. Paisagismo: princípios básicos. Viçosa: Aprenda Fácil; 2001. (Série Paisagismo).
- [12] Biondi D, Althaus M. Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo. Curitiba: FUEPF; 2005.
- [13] Malavasi UC, Malavasi MM. Avaliação da arborização urbana pelos residentes: estudo de caso em Marechal Cândido Rondon, Paraná. *Ciênc Florest.* 2001;1(1):189-93.
- [14] São Paulo (Município). Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. Manual técnico de arborização urbana. 2ª ed. São Paulo: Nacional; 2005.
- [15] Caxias do Sul (Prefeitura Municipal). Plano Diretor de Arborização Urbana do Município de Caxias do Sul (PDAU). Caxias do Sul: SEMMA; 2020.
- [16] Velasco GDN, Lima AMLP, 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.
- [17] Aguirre Junior JH, Lima AMLP. Uso de árvores e arbustos em cidades brasileiras. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2007;2(4):50-68.
- [18] Oliveira MMA. Arborização e avifauna urbana em cidades do interior paulista. *Bol Cent Estud Ornitológicos.* 1990;7:10-4.
- [19] Brun FGK, Link D, Brun EJ. O emprego da arborização na manutenção da biodiversidade de fauna em áreas urbanas. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2007;2(1):117-27.
- [20] Santos CZA, Ferreira RA, Santos LR, Santos LI, Graça DAS, Gomes SH, Porto Neto WB, Correia TS, Boschese ACB. Composição florística de 25 vias públicas de Aracaju – SE. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2011;6(2):125-44.
- [21] Organização das Nações Unidas (ONU). UNEP Knowledge Repository: Our Planet [Internet]. 2021 [acesso 19 abr. 2021]. Disponível em: <https://www.unep.org>
- [22] Lima JR, Oliveira Filho LS. Publicações sobre arborização urbana na região Nordeste, Brasil. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2020;15(3):56-69.
- [23] Santana JP, Oliveira EVS, Dantas TVP, Landim MF, Rocha PA. Fitossociologia de manguezais em zonas urbanas: um estudo de caso em Aracaju, Sergipe. *Rev Bras Geogr Fís.* 2020;13(5):2103-13.
- [24] Periquito MC, Pereira GA, Brito MT. Aves no manguezal do Espaço Ciência, Olinda, Pernambuco. *Atual Ornitol.* 2008;(145):36-8.
- [25] Summit Mobilidade. Como animais selvagens conseguiram se adaptar aos centros urbanos? [Internet]. 2022 [acesso 6 fev. 2025]. Disponível em: <https://summitmobilidade.estadao.com>.

- br/guia-do-transporte-urbano/como-animais-selvagens-conseguiram-se-adaptar-aos-centros-urbanos
- [26] Silveira LF, Uezu A. *Checklist* das aves do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* 2012; 11(1):1-28.
- [27] Suárez-Rodríguez M, López-Rull I, García CM. Incorporation of cigarette butts into nests reduces nest ectoparasite load in urban birds: new ingredients for an old recipe? *Biol Lett.* 2013;9(1):1-3.
- [28] Sigríst T. *Guia de campo Avis Brasilis: avifauna brasileira – descrição das espécies.* São Paulo: Avis Brasilis; 2009.
- [29] Martins CF, Laurino MC, Koedam D, Fonseca VLI. Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas-sem-ferrão na Caatinga (Seridó, PB, João Câmara, RN). *Biota Neotrop.* 2004;4(2). doi:10.1590/s1676-06032004000200003.
- [30] Souza SGX, Teixeira AFR, Neves EL, Melo AMC. As abelhas-sem-ferrão (Apidae: Meliponina) residentes no Campus Federação/Ondina da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil. *Candombá Rev Virtual.* 2005;1(1):57-69.
- [31] Pereira GA, Monteiro CS, Campelo MA, Medeiros C. O uso de espécies vegetais como instrumento de biodiversidade da avifauna silvestre na arborização pública: o caso do Recife. *Atual Ornitol.* 2005;125:10.
- [32] Nunes M. Fauna urbana – a vida selvagem à nossa porta [Internet]. 2011 [acesso 5 fev. 2025]. Disponível em: <https://naturlink.pt/print.aspx?menuid=2&cid=90130&viewall=true&print=true>
- [33] Santa Catarina (Estado). Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade. Programa de mitigação e monitoramento dos impactos de rodovias na fauna silvestre. Florianópolis: SIE; 2022.
- [34] Silva WO, Betiol CFMF, Guedes TK, Gaban-Lima R. Avifauna do Parque Municipal de Maceió: um importante fragmento urbano de Mata Atlântica do Nordeste do Brasil. In: *Anais do X Neotropical Ornithological Congress & XXII Congresso Brasileiro de Ornitologia* [Internet]. 2015 [acesso 5 fev. 2025]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/353644319>. doi:10.13140/RG.2.2.30592.56321.
- [35] Vale CA, Prezoto F. Fauna urbana: quem vive aqui? *CES Rev.* 2019;33(2):119-46.

Capítulo 11

ARBORIZAÇÃO URBANA E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Por Alessandro de Paula e Rita de Cássia Antunes Lima de Paula

11.1. Destaques deste capítulo

1. Veículos automotores são os principais responsáveis pelas emissões de poluentes nas cidades nordestinas, com destaque para o material particulado (MP10 e MP2,5), dióxido de enxofre (SO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x);
2. A rede de monitoramento da qualidade do ar no Nordeste ainda é limitada, concentrando-se na Bahia, Ceará e Pernambuco, o que dificulta o diagnóstico ambiental e a formulação de políticas públicas eficazes;
3. Espécies arbóreas demonstram potencial para atuar como bioindicadores e biorremediadores, acumulando poluentes em seus tecidos e auxiliando na melhoria da qualidade do ar;
4. Estudos em cidades nordestinas, como Vitória da Conquista (BA) e Patos (PB), comprovaram a eficiência de espécies da arborização urbana na retenção de metais pesados e na redução da poluição atmosférica;
5. A arborização urbana, além de reduzir os níveis de poluição, melhora o conforto térmico, a estética e a qualidade de vida nas cidades, sendo essencial ampliar programas de manejo e monitoramento para maximizar esses benefícios ambientais.

11.2. Introdução

Os principais poluentes atmosféricos, chamados de poluentes regulamentados, são: Dióxido de Enxofre (SO₂), Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Compostos Orgânicos Voláteis (COV), Material Particulado (MP), Monóxido de Carbono (CO) e Ozônio (O₃). Além deste grupo de poluentes, pode-se citar também outros normalmente monitorados na qualidade do ar e controlados nas fontes de emissão, como as Substâncias Inorgânicas Classe I (somatória de Mercúrio (Hg) e seus compostos, Tálcio (Tl) e seus compostos, e Cádmiio (Cd) e seus compostos), Substâncias Inorgânicas Classe II (somatória de Arsênio (As) e seus compostos, Cobalto (Co) e seus compostos, Níquel (Ni) e seus compostos, Selênio (Se) e seus compostos, e Telúrio (Te) e seus compostos), Substâncias Inorgânicas Classe III (somatória de Antimônio (Sb) e seus compostos, Cromo (Cr) e seus compostos,

Chumbo (Pb) e seus compostos, Cíenitos e seus compostos, Fluoretos e seus compostos, Cobre (Cu) e seus compostos, Manganês (Mn) e seus compostos, Platina (Pt) e seus compostos, Paládio (Pd) e seus compostos, Ródio (Rh) e seus compostos, Vanádio (V) e seus compostos e Estanho (Sn) e seus compostos) [1].

Na maior parte das áreas urbanas, as atividades humanas são as principais fontes emissoras de poluentes (fontes antropogênicas) e compreendem a queima de combustíveis, queimadas, processos industriais, minerações, carros, ônibus e caminhões e evaporação de combustíveis. De acordo com sua origem, podem ser classificadas em fontes móveis (relacionadas ao transporte e à movimentação de veículos e máquinas, como veículos automotores, aeronaves e máquinas utilizadas em construção civil) e fixas (que permanecem em um único local e emitem poluentes diretamente no ambiente, como indústrias, queima de biomassa, estação de tratamento de esgoto, lixões e aterros sanitários).

As fontes móveis podem ser percebidas facilmente pela população quando das atividades diárias, seja durante um caminhar no centro das cidades ou ao respirar em dias mais secos.

Para termos uma dimensão do tamanho do problema, a frota total de veículos do Nordeste corresponde a 17,4 % da nacional. Destaca-se o grande percentual de motocicletas (29,6 %), de ônibus (20,1 %) e de caminhões (16,8 %) em relação à frota de veículos do Brasil (Tabela 1).

Tabela 11.1 – Frota de veículos, por tipo e com placa, para o Brasil e para a região Nordeste.

Local	Total	Automóvel	Caminhão	Caminhonete	Motocicleta	Ônibus	Outros
Brasil	105.816.018	57.109.282	2.843.516	8.071.589	23.395.463	651.822	13.744.346
Nordeste	18.367.693	7.224.933	478.570	1.299.550	6.931.897	130.695	2.302.048
Alagoas	902.889	378.819	22.438	59.068	312.657	8.433	121.474
Bahia	4.390.510	1.928.757	123.205	387.371	1.365.070	41.962	544.145
Ceará	3.313.675	1.203.107	75.746	205.059	1.441.997	18.444	369.322
Maranhão	1.796.873	462.410	42.972	128.973	899.904	9.783	252.831
Paraíba	1.371.513	560.022	29.347	88.358	517.672	7.768	168.346
Pernambuco	3.154.738	1.379.234	94.738	194.268	1.088.379	20.757	377.362
Piauí	1.261.671	383.440	31.513	96.556	582.548	8.389	159.225
Rio Grande do Norte	1.358.869	583.922	36.592	93.745	456.972	7.598	180.040
Sergipe	816.955	345.222	22.019	46.152	266.698	7.561	129.303

Fonte: Adaptado de Brasil [2].

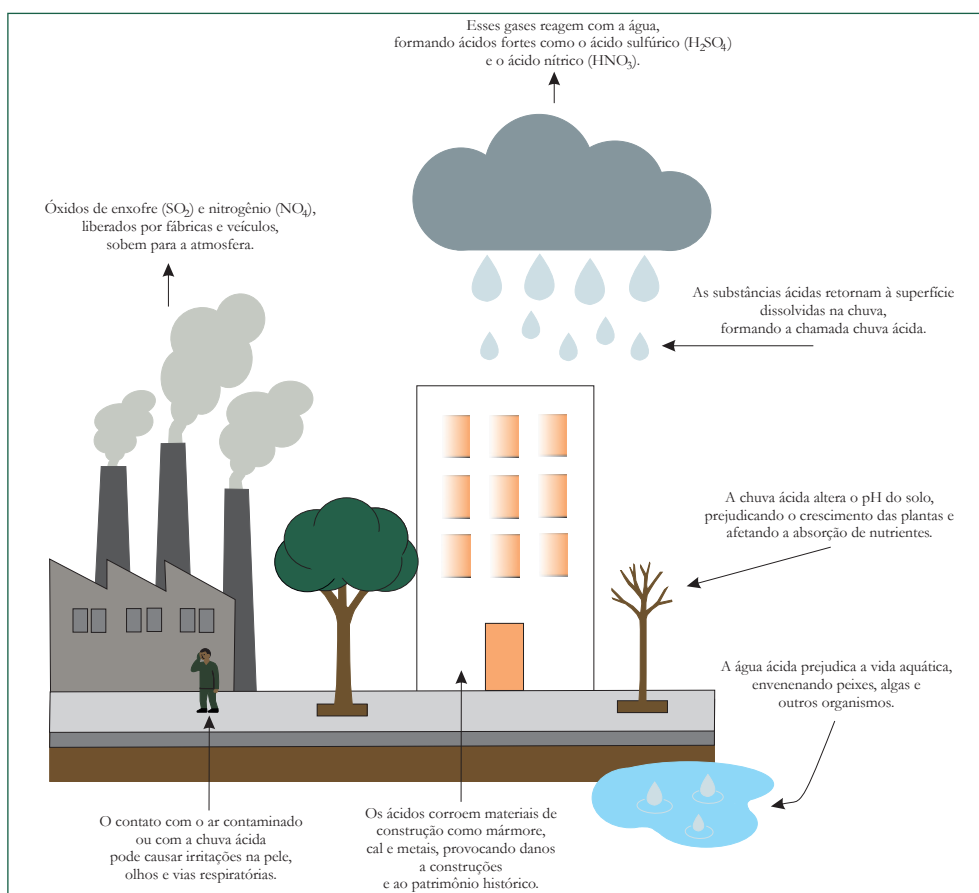
As emissões dos poluentes por veículos automotores em Fortaleza (CE) e região metropolitana em 2010 chegaram a 96.956 ton de CO₂. Os veículos movidos a gasolina foram responsáveis por 78 % deste total. Outros poluentes estimados foram Óxidos de Nitrogênio (Nox) (18.389 ton), MP (11.603 ton) e Hidrocarbonetos Não Metano (10.870 ton) [3].

Além destes, ainda deve-se citar o MP, sólido ou líquido, sendo composto por vários elementos químicos [2] que podem ser divididos em partículas inaláveis grossas, com diâmetro menor que 10 µm (MP₁₀) e partículas finas (respiráveis), menores que 2,5 µm (MP_{2,5}). O MP é frequentemente associado a doenças, principalmente respiratórias e cardiovasculares, em grandes centros urbanos quando encontrados em alta concentração.

A concentração do MP é variável em algumas cidades nordestinas, podendo ultrapassar os limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA N°506 [4], que exige que a concentração média anual máxima deva ser de até $35 \mu\text{g.m}^{-3}$ de MP_{10} e $17 \mu\text{g.m}^{-3}$ de $\text{MP}_{2,5}$. Em Natal (RN), observou-se uma média anual de MP_{10} de $16,21 \mu\text{g.m}^{-3}$ e de $\text{MP}_{2,5}$ de $5,61 \mu\text{g.m}^{-3}$ [5] e em Salvador (BA), em um terminal de ônibus, uma concentração média de MP_{10} e $\text{MP}_{2,5}$ de $134 \mu\text{g.m}^{-3}$ e $83,2 \mu\text{g.m}^{-3}$, respectivamente [6]. Os modelos CAL3QHC e *I-Tree Canopy* foram utilizados para estimar a concentração de MP_{10} em vias de tráfego de automóveis no município de Aracaju (SE) [7]. Os autores observaram que nas 10 vias de trânsito mais intenso, a concentração de MP_{10} em 2015 variou de 62 a $120 \mu\text{g.m}^{-3}$. No entanto, os dados de uma estação de monitoramento do ar na cidade, demonstrou que entre 2013 e 2015 concentrações tiveram mínima de $17 \mu\text{g.m}^{-3}$ e máxima de $44 \mu\text{g.m}^{-3}$, com média anual de $30 \mu\text{g.m}^{-3}$. Diante destas evidências, percebe-se que as concentrações podem variar de acordo com a intensidade das atividades, podendo ainda alcançar níveis elevados, como os valores observados em Salvador.

A Figura 1 ilustra de forma simplificada como ocorre a formação da chuva ácida a partir da liberação de óxidos de enxofre e nitrogênio na atmosfera. Esses poluentes, provenientes principalmente da queima de combustíveis fósseis e de atividades industriais, reagem com o vapor d'água, formando ácidos que precipitam com a chuva, causando impactos ambientais e danos à saúde humana, à vegetação e às construções urbanas.

Figura 11.1 – Esquema ilustrativo do processo de formação e impactos da chuva ácida.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Outros estudos, ainda, apontaram a existência de cidades nordestinas apresentando concentrações de alguns poluentes abaixo do estipulado pelo CONAMA. O SO_2 , por exemplo, após análise, apresentou-se com menor concentração em Aracaju (SE) [8], em Salvador (BA) [9] e em Fortaleza (CE) [10]. Em relação ao NO_2 , [9] e [10], encontraram concentrações pequenas, 18,48 e 7,8 $\mu\text{g.m}^{-3}$, respectivamente. Também foi verificado uma variação anual de NO_2 sempre abaixo de $2,00 \times 10^{10} \mu\text{g/m}^3$, para Salvador (BA), Teresina (MA) e Fortaleza (PI), no período de 2005 a 2015 [11]. Foram amostrados 27 $\mu\text{g.m}^{-3}$ de O_3 [9], e para fumaça 13,4 $\mu\text{g.m}^{-3}$, e para Partículas Totais em Suspensão (PTS) 72,13 $\mu\text{g.m}^{-3}$ [8].

No tocante ao Chumbo (Pb), [5] em Natal (RN) e [6] em Salvador (BA), encontraram baixas concentrações tanto em MP_{10} quanto em $\text{MP}_{2,5}$, mas as concentrações PTS não foram investigadas, como exigido pelo CONAMA. No entanto, [12] estudando as concentrações atmosféricas e fluxos de deposição seca de metais em Salvador, não encontrou Pb dentro dos limites de detecção em PTS.

Com relação às fontes fixas na região Nordeste, as Usinas Termoeletricas (UTE) a óleo diesel, a óleo combustível e a carvão mineral estão em menor número quando comparadas a outras regiões do Brasil [13]. Dentre as que merecem maior destaque estão as UTE a gás natural, instaladas próximas às capitais e as UTE a bagaço de cana, distribuídas em toda a faixa costeira dos estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba. Os principais poluentes emitidos pelas UTEs durante a queima são NO_x , CO, Dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O) e Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs). Especificamente no caso das que utilizam o bagaço de cana, o principal poluente é o MP [14].

Quando se trata da cultura da cana-de-açúcar, deve-se dar atenção especial aos estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba, pois apresentam a concentração de maior intensidade de CO no Nordeste em virtude principalmente do uso do fogo para a colheita desta cultura [15]. Nesta região, outras fontes de emissão de poluentes estudadas são os complexos industriais, com dados publicados nos estados do Ceará e na Bahia. Na região do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CE) [16] e no Distrito Industrial de Maracanaú (CE) [17] encontraram concentração de todos os parâmetros em conformidade com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA. O mesmo resultado foi registrado em levantamento realizado em São Gonçalo do Amarante, próximo ao Complexo Industrial do Pecém (CE) [18]. Já no estado da Bahia, na área de influência do Polo Industrial de Camaçari (BA) registrou-se concentração de O_3 também abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA [19].

11.3. Rede de monitoramento da qualidade do ar no Nordeste

Em 2014, o relatório sobre o monitoramento da qualidade do ar no Brasil destacou que, no Nordeste, a rede de estações para coleta de informações estava restrita apenas aos estados da Bahia e Sergipe [20]. No relatório de 2019, o panorama não se alterou, tendo o Nordeste uma das menores redes de estações ativas para monitoramento do país [21].

Esta situação é reflexo do histórico de baixo investimento para a instalação de estações de monitoramento, apesar de o estado de Pernambuco ser considerado um dos pioneiros no monitoramento da qualidade do ar, iniciado em 1991. Dentre as estações ativas de monitoramento no Brasil, apenas 2% das privadas e 2,7% das públicas estavam instaladas no Nordeste em 2021 [22].

Atualmente, a rede de monitoramento de qualidade do ar no Nordeste está restrita aos estados da Bahia, Ceará e Pernambuco. Na Bahia existem 23 estações distribuídas nos municípios de Camaçari, Candeias, Dias D'Ávila, Madre de Deus, Salvador, São Francisco do Conde, São Sebastião do Passé. O Ceará conta com quatro estações localizadas em Fortaleza, Maracanaú, São Gonçalo do Amarante. Pernambuco possui seis estações instaladas em Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca. Os poluentes monitorados na Bahia e Ceará são CO, MP₁₀, SO₂, NO₂ e O₂ e, em Pernambuco, a partir de 2022, foi acrescentado o MP_{2,5} [23].

Para que a Resolução do CONAMA N° 506 possa ser atendida, é necessário ampliar o monitoramento, acrescentando MP_{2,5} para os outros estados, Fumaça, PTS e Pb.

11.4. Efeitos da poluição nas plantas

Os poluentes atmosféricos podem provocar efeitos sobre o meio físico (atmosfera, água, solo), materiais, economia, patrimônio histórico, saúde e bem-estar humano, e sobre o meio biótico (fauna e flora) [24].

Nos vegetais, as altas concentrações destes poluentes no ambiente urbano podem provocar tanto alterações morfológicas quanto fisiológicas, que vão desde clorose, necrose, redução das dimensões das folhas e mesófilo, passando pelo aumento da densidade estomática, até redução da taxa de crescimento, aceleração da senescência foliar e atraso na floração, quando comparado a indivíduos em regiões menos poluídas [25-28]. Algumas espécies, inclusive, por serem mais sensíveis aos poluentes, funcionam como bioindicadores de poluição. Danos específicos observados nessas espécies podem indicar a presença e o tipo de cada poluente [29].

Em estudo sobre as alterações anatômicas em amendoeira (*Terminalia catappa*) em Recife (PE), foram observadas diferenças na área e a largura das folhas, sendo que as das regiões mais poluídas apresentaram menores valores [30]. Segundo os autores, estes resultados podem significar que a poluição influenciou no número de células ou no seu volume. Outro resultado importante foi a maior densidade dos estômatos nas áreas mais poluídas. Neste caso, o aumento na densidade de estômatos permite mais aeração dos tecidos fotossintetizantes, o que diminui a temperatura nas folhas em áreas mais poluídas. Também foi observada maior quantidade de drusas nas áreas mais poluídas. Este resultado seria uma reação à acumulação de íons em excesso. Sendo assim, a maior poluição, associada à elevada temperatura, aumentaria a evapotranspiração, favorecendo a formação de cristais.

Além dessas alterações, o monitoramento das concentrações de poluentes nos tecidos de determinadas espécies também deve ser usado como parâmetro de avaliação. Isto porque a incorporação desses elementos químicos é um importante indicativo de quão poluído está o ambiente.

Diversas espécies arbóreas, como o ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*), a laranjeira (*Citrus sinensis*), o ligustro (*Ligustrum lucidum*) e o pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) têm demonstrado capacidade de absorver e acumular em seus tecidos elementos químicos provenientes da poluição atmosférica [31–35]. Assim, a arborização urbana pode desempenhar papel importante na biorremediação, conforme evidenciado por estudos que comprovam essa função de retenção e assimilação de poluentes.

Embora pesquisas tenham usado pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) em trabalhos de poluição, foi sugerido por um projeto de longa duração que a espécie não é indicada em arborização urbana de locais com alto ozônio troposférico [36].

Na região Nordeste, apesar da carência de estudos envolvendo as espécies arbóreas da arborização urbana e a biorremediação, é necessário salientar os estudos realizados no Polo Industrial de Camaçari (PIC) [37]. Este Polo iniciou suas atividades em 1978, sendo o primeiro complexo petroquímico planejado do país. É localizado no município de Camaçari (BA), na região metropolitana de Salvador (BA) e atualmente é considerado o maior complexo industrial integrado do hemisfério sul, com mais de 90 empresas [38]. Os autores, ao estudarem o efeito da poluição em mangueira (*Mangifera indica*), localizadas após a instalação do PIC, na direção predominante do vento, observaram que existia uma concentração de enxofre duas vezes maior nas folhas das áreas poluídas, uma proporção de Cu quase nove vezes maior, e o As ficou abaixo do limite de detecção nas áreas controle, atingindo o máximo de $4,3 \text{ mg.g}^{-1}$ de peso seco nas áreas poluídas.

Nas grandes cidades, este tipo de ação parece ser mais latente e já faz parte da compreensão da população, mesmo que leiga. No entanto, podemos encontrar evidências de que o efeito da poluição gerada pelo trânsito de veículos é relevante mesmo em cidades de médio porte. Este fato pode ser comprovado por meio de estudo realizado, que verificou o potencial de uso da arborização urbana no biomonitoramento de poluição ambiental em Vitória da Conquista (BA) [39]. O município tinha cerca de 310.000 habitantes e uma frota de aproximadamente 105.000 veículos à época. As espécies utilizadas neste trabalho foram amendoeira, pata-de-vaca (*Bauhinia variegata*) e sibipiruna (*Cenostigma pluviosum* var. *peltophoroides*). Ao comparar a quantidade de MP depositado nas folhas e as concentrações de Fe, Ni, Cu, Co e Cd em uma região de trânsito de veículos e atividades antrópicas moderadas, e outra de maior tráfego e atividades intensas, foi concluído que as espécies possuem potencial de retenção dos poluentes semelhantes, apesar de a sibipiruna apresentar folha recomposta (subdividida em pequenos limbos).

Ainda a respeito do estudo citado anteriormente, as variáveis mais importantes na região de maior tráfego na cidade foram o MP, o Fe e o Cd. No caso do Fe, isto ocorreu pela sua presença nos combustíveis e fuligem [39-41]. Em relação ao Cd, o desgaste provocado pelo atrito dos pneus promoveu sua liberação no ambiente de maior tráfego. Outra constatação interessante foi relativa ao fato de as espécies de Fabaceae não serem eficientes na assimilação de Cu, ficando este, quase que totalmente, na superfície das folhas. Esta situação ocorre, principalmente, pela sua associação com bactérias fixadoras de nitrogênio, que em alta concentração impede a translocação do Cu nas folhas [42].

Outro trabalho que demonstrou a importância da arborização no controle da poluição foi realizado na cidade de Patos (PB) [43]. Mesmo o município tendo no período do estudo uma população em torno de 100.000 habitantes e frota de cerca de 24.000 veículos, os resultados mostraram como a arborização pode ajudar na melhoria da qualidade do ar. O trabalho consistiu, na avaliação do uso como bioindicadores, as espécies: algaroba (*Prosopis juliflora*), craibeira (*Tabebuia aurea*), esponjinha (*Acacia cultriformis*), farinha-seca (*Peltophorum dubium*), mata-fome (*Pithecellobium dulce*) e nim (*Azadirachta indica*). As espécies que apresentaram maior acúmulo de Fe nas áreas de maior tráfego foram algaroba, craibeira e esponjinha. Além disso, a algaroba e o nim se destacaram em relação ao S, e o nim no tocante à concentração de Zinco.

11.5. Considerações finais

A poluição atmosférica no Nordeste está muito associada à intensidade do tráfego, tendo como elementos principais o $MP_{2,5}$ e MP_{10} . Apesar das concentrações dos parâmetros monitorados estarem, na maioria das vezes, abaixo do preconizado pela Resolução CONAMA N° 506/2024, é necessário monitoramento constante e um programa que permita a redução da emissão de poluentes.

A baixa densidade de estações de monitoramento da qualidade do ar na região Nordeste compromete a adoção de políticas públicas necessárias para a melhoria do panorama. Neste sentido, é imperativo que todos os estados nordestinos implementem suas redes de monitoramento, contemplando todos os poluentes determinados pela Resolução CONAMA N° 506/2024, e com o livre acesso da comunidade aos resultados.

No tocante às fontes fixas, o destaque vai para as UTEs movidas a gás natural, com emissão NO_x , CO , CO_2 , CH_4 , N_2O e compostos orgânicos voláteis, e as UTEs a bagaço-de-cana, sendo o principal poluente o MP , com especial atenção ao CO .

Em relação ao uso da arborização urbana como bioindicador e biorremediador da poluição atmosférica, os trabalhos realizados no Nordeste, apesar de poucos, identificaram várias espécies que comprovadamente podem exercer essas funções. Isso ficou comprovado mesmo em cidades pequenas e, conseqüentemente, com menor frota de veículos, o que reforça a importância da arborização nos ambientes urbanos.

Fica evidente que o uso de espécies de frutos com potenciais alimentícios, sendo carnosos ou não, devem ser evitados, visto a possibilidade de eles absorverem poluentes que podem causar impacto negativo à saúde da população.

11.6. Referências

- [1] Siqueira LC, Poli MC. Poluição do ar: gerenciamento e controle de fontes. Módulo II: prevenção da poluição ambiental e controle de fontes. São Paulo: Escola Superior da CETESB (Centro Tecnológico de Saneamento Básico); 2017. [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/posgraduacao/wp-content/uploads/sites/33/2017/11/Apostila-Polui%C3%A7%C3%A3o-do-Ar-Gerenciamento-e-Control-de-Fontes.pdf>
- [2] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários. Brasília: MMA; 2011.
- [3] Lopes TFA, Policarpo NA, Vasconcelos VMR, Oliveira MLM. Vehicular emissions estimate in the Fortaleza, Ceará, Brazil, metropolitan region in 2010. Eng Sanit Ambient. 2018; 23(5):1013–22.
- [4] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 506, de 15 de julho de 2024. Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. Diário Oficial da União. Brasília, DF; 09 jul. 2024. Edição 1430. Seção 1, p. 133.
- [5] Albuquerque MHDO. Determinação da concentração de metais no material particulado (PM_{10} e $PM_{2,5}$) do ar atmosférico em uma área urbana da cidade do Natal–RN [dissertação]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2013.

- [6] Mendonça RB. Estudos de espécies metálicas associadas ao MP10 e MP2,5 oriundos de emissões veiculares [tese]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2013.
- [7] Anjos M, Lopes A, Alves E. Uso dos modelos CAL3QHC e I-Tree Canopy na avaliação da qualidade do ar em Aracaju: estimativas das concentrações de PM10 nas vias de tráfego intenso de automóveis. *Geosp: Espaço e Tempo*. 2018;22(3):707-28.
- [8] Almeida TS, Sant'Ana MO, Cruz JM, Tormen L, Bascuñan VLA, Azevedo PA, Garcia CAB, Alves JPH, Araujo RGO. Characterisation and source identification of the total airborne particulate matter collected in an urban area of Aracaju, Northeast, Brazil. *Environmental Pollution*. 2017;226:444-51. [acesso 14 out. 2020]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2017.04.018>
- [9] Campos VP, Cruz LP, Godoi RH, Godoi AFL, Tavares TM. Development and validation of passive samplers for atmospheric monitoring of SO₂, NO₂, O₃ and H₂S in tropical areas. *Microchemical Journal*. 2010;96(1):132-8.
- [10] Oliveira MLM, Lopes MHPS, Policarpo NA, Alves CMAC, Araujo RS, Cavalcante FSA. Avaliação de poluentes do ar em áreas de recreação urbana da cidade de Fortaleza. *URBE Rev Bras Gestão Urbana*. 2019;11:e20180187.
- [11] Freitas IGF, Silva Alves JC, Mariano EVC, Mariano GL. Comportamento do dióxido de nitrogênio sobre a região nordeste do Brasil e sua relação com variáveis meteorológicas. *Ciência e Natura*. 2018;40:32-8.
- [12] Pereira PADP, Lopes WA, Carvalho LS, Rocha GO, Bahia NB, Loyola J, Andrade JB. Atmospheric concentrations and dry deposition fluxes of particulate trace metals in Salvador, Bahia, Brazil. *Atmospheric Environment*. 2007;41(36):7837-50.
- [13] Brasil. Ministério de Minas e Energia. Geração de energia elétrica [Internet]. [acesso 14 jul. 2020]. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/energia-eletrica/acoes-e-programas/acoes/energia/geracao-e-energia-eletrica>
- [14] Kawashima AB. Desenvolvimento de um inventário de emissões atmosféricas por fontes fixas para o Brasil [dissertação]. Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2015.
- [15] Pereira CD. Poluentes atmosféricos monóxido e dióxido de carbono no nordeste do Brasil [dissertação]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2011.
- [16] Couto LO, Nuto SAS, Hacon SS, Gioda A, Sousa FW, Barreira Filho EB, Gonçalves KS, Périsse ARS. Estimativa da concentração média diária de material particulado fino na região do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, Ceará, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2020;36(7).
- [17] Lima JR, Salgado BCB, Cavalcante FSA, Oliveira MLM, Araujo RS. Avaliação da poluição atmosférica na área do distrito industrial de Maracanaú (CE), Brasil. *Eng Sanit Ambient*. 2020;25(3):521-30.
- [18] Ferreira Júnior AC, Matos LA, Lopes LN, Nascimento RSB, Lima JR, Koch J, Araujo RS. Avaliação da qualidade do ar na cidade de São Gonçalo do Amarante sob influência do complexo industrial do Pecém/Ceará. *Braz J Develop*. 2020;6(8):63618-31.
- [19] Alves LS, Santos LL, Couto ER. Distribuição das concentrações de ozônio (O₃) na área de influência do polo industrial de Camaçari, Bahia: prováveis impactos à saúde humana e ao meio ambiente. *Rev Bras Meio Ambiente*. 2020;8(1):113-30.
- [20] Instituto Saúde e Sustentabilidade (ISS). Monitoramento de qualidade do ar no Brasil. São Paulo: ISS; 2014.

- [21] Instituto Saúde e Sustentabilidade (ISS). Análise do monitoramento de qualidade do ar no Brasil. São Paulo: ISS; 2019.
- [22] Vormittag EMPA, Cirqueira SSR, Wicher Neto H, Saldiva PHN. Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. *Estudos Avançados*. 2021;35(102):7-30.
- [23] Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA). Plataforma Qualidade do Ar [Internet]. [acesso 30 jan. 2025]. Disponível em: <https://energiaeambiente.org.br/qualidadedoar/>
- [24] Almeida IT. A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto [dissertação]. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; 1999.
- [25] Alves ES, Tresmondi F, Longui EL. Análise estrutural de folhas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) coletadas em ambientes rural e urbano, SP, Brasil. *Acta Bot Bras*. 2008;22(1):241-8.
- [26] Balasooriya BLWK, Samson R, Mbikwa F, Boeckx P, Van Meirvenne M. Biomonitoring of urban habitat quality by anatomical and chemical leaf characteristics. *Environ Exp Bot*. 2009; 65(2):386-94.
- [27] Honour SL, Bell JNB, Ashenden TW, Cape JN, Power SA. Responses of herbaceous plants to urban air pollution: effects on growth, phenology and leaf surface characteristics. *Environ Pollut*. 2009;157:1279-86.
- [28] Kardel F, Wuyts K, Babanezhad M, Wuytack T, Potters G, Samson R. Assessing urban habitat quality based on specific leaf area and stomatal characteristics of *Plantago lanceolata* *Environ Pollut*. 2010;158(3):788-94.
- [29] Lisboa HM. Controle da poluição atmosférica. Florianópolis; 2014. [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <http://repositorio.ascs.edu.br/bitstream/123456789/418/3/Sumario.pdf>
- [30] Costa VBS, Silva WMS, Almeida GMA, Ferreira MHG, Oliveira TH, Galvêncio JD, Pimentel RMM. Influência da poluição atmosférica em *Terminalia catappa* em áreas urbanizadas. *Rev Bras Geogr Fís*. 2015;8(2):236-52.
- [31] Inoue MT, Reissmann CB. Efeitos da poluição na fotossíntese, dimensões da folha, deposição de particulado e conteúdo de ferro e cobre em alfeneiro (*Ligustrum lucidum*) da arborização de Curitiba, PR. *Floresta*. 1991;21(1-2):1-10.
- [32] Biondi D, Reissmann CB. Análise da composição química foliar do ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) na arborização urbana de Curitiba, PR. *Ciência Florestal*. 2002;12(2):153-9.
- [33] Cunha AL. Avaliação do crescimento de plantas jovens de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) expostas à poluição aérea em diferentes regiões da cidade de São Paulo, SP [dissertação]. São Paulo: Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente; 2006.
- [34] Aquino SMF, Almeida JR, Cunha RRRSB, Lins GA. Bioindicadores vegetais: uma alternativa para monitorar a poluição. *Rev Int de Ciências*. 2011;1(1):1-18.
- [35] Montenegro JS, Rodrigues BR, Caramantin-Soriano H. Uso de bioindicadores vegetais no monitoramento da qualidade do ar no município de Camaçari. *Rev Int de Ciências*. 2020;10(1):73-90.
- [36] Bulbovas P, Moraes RM, Rinaldi MCS, Cunha AL, Delitti WBC, Domingos M. Leaf antioxidant fluctuations and growth responses in saplings of *Caesalpinia echinata* Lam. (brazilwood) under an urban stressing environment. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2010;73(4):664-70.
- [37] Klumpp A, Hintemann T, Lima JS, Kandeler E. Bioindication of air pollution effects near a copper smelter in Brazil using mango trees and soil microbiological properties. *Environ Pollut*. 2003;126(3):313-21.
- [38] COFIC. Comitê de Fomento Industrial de Camaçari [Internet]. [acesso 10 nov. 2020]. Disponível em: <https://www.coficpolo.com.br/pagina.php?p=39>

- [39] Cardoso KM, Paula AD, Santos JSD, Santos MLPD. Uso de espécies da arborização urbana no biomonitoramento de poluição ambiental. *Ciência Florestal*. 2017;27(2):535-47.
- [40] Silva MF. Emissão de metais por veículos automotores e seus efeitos à saúde [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo; 2007.
- [41] Moreira TCL. Interação da vegetação arbórea e poluição atmosférica na cidade de São Paulo [dissertação]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo; 2010.
- [42] Gilbert SGA. Biochemical basis for copper-nitrogen balance in tung. *Plant Physiol*. 1950; 26(2):398-405.
- [43] Silva MF. Avaliação da qualidade do ar utilizando espécies arbóreas na cidade de Patos-PB [dissertação]. Patos: Universidade Federal de Campina Grande; 2011.

Capítulo 12

ARBORIZAÇÃO URBANA E SAÚDE PÚBLICA NA REGIÃO NORDESTE

*Por Regis Catarino da Hora, Eduardo Bezerra de Almeida Jr.,
Luciano Mamede de Freitas Junior e Flávia Maria Mendonça do Amaral*

12.1. Destaques deste capítulo

1. As áreas verdes contribuem para a regulação térmica, melhoria do ar, polinização, controle de ruídos e bem estar físico e mental;
2. A arborização adequada reduz doenças respiratórias, cardiovasculares, metabólicas, infecciosas, alérgicas e mentais;
3. O planejamento urbano com Plano Diretor de Arborização maximiza benefícios ecológicos e evita riscos como alergias por pólen e toxicidade de espécies;
4. Áreas verdes acessíveis fortalecem laços comunitários e promovem inclusão social e qualidade de vida de idosos, crianças e populações vulneráveis;
5. Políticas públicas com participação popular, metas claras e uso de espécies nativas ampliam os ganhos em saúde coletiva.

12.2. Introdução

A visão integrada em que a civilização passou a sobrepor o meio ambiente em prol de áreas urbanas teve início na civilização industrial, mas foi somente no século XX que os processos antrópicos consolidaram a construção de territórios e, somados às ciências sociais e processos ecológicos, puderam reorganizar um novo modelo que integra sujeitos e objetos na paisagem urbana [1].

Diversos estudos confirmam a importância da vegetação para o bem-estar das pessoas que habitam as cidades. Deste modo, percebe-se que atividades como visita a parques, jardins botânicos e outras áreas verdes podem contribuir para a redução do estresse e da agitação e promover a melhora de parâmetros fisiológicos (como pressão arterial e batimentos cardíacos) [2,3].

As cidades constituem ambientes modificados em que as interações do ser humano com o meio físico construído têm contribuído para a redução da presença de plantas. Além disso, a intenção de novas inserções de áreas verdes tem se tornado cada vez menos frequente. Nesse sentido, o ambiente urbano é, por si só, um grande modificador do microclima, uma vez que a pavimentação

aumenta a concentração de ar quente e isso, somado às atividades antrópicas, tem o potencial de provocar alterações prejudiciais à saúde humana [4].

O crescimento das cidades tem tido, em muitos casos, uma estrutura complexa, e tem como principal consequência a constante modificação do meio ambiente [5]. Assim, mudanças na conformação da área urbana também acarretam alterações na vida das pessoas, que estão associadas ao processo de urbanização [6].

No ambiente urbano, a presença de árvores é uma maneira de ajustar a forma vegetal à arquitetura das construções, com o intuito de obter um ambiente agradável e possibilitar melhor qualidade de vida e saúde à população [7]. Entretanto, a população está constantemente submetida a mudanças deletérias na qualidade do ar, na umidade relativa, na temperatura (ilhas de calor) e na dispersão de poluentes, que caracterizam especialmente as grandes cidades [8].

Na Constituição Brasileira [9], o artigo 225, §1 inciso III, cita que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado...”. Assim, esse equilíbrio deve ser atingido também nos espaços urbanos, por ações e planos de arborização integrando outras responsabilidades, políticas públicas de iniciativas do Poder Executivo ou do Poder Legislativo, buscando resolver problemas a respeito do ambiente relacionados à sociedade [10]. A positivação da política pública se dá por meio do Estatuto da Cidade, documento que prevê o pleno ordenamento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, que, com o Plano Diretor, deve harmonizar o processo de apropriação do espaço urbano, integrando questões e interesses econômicos, culturais e ambientais da população [11].

Para que isso se concretize é que desejável que os espaços verdes urbanos se constituam em locais que possam ser utilizados pela população em toda a sua potencialidade, e a forma como as pessoas percebem a presença desses espaços é um ponto importante. Um estudo descreve que a psicologia ambiental passou, a partir dos anos 1960, a ser mais direcionada para estudos de percepção, difundindo suas ideias em outras áreas do conhecimento, como a Arquitetura e a Geografia [12]. A percepção é um processo mental que o indivíduo desenvolve com o meio [13]. A aceitação de mudanças e alterações ocorre de forma diversa em diferentes pessoas da sociedade. Contudo, essa conciliação só se dá por meio de políticas públicas participativas com gestão democrática da sociedade, em que mudanças serão aceitas com a adesão às necessidades ecológicas.

Ainda que grupos de pessoas tenham diferentes olhares e perspectivas sobre os espaços verdes ou sobre a arborização nos espaços urbanos, a vivência entre tais grupos conjuga o mesmo entendimento: a função de prestação de serviços ambientais que esses espaços oferecem [14]. O contato do ser humano com a natureza no meio urbano pode promover sentimentos duradouros e esse contato positivo ainda faz com que o hábito de visitação estimule sempre mais essa interação [15].

12.3. Homem, meio ambiente e saúde

Os benefícios terapêuticos da relação entre homem e meio ambiente usualmente reportam ao potencial do uso de plantas medicinais na cura e prevenção de agravos à saúde. Reconhecida desde os primórdios da civilização humana, trata-se de uma prática de saúde tradicional inserida na história e cultura brasileiras, constituindo o primeiro e/ou único recurso terapêutico para uma parte da população [16].

Nesse contexto, surgem alguns questionamentos: nessa relação do homem, saúde e meio ambiente, as espécies vegetais apenas contribuem na terapêutica pelo emprego de seus farmacógenos *in natura* e/ou nas suas preparações derivadas de plantas de amplo e reconhecido emprego medicinal? Ou a contribuição das espécies vegetais na saúde tem maior espectro de ação? Qual a relação das espécies vegetais e do meio ambiente para a melhoria da saúde das pessoas?

Historicamente, os benefícios do meio ambiente (em especial no que concerne às espécies vegetais) para a saúde e a qualidade de vida individual e coletiva estão inseridos em um contexto mais amplo, e ultrapassam o pressuposto de que o homem somente faz o consumo de bioprodutos vegetais para fins medicinais. Já é reconhecido que o espaço ambiental tem grande representatividade nesse contexto de interação. Um estudo de revisão abordou a evolução histórica da relação entre saúde e meio ambiente, destacando que, desde o século V a.C., na Grécia, essa relação entre fatores ambientais, saúde e doença já era valorizada e permaneceu ao longo da história da civilização humana [17]. Hoje, porém, torna-se essencial esse reconhecimento perante a expressiva degradação ambiental, especialmente dado o acelerado processo de desenvolvimento e crescimento urbano.

12.4. Urbanização e áreas verdes

O intenso processo de urbanização inadequada que ora vivemos, trouxe um crescimento rápido e desordenado de parte das cidades brasileiras. Isso tem sido provocado pelo aumento da demanda por infraestrutura, moradia, transporte, trabalho, saúde, educação e lazer, ocasionando uma nova paisagem urbana. Nela, destacam-se as modificações na paisagem natural. Isso tem distanciado o homem da natureza, uma vez que o ser humano tem priorizado ocupar o espaço urbano por edificações, muitas vezes em áreas ambientalmente vulneráveis, com consequente impacto ambiental e redução drástica de áreas verdes [18-20].

Segundo Art. 8º, § 1º, da Resolução CONAMA nº 369/2006, as áreas verdes representam um “espaço de domínio público que desempenha função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização”. No contexto urbano, áreas verdes são consideradas como o conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal arbórea (nativa e introduzida), arbustiva ou rasteira (gramíneas) e que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades; as quais estão presentes em diversos espaços, como: áreas públicas, áreas de preservação permanente, canteiros centrais, praças, parques, florestas, unidades de conservação urbanas, jardins institucionais e terrenos públicos não edificados [21].

As transformações decorrentes do referido processo de urbanização e a consequente perda de áreas verdes têm ocasionado prejuízos à saúde física e mental da população, em nível individual e coletivo, favorecendo o surgimento, ressurgimento e/ou agravamento de algumas doenças no contexto da Saúde Ambiental, no âmbito da Saúde Pública [17,22-24].

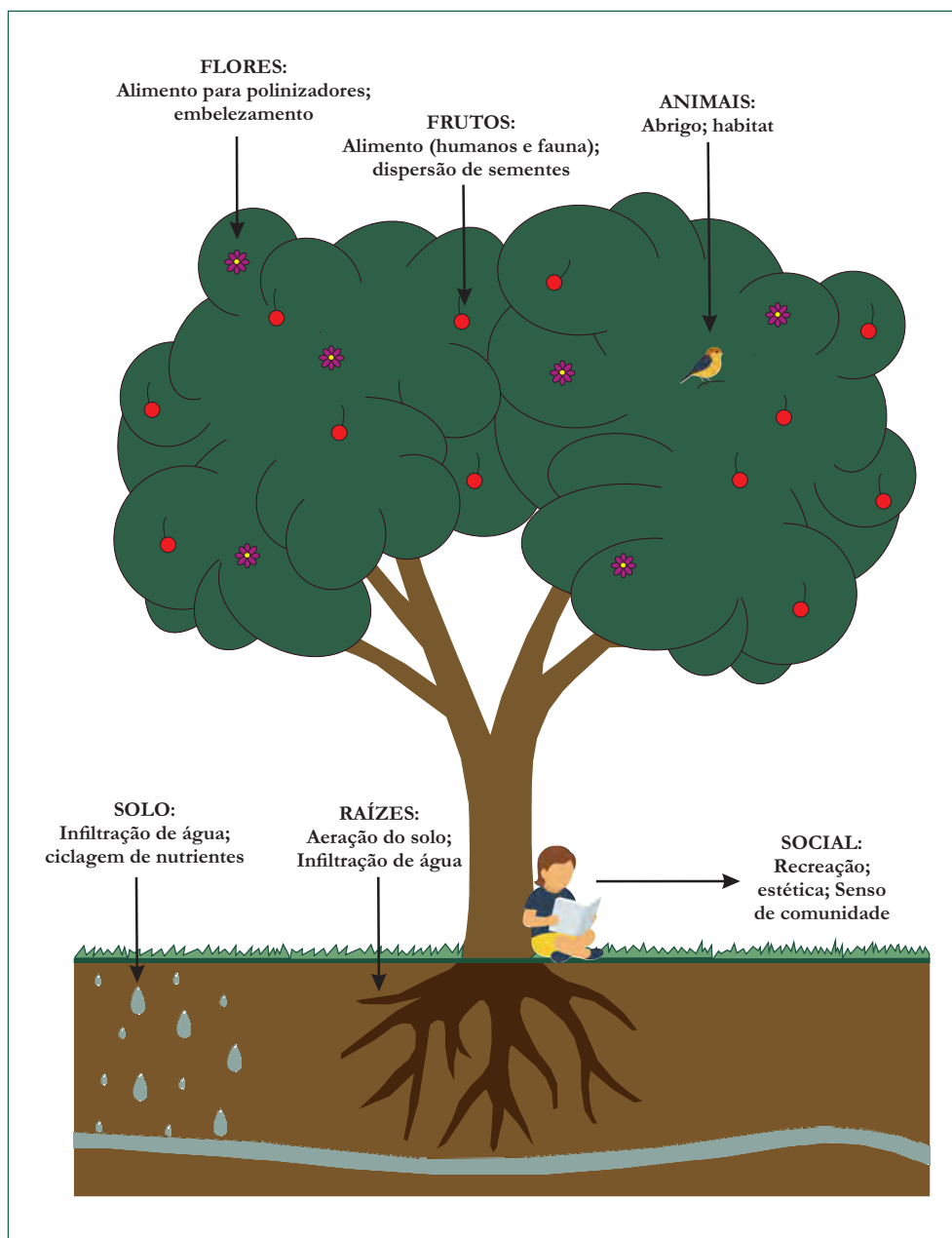
12.5. Áreas verdes, saúde e doenças

Estudos associam a crescente perda de áreas verdes, principalmente nos espaços urbanos, com um apelo para o comprometimento político da sociedade para a conservação de tais áreas

juntamente com a adoção de um Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU) adequado, visando a promoção, prevenção e/ou recuperação da saúde, quer pela garantia dos fatores ambientais positivos atribuídos à conservação e/ou manutenção da arborização, quer pelos efeitos fisiológicos protetores das áreas verdes [19,24].

Diversos benefícios ecossistêmicos (Figura 1) são atribuídos à manutenção de áreas verdes, com grande impacto positivo no processo saúde-doença [19,24-29], por assegurarem a qualidade ambiental do espaço urbano.

Figura 12.1 – Serviços ecossistêmicos prestados pela arborização.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Pode-se resumir os principais serviços ecossistêmicos oferecidos pela arborização em:

Regulação térmica: A arborização promove a diminuição da temperatura e auxilia no equilíbrio da umidade relativa do ar pela transpiração da vegetação e, ainda, fornece sombra, atenuando a incidência de radiação solar direta e o calor;

Diminuição do escoamento superficial da água: A vegetação diminui o impacto da água no solo, contribuindo para sua estabilização, especialmente pela fixação das raízes das plantas, favorecendo a redução de enchentes, deslizamentos, melhoria da qualidade das águas pluviais e, ainda, filtrando os poluentes relacionados ao escoamento superficial da água;

Melhoria da qualidade do ar, com atenuação da poluição atmosférica: A vegetação também contribui para atenuar alguns poluentes atmosféricos;

Melhoria acústica: a vegetação promove a redução de ruídos de diferentes frequências, agindo como uma barreira vertical, reduzindo a velocidade dos ventos e amenizando a poluição sonora;

Conforto visual e sensorial: o efeito antiestresse e relaxante proporcionado pela presença da vegetação contribui para a beleza cênica dos espaços urbanos, trazendo cores e possibilitando habitat para aves, além de produzir melhoria do aspecto visual de áreas degradadas ou de espaços mal planejados, como redes de esgoto sobre o solo;

Espaços para lazer, recreação e descanso: Espaços verdes promovem e favorecem o convívio e a inclusão social, o que se torna especialmente relevante para pessoas de baixa renda que não têm acesso a outros locais para esta finalidade.

Assim, no contexto da multiplicidade de benefícios ecossistêmicos, autores referem as funções das áreas verdes como: “Função social (possibilidade de convívio social e de lazer que essas áreas oferecem à população), função estética (diversificação da paisagem construída e embelezamento da cidade), função ecológica (provimento de melhorias no clima da cidade e na qualidade do ar, da água e do solo, resultando no bem-estar dos habitantes e na diversificação da fauna), função educativa (possibilidade oferecida por tais espaços como ambiente para o desenvolvimento de atividades educativas, extraclasse e de programas de educação ambiental) e função psicológica (possibilidade de realização de atividades físicas, de lazer e de recreação. O contato da população com elementos naturais dessas áreas propicia o alívio das tensões e o estresse do cotidiano de trabalho por meio do relaxamento e descontração”. [30,31].

Com o entendimento das funções das áreas verdes, ficam evidentes os benefícios que elas podem gerar. Contudo, da mesma forma destacam-se os impactos fisiológicos e as alterações que a falta dessas áreas pode ocasionar à saúde humana no curto, médio ou longo prazos.

12.6. Enfermidades e a arborização urbana

A redução de áreas verdes urbanas tem contribuído para o cenário que enfrentamos de mudanças climáticas. Isso favorece inundações, aumento da poluição do ar, variações na umidade relativa e nos níveis de precipitação, inversão térmica e ilhas de calor. Com isso, crianças e idosos lideram as estatísticas de internações hospitalares por doenças respiratórias [32-35]. Esses dois

grupos carecem de maior atenção, pois seu sistema respiratório pode ser afetado de maneira considerável. Os indivíduos mais suscetíveis podem sofrer com problemas que vão desde uma simples irritação das vias aéreas superiores até enfermidades potencialmente mais graves, como infecções (gripes, rinites e bronquites) ou piora do quadro de doenças pulmonares crônicas, como asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) [36,37].

Na cidade de Natal (RN), o crescimento urbano levou ao desmatamento de muitos fragmentos de Mata Atlântica. Isso afetou o nicho ecológico de vetores do parasita *Leishmania* e, mesmo em áreas com vegetação semelhante e condições de umidade e temperatura equivalentes, contribuiu para a distribuição e desenvolvimento de espécies de mosquitos flebotomíneos. Fêmeas de *Lutzomyia longipalpis* foram capturadas em armadilhas instaladas em residências urbanas, cheias de sangue proveniente de pessoas ou outros animais, o que reforça a permanência do inseto em áreas antropizadas. A repercussão desse processo de ocupação antrópica é múltipla, assim como o entendimento a respeito da proliferação desses insetos vetores de vírus, bactérias ou protozoários de ambientes naturais que passam a existir em um novo ambiente urbano [38].

O processo de urbanização, que frequentemente acarreta desigualdades sociais e alterações ambientais, contribui para o agravamento da saúde de seus moradores [39]. Nessa desordem causada pelo contínuo crescimento da cidade, a variação da temperatura atmosférica, a diminuição da umidade relativa do ar, a precipitação irregular e o despejo de poluentes atmosféricos de uma variedade de fontes, criam uma sinergia de alteração ambiental e são importantes contribuidores para o aumento das internações e das mortalidades por doenças respiratórias.

Em Fortaleza (CE), foi criado em 2021 o projeto “Uma criança, uma árvore”, que distribui uma muda de espécie arbórea para cada recém-nascido em hospitais participantes. Em apenas um ano, o projeto já havia distribuído 2.500 mudas, acompanhadas de certificados e orientações de manejo para as famílias [40]. Mais recentemente, a prefeitura vem ampliando sua estratégia de conservação de áreas verdes por meio da reestruturação do Plano Diretor, visando a criação de novas Zonas de Proteção Ambiental (ZPAs), voltadas ao uso restrito e proteção integral.

Outros autores alertam que tais condições representam risco à saúde e recomendam maior arborização, sobretudo em áreas centrais. Em Teixeira de Freitas (BA), plantios aleatórios foram realizados por moradores, sem orientação técnica, o que compromete a convivência entre urbanização e arborização. O estudo ressalta a necessidade de manejo planejado e fiscalização para garantir diversidade, estética e sustentabilidade no ambiente urbano [41].

12.7. Arborização urbana e doenças alérgicas

Alterações do ambiente podem promover a proliferação de microrganismos e consequentemente, favorecem a ocorrência de alergias [39]. Manifestações alérgicas também podem ser exacerbadas pela exposição a substâncias tóxicas na atmosfera, o que, por outro lado, pode ser minimizado pela presença de uma arborização adequada [36,42-44].

A incidência e a prevalência global de rinite alérgica têm aumentado constantemente desde a década de 1990, fenômeno atribuído ao aumento da poluição do ar e às mudanças climáticas, somado a outros fatores intrínsecos [45]. Enfatiza-se também que a rinite alérgica representa um problema mundial de saúde pública em virtude de seu impacto adverso sobre o sono, o funcionamento cognitivo, humor e outras condições associadas, como asma e sinusite.

Também há de ser considerado que, assim como a perda de áreas verdes pode favorecer a ocorrência de doenças alérgicas, a adoção de um Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU) mal planejado, permissivo ao uso de espécies vegetais impróprias, pode favorecer o agravamento de tais doenças, especialmente ocasionando aumento das ocorrências de alergia por pólenes (polinoses) de algumas espécies vegetais, a exemplo da figueira-benjamim (*Ficus benjamina*) [46].

Em se tratando da região Nordeste, fatos relacionados à saúde também acontecem e merecem cuidados. Em Aracaju (SE), verificou-se que a incidência de doenças cardiovasculares aumenta nos meses mais quentes em decorrência das altas temperaturas, enquanto as doenças respiratórias são mais frequentes no outono, em razão das frentes frias combinadas ao clima urbano. O estudo defende maior investimento em saneamento, monitoramento da qualidade do ar e arborização como medidas necessárias à melhoria da saúde da população [47]. Já em Alagoas, identificou-se diferentes microclimas urbanos em função da morfologia da cidade, destacando a importância desses estudos para o planejamento de políticas urbanas eficientes [48].

Na cidade de Juazeiro do Norte (CE), constatou-se a escassez de áreas verdes, com temperaturas médias de 36 °C às 14h e umidade relativa do ar de apenas 22,10%, o que dificulta a permanência das pessoas nesses locais [49].

12.8. Arborização urbana e doenças mentais

A qualidade de vida urbana tem relação direta com o meio ambiente, já que as áreas verdes são imprescindíveis ao bem-estar das pessoas, influenciando a saúde mental, propiciando espaço para socialização e recreação, aliviando o sentimento de opressão do homem com relação às grandes edificações, além dos benefícios já mencionados como a atenuação de ruídos, do calor, dentre outros [25].

O homem tem uma relação de dependência com a natureza, manifestada mais intensamente nas situações de estresse, o que demonstra a relação entre saúde mental e os elementos da natureza, e deixa evidente a necessidade de, cada vez mais, estimular a consolidação de áreas verdes, especialmente nas regiões urbanas [50].

Um estudo conduzido em Wisconsin, Estados Unidos, avaliou os benefícios das áreas verdes na saúde mental [51], e verificou que bairros urbanos com grande número de áreas verdes apresentavam baixos registros de depressão, ansiedade, fadiga mental e estresse na população.

Alguns estudos enfatizam a relação entre áreas verdes e biomarcadores de estresse e atenção, que se dá por meio da variação do hormônio cortisol e da alteração nas ondas cerebrais, o que sugere uma ligação biológica entre a exposição a espaços verdes e a redução do estresse e da fadiga mental [52-55].

A ausência de áreas verdes está associada à ocorrência de transtornos mentais comuns, sendo que os melhores escores de avaliação da saúde mental foram observados em indivíduos que frequentam áreas verdes [19]. Além disso, os menores riscos de morbidades psiquiátricas, para ambos os sexos, estiveram associados à presença de áreas verdes nas proximidades das residências. Assim, a presença de florestas urbanas contribui para a diminuição da incidência de doenças relacionadas ao estresse, tais como síndrome de *burnout*, insônia, fadiga, depressão, sentimentos de pânico, entre outras [24].

12.9. Arborização urbana e doenças cardiovasculares

Contrastes sazonais de condições ambientais, passíveis de serem ocasionados pelos impactos ambientais, a exemplo do ritmo de massas de ar com queda de temperatura, atuam drasticamente sobre o sistema de termorregulação humana, podendo levar ao agravamento de condições cardíacas, como aumento do risco de infarto agudo do miocárdio e insuficiência cardíaca [34]. Isso ocorre em virtude de condições térmicas mais frias, que produzem vasoconstrição, numa tentativa de manter a temperatura interna do organismo dentro da normalidade. Destaca-se, ainda, que a elevação de temperatura também é prejudicial, favorecendo agravos cardiovasculares, como a angina por *stress* térmico, pois o calor pode levar à irritação e ao estresse, estimulando o aumento da frequência cardíaca.

Diversos estudos enfatizam a complexa associação entre agravos à saúde e variáveis atmosféricas, destacando que a temperatura ambiente é um parâmetro de exposição amplamente utilizado, assim como os índices baseados na combinação entre temperatura e umidade [56]. Os resultados apresentados indicam maior suscetibilidade de idosos ao aumento e piora das doenças cardiovasculares decorrentes desses impactos. Esse resultado enfatiza a necessidade de busca por soluções para a melhoria dos ambientes urbanos e, conseqüentemente, para a saúde da população. Na avaliação da morbidade por doenças cardiovasculares (DCV), já foi descrita a influência de poluentes atmosféricos, a exemplo do monóxido de carbono, ozônio, partículas inaláveis (material particulado), no agravamento dessas doenças [36].

Um estudo realizado na cidade de Kaunas, na Lituânia, avaliou a associação entre o acesso e o uso de espaços verdes urbanos com a prevalência de doenças cardiovasculares e seus fatores de risco. Observou-se que a prevalência desses fatores foi significativamente menor entre as pessoas que frequentavam parques do que entre aquelas que não utilizavam esses espaços [57]. Em Boston, Estados Unidos, verificou-se que a proximidade residencial de áreas verdes pode aumentar a sobrevivência de pessoas que sofreram acidente vascular cerebral (AVC) isquêmico [58]. No Canadá, foram identificadas associações entre a presença de espaços verdes urbanos e a mortalidade por causas específicas, com redução do risco de morte por diversas doenças, incluindo as cardiovasculares [59].

Evidenciou-se que a proximidade residencial com áreas verdes está associada à diminuição da mortalidade por doenças cardiovasculares e à redução na ocorrência de eventos cardiovasculares adversos importantes. Esses benefícios estão relacionados à capacidade dos espaços verdes de aliviar o estresse, reduzir a poluição do ar, estimular a atividade física, favorecer as interações sociais e ampliar o acesso a bens e serviços saudáveis [60].

Assim, considerando que as DCV são a principal causa de morte em todo o mundo, embora se considere a complexa interação entre os fatores de risco associados, o estímulo ao desenvolvimento de políticas públicas relacionadas à criação de cidades mais verdes pode contribuir como ação preventiva a eventos cardiovasculares na população que habita os centros urbanos.

12.10. Arborização urbana e síndrome metabólica

A síndrome metabólica é caracterizada por um grupo de distúrbios metabólicos, como níveis elevados de pressão arterial e glicose no sangue, dislipidemia (alterações do colesterol) e obesidade

abdominal, os quais estão associados a um risco aumentado de morbidade e mortalidade cardiovascular, com alta e crescente prevalência mundial [61].

Diversos estudos constataram que viver em áreas mais verdes contribui para o controle de distúrbios metabólicos como hipertensão arterial [62,63], diabetes [64-71], dislipidemias, [69,71-73] e sobrepeso/obesidade [74-77]; justificando que os mecanismos potenciais para os efeitos benéficos do verde na saúde humana incluem a redução da exposição a riscos ambientais (como poluição do ar, ruído e variações de temperatura ambiente) e estresse psicofisiológico, estimulando também a prática de atividade física e facilitando a coesão social [78].

A urbanização acelerada, como observado na China, dificulta o acesso da população urbana às áreas verdes, acarretando mudanças no estilo de vida, como o sedentarismo, além de provocar outros impactos, como o aumento da poluição do ar [61]. Essas mudanças podem ter graves impactos sobre a saúde, especialmente favorecendo distúrbios metabólicos, por isso a necessidade de incentivar a manutenção e/ou ampliação das áreas verdes urbanas.

12.11. Arborização urbana e doenças infecciosas

Os padrões de morbimortalidade têm mudado em paralelo às transformações sociais, econômicas e demográficas, com drásticas alterações no estilo de vida das pessoas, especialmente em razão do crescimento populacional e da acelerada urbanização, que acarreta impactos ambientais, como a ocupação de áreas vulneráveis para habitação e a perda de cobertura vegetal nos espaços urbanos. O perfil de morbimortalidade, antes caracterizado pelo declínio das doenças infecciosas e aumento da prevalência de doenças crônicas, agravos por traumas e lesões, tem se modificado nos últimos anos, com destaque para as mudanças nos padrões de transmissão das doenças infecciosas [79].

Essas mudanças estão relacionadas com o aumento da velocidade da disseminação de infecções, com algumas doenças atingindo patamar de epidemia e/ou pandemia, ocasionando sérios impactos na saúde pública, a exemplo da recente *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS), influenza A (H1N1), doenças transmitidas por vetores como as arboviroses (Zika, Chikungunya, Dengue) e outras doenças negligenciadas. As transformações que negligenciam as questões ambientais acarretam novas possibilidades de epidemias, favorecendo o surgimento de novos agravos e o reaparecimento de doenças anteriormente controladas, as chamadas doenças reemergentes [24].

O aumento de doenças infecciosas e parasitárias, a exemplo das que são transmitidas por vetores e as de veiculação hídrica, é justificado pela existência de condições externas facilitadoras da transmissão (como a ocorrência de enchentes), proliferação dos agentes etiológicos em ambiente peridomiciliar e intradomiciliar, e pela expansão dos vetores de tais doenças, estimulados por alterações climáticas, dos níveis de precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, mudanças nas paisagens e nos ecossistemas, dentre outros. Esses fatores podem ser minimizados pela adoção de um Plano de Arborização Urbana adequado, contribuindo para a criação de ambientes favoráveis à saúde, na perspectiva da adoção de políticas públicas direcionadas ao bem-estar da população [80-83].

A crescente ascensão das doenças zoonóticas associadas ao ecossistema urbano pode ser explicada pelo ciclo de vida dos vetores. Muitos deles se reproduzem em condições de mais alta temperatura e umidade, de forma que a alteração da vegetação e padrões de uso do solo, elementos que sofrem influência do padrão de arborização, facilitam sua expansão para áreas urbanas antes livres desses vetores. Nesse contexto, algumas doenças resultam da intensa modificação do bioma

natural, com consequente migração dos vetores e hospedeiros para outros habitats, infectando animais e humanos. Além disso, o intenso êxodo humano (migração para as periferias de grandes centros urbanos) em ocupações desordenadas, sem planejamento e com baixa qualidade de vida também contribui para o aumento da incidência dessas doenças [84-86].

Somado a isso, existe a questão das doenças negligenciadas. Caracterizadas como enfermidades que não despertam interesse para pesquisa e desenvolvimento de novos medicamentos (a exemplo de doença de Chagas, leishmaniose, hanseníase, malária, tuberculose e esquistossomose), essas doenças também atingem uma parcela importante da população urbana e vêm se expandindo com as mudanças climáticas [87].

12.12. Áreas verdes no envelhecimento

Com o aumento da expectativa de vida da população mundial, passa a ser essencial a garantia de um envelhecimento ativo e saudável, condicionado a determinantes pessoais, sociais, comportamentais, econômicos, ambientais, saúde e acesso aos serviços de saúde.

Nesse sentido, tem sido estimulado programas que visam a qualidade de vida dos idosos, na perspectiva de que as doenças mais prevalentes nessa população possam ser minimizadas por mudanças no estilo de vida e comportamento social [88]. As mudanças têm relação direta com os espaços públicos ofertados e frequentados, a exemplo de áreas verdes (como praças ou parques), que propiciam espaço para comunicação e convívio social, principalmente em áreas urbanas; além de proporcionar a sensação de autonomia e independência, elementos essenciais para o envelhecimento ativo e saudável. Porém, vale enfatizar a necessidade de disponibilizar espaços de qualidade, adaptados a esta população, para estimular a permanência dos idosos nesses locais, com garantia de segurança, acessibilidade, iluminação e equipamentos e mobiliários urbanos adequados. Esses locais são convidativos à prática de atividades físicas, recreativas, de lazer e culturais, além de possibilitarem a interação social, minimizando o isolamento e, consequentemente, os sintomas de depressão tão frequentes na população idosa [89,90].

Evidencia-se uma associação positiva entre a longevidade e a exposição à áreas verdes de fácil acesso, especialmente em regiões urbanas, favorecendo a integração social e o fortalecimento dos laços comunitários [19].

12.13. Escolha de espécies vegetais para promoção da saúde

A garantia dos benefícios para promoção, prevenção e/ou recuperação da saúde pela manutenção e/ou desenvolvimento de áreas verdes está diretamente condicionada à adoção de um Plano de Arborização Urbana adequado, que deve priorizar critérios técnico-científicos para curto, médio e longo prazos, com destaque às espécies vegetais empregadas [91].

Na priorização de áreas verdes e arborização associadas à saúde, as espécies vegetais devem ser preferencialmente nativas e selecionadas de acordo com os benefícios ecossistêmicos anteriormente referidos, evitando espécies passíveis de desencadear efeitos adversos intrínsecos e extrínsecos.

Outro aspecto a ser considerado são os efeitos diretos e indiretos à saúde pública, principalmente no aspecto ortopédico. A queda de frutos, por exemplo, pode tornar a via escorregadia,

configurando potencial risco à segurança dos cidadãos e interferir em sua acessibilidade, causando acidentes. Isso pode resultar em lesões ou outros agravos à saúde física.

A nocividade de algumas plantas em áreas urbanas pode ser um agravante para o quadro de saúde pública em algumas cidades em razão de sua toxicidade. Ocorreram no Brasil 80.082 casos de intoxicação humana em 2016, sendo 958 causados por plantas, com aproximadamente 62% das ocorrências em crianças com até 9 anos de idade, segundo o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (Sinitox) [92].

Com base nessas informações, é possível identificar a necessidade da implementação de políticas públicas mais eficientes quanto à inadequada inserção de espécies providas de componentes tóxicos nas cidades.

O perigo desta questão reside na maioria das plantas com princípios tóxicos que se encontram em locais de arborização, pois seus princípios ativos podem provocar reações na pele e mucosas, tais como dermatites [93], além de produzir distúrbios no aparelho cardiovascular e gastrointestinal [94], podendo causar envenenamento [95].

Saúde é o estado de completo bem-estar físico, mental, espiritual e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade [88]. Conforme esse conceito, as pessoas devem ser compreendidas em sua totalidade no processo saúde-doença, inclusive em seu aspecto espiritual. Em 2013, ao promover sua 8ª Conferência Global sobre promoção da saúde, a OMS reafirmou a necessidade de se considerar a saúde da população como um eixo transversal a toda e qualquer Política Pública. Neste contexto, o *Health in all policies* (HiAP - Saúde em Todas as Políticas, em português), documento norteador produzido na ocasião, enfatiza as consequências das políticas públicas sobre os sistemas de saúde, os determinantes da saúde e o bem-estar social. Reconhece ainda que os governos são confrontados com uma série de prioridades e que a saúde e o patrimônio líquido, ou intangível, não podem ser secundários, mas sim ganhar preferência sobre outros propósitos políticos.

O meio ambiente é um dos condicionantes da saúde das pessoas. Assim, questões a respeito do meio ambiente devem servir para que as políticas públicas sejam direcionadas a executar tudo o que for necessário para integrar ações de saúde, meio ambiente e saneamento básico. Do mesmo modo, a articulação das políticas e programas das comissões intersetoriais deve abranger e participar, com os órgãos afins, para mapear maneiras de controlar os agravos ao meio ambiente que tenham repercussão na saúde humana [96].

O Plano de Arborização Urbana de Fortaleza, implantado em 2015, é um exemplo bem-sucedido, ao incluir metas claras, manuais técnicos e participação comunitária, resultando em benefícios como controle do microclima, redução da poluição e consequente aumento do bem-estar [97]. Outras capitais nordestinas também serviram de estudo e apresentam resultados significativos alertando a respeito dessa questão.

A saúde do homem como parte integrante do meio ambiente é um dos objetivos da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) que busca resgatar os conhecimentos tradicionais de medicina, bem como a utilização adequada da biodiversidade de fauna e flora medicamentosas e, nesse contexto, o direito ambiental é chamado a compartilhar com a ética, resguardando os interesses coletivos de saúde [98].

A busca por conciliar algumas ações que conduzam à interseção entre saúde e conjuntura ambiental foi pactuada na Carta de Ottawa [99]. Nesse documento, alguns itens foram destacados, como a elaboração de política pública saudável; a criação de ambientes que protejam a saúde; o

fortalecimento da ação comunitária, o desenvolvimento de habilidades pessoais (hábitos saudáveis) e a reorientação dos serviços cotidianos.

As grandes cidades, principalmente, costumam apresentar condições ambientais abaixo dos padrões desejáveis. A Organização Mundial da Saúde recomenda uma área verde mínima de 12 m² por habitante; contudo, em razão do processo de formação e desenvolvimento urbano, a maior parte das cidades não atinge esse percentual [100].

O conforto ambiental proporcionado por áreas verdes no âmbito urbano permite às pessoas viverem com mais saúde e qualidade de vida [101].

Nas grandes cidades, é expressivo o número de pessoas que buscam espaços para recreação familiar, para a prática de exercícios físicos (caminhadas, corridas, etc.), para reuniões com os amigos, entre outras opções de lazer [102]. Contudo, a falta de planejamento na implantação da arborização pode gerar conflitos com a estrutura urbana [103].

12.14. Impactos da arborização nos indicadores de saúde

Pode-se definir indicadores de saúde como instrumentos utilizados para medir uma realidade. Na sua aplicação, esses indicadores servem como parâmetro norteador, instrumento de gerenciamento, na avaliação e planejamento das ações na saúde, de modo a permitir mudanças nos processos a serem implantados e nos resultados esperados. Um indicador é uma ferramenta importante, pois informa sobre o progresso do planejamento em direção a uma determinada meta desejada, sendo utilizado como recurso para deixar mais perceptível uma tendência ou fenômeno não imediatamente detectável por meio de dados isolados [104].

Estudos realizados na Europa demonstram os benefícios diretos e indiretos dos Estudos de Viabilidade Urbanística (EVU). Eles se relacionam com o estado de saúde autoavaliado e da longevidade, bem como com a otimização da qualidade ambiental. No que diz respeito ao desenvolvimento infantil, os EVU contribuem para a potencialização da capacidade de concentração e disciplina e para o estímulo da imaginação e criatividade. No âmbito psicológico, proporcionam uma sensação de liberdade, melhoram aspectos cognitivos e a saúde mental, além de aliviarem o *stress* e a fadiga urbanos. Por fim, essas melhorias se refletem na redução da agressividade e da violência, fortalecendo as relações interpessoais e o senso de pertencimento comunitário [105].

Em contrapartida, outras doenças como crises de asma e alergias aumentam as ocorrências concomitantemente ao aumento da presença da floresta urbana, por se tratarem de doenças que são afetadas direta ou indiretamente por uma grande variedade de poluentes orgânicos e não orgânicos, geralmente associados a agentes biológicos e não biológicos, encontrados com abundância em ambientes ao ar livre, como ruas e florestas.

12.15. Considerações finais

O contato do homem com ambientes naturais colabora com o bem-estar e contribui para a construção de estilos de vida mais saudáveis e equilibrados. Nesse contexto, a arborização urbana se apresenta como uma estratégia fundamental, capaz de melhorar muito mais do que a simples paisagem cênica, pois resulta em ganhos diretos à qualidade de vida nas cidades.

Apesar de sua relevância, no Brasil o processo de arborização ainda não recebe a necessária atenção na maioria dos planejamentos urbanos. Em muitas cidades, especialmente nas mais populosas, o tema ainda é tratado de maneira superficial, por meio de propostas que não atendem às reais necessidades da população. Exemplos práticos mostram como a integração entre meio ambiente e saúde pública pode gerar bons resultados.

Nesse sentido, defende-se a inserção do planejamento ambiental nos Planos Diretores Municipais, privilegiando o uso de espécies nativas e a construção de um desenho urbano inclusivo. Políticas integradas que considerem biodiversidade, infraestrutura verde e participação comunitária são fundamentais para reduzir desigualdades socioespaciais e fortalecer a saúde coletiva [106].

A arborização urbana, quando planejada e manejada de forma adequada, constitui instrumento essencial de promoção da saúde pública. Políticas públicas bem estruturadas, com participação popular, metas claras e indicadores técnicos, têm potencial para mitigar os efeitos do calor urbano, melhorar a qualidade do ar, ampliar o bem-estar da população e contribuir para maior equidade social nas cidades nordestinas.

12.16. Referências

- [1] Kahtouni S. Bases conceituais para a pesquisa: infraestrutura urbana e qualidade ambiental e paisagística. PosFAUUSP. 2006;(19):46-59.
- [2] Lewis CA. Human health and well-being: the psychological, physiological, and sociological effects of plants on people. *Acta Hort.* 1995;391:31-39.
- [3] Nicodemo MLF, Primavesi O. Por que manter árvores na área urbana? [acesso 20 jan. 2025]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/82803/1/Documentos89.pdf>
- [4] Gonçalves A, Camargo LS, Soares PF. Influência da vegetação no conforto térmico urbano: estudo de caso na cidade de Maringá-PR. In: III Seminário de Pós-Graduação em Engenharia Urbana; 2012; Maringá, PR. Anais. 2012.
- [5] Spósito ES. A vida nas cidades. 3. ed. São Paulo: Contexto; 2001.
- [6] Modna D, Vecchia F. Calor e áreas verdes: um estudo preliminar do clima de São Carlos, SP. In: VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e III Conferência Latino-Americana sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações; 2003; Curitiba, PR. Anais... Curitiba: Universidade Católica de Curitiba; 2003.
- [7] Martelli A, Santos Jr AR. Arborização urbana do município de Itapira-SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. *Rev Eletrônica Gestão Educ Tecnol Ambient.* 2015;19(2).
- [8] Rocha LMV, Souza LCL. Desenho urbano, clima e saúde em São José do Rio Preto. In: Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Anais. Maringá: SIMPGUEU; 2009.
- [9] Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República; 1988.
- [10] Souza HP, Oliveira WTGH, Santos JPC, Toledo JP, Ferreira IPS, Sousa Esashika SNG, et al. Doenças infecciosas e parasitárias no Brasil de 2010 a 2017: aspectos para vigilância. *Rev Panam Salud Publica.* 2020;44:e10. doi:10.26633/RPSP.2020.10.
- [11] Moraes EG. Expansão urbana e o direito ao desenvolvimento sustentável na cidade de Cajazeiras-PB: uma análise à luz da função social da cidade [dissertação]. João Pessoa: UNIPÊ; 2019.

- [12] Frasson VR. Análise da percepção ambiental de atores sociais do município de Balneário Camboriú-SC [dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2011.
- [13] Del Rio V, Oliveira L, organizadores. Percepção ambiental: a experiência brasileira. 2. ed. São Paulo: UFSCar/Studio Nobel; 1999.
- [14] Régis MM, Nascimento APB, Côrtes PL. Percepção e uso de parques urbanos para a conservação de ecossistemas terrestres. *Rev Nac Gerenc Cidades*. 2020;8(55):1-17.
- [15] Kaplan S. The restorative benefits of nature: toward an integrative framework. *J Environ Psychol*. 1995;15:169-182.
- [16] Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde; 2012.
- [17] Ribeiro H. Saúde pública e meio ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos. *Saúde Soc*. 2004;13(1):70-80.
- [18] Londe PR, Mendes PC. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. *Hygeia*. 2014;10(18):264-272.
- [19] Amato-Lourenço LF, Moreira TCL, Arantes BL, Silva Filho DF, Mauad T. Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. *Estud Av*. 2016;30(86):113-130.
- [20] Campos Fenzl N, Sombra D, Canto O, Farias A, Nascimento F. Os “Grandes Projetos” e o processo de urbanização da Amazônia brasileira: consequências sociais e transformações territoriais. *InterEspaço*. 2020;6:e202002.
- [21] Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Parques e áreas verdes. 2013. [acesso 15 fev. 2025]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/parques-e-%C3%A1reas-%20verdes.html#:~:text=As%20%C3%A1reas%20verdes%20urbanas%20s%C3%A3o,o%20equil%C3%ADbrio%20ambiental%20nas%20cidades>
- [22] Souza CL, Andrade CS. Saúde, meio ambiente e território: uma discussão necessária na formação em saúde. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2014;19(10):4113-4122.
- [23] Waldman EA. Saúde nas cidades: desafios do século XXI. *Rev USP*. 2015;107:8-12.
- [24] Campos BF, Castro M. Áreas verdes: espaços urbanos negligenciados impactando a saúde. *Saúde & Transformação Social*. 2017;8(1):106-116. [acesso 1 out. 2025]. Disponível em: <https://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/saudeettransformacao/article/view/4289>
- [25] Loboda CR, Angelis BLD. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. *Ambiência*. 2005;1(1):125-139.
- [26] Toledo FS, Santos DG. Espaços livres de construção. *Rev Soc Bras Arbor Urb*. 2008;3(1):73-91.
- [27] Capucho de Lima M, Neves FM. Espaços verdes urbanos e sua influência na saúde e qualidade de vida da população mundial: uma revisão integrativa. *Fronteiras*. 2025;14(1):258-270.
- [28] Pinheiro CR, Souza D. A importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima. *Rev Gestão Sustentab Ambient*. 2017;6(1):67-82.
- [29] Pinto CM. Estudos sobre serviços ecossistêmicos e os benefícios da área verde do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo [dissertação de mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2019. 125 p.
- [30] Costanza R, D’Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, et al. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature*. 1997;387(6630):253-260.
- [31] Vieira PBH. Uma visão geográfica das áreas verdes de Florianópolis-SC: estudo de caso do Parque Ecológico do Córrego Grande (PECG) [Trabalho de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2004.

- [32] Pasternak S, Bógus LMM. Urbanização, meio ambiente e saúde em São Paulo. *Rev Saúde Meio Ambient Sustentabilidade*. 2011;6(2):52-72.
- [33] Fregonezi RL, Ribeiro JCBG, Simeão JRM, Carvalho TO, Franco LFR. Poluição atmosférica relacionada às doenças respiratórias: abordagem de abrangência em prol da prática clínica. *Rev Univ Vale Rio Verde*. 2015;13(1):697-706.
- [34] Araújo HM, Conceição MJ, Meireles AJA. Efeitos das variações climáticas nas doenças cardiorrespiratórias em Aracaju, Sergipe, Brasil. *Rev GeoNordeste*. 2020;31(1):229-250.
- [35] Bordin RO, Souza EB, Silva RA, Perehouskei NA. Análise espacial com foco na poluição atmosférica e suas consequências na saúde respiratória em Rondonópolis, Mato Grosso. *Biodiversidade*. 2017;16(2):98-111.
- [36] Guimarães PRB. Estudo sobre as relações entre as doenças respiratórias e a poluição atmosférica, variáveis climáticas e áreas verdes, na cidade de Curitiba, Paraná, Brasil [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2011.
- [37] Moraes SL, Almendra R, Santana P, Galvani E. Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2019a;35(7):1-16.
- [38] Ximenes MFFM, Silva VPM, Queiroz VS, Rego MM, Cortez AM, Batista LMM, et al. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) e leishmanioses no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: reflexos do ambiente antrópico. *Neotrop Entomol*. 2007;36(1):128-37.
- [39] Moraes SL, Barrozo LV. Agrupamentos espaciais do risco relativo da mortalidade de idosos por doenças do aparelho circulatório e respiratório durante ondas de calor em São Paulo, SP. In: Ribeiro EAW, Miranda M, Castro RC, organizadores. *Mudanças ambientais, desastres e vulnerabilidade social*. Blumenau: Instituto Federal Catarinense; 2019b. p. 27-35.
- [40] Muniz MÁPC, da Silva RRT, Oliveira MES, Diógenes RFN, organizadores. *Manual de arborização urbana de Fortaleza*. Fortaleza: Independente; 2020.
- [41] Alves LA. Ponderações sobre a relevância dos espaços verdes urbanos para as condições de saúde e qualidade de vida. *Rev Nac Gerenc Cidades*. 2017;5(29):77-94.
- [42] Namork E, Johansen BV, Løvik M. Detection of allergens adsorbed to ambient air particles collected in four European cities. *Toxicol Lett*. 2006;165:71-78.
- [43] Franco LFR, Fregonezi RL, Ribeiro JCBG, Simeão JRM, Carvalho TO. Poluição atmosférica relacionada às doenças respiratórias: abordagem de abrangência em prol da prática clínica. *Rev Univ Vale Rio Verde*. 2015;13(1):697-706.
- [44] Bowatte G, Lodge CJ, Knibbs LD, Lowe AJ, Erbas B, Dennekamp M, et al. Traffic-related air pollution exposure is associated with allergic sensitization, asthma, and poor lung function in middle age. *J Allergy Clin Immunol*. 2017;139(1):122-129. doi:10.1016/j.jaci.2016.05.008.
- [45] Morgado SAG. Urbanização e alergia: a rinite alérgica em meio urbano [dissertação]. Lisboa: Universidade de Lisboa; 2018.
- [46] Cordeiro HTL. A arborização das áreas públicas dos bairros de Fortaleza, Ceará, é influenciada pelas condições socioeconômicas da população? [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2017.
- [47] Conceição MJ. Clima urbano e sua influência na saúde pública de Aracaju [dissertação]. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe; 2017.

- [48] Araújo CA. Influência da morfologia urbana de diferentes zonas climáticas locais nos microclimas de Maceió, AL [dissertação]. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; 2023.
- [49] Rodrigues LG, Teixeira YN, Cândido EL, Souza FLM, Meireles ACM. Impacto da arborização na temperatura e umidade do ar em zona urbana do semiárido. *Rev Bras Desenv Territorial Sustentável* (Guaju). 2022;8. doi:10.5380/guaju.v%0/vi%i.77741.
- [50] Boeing F. Saneamento ambiental e saúde pública: uma interface para a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável. *RIES*. 2013;2(1):102-112.
- [51] Beyer KM, Kaltenbach A, Szabo A, Bogar S, Nieto FJ, Malecki KM. Exposure to neighborhood green space and mental health: evidence from the Survey of the Health of Wisconsin. *Int J Environ Res Public Health*. 2014;11(3):3453-72. doi:10.3390/ijerph110303453.
- [52] Thompson CW, Roe J, Aspinall P, Mitchell R, Clow A, Miller D. More green space is linked to less stress in deprived communities: evidence from salivary cortisol pattern. *Landsc Urban Plan*. 2012;105:221-229.
- [53] Roe JJ, Thompson CW, Aspinall PA, Brewer MJ, Duff EI, Miller D, et al. Green space and stress: evidence from cortisol measures in deprived urban communities. *Int J Environ Res Public Health*. 2013a;10:4086-4103.
- [54] Roe JJ, Aspinall PA, Mavros P, Coyne R. Engaging the brain: the impact of natural versus urban scenes using novel EEG methods in an experimental setting. *Environ Sci*. 2013b;1:93-104.
- [55] Aspinall P, Mavros P, Coyne R, Roe J. The urban brain: analysing outdoor physical activity with mobile EEG. *Br J Sports Med*. 2015;49(4):272-276.
- [56] Silva JA, Ribeiro ML, Pereira CF. Impacto das variáveis climáticas sobre doenças cardiovasculares em idosos. *Rev Bras Saúde Ambient*. 2012;15(2):123-135.
- [57] Tamosiunas A, Grazuleviciene R, Luksiene D, Dedele A, Reklaitiene R, Baceviciene M, et al. Accessibility and use of urban green spaces, and cardiovascular health: findings from a Kaunas cohort study. *Environ Health*. 2014;13:20.
- [58] Wilker EH, Wu CD, McNeely E, Mostofsky E, Spengler J, Wellenius GA, et al. Green space and mortality following ischemic stroke. *Environ Res*. 2014;133:42-48.
- [59] Crouse DL, Pinault L, Balram A, Hystad P, Peters PA, Chen H, et al. Urban greenness and mortality in Canada's largest cities: a national cohort study. *Lancet Planet Health*. 2017;1(7):e289-e297. Erratum in: *Lancet Planet Health*. 2017;1(8):e315.
- [60] Yeager RA, Smith TR, Bhatnagar A. Green environments and cardiovascular health. *Trends Cardiovasc Med*. 2020;30(4):241-246. doi:10.1016/j.tcm.2019.06.005.
- [61] Yang BY, Liu KK, Markevych I, Knibbs LD, Bloom MS, Dharmage SC, et al. Association between residential greenness and metabolic syndrome in Chinese adults. *Environ Int*. 2020a;135:105388.
- [62] Dzhambov AM, Markevych I, Lercher P. Greenspace seems protective of both high and low blood pressure among residents of an Alpine valley. *Environ Int*. 2018;121:443-452.
- [63] Yang BY, Markevych I, Heinrich J, Bowatte G, Bloom MS, Guo Y, et al. Associations of greenness with diabetes mellitus and glucose-homeostasis markers: the 33 Communities Chinese Health Study. *Int J Hyg Environ Health*. 2019a;222:283-290.
- [64] Maas J, Verheij RA, de Vries S, Spreeuwenberg P, Schellevis FG, Groenewegen PP. Morbidity is related to a green living environment. *J Epidemiol Community Health*. 2009;63:967-973.

- [65] Bodicoat DH, O'Donovan G, Dalton AM, Gray LJ, Yates T, Edwardson C, et al. The association between neighbourhood greenspace and type 2 diabetes in a large cross-sectional study. *BMJ Open*. 2014;4(12):e006076.
- [66] Astell-Burt T, Feng X, Kolt GS. Is neighborhood green space associated with a lower risk of type 2 diabetes? Evidence from 267,072 Australians. *Diabetes Care*. 2014;37(1):197-201.
- [67] Dalton AM, Jones AP, Sharp SJ, Cooper AJ, Griffin S, Wareham NJ. Residential neighbourhood greenspace is associated with reduced risk of incident diabetes in older people: a prospective cohort study. *BMC Public Health*. 2016;16:1171.
- [68] Ngom R, Gosselin P, Blais C, Rochette L. Type and proximity of green spaces are important for preventing cardiovascular morbidity and diabetes: a cross-sectional study for Quebec, Canada. *Int J Environ Res Public Health*. 2016;13(4):1-15.
- [69] Brown SC, Lombard J, Wang K, Byrne MM, Toro M, Plater-Zyberk E, et al. Neighborhood greenness and chronic health conditions in Medicare beneficiaries. *Am J Prev Med*. 2016; 51(1):78-89.
- [70] Clark C, Sbihi H, Tamburic L, Brauer M, Frank LD, Davies HW. Association of long-term exposure to transportation noise and traffic-related air pollution with the incidence of diabetes: a prospective cohort study. *Environ Health Perspect*. 2017;125:087025.
- [71] Yang BY, Markevych I, Heinrich J, Bloom MS, Qian Z, Geiger SD, et al. Residential greenness and blood lipids in urban-dwelling adults: The 33 Communities Chinese Health Study. *Environ Pollut*. 2019b;250:14-22.
- [72] Markevych I, Standl M, Sugiri D, Harris C, Maier W, Berdel D, et al. Residential greenness and blood lipids in children: a longitudinal analysis in GINIplus and LISAplus. *Environ Res*. 2016;151:168-173.
- [73] Kim HJ, Min JY, Kim HJ, Min KB. Parks and green areas are associated with decreased risk for hyperlipidemia. *Int J Environ Res Public Health*. 2016;13(12):1205.
- [74] Pereira G, Christian H, Foster S, Boruff BJ, Bull F, Knuiman M, et al. The association between neighborhood greenness and weight status: an observational study in Perth, Western Australia. *Environ Health*. 2013;12:49.
- [75] Dadvand P, Villanueva CM, Font-Ribera L, Martinez D, Basagaña X, Belmonte J, et al. Risks and benefits of green spaces for children: a cross-sectional study of associations with sedentary behavior, obesity, asthma, and allergy. *Environ Health Perspect*. 2014;122:1329-1335.
- [76] Persson Å, Pyko A, Lind T, Bellander T, Ostenson CG, Pershagen G, et al. Urban residential greenness and adiposity: a cohort study in Stockholm County. *Environ Int*. 2018;121:832-841.
- [77] Huang WZ, Yang BY, Yu HY, Bloom MS, Markevych I, Heinrich J, et al. Association between community greenness and obesity in urban-dwelling Chinese adults. *Sci Total Environ*. 2020;702:135040.
- [78] Markevych I, Schoierer J, Hartig T, Hystad P, Dzhambov AM, de Vries S, et al. Exploring pathways linking greenspace to health: theoretical and methodological guidance. *Environ Res*. 2017;158:301-317.
- [79] Cuenca AMB, Waldman EA, Alvarez M do CA, Gallo PR, Wünsch Filho V. Faculdade de Saúde Pública: contribuições científicas e adoção de políticas públicas. In: ____ anos. São Paulo: Edusp; 2015.
- [80] Mendonça FA, Souza AV, Dutra DA. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. *Soc Nat*. 2009;21(3):257-269.

- [81] Silva EL, Nicoletti MA. Controle e tratamento das doenças negligenciadas: visão da situação atual. *Rev Saúde*. 2013;7(3-4):1-17.
- [82] Segurado AC, Cassenote AJ, Luna EA. Saúde nas metrópoles: doenças infecciosas. *Estud Av*. 2016;30:29-49.
- [83] Titosse AC, Fonseca ES, Rodrigues MVP, Ramos APM, Giuffrida R, Arana ARA. Distribuição espacial das doenças tropicais negligenciadas na região Oeste do estado de São Paulo. *Rev Caminhos Geogr*. 2020;21(73):518-529.
- [84] Almeida TSO, Almeida TSO, Ramalho SNL. Delineamento das doenças tropicais negligenciadas no Brasil e o seu impacto social. *Inter Scientia*. 2017;5(1):69-91.
- [85] Campos FI, Campos DMB, Vital AV, Paixão TFP. Meio ambiente, desenvolvimento e expansão de doenças transmitidas por vetores. *Fronteiras: J Soc Technol Environ Sci*. 2018;7(2):49-63.
- [86] Oliveira AP, Aguiar ES, Pontes AN. Doenças tropicais negligenciadas e as vulnerabilidades socioambientais nas capitais amazônicas. *Res Soc Dev*. 2020;9(9):e502997502. [acesso 24 fev. 2025]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344004806_Doencas_tropicais_negligenciadas_e_as_vulnerabilidades_socioambientais_nas_capitais_amazonicas
- [87] Brasil. Ministério da Saúde. Departamento de Ciência e Tecnologia. Doenças negligenciadas: estratégias do Ministério da Saúde. *Rev Saúde Pública*. 2010;44(1):200-202.
- [88] Organización Mundial de la Salud. Acción multisectorial para un envejecimiento saludable basado en el ciclo de vida: proyecto de estrategia y plan de acción mundiales sobre el envejecimiento y la salud. In: 69.^a Asamblea Mundial de la Salud; 2016; Ginebra. Ginebra: OMS; 2016. [acesso 10 out. 2020]. Disponível em: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/wha69/a69_17-sp.pdf
- [89] Moysés TG, Alvim ATB. Envelhecimento ativo e saudável nos espaços públicos: os casos da Praça Victor Civita e do Parque Linear Cantinho do Céu em São Paulo (Brasil). *Oculum Ensaios*. 2019;16(3):543-561.
- [90] Pinheiro AVBS. O espaço público e o envelhecimento ativo [tese]. Porto: Universidade do Porto; 2019.
- [91] Costa LA, Higuchi N. Arborização de ruas de Manaus: avaliação qualitativa e quantitativa. *Rev Árvore*. 1999;23:223-232.
- [92] Schvarstzhaupt CC, Reis AT. Vegetação urbana e instrumentos legais. *Anais do XVII ENANPUR*. 2017;17(1).
- [93] Conceição EN. Efeito do sombreamento de duas espécies arbóreas na atenuação da radiação ultravioleta e microclima em espaços abertos no campus da UFMT [tese]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física; 2018.
- [94] CIAVE – Centro de Informações Antiveneno da Bahia. Jardim de plantas tóxicas. Salvador: Secretaria da Saúde do Estado da Bahia; 2000.
- [95] Ozturk M, Uysal I, Gücel S, Mert T, Akcicek E, Celik S. Ethnoecology of poisonous plants of Turkey and Northern Cyprus. *Pak J Bot*. 2008;40(4):1359-1386.
- [96] Organização Mundial da Saúde. Constituição da Organização Mundial da Saúde (1947) e Emenda Constitucional A52/24, de 7 de abril de 1999. Resolução da Assembleia Mundial da Saúde; 1999.
- [97] Brasil. Lei n. 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Brasília, DF; set. 1990.
- [98] Brasil. Ministério da Saúde. Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS (PNPIC-SUS). Brasília: Ministério da Saúde; 2005.

- [99] Canadá. Carta de Ottawa sobre a promoção da saúde. Ottawa: I Conferência Internacional sobre a Promoção da Saúde; 1986. [acesso 15 jan. 2025]. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/carta_ottawa.pdf
- [100] Rezende APS. O programa de compatibilidade da arborização urbana com redes de energia elétrica da CEMIG. In: Anais do I Encontro para Conservação da Natureza; 1997 set 21-24; Viçosa, MG.
- [101] Alencar LS, Souto PC, Moreira FTA, Souto JS, Borges CHA. Inventário quali-quantitativo da arborização urbana em São João do Rio do Peixe, PB. *Agropecu Ciênc Semiárido*. 2014; 10(2):117-124.
- [102] Silva CSG. Direito à arborização urbana. *Rev Jus Navigandi*. 2015;20(4211).
- [103] Ferro CCS, Oliveira RS, Andrade FWC, Souza SMAR. Inventário quali-quantitativo da arborização viária de um trecho da rodovia PA-275 no município de Parauapebas, PA. *Rev Soc Bras Arbor Urb*. 2015;10(3):73-84.
- [104] van Bellen HM. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV Editora; 2005.
- [105] Alves LP, Costa JAS, Costa BN, Jesus UMA. Arborização urbana em Teixeira de Freitas, BA: um estudo de caso visando subsidiar o desenvolvimento sustentável no planejamento urbano. *Rev Geografia (Recife)*. 2024;41(2).
- [106] Osako LK, Takenaka EMM, Silva PA. Arborização urbana e a importância do planejamento ambiental através de políticas públicas. *Rev Cient ANAP Brasil*. 2016;9(14):1-8.

Capítulo 13

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E BIODIVERSIDADE NA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Regis Catarino da Hora, Eduardo Bezerra de Almeida Jr., Carlos Erick Brito de Sousa, Marlla Maria Barbosa Arouche e Aline Duarte do Nascimento

13.1. Destaques deste capítulo

1. As árvores nas cidades melhoram o microclima, reduzem poluição e ruído, e aproximam a população da biodiversidade local, fortalecendo a saúde e o bem-estar;
2. A Educação Ambiental, em espaços formais e não formais (parques, jardins botânicos, unidades de conservação), deve caminhar junto ao planejamento da arborização, usando metodologias participativas (trilhas, oficinas, projetos comunitários);
3. É necessário priorizar os problemas e as soluções locais (“agir localmente, pensar globalmente”) com escolas, como polos de cidadania ambiental, e com estudantes, como multiplicadores;
4. Aulas práticas ao ar livre e o uso de espécies nativas em vias públicas e pátios escolares tornam a aprendizagem significativa e conectada ao cotidiano;
5. Programas estaduais/municipais que combinam plantio de nativas, doação de mudas e EA (visitas guiadas, ecotecas, ações escolares) mostram ganhos ambientais e sociais e servem de modelo para outras cidades.

13.2. Introdução

O crescimento da população humana e a industrialização em larga escala intensificaram o fluxo de pessoas do campo para as cidades, que, por falta de um planejamento adequado dos seus governantes, cresceram desordenadamente. Ao longo do tempo, esse crescimento tumultuado vem alterando o ambiente desses locais, provocando mudanças nas características climáticas do meio, afetando a qualidade de vida de seus habitantes e distanciando os mesmos de uma relação harmoniosa com o ambiente natural [1]. Nesse cenário, a arborização pode contribuir para a obtenção de um ambiente urbano agradável e influir decisivamente na qualidade de vida nas cidades e, consequentemente, na saúde da população [2].

A arborização urbana pode auxiliar de diferentes formas para a melhoria das cidades, pois além de todos os benefícios para o ser humano, ela também contribui para o conhecimento da biodiversidade local. Quando a população tem a percepção dessa biodiversidade, ela passa a

cuidar mais do ambiente, afinal, é muito mais provável que se proteja o que se conhece do que aquilo que não se conhece. Nesse sentido, o conhecimento da biodiversidade gera uma importante consequência para o desenvolvimento social local [3].

A Educação Ambiental em espaços não formais, como parques, jardins botânicos e unidades de conservação, desempenha um papel essencial na sensibilização e formação ecológica da sociedade. Esses ambientes oferecem experiências imersivas que conectam teoria e prática, promovendo maior compreensão sobre a biodiversidade e a sustentabilidade. Estudos indicam que metodologias participativas, como trilhas interpretativas e oficinas ecológicas, fortalecem a alfabetização ambiental e incentivam práticas sustentáveis no cotidiano [4,5].

As propostas de Educação Ambiental (EA) revelam grande potencial para a ampliação do compromisso social com a conservação do planeta e a construção de uma nova ética, rumo à cidadania ambiental. No que diz respeito ao planejamento dos espaços urbanos, elas podem contribuir com a promoção de ações de gestão, aliadas a esse propósito, tendo como reflexos novos discursos e atitudes sustentáveis, afinados às necessidades atuais. Nessa perspectiva, a Educação Ambiental se apresenta como importante ferramenta para o planejamento urbano, uma vez que estimula discussões e problematizações a respeito de “[...] vários aspectos da sociedade urbana atual, dentre os quais o modelo de desenvolvimento econômico, social e cultural e a responsabilidade ambiental-urbana” [6].

Deste modo, no que diz respeito ao planejamento dos espaços urbanos, um dos fatores relevantes a ser considerado é a arborização urbana. A arborização deve constituir elemento essencial na paisagem urbana, principalmente diante do cenário de intenso crescimento demográfico e suas consequências socioambientais, que podem acentuar os processos de degradação ambiental [7]. Estes autores esclarecem ainda que, se bem planejada, a arborização urbana pode representar uma série de benefícios à sociedade e ao ambiente urbano, possibilitando mais sombra, diminuição da poluição do ar e sonora, melhorias na temperatura e sensação térmica nas cidades, disponibilidade de alimento e abrigo para a fauna residente nos espaços urbanos, proteção contra os impactos do vento e da erosão, contribuições à qualidade de vida de seres humanos e de outros seres vivos, além de questões estéticas, dentre outras vantagens.

A arborização urbana, considerando a presença de árvores em centros urbanos, parques, bosques, calçadas e outros espaços, precisa ser parte dos projetos urbanísticos das cidades, integrando também propostas de EA, que, em virtude de “[...] seu caráter interdisciplinar, é um relevante instrumento para o desenvolvimento e a prática de políticas norteadas à melhoria da qualidade de vida” [7].

É possível constatar também a relevância da EA para o planejamento da arborização urbana. Em um levantamento bibliográfico sobre a arborização urbana no Nordeste, Lima e Oliveira Filho [8] revelam a necessidade de planejamento da arborização urbana em paralelo à implementação de projetos de Educação Ambiental. Os trabalhos analisados eram recorrentes em demonstrar a relevância das atividades de EA para a sensibilização sobre a importância da flora e suas relações ecológicas para o equilíbrio ambiental e térmico, bem como para a necessidade de mudanças de atitudes e posturas da população dessas cidades.

Tendo em vista a pertinência da construção de propostas de implementação conjunta entre projetos urbanísticos de arborização e propostas de EA, são destacados a seguir alguns programas e projetos que têm sido desenvolvidos no Nordeste brasileiro.

A integração entre projetos urbanísticos de arborização e iniciativas de Educação Ambiental é essencial para promover cidades mais sustentáveis e resilientes. Programas desenvolvidos no

Nordeste brasileiro demonstram que ações bem planejadas contribuem para a melhoria da qualidade ambiental urbana, ampliam a percepção ecológica da população e inspiram gestores municipais na implementação de estratégias adequadas às particularidades locais. Embora as realidades dos municípios sejam diferentes, a análise de experiências exitosas pode orientar políticas públicas e incentivar práticas inovadoras de arborização e EA [9,10].

Dessa forma, será apresentada uma iniciativa de cada estado da região Nordeste que contemple esse tipo de proposta, em função das suas potencialidades tanto para a educação da população como para contribuições à educação formal, a partir de parcerias estabelecidas com instituições escolares. O intuito não é esgotar a temática, mas contribuir e ampliar as discussões e a possível implementação de novos programas e projetos, levando em consideração os aprendizados e experiências relevantes aqui relatados.

13.3. Maranhão

No âmbito da arborização urbana, uma das propostas que se destaca neste estado refere-se aos trabalhos de EA realizados pelo Parque Botânico Vale, inaugurado em 2008 e localizado em São Luís. De acordo com informações do *site* do parque, em 2018, ao completar 10 anos de atuação, houve a comemoração de mais de um milhão de visitantes, usufruindo das diferentes atividades que são oferecidas, em uma área composta por diferentes formações vegetais do Maranhão. O parque contém representantes de floresta tropical úmida, de matas de galeria, de cocais, de várzeas e secundárias de terra firme, de manguezais, dunas e restingas, em uma área de 100 hectares [11].

O Parque Botânico reúne um conjunto de atividades destinadas ao lazer, à cultura, à pesquisa e a ações de EA. Nesse espaço, há salas de exposições de artistas locais que dialogam com a temática ambiental, salas de aula e auditórios destinados a cursos, palestras e eventos voltados para a conservação da biodiversidade [12]. Há a possibilidade de visitas para a realização de caminhadas e outras atividades físicas, ou para ter acesso ao viveiro de mudas com mais de 10 mil espécies de plantas destinadas à recuperação de áreas degradadas e arborização urbana.

Todavia, as atividades de EA são realizadas de maneira mais enfática nas visitas guiadas pelas diferentes trilhas ecológicas existentes no parque, sob a coordenação de orientadores ambientais. Nesses momentos, acontece a oportunidade de aprofundamento de conhecimentos relacionados à conservação ambiental e ao reconhecimento das principais espécies da flora maranhense e de sua importância ecológica. Estas atividades podem ser agendadas e organizadas conforme o tipo de público, escolares ou não escolares, e pela faixa etária. Para as crianças, é disponibilizada uma ecoteca, que contém livros, brinquedos, jogos e outros materiais educativos de caráter lúdico, com conteúdo adequado aos trabalhos de EA para o público infantil. No que tange às questões transversais e interdisciplinares da EA, é importante ressaltar que:

“A temática ambiental no parque é tratada dentro dos mais diversos contextos, seja nas ações realizadas em conjunto com as instituições de ensino, seja no caráter lúdico e de sensibilização das atividades. A abordagem feita pelos orientadores ambientais e as atividades realizadas no parque abrangem não só as questões da natureza em si, mas englobam fatores sociais, culturais, históricos, éticos, econômicos e políticos” [12].

13.4. Piauí

No contexto da arborização urbana no Piauí tem destaque o programa “Teresina Mais Verde”, situado na capital e iniciado em 2012. A proposta do programa é tentar resgatar o título de “Cidade Verde”, cunhado pelo escritor maranhense Coelho Neto que considerava o município bastante arborizado. Nessa perspectiva, as ações desenvolvidas se concentram em plantar, replantar e distribuir mudas de árvores nativas frutíferas ou ornamentais. Há diferentes espaços de produção e doação de mudas na cidade de Teresina, abertos à comunidade, tendo em vista que o programa busca recuperar não apenas a arborização de ruas e praças, mas também dos quintais das residências [13].

Conforme informações do portal Piauí Hoje, em 2018, a contagem de mudas distribuídas passava de 480 mil, com uma média de 45 visitantes por dia nos postos de produção e doação de mudas, sendo realizadas também atividades de Educação Ambiental (EA) para a sensibilização da população. Uma das ações é o “Caminhão do Verde”, que percorre vários bairros da cidade, alcançando também parte da população que está distante dos postos de distribuição das mudas. Nessas ocasiões, também são realizadas ações de EA com a comunidade, disseminando informações sobre os trabalhos desenvolvidos nos viveiros de mudas e a importância da arborização para a conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida na cidade. Há ainda o desenvolvimento de trabalhos com escolas da cidade, tendo sido estabelecida, em 2017, a meta de envolver 50 instituições escolares no programa, reconhecendo os estudantes como agentes de EA e incentivadores do processo de arborização do município [13].

A cidade de Teresina possui temperatura anual em torno de 26,7 °C e grandes amplitudes térmicas ao longo do dia, o que gera desconfortos térmicos, uma vez que os ventos que chegam à cidade têm velocidade baixa [14]. Diante dessas condições, é argumentado que as propostas de desenvolvimento da arborização na cidade podem representar não apenas melhorias na paisagem, mas trazer benefícios à população em sua circulação pelos espaços urbanos.

“A vegetação e o tratamento paisagístico podem contribuir para a revalorização desses espaços contemporâneos. Ao mesmo tempo, essa vegetação pode vir a cooperar para a redução de níveis de poluição atmosférica e sonora, a estruturação de vias e a unificação de espaços de identidade e referência na cidade” [14].

13.5. Ceará

A proposta de aproximar escolas e espaços arborizados das cidades cearenses levou à implementação do programa “Parque-Escola”, desenvolvido, desde 2016, a partir de parcerias entre as secretarias de Meio Ambiente e de Educação do Estado. Para os seus organizadores, com essas vivências em ambientes naturais, os Parques Estaduais e demais unidades de conservação presentes em cidades cearenses podem ser transformados em salas de aula. Nesse sentido, “[...] a Educação Ambiental se coloca como uma oportunidade para o professor se desenvolver como profissional e cidadão, além de poder produzir conhecimentos a partir de suas próprias vivências e daquelas dos alunos” [15].

De acordo com informações da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará, em 2016, o programa teve a participação de 1.162 estudantes e 30 escolas da rede pública. Além de escolas das redes estadual e municipal, o “Parque-Escola” também busca envolver as instituições particulares de ensino. Na região metropolitana de Fortaleza, por exemplo, as atividades ligadas à arborização urbana e trabalhos de EA envolvem espaços, como o Parque do Cocó (Fortaleza), o Parque Botânico (Caucaia) e a Estação Ecológica do Pecém (localizada entre Caucaia e São Gonçalo do Amarante), englobando diferentes formações vegetais, áreas de corredores ecológicos, cinturões verdes e de proteção do ecossistema costeiro. As atividades de EA desenvolvidas são bastante variadas, como: visita a meliponários (coleção de colmeias de abelhas sem ferrão), orquidários, museus, xiloteca (coleção de madeira), horto medicinal, viveiros de mudas, propostas de “ecoaventura”, passeios de barco, trilhas ecológicas, caminhadas de contemplação da paisagem, atividades lúdicas para o público infantil, palestras com temáticas ambientais e sessões de cinema, elaboradas com o propósito de sensibilizar os visitantes [16].

13.6. Rio Grande do Norte

Em Natal, capital do estado, um dos espaços que se destaca no desenvolvimento de propostas de arborização urbana e Educação Ambiental é o Bosque das Mangueiras. Esse bosque constitui um equipamento urbano de uso público e de livre acesso, com finalidades ecológicas e de lazer, possibilitando a realização de visitas, com um espaço para atividades físicas e oferta de programação cultural para a população. A localização do bosque é um fator relevante para integração com diferentes estabelecimentos de ensino, visto que há mais de 40 instituições de ensino na região, dentre públicas e privadas, de Educação Infantil ao Ensino Superior, com as quais podem ser desenvolvidas propostas de EA [17].

As árvores presentes nesse espaço são identificadas com seus nomes científicos e populares, com ênfase para a vegetação da região, havendo também a distribuição de mudas de plantas provenientes da Mata Atlântica, caatinga, tabuleiros, costeiras e dunas. Cabe ressaltar que esse detalhe de ter os nomes das plantas (científico e popular) contribui para que aulas de Botânica e de Ciências possam ser realizadas na área, possibilitando ainda mais que os alunos compreendam e vivenciem a importância da conservação da flora nativa da região.

No portal da Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB), de Natal, também é possível encontrar informações a respeito das propostas de sustentabilidade desenvolvidas no Bosque das Mangueiras. Uma das linhas de atuação nesse espaço é o incentivo à melhoria da qualidade de vida, com atividades de orientação nutricional e estímulo às práticas de exercícios físicos em locais arborizados. São realizadas atividades recreativas e culturais, incluindo o teatro de mamulengos, com temáticas ambientais, voltado para crianças.

Outras propostas de EA mencionadas são a realização de palestras de sensibilização ambiental e visitas à trilha sensorial, que podem ser agendadas no setor de EA do município. Para o público infantil, há uma ecoteca (espaço onde são disponibilizados documentos sobre temas ambientais e se desenvolvem atividades de sensibilização sobre a conservação do meio ambiente), construída de maneira considerada sustentável, reaproveitando embalagens descartadas pela população. Nesse local, podem ser encontrados vários livros e cartilhas infantis com enfoque em conservação ambiental, que explicam questões relacionadas a leis e crimes ambientais. Outra linha de atuação é

o incentivo à agroecologia urbana orgânica, com doação de mudas e atividades para sensibilizar os visitantes sobre a importância das mudanças de hábito para melhoria do ambiente e da saúde [18].

13.7. Paraíba

Em Campina Grande, existe o programa “Minha Árvore”, que alia a urbanização às propostas de EA. O programa foi implementado em 2014 e tem como intuito: melhorar as relações entre seres humanos e ambiente; e ampliar conhecimento sobre as árvores no espaço escolar. Trata-se de uma parceria entre diferentes secretarias municipais, cuja proposta foi baseada na perspectiva freiriana, com práticas participativas, voltadas para a problematização e a busca de resoluções de problemas para a realidade local [19].

As ações envolvem dinâmicas de rodas de conversas com os estudantes sobre a importância das árvores e da arborização urbana para a qualidade de vida dos cidadãos, destacando aspectos como redução da poluição do ar e sonora, amenização de altas temperaturas e questões estéticas para a cidade. Também é feita a doação de mudas e mobilização para plantação em residências, equipamentos públicos e logradouros, além da elaboração e distribuição de materiais educativos e jogos didáticos voltados para a área de EA. Até 2019, conforme os pesquisadores, foram inseridos nessas atividades cerca de 35 bairros, 10 instituições privadas de ensino e 66 municipais, sendo doadas mais de 42.000 espécies arbóreas, dentre ornamentais e frutíferas.

Um estudo sobre esse programa defende que propostas deste tipo trazem pontos válidos à formação dos estudantes como cidadãos e transformam o espaço urbano, tornando-o mais agradável, dentre outras contribuições que a EA pode oferecer à sociedade.

“É preciso buscar mais esse olhar crítico para questões ambientais, dar mais ênfase na importância da arborização, partindo inicialmente da escola, fazendo com que os alunos se conscientizem de preservar o meio ambiente, pois, isto sim, trará muitas melhorias em nossa qualidade de vida, amenizando efeitos negativos, que agredam ou que possam vir a agredir a natureza local” [19].

13.8. Pernambuco

O programa “Educar para uma Cidade Sustentável” corresponde a uma iniciativa de Recife, capital pernambucana, para o desenvolvimento de práticas de EA e a arborização urbana. As atividades são realizadas, desde 2013, em econúcleos – Jardim Botânico do Recife e Econúcleo Jaqueiras –, em que são executadas propostas interdisciplinares, transversais e lúdicas de EA. As atividades contemplam escolas do município realizando oficinas, rodas de conversa, gincanas, desenvolvimento de boas práticas ambientais, arte-educação, exibição e debate de vídeos, jogos ambientais, uso de recursos digitais, caminhadas ecológicas, produção de mudas de espécies nativas da região, plantação de sementes e acompanhamento do crescimento das plantas.

Trata-se de parceria entre as secretarias de Meio Ambiente e de Educação, com a implementação de projetos nas escolas, cujo caminho metodológico faz analogia ao desenvolvimento de

uma árvore frondosa, desde o início das atividades (representado pelas sementes) até a culminância (em que são colhidos os frutos). De acordo com informações da Prefeitura de Recife, até 2019, mais de 50.000 estudantes e mais de 140 escolas foram contemplados pelo programa de EA, que visa à formação de agentes multiplicadores de práticas sustentáveis [20].

Uma das principais linhas de atuação do programa é o desenvolvimento de propostas de EA em áreas verdes, que contribuem para a criação e a requalificação dos econúcleos em que as atividades são realizadas, inclusive compreendendo características de políticas integradas de sustentabilidade ambiental e apontando para possibilidades mais efetivas de diálogo e ações conjuntas entre diferentes setores do poder público [21].

13.9. Alagoas

O estado de Alagoas apresenta uma série de problemas socioambientais, dentre os quais se destaca a precária arborização das cidades, como fator agravante à qualidade de vida no espaço urbano. Além disso, há carência de ações relacionadas à educação da população, principalmente voltadas ao público escolar das instituições públicas de ensino,

“[...] que inicia e termina seus estudos sem a oportunidade de conhecer, refletir e agir diante das diversas situações relacionadas à degradação ambiental, não lhe sendo possível perceber que a má qualidade ambiental em todas as suas esferas (doméstica, escola, ruas, bairro, cidade etc.) afeta seu espaço de convivência e, portanto, sua qualidade de vida” [22].

Visando reverter essas problemáticas, alguns programas e projetos têm sido desenvolvidos no estado, a exemplo do projeto “Alagoas Mais Verde”, estruturado pelo órgão de execução das políticas ambientais do estado de Alagoas, o Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas. O projeto atua, desde 2015, no plantio de mudas pertinentes às diferentes regiões do estado, visando à construção de ilhas de diversidade, com espécies de atributo ecológico que possibilitem a ocupação da área por outras espécies, favorecendo as interações planta-planta, plantas-microrganismos, plantas-animais, bem como os processos de polinização e dispersão de sementes.

Nessa perspectiva, uma das linhas de atuação do projeto é a arborização de centros urbanos, incluindo, além do plantio, o desenvolvimento de trabalhos de EA com as comunidades locais e com estudantes dos municípios contemplados pelo projeto. As atividades de sensibilização envolvem a realização de palestras, o plantio de árvores em vias públicas e nas escolas, a distribuição de cartilhas ao público infantil, dentre outras propostas que assegurem os benefícios de espaços arborizados e da conservação das espécies vegetais [23].

13.10. Sergipe

No contexto sergipano, uma das iniciativas que se destaca em práticas de EA relacionadas à arborização urbana é o projeto “Arborizar-SE”, realizado em diversos municípios, tendo as letras S e E maiúsculas, ao final do título, em alusão à sigla do estado. O projeto é de responsabilidade da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade, e tem como

uma de suas ações o plantio de espécies nativas do bioma local em parques, praças e arruamentos das cidades envolvidas, trabalhando com algumas espécies-símbolos: aroeira, canafístula, ipê-rosa e ipê-roxo, oitizeiro, pau-brasil, pau-ferro e a árvore-símbolo do estado, a mangabeira. A proposta principal é contribuir para a qualidade de vida nos ambientes urbanos, incrementando os trabalhos de plantio com ações de EA, em parcerias com as Secretarias de Educação e com os projetos de Salas Verdes, do Ministério do Meio Ambiente, que funcionam em alguns municípios [24].

Em cada escola participante, os estudantes elegem a planta-símbolo que representará a sua instituição, e, a partir daí, desenvolvem propostas de EA que aprofundem os conhecimentos sobre as espécies nativas da flora sergipana, enfatizando a espécie-símbolo escolhida. Ao longo dos trabalhos, eles têm a oportunidade de plantar árvores, acompanhar o seu crescimento e disseminar os conhecimentos construídos nesse processo com a comunidade, passando a atuar como multiplicadores. Até 2019, conforme informações da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade, 27 municípios haviam participado do projeto, tendo sido distribuídas cerca de 4.800 mudas [24].

Diante da importância do desenvolvimento de propostas de EA na realidade de Sergipe, Silva, Carvalho e Araújo reforçam:

“Sabemos que é preciso avançar no tratamento das questões ambientais pelas escolas tanto no sentido de sua disseminação, uma vez que ainda são poucas as escolas que realizam tal abordagem, quanto no sentido de aprimoramento dos projetos já existentes, complexificando estes, mas não podemos negar que temos um bom começo, uma vez que as ações atualmente desenvolvidas produzem agentes multiplicadores” [25].

13.11. Bahia

As preocupações com o desenvolvimento de propostas na área de EA também têm recebido atenção em cidades baianas, sendo o programa “Despertar”, desenvolvido pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural em parceria com as secretarias municipais, uma destas iniciativas. O programa visa ao desenvolvimento de processos pedagógicos participativos que construam uma perspectiva crítica a respeito das questões socioambientais, sendo uma das linhas de atuação a arborização urbana. No contexto do programa, os professores da Educação Básica têm acesso a formações nessa área, e os estudantes recebem materiais didáticos que abordam as problemáticas socioambientais do ponto de vista interdisciplinar.

Dentre as ações realizadas, os estudantes têm a oportunidade de plantar mudas de árvores nativas nas proximidades de suas escolas e nas comunidades, havendo também a colaboração dos pais nesse processo. Ao longo desses trabalhos, são feitas atividades de sensibilização ressaltando as melhorias não apenas do ponto de vista estético com a presença das árvores, mas de como elas contribuem para o ambiente [26,27].

Dados do Senar demonstram que até 2020 o programa já atendeu cerca de 70 municípios baianos, com 10 núcleos atuantes e mais de 1.000 escolas participantes nessas atividades [27]. Ao analisar as contribuições do programa, uma pesquisa tece as seguintes considerações:

“[...] Foi possível avaliar que a EA vem recebendo a atenção dos órgãos competentes. Percebeu-se que as escolas estão conseguindo inserir a EA em seu cotidiano ao envolver os estudantes nas atividades que visam a um meio ambiente socialmente justo e equilibrado. Além disso, a divulgação de suas ações para a população contribui para o seu desenvolvimento nos projetos que dizem respeito à proteção e conservação dos recursos naturais” [26].

Apesar de pontuais, os projetos, os programas e as ações de Educação Ambiental de cada estado da região Nordeste têm tentado, mesmo a passos ainda tímidos, contribuir e sensibilizar a população, tendo como apoio e foco principal as instituições escolares. Dessa forma, caberão sempre recomendações para a criação, ampliação ou renovação dos projetos direcionados para essa temática e assim fortalecer a parceria com a população em relação aos cuidados com as plantas dos ambientes públicos.

A Educação Ambiental deve ir além dos problemas considerados “globais”, como efeitos sobre a camada de ozônio, as queimadas nas florestas tropicais, entre outros. Devem ser priorizados e mais bem trabalhados os problemas em uma escala mais local, que afetam direta e efetivamente as comunidades envolvidas [28]. Isso pode gerar a sensação de pertencimento, fazendo que as pessoas se sintam parte e que vejam sentido em tudo o que está sendo realizado, estimulando para uma participação ativa da comunidade para gerir o seu ambiente cotidiano, passando a enxergá-lo como seu habitat.

Quando o conceito de meio ambiente fica restrito exclusivamente aos seus aspectos naturais, acaba por não permitir e não nos deixa apreciar as interdependências nem as contribuições de outras ciências, como as ciências sociais, humanas e tecnológicas, dentre outras, à compreensão e melhoria desse ambiente [29]. Portanto, entender o seu papel dentro do ambiente é uma das partes que compõem o processo de sensibilização, que busca alinhar o debate diário com a importância e a responsabilidade individual e coletiva diante de todas as questões que envolvem o meio ambiente, buscando realizar ações que tenham como propósito educar a população sobre o uso dos recursos de uma forma responsável [30].

Então quando acontece o processo de sensibilização, ligado a questões políticas, sociais e ambientais, mesmo que em escala local, isso acaba por atingir e contribuir para a resolução das questões em nível global. É o agir localmente alcançando um espectro bem mais amplo. Quando se pensa em sensibilização, temos na Educação Ambiental um início do processo que em seu estágio mais avançado gera no indivíduo a conscientização, que leva a uma compreensão da complexa rede de interação que afeta os aspectos educacionais, históricos, patrimoniais, socioculturais e ambientais que se inter-relacionam com as questões ligadas às políticas públicas, sociais e econômicas [28].

Mas quando se trata de pessoas ambientalmente conscientes, não basta apenas que essa consciência seja despertada de forma individual. Ao contrário, para que todos os preceitos da Educação Ambiental sejam realmente efetivos, se faz necessário ir mais além, sendo fundamental um pertencimento da coletividade, um fazer coletivo bem mais atuante, em que o lema ecológico: o de “agir localmente e pensar globalmente” seja praticado e não fique só no discurso retórico [31].

Quando direcionamos o olhar para o contexto escolar, a Educação Ambiental tem nesse ambiente um ponto importante para trabalhar: a questão da sensibilização com os alunos, se mostrando para que eles possam enxergar a importância de viver em conformidade com o ambiente, se sentindo parte dele e tendo o senso de coabitação com outros seres vivos, trazendo essa visão

para que eles possam desenvolver o senso crítico, assim podem questionar comportamentos e atitudes que levam à destruição dos recursos naturais e o extermínio de outros seres vivos, levantando a importância que todos os habitantes do planeta merecem respeito [32].

Na educação formal, a Educação Ambiental deve ser desenvolvida em práticas educacionais contínuas, permanentes, interdisciplinares e transdisciplinares em todos os níveis e modalidades de ensino, tendo seus objetivos e metas presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), levando à formação do sujeito transdisciplinar, fator preponderante para a estruturação de todos os processos que envolvem a Educação Ambiental [33,34].

E, no contexto dos ensinamentos sobre Educação Ambiental, cabe destacar a importância da arborização urbana, considerando as plantas das praças, parques, áreas verdes, ruas e calçadas, como um recurso viável para o ensino de Botânica.

13.12. Ensino de Botânica (potencialidades dos espaços formais de educação)

O interesse no conhecimento da flora é muito antigo em todo o mundo e, desde tempos muito remotos, a humanidade encontra nos vegetais a base para sua alimentação, remédios e utensílios em geral [35]. Foi a partir do século 20 que o interesse pelas plantas passou a ser encarado de forma científica, no que se reconhece hoje como Botânica, do grego *botánē*, que significa planta [36]. Ao se tratar especificamente da flora brasileira, esta é reconhecida como uma das mais ricas do mundo [37], com cerca de 46.113 espécies conhecidas, sendo as angiospermas o grupo com o maior número de espécies [38].

Atualmente, uma das grandes possibilidades que temos de aprender sobre as plantas e desenvolver o sentimento de conservação, é durante a Educação Básica [3]. Sobre isso, os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais apontam que a Educação Básica deve proporcionar o conhecimento dos diferentes biomas, da caracterização dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo, presentes em diferentes ambientes, do reconhecimento dos componentes vegetais das paisagens, da descrição e comparação de plantas significativas de determinados ambientes [39]. No entanto, apesar de tudo isso e da importância das plantas na biodiversidade brasileira, pesquisas apontam que os estudantes não demonstram muito interesse na Botânica e preferem aprender outros conteúdos [40,41].

A relação entre a educação formal e a não formal no reconhecimento e exploração de espaços urbanos arborizados é fundamental para fortalecer a aprendizagem ativa e contextualizada. No ensino de Botânica, esses ambientes oferecem oportunidades para uma abordagem interdisciplinar, conectando aspectos ecológicos, sociais e culturais. Estratégias, como aulas ao ar livre, trilhas interpretativas e projetos comunitários, promovem uma compreensão crítica da vegetação urbana e sua importância para o equilíbrio ambiental e a qualidade de vida nas cidades [42,43].

A preocupação com o ensino de Botânica vem de longa data em nosso país. Pois, desde 1937, Rawitscher já ressaltava o desafio de tornar a Botânica no ensino secundário uma disciplina menos “enfadonha”. Isso se dá porque o ensino da Botânica, nos moldes tradicionais presentes historicamente na educação brasileira, é baseado em aulas expositivas, conceituais e acompanhadas de uma nomenclatura técnica latinizada, o que acaba não atraindo a atenção dos alunos [44,45]. Logo, o que se aprende na escola é útil apenas para se fazer provas, e mesmo esse conteúdo estando presente no dia a dia do aluno, dificilmente será percebido por ele [46]. Nesse sentido, Cunha ressalta:

“Um aluno se esforçava em estudar o fenômeno da fotossíntese, decorava todos os nomes dados a uma série de reações químicas complexas sem jamais perceber que os produtos finais deste fenômeno representavam para ele, ser vivo, o ar que respirava e a energia que adquire ao se alimentar todos os dias” [47].

Podemos adicionar a essa lista de dificuldades a chamada “cegueira botânica” (*plant blindness*). Essa expressão se refere ao fato de que, apesar do reconhecimento e da importância das plantas para o homem, o interesse pelo estudo dos vegetais é tão pequeno que as plantas raramente são percebidas como algo além de meros componentes da paisagem ou objetos de decoração [47,48]. Essa chamada “cegueira botânica” é percebida, com mais força, no ambiente escolar; pois se observa que muitas pessoas se referem às plantas como “mato”, dando uma conotação pejorativa, como se não fossem seres vivos importantes naquele habitat [49]. Essa conotação se torna até reprovativa quando pessoas consideram folhas caídas no chão como “lixo”.

Nesse sentido, é importante ressaltar que a construção do saber botânico durante o período escolar terá mais eficiência com a adoção de estratégias educativas dinâmicas, o que possibilitará ao aluno relacionar o conteúdo com o seu cotidiano, explorando ao máximo seu conhecimento prévio, para que assim ocorra a construção de um pensamento lógico e coerente. Para isto é necessário que os alunos tenham contato direto com o objeto a ser estudado, o que despertará a curiosidade, motivando-os a construir seus próprios conceitos acerca do assunto [21].

A utilização de aulas práticas tem sido discutida e avaliada positivamente, complementando as aulas de Ciências e Biologia, realizadas no ambiente escolar [48]. E uma das formas de se desenvolver aulas práticas seria realizando atividades ao ar livre. Aqui é importante salientar a importância de as cidades possuírem esses tipos de espaços dinâmicos que contemplem as necessidades, não só de alunos, como também de todos os cidadãos. A escola e a cidade estão ligadas, e cabe a cada educador aceitar o desafio de sair dos muros e grades e invadir a cidade com seus estudantes [49].

Conseguir reconhecer as plantas do entorno da escola, do bairro ou do município torna a aprendizagem da Botânica significativa para o aluno. Aliado a isso, pode-se discutir a vegetação sob uma visão holística, ou seja, enfatizando o valor histórico, econômico, social e ecológico das plantas para determinada região, localidade ou comunidade [50]. Por isso, é importante que parques, praças, entornos das escolas e demais áreas verdes das cidades sejam planejadas para apresentarem plantas que consigam retratar a história daquela região. Assumindo tal postura, as cidades apresentarão espaços com identidade ambiental histórica. Além disso, podem se tornar importantes ferramentas pedagógicas diferenciadas de trabalho para os professores, contribuindo para que o processo de aprendizagem seja mais significativo [50].

13.13. Considerações finais

Nesse sentido, a arborização urbana nas vias públicas contribui para o conhecimento das espécies pelos estudantes e professores, o que justifica a importância de se arborizar com espécies nativas. Quando entrevistados, alguns professores responderam que consideram importante que os estudantes conheçam um número mínimo de vegetação nativa pelo nome comum, para

sensibilização em relação à conservação do meio vegetal e também para que valorizem a identidade do local em que vivem [3].

O emprego de espécies da flora nativa na arborização de parques, praças e jardins urbanos é uma prática que traz enormes proveitos não só ambientais, como também estéticos e culturais para as cidades [51]. Além da arborização das vias públicas com espécies nativas, os professores também acham consideravelmente importante a arborização dos pátios escolares com essas espécies [3]. Isso permitiria uma aproximação ainda maior dos estudantes com as plantas e também facilitaria a aplicação de aulas práticas pelos professores, visto que uma das grandes dificuldades para a realização dessas aulas deve-se à falta de verba e logística adequadas para as instituições de ensino.

A escola se destaca como um espaço privilegiado no desenvolvimento do meio social dos alunos. Devem ser correlacionados os problemas ambientais com a realidade dos envolvidos, essa correlação ajuda os alunos a perceberem como esses problemas estão presentes na sua vida e o que pode ser feito para mudar. Narcizo [32] relata a escola como sendo um espaço onde os alunos seguem no processo de socialização que inicialmente acontece em casa.

Neste contexto, a Educação Ambiental precisa necessariamente ser abordada em todos os níveis de ensino, fazendo com que a escola passe a funcionar como um ambiente social que busca a sensibilização de todos para as questões que envolvem os problemas ambientais. Isso fortalece a formação cidadã crítica dos alunos e contribui para que eles passem a agir de maneira igual, seja dentro ou fora da escola, como agentes multiplicadores colocando em prática ações que são passadas no ambiente escolar [3].

13.14. Referências

- [1] Shams JCA, Giacomeli DC, Sucomine NM. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. *Rev SBAU*. 2009;4(4):1-16.
- [2] Miller RW. *Urban forestry: planning and managing urban greenspaces*. 2nd ed. Washington: Library of Congress; 1998.
- [3] Silva LM, Farina B, Lourenço JFG. O ensino de botânica no litoral do Paraná e as implicações da arborização urbana. *Rev Soc Bras Arbor Urb*. 2012;7(3):97-103.
- [4] Laubenstein FL, Sari Júnior CA, Silva RB. Metodologia ativa na educação ambiental: um novo paradigma na interação do ser humano com o meio ambiente. *Rev Dir Sustentabilidade*. 2024;10(1).
- [5] Ruscheinsky A, Reinher R, Padilha JI. Parques na estratégia de educação ambiental: pertencimento e cuidados. *Amb Educ Rev Educ Ambient*. 2024;29(1):1-25.
- [6] Lapa TA, et al. Planejamento urbano e educação ambiental: caminhos e perspectivas para o desenvolvimento sustentável nas cidades. *Rev Nac Gerenc Cidades*. 2018;6(41):120-31.
- [7] Silva JOR, Oliveira MS. Arborização urbana e educação ambiental como fator conscientizador. *Sci Generalis*. 2020;1(2):1-10.
- [8] Lima JR, Oliveira Filho LS. Publicações sobre arborização urbana na região Nordeste, Brasil. *Rev SBAU*. 2020;15(3):56-69.
- [9] Carvalho RSC, Miranda SC, De-Carvalho PS. O ensino de Botânica na Educação Básica: reflexos na aprendizagem dos alunos. *Res Soc Dev*. 2021;10(9):e39910918159.

- [10] Oliveira ENS, Santos SDF, Silva FS, Terán AF. Caixa da natureza: uma proposta para educação ambiental em espaços não formais. REAMEC Rede Amaz Educ Ciênc Mat. 2021;9(1).
- [11] Vale. Parque Botânico Vale em São Luís. 2020. [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: <https://vale.com/pt/parque-botanico-sao-luis>
- [12] Oliveira LS. O Parque Botânico Vale a partir de uma perspectiva da educação ambiental e do turismo educativo em São Luís – MA [monografia]. São Luís (MA): Universidade Federal do Maranhão; 2011.
- [13] Piauí Hoje. Teresina Mais Verde. [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: <https://piauihoje.com/busca?s=teresina+mais+verde>
- [14] Silva SL, Moraes MVAR. Arborização urbana: percepção ambiental dos residentes do entorno do viveiro de mudas da Zona Norte, Teresina – Piauí. Espaço Aberto. 2016;6(2):127-45.
- [15] Ceará. Curso de Formação de Educadores Ambientais. Fortaleza: SEMA; 2017.
- [16] Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMA). Parque-Escola. 2020. [acesso 5 set. 2020]. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/parque-escola>
- [17] Gomes RS, Silva VP. O estudo do meio como estratégia de integração na formação docente em Pedagogia: um estudo de caso. Braz J Dev. 2020;6(6):36538-50.
- [18] Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB), de Natal. Programas e Projetos: Educação Ambiental. 2020. [acesso 12 set. 2020]. Disponível em: <https://www.natal.rn.gov.br/semurb/paginas/ctd-97.html>
- [19] Costa FG, Santos MTF, Farias KA. Relato de experiência: Programa Minha Árvore e Educação Ambiental no município de Campina Grande – PB. In: Anais do VII Encontro de Iniciação à Docência – ENID; 2019; Campina Grande. Campina Grande: ENID; 2019. p. 1-6.
- [20] Prefeitura do Recife. Programa de Educação Ambiental: educar para uma cidade sustentável. 2020. [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/servico/programa-educar-para-uma-cidade-sustentavel?op=NTY4Mw==>
- [21] Silva CEM, et al. Ineficiência nos gastos públicos: entre a abundância de recursos e carência de indicadores para educação ambiental, lições da experiência de Recife. Rev Espacios. 2017;38(10):1-18.
- [22] Almeida JP. Formação docente para a promoção de educação ambiental: o caso de uma escola estadual em Maceió (AL). Rev Bras Educ Ambient. 2013;8(1):114-29.
- [23] Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas (IMA). Alagoas Mais Verde. 2020. [acesso 5 set. 2020]. Disponível em: <https://www.ima.al.gov.br/tag/alagoas-mais-verde>
- [24] Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade (SEDURBS). Arborizar-SE. 2020. [acesso 12 set. 2020]. Disponível em: <https://sedurbi.se.gov.br/no-dia-nacional-da-mata-atlantica-governo-de-sergipe-torna-publico-suas-principais-acoes-de-preservacao-do-bioma/>
- [25] Silva JS, Carvalho MES, Araújo MIO. Concepções e ações: a prática de educação ambiental na rede pública de ensino de Aracaju/SE. Geoambiente On-line. 2016;27:56-76.
- [26] Cunha FC. Educação ambiental: uma descrição das ações realizadas no município de Cruz das Almas (BA). Rev Bras Educ Ambient. 2018;13(3):76-95.
- [27] Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – Bahia (SENAR). Programa Despertar. 2020. [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: <http://www.sistemafieb.org.br/senar/programa-despertar>

- [28] Layrargues PP. A resolução de problemas ambientais locais deve ser um tema-gerador ou a atividade-fim da educação ambiental? In: Reigota M, editor. Verde cotidiano: o meio ambiente em discussão. Rio de Janeiro: DP&A Editora; 1999. p. 131-48.
- [29] Dias GF. Educação ambiental: princípios e práticas. São Paulo: Gaia; 2000.
- [30] Ferraro Junior LA, Mendonça P, Sorrentino M, Trajber R. Educação ambiental como política pública. *Educ Pesqui.* 2005;31(2):285-99. [acesso 3 set. 2020]. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ep/v31n2/a10v31n2.pdf>
- [31] Guimarães M. Educação ambiental crítica. In: Layrargues PP, editor. Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental; 2004. p. 25-34.
- [32] Narcizo KRS. Uma análise sobre a importância de trabalhar educação ambiental nas escolas. *Rev Eletr Mestr Educ Ambient.* 2009;22.
- [33] Hendges AS. Educação ambiental no ensino formal e não formal, Lei 9.795/1999. *EcoDebate Cidadania Meio Ambient.* 2010. [acesso 13 set. 2020]. Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2010/09/13/educacao-ambiental-no-ensino-formal-e-nao-formal-lei-9-7951999-artigo-de-antonio-silvio-hendges>
- [34] Palavizini R. Educação para a sustentabilidade: uma abordagem transdisciplinar. *Rev Terceiro Incl.* 2011;1(1):25-35.
- [35] Lindenmaier DS. Herbários digitais: uma experiência no ensino de Botânica através da arborização e tecnologias da informação e comunicação (TIC). *Vivências (URI Erechim).* 2017;13:227-35.
- [36] Evert RF, Eichhorn SE. Raven, *Biologia Vegetal*. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
- [37] Forzza RC, Leitman PM, Costa AF, Carvalho Jr. AA, Peixoto AL, Walter BMT, et al. Introdução. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2012. [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>.
- [38] Forzza RC, Costa A, Siqueira Filho JA, Martinelli G, Monteiro RF, Santos-Silva F, et al. Bromeliaceae. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2015. [acesso 10 set. 2020]. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB6132>
- [39] Brasil. Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental. Geografia. Brasília: MEC/SEF; 1998.
- [40] Arus GZ, Oliveira AD. O ensino de Botânica no Ensino Médio e áreas verdes urbanas. *Educ Ambient Ação.* 2019;69.
- [41] Garcia MF. Repensando a Botânica. In: Coletânea do 7º Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia. São Paulo; 2000.
- [42] Souza AB, Lima CD. Educação ambiental e vegetação urbana: práticas e impactos. *Rev Educ Ambient.* 2022;15(2):45-62.
- [43] Ferreira EF, Silva GH, Costa IJ. Projetos comunitários na cidade: vegetação urbana e qualidade de vida. *Cad Urban Meio Ambient.* 2023;10(1):100-20.
- [44] Santos JE, Sato M. A contribuição da educação ambiental à esperança de Pandora. 3ª ed. São Carlos: RiMa; 2006.
- [45] Fagundes JA, Gonzalez CEF. Herbário escolar: suas contribuições ao estudo da Botânica no Ensino Médio [dissertação]. Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2006.

- [46] Figueiredo JA, Coutinho FA, Amaral FC. O ensino de Botânica em uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade. In: Seminário Hispano Brasileiro CTS; 2012; São Paulo. São Paulo: UNICSUL; 2012. p. 488-98.
- [47] Cunha N. Brinquedo, desafio e descoberta. Rio de Janeiro: FAE; 1988.
- [48] Silva PGP, Cavassan O. O ambiente natural como um contexto experiencial no ensino de Botânica [dissertação]. Bauru (SP): Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2008.
- [49] Arus GZ, Oliveira AD. O ensino de Botânica no Ensino Médio e áreas verdes urbanas. *Educ Ambient Ação*. 2019;18(69).
- [50] Dias JMC, Schwarz EA, Vieira ER. A Botânica além da sala de aula. Curitiba: Universidade Federal do Paraná/SEED-PR; 2009.
- [51] Machado RRB, Silva JAA, Castro AAJF, Meunier IMJ. Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. *Rev Soc Bras Arbor Urb*. 2006;1(1).

Capítulo 14

ÁREAS URBANAS E PERIURBANAS: CONEXÕES VERDES E SEGURANÇA ALIMENTAR

*Por Alessandra Quirino Bertoso dos Santos Jardim, Jomar Gomes Jardim,
Angelo Giuseppe Chaves Alves e Deiziane Lima Cavalcante*

14.1. Destaques deste capítulo

1. A conexão entre a agricultura urbana e periurbana com a agroecologia no Nordeste é importante para fortalecer a soberania e segurança alimentar;
2. O enfoque territorial amplo analisa as relações com o desenvolvimento social, econômico, cultural, político e ambiental;
3. Repensar o consumo significa propor modelos que estimulem escolhas mais conscientes articuladas às práticas culturais locais;
4. A produção em pequena escala defende a agroecologia como instrumento para sistemas familiares e comunitários com baixa dependência de insumos externos;
5. A paisagem e a biodiversidade devem ser priorizadas com a manutenção e recuperação dos agroecossistemas como eixo estruturante.

14.2. Introdução

Uma das preocupações dos últimos anos está voltada à alimentação saudável, o que tem aumentado o interesse pelo cultivo do próprio alimento em diversos espaços. Com isso, a prática da agricultura nos grandes centros urbanos tem se intensificado, incluindo desde projetos simples em bairros e escolas até os mais complexos envolvendo comunidades periféricas, presídios, grandes redes de supermercados e centros comerciais [1].

A busca por alimentos saudáveis associados a práticas sustentáveis tem estimulado cultivos orgânicos e voltados à práticas agroecológicas. Este crescimento é importante do ponto de vista teórico, geopolítico e, principalmente, social. Compreender a Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) associada à agroecologia é uma alternativa para reduzir os variados efeitos das mudanças nos hábitos alimentares que resultam do processo de globalização e do fortalecimento da agricultura capitalista. Esta compreensão pode contribuir para o acesso a uma alimentação de qualidade em consonância com a segurança e soberania alimentar.

Quando abordamos a temática segurança alimentar nas áreas urbanas e periurbanas no Brasil, faz-se necessário refletir sobre as promessas feitas durante a Revolução Verde, que ocorreu entre as décadas de 1960 e 1970. A Revolução Verde e o processo de industrialização da agricultura são dois elementos que permitem trazer uma contextualização introdutória sobre os impérios agroalimentares [2]. Um dos objetivos principais desta revolução era proporcionar, através de seu pacote tecnológico, grandes produções vegetais, que supostamente permitiriam reduzir a fome no mundo.

Porém, ficou claro que o problema não é apenas a quantidade, mas sim o acesso ao que é produzido, ou seja, mesmo com o aumento da produção agrícola, as famílias de baixa renda possuem poucas condições de pagar pelos alimentos. Sob esse prisma, não basta produzir em grandes quantidades, é necessário produzir alimentos de qualidade, a preço acessível, e que a produção seja direcionada não apenas a uma camada da população, mas atender a todas as demandas. Nesse contexto, ganha força a temática da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), visando garantir aos indivíduos e grupos sociais uma alimentação digna, que permita seu desenvolvimento saudável.

Nas últimas décadas, o crescimento do processo de urbanização, com a crescente demanda por melhoria da qualidade de vida, alimentar e ambiental, tem aumentado também a demanda por subsídios e planejamentos para o estabelecimento de áreas de agricultura urbana e periurbana. Estas áreas estão sendo destinadas à produção de alimentos para autoconsumo, e eventuais excedentes para comercialização. Um aspecto importante é que, em muitos casos, esta produção baseia-se num sistema de produção de base agroecológica. Isto remete à melhoria da qualidade de vida das famílias envolvidas, dos consumidores, e ao incremento da qualidade ambiental. É também um caminho para promover o resgate cultural referente às práticas de cultivos de plantas e criação de animais.

As práticas de agricultura urbana e periurbana surgem como solução para minimizar as consequências negativas do crescimento urbano desenfreado. No contexto histórico, é uma prática que vislumbra o reaproveitamento de espaços ociosos dentro das cidades para, preferencialmente, produzir alimentos mais limpos e saudáveis. Algumas das práticas de cultivo sustentável nas áreas urbanas e periurbanas são bastante conhecidas, como é o caso das hortas comunitárias, quintais ou jardins produtivos, hidroponias, aquaponias e alguns projetos mais recentes, como o Sistema Agroflorestal (SAF) em Áreas de Preservação Permanentes (APP) e zonas de restauração ambiental. Vale salientar que há inúmeras experiências de AUP espalhadas pelo mundo. Algumas são consideradas referências, como é o caso da agricultura urbana em Cuba, Argentina, Estados Unidos, Portugal, Moçambique, México, China, Equador, Canadá, Chile, entre outros. Há significativos projetos de desenvolvimento de AUP, além de muitos estudos voltados para este tema e com o uso dessa prática como estratégia de combate à fome, visando a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN).

Durante o século 20 houve um significativo desenvolvimento (ou ao menos crescimento) da produção da AUP nos países do Hemisfério Sul [3]. Na América Latina, Cuba se destaca, desde os anos de 1990, com a produção de alimentos nesses espaços. No Brasil, temos muitos estudos relativos ao tema da AUP, porém, a maioria situa-se na região Sul e Sudeste do país [4-7]. Talvez a maior quantidade de estudos direcionados às regiões Sudeste e Sul se deva às significativas quantidades de unidades produtivas com AUP existentes nessas regiões. Isto é visível no relatório do MDS (Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome) em 2007 [8], que fez

um diagnóstico da AUP no Brasil. Naquele relatório constam dados de 635 iniciativas pesquisadas nas regiões metropolitanas de Belém (PA), Recife (PE), Fortaleza (CE), Salvador (BA), Brasília (DF), Goiânia (GO), Porto Alegre (RS), Curitiba (PR), São Paulo (SP), Belo Horizonte (MG) e Rio de Janeiro (RJ). Dentre essas iniciativas, 59% estavam na região Sul-Sudeste, outras 23% no Centro-Oeste e apenas 18% na região Nordeste.

De modo geral, os estudos disponibilizados pelo governo federal estão concentrados nos maiores centros urbanos. Mas deve-se salientar que a AUP ocorre também em áreas não contempladas nos referidos estudos. É o caso, por exemplo, de Teresina (PI), uma cidade que destina 177,2 ha de sua área para a agricultura [9]. Muitas das publicações referentes ao tema são apresentadas em forma de relatórios de pesquisa, projetos ou trabalhos técnicos, os quais apresentam panoramas gerais destas práticas nas áreas analisadas. Em uma dessas situações, o governo federal, com diversas Organizações Não Governamentais nacionais e internacionais (REDE, FAO, IPES – *Promoción del Desarrollo Sostenible*, etc.), publicou 12 relatórios referentes à situação da AUP em 11 regiões metropolitanas do país: Belém (PA), Fortaleza (CE), Recife (PE), Salvador (BA), Brasília (DF), Goiânia (GO), Belo Horizonte (MG), Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP), Curitiba (PR) e Porto Alegre (RS), para posteriormente desenvolver políticas públicas que pudessem apoiar os agricultores e a produção [8].

No caso do Nordeste do Brasil, há de se destacar os trabalhos desenvolvidos em Teresina (PI), na medida em que vários estudiosos desenvolvem pesquisas que mostram um panorama das hortas comunitárias no espaço urbano e periurbano [8-10]. Contudo, muitas das informações referentes às experiências com AUP ainda são relatadas em publicações não especializadas, como jornais diários [11]. Provavelmente este seja um dos fatores para o baixo número de registros dos relatos de experiências na região Nordeste em relação ao Sul e Sudeste do país. Entre as cidades do Nordeste relatadas pelo estudo estão Juazeiro, Curaçá, Lauro de Freitas, Salvador, Tanque Novo e Vitória da Conquista na Bahia; Fortaleza e Tejuçuoca no Ceará; Cabedelo, Pitimbu e Patos na Paraíba; Boa Hora, Parnaíba, São João do Piauí, Teresina, Valença do Piauí no Piauí; e Petrolina em Pernambuco.

Muitos casos de experiências com hortas em áreas urbanas e periurbanas fora das grandes capitais são relatados em projetos com décadas de funcionamento. Exemplo disso é a estreita relação das hortas com escolas municipais de Petrolina e Juazeiro, gerando benefícios mútuos há aproximadamente 40 anos [12]. Estes autores mostram o perfil social e econômico das pessoas que trabalham em hortas comunitárias em Juazeiro e Petrolina, considerando as demandas de apoio a esses agricultores. Já para a grande Recife, há décadas existe um “cinturão verde”, que mostra a integração da agricultura urbana com a periurbana [13]. Dentro da região metropolitana do Recife são conhecidas, inclusive, algumas áreas de cultivo em pequena escala para fins comerciais, situadas em locais altamente afetados pela atividade urbano-industrial, como é o caso das hortas existentes junto ao “trevo” de confluência entre as rodovias federais BR-101 e BR-232 [14].

Em Teresina, na metade dos anos 1980 a prefeitura implantou hortas com o intuito de prover atividades extracurriculares para crianças após o horário escolar. Já em 1997 a proposta foi ampliada, quando hortas foram implantadas sob redes elétricas de alta tensão com o objetivo de atender a população carente da cidade [15].

Em todos os estados do Nordeste existem hortas comunitárias. Alguns possuem programas de hortas muito bem-sucedidos e com décadas de funcionamento. Em alguns casos, que veremos a seguir, existem plataformas virtuais para cadastro de pedidos de implantação das hortas nos bairros, cartilhas *online* para montagem e manutenção das hortas, com auxílio do governo do estado e prefeituras. Uma cidade que aparece como referência é Salvador, que em setembro de 2020 contava com 50 hortas e quatro pomares comunitários urbanos. Nesse caso, a prefeitura era responsável pela entrega das hortas e a manutenção dos locais estava sob responsabilidade da comunidade, que recebia o auxílio técnico da Secretaria de Sustentabilidade, Inovação e Resiliência (SECIS) do município. Como forma de incentivo e divulgação, a gestão municipal criou um guia para a implantação e gestão de hortas urbanas e escolares que podia ser baixado eletronicamente [16]. Além disso, destacam-se iniciativas como projetos de extensão da Universidade Federal da Bahia, que incluem uma feira agroecológica e a Rede PANC Bahia.

Recife é outra cidade que vem se tornando um polo de experiências com hortas urbanas, além das feiras agroecológicas e de outros espaços de valorização da agricultura sustentável e da agricultura familiar. Muitas destas iniciativas são lideradas por mulheres. Em todo o estado, a campanha Mãos Solidárias vem atuando em diversas frentes, nas áreas de saúde, alimentação e direitos. Nesse momento, a campanha está impulsionando a criação e manutenção de hortas comunitárias em todo o estado, iniciando em Olinda e Petrolina. A iniciativa é uma forma de incentivar o cultivo de alimentos saudáveis e plantas medicinais como ferramenta para fortalecer a saúde da população com segurança e soberania alimentar. Uma das parcerias na assessoria técnica é o Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá, que participa das experiências com hortas comunitárias e colabora na construção de hortas solidárias (<https://centrosabia.org.br>).

Observa-se, portanto, que a AUP abrange diversas atividades, que vão desde a produção de alimentos diversos, como frutas, hortaliças e pequenas criações, à produção de plantas ornamentais e medicinais, incluindo Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs). Nos últimos anos as PANCs têm sido bastante divulgadas. São aquelas espécies de plantas nativas, exóticas, espontâneas, silvestres ou cultivadas, presentes em diversas regiões, influenciando a cultura alimentar de populações tradicionais e regionais [17]. Elas estão distribuídas em todas as regiões brasileiras, sendo algumas conhecidas e bastante usadas na culinária, porém a grande maioria delas ainda é desconhecida dos brasileiros.

Assim, o objetivo deste artigo é analisar, a partir de diversas experiências, a importância dessas práticas em AUP para a garantia da segurança alimentar dos diversos setores da sociedade, em especial aqueles onde as pessoas são mais vulneráveis e o acesso à alimentação de qualidade é deficitário.

14.3. Definição de agricultura urbana e periurbana

Para definir agricultura urbana e periurbana existe uma diversidade de interpretações, pois este é um conceito ainda em construção. Essa diversidade está relacionada à definição da abrangência espacial e dos fatores que devem ser considerados como intervenientes físicos, econômicos, sociais e políticos. Em razão desse conjunto de particularidades, são bastante controversas as definições, pois o Brasil possui regiões que são aparentemente rurais e estão na zona periurbana, bem como áreas periurbanas que podem ser confundidas com áreas urbanas. Mesmo

com muita discussão em torno do tema, há um fator comum nas definições de agricultura urbana: a localização em relação à proximidade das cidades. Destaca-se que, embora a localização espacial seja bastante recorrente nas definições, não é apenas a localização urbana que distingue a AUP da agricultura rural, senão o fato de aquela estar integrada e interagindo diretamente com o ambiente urbano.

Refletindo a respeito da diversidade de pontos de vista entre vários autores, Mougeot [18] considera que as discussões teóricas, baseadas na realidade, devem levar em consideração alguns fatores, como o tipo de atividade econômica, a localização da atividade, os tipos de áreas utilizadas para este fim, sistema e escala de produção, tipos e destinação de produtos. Entre as definições no campo de estudos de AUP, iremos adotar a de Cribb e Cribb [19] (Figura 1).

Figura 14.1 – Definição de agricultura urbana.

A agricultura urbana é uma atividade que se refere a pequenos espaços produtivos localizados nas cidades, tais como, quintais, terrenos baldios, jardins, varandas, jardineiras, recipientes em geral, utilizados para produzir hortaliças, plantas medicinais, ornamentais; e também áreas destinadas à criação de pequenos animais domésticos para consumo próprio ou para a venda nos mercados da vizinhança. Em alguns lugares envolve não só a produção, mas o processamento e comercialização de alimentos, podendo-se dizer que a agricultura urbana é uma indústria que se situa tanto em regiões dentro (intraurbana) ou à margem (periurbana) de um município, uma cidade, um centro urbano.

Fonte: Elaborado por Zabotto Ambiental a partir de Cribb e Cribb [19].

14.4. Segurança alimentar

Por seu caráter transdisciplinar, as diretrizes da agroecologia dialogam com a proposta da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN). Esta enfatiza o direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais. Tem como base as práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis. Neste contexto, a SAN deve garantir o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA), o qual estará diretamente ligado à quantidade, qualidade e regularidade [20]; busca o resgate e preservação da cultura alimentar dos povos e a sustentabilidade do sistema agroalimentar; valoriza a intersetorialidade, equidade e participação social [21]. Quando são considerados os aspectos relacionados ao sistema agroalimentar (produção, abastecimento, distribuição, comercialização e consumo), observa-se que a SAN ainda está em processo de construção.

A Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006 [20], define a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) como a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos em quantidade e qualidade suficientes, e tendo como base as práticas alimentares promotoras da saúde que respeitem a diversidade cultural. O conceito inclui ainda que a alimentação seja ainda

ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis. De modo complementar, o Decreto nº 7.272, de 25 de agosto de 2010 [22], no seu terceiro artigo, cita as diretrizes que baseiam a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN), como mostra a Figura 2.

Figura 14.2 – Diretrizes da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Lei nº 11.346/2006 e Decreto nº 7.272/2010).

I - promoção do acesso universal à alimentação adequada e saudável, com prioridade para as famílias e pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional;
II - promoção do abastecimento e estruturação de sistemas sustentáveis e descentralizados, de base agroecológica, de produção, extração, processamento e distribuição de alimentos;
III - instituição de processos permanentes de educação alimentar e nutricional, pesquisa e formação nas áreas de segurança alimentar e nutricional e do direito humano à alimentação adequada;
IV - promoção, universalização e coordenação das ações de segurança alimentar e nutricional voltadas para quilombolas e demais povos e comunidades tradicionais de que trata o art. 3º, inciso I, do Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007, povos indígenas e assentados da reforma agrária;
V - fortalecimento das ações de alimentação e nutrição em todos os níveis da atenção à saúde, de modo articulado às demais ações de segurança alimentar e nutricional;
VI - promoção do acesso universal à água de qualidade e em quantidade suficiente, com prioridade para as famílias em situação de insegurança hídrica e para a produção de alimentos da agricultura familiar e da pesca e aquicultura;
VII - apoio a iniciativas de promoção da soberania alimentar, segurança alimentar e nutricional e do direito humano à alimentação adequada em âmbito internacional e a negociações internacionais baseadas nos princípios e diretrizes da Lei nº 11.346, de 2006;
VIII - monitoramento da realização do direito humano à alimentação adequada (BRASIL, 2010).

Fonte: Elaborado por Zabotto Ambiental a partir de Brasil [22].

Diante dos desafios para construir a Soberania Alimentar dos povos, ou mesmo a SAN, como DHAA, muitas realidades, mesmo no Brasil, e em muitas outras partes do mundo, são de Insegurança Alimentar e Nutricional (ISAN). Um estudo realizado pela FAO (*Food and Agriculture Organization*) [23] indica que a agricultura urbana é praticada nos principais corredores de saída das cidades, bem como nas periferias e nas margens dos rios destas áreas, considerando-se áreas de terrenos privados e públicos.

Para fortalecer a AUP, a Portaria nº 467, de 7 de fevereiro de 2018, no seu artigo 2º, instituiu o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana, no âmbito do Ministério do Desenvolvimento Social, sob a responsabilidade da Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Destacam-se os objetivos descritos na Figura 3. Ainda em referência à Portaria nº 467, de 7 de fevereiro de 2018, convém salientar que o artigo 3º indica as metas iniciais do Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana (Figura 3).

Figura 14.3 – Objetivos do Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana (Portaria nº 467/2018, Art. 2º e 3º).

Art. 2º	Art. 3º
I - potencializar as ações de segurança alimentar e nutricional; II - contribuir para a inclusão social de moradores urbanos, em especial das mulheres; III - promover a utilização de tecnologias agroecológicas; IV - promover a educação ambiental; V - estimular o reaproveitamento e reciclagem de resíduos orgânicos; VI - estimular o convívio social e as atividades culturais relacionados com a produção agrícola; VII - assegurar a capacitação técnica e de gestão aos agricultores urbanos; VIII - estimular hábitos saudáveis de alimentação; IX - estimular hábitos sustentáveis; X - implantar a produção com fins pedagógicos em instituições de ensino, instituições de saúde, instituições religiosas, estabelecimentos penais e de internação socioeducativa dentre outras instituições e associações.	I - formalizar parcerias na perspectiva de promover a agricultura urbana, na forma de produção agrícola sustentável, comunitária e/ou doméstica, por meio da introdução de tecnologias de produção sustentáveis como catalizador da segurança alimentar, geração de renda e inclusão social; II - fomentar o desenvolvimento de ações voltadas para a gestão e o aperfeiçoamento das ações de agricultura urbana e periurbana; III - promover a conscientização de possíveis financiadores para a agricultura urbana e periurbana; IV - sensibilizar as esferas estaduais e municipais para desenvolver políticas regionais e municipais de agricultura urbana e periurbana, principalmente nas escolas e associações comunitárias.

Fonte: Elaborado por Zabotto Ambiental a partir de Brasil [24].

Outro ponto importante que traz a mesma Portaria é aquele que aborda a possibilidade de serem firmados contratos, convênios, acordos de cooperação, com entidades privadas, órgãos e entidades da administração pública federal, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, para execução do programa de AUP [24]. Daí a grande importância do diálogo entre as várias instâncias da sociedade e a integração de políticas públicas que promovam de fato a SAN e a Agroecologia.

14.5. O papel das PANCs para a soberania e segurança alimentar

A inclusão ou manutenção das PANCs nas áreas verdes urbanas e periurbanas contribui para manter a riqueza e diversidade biológica. Além disso, estimula uma reflexão a fim de que se estabeleçam novas formas e o resgate das relações milenares do ser humano com a natureza, com o ato de cultivar, com a comida e com o ato de se alimentar. Essas são relações orgânicas nas quais as pessoas têm a oportunidade de expressar seu desejo de mexer com a terra.

O número de espécies de PANCs usadas nas áreas verdes urbanas e periurbanas pode ser ainda pequeno, quando comparado à riqueza de espécies e à diversidade cultural registrada no país. Muitas das espécies com potencial para uso na alimentação têm sido desprezadas ou subaproveitadas. Há casos em que se usam apenas algumas partes das plantas, desperdiçando-se o restante, em razão da falta de conhecimento de como podem ser consumidas e do seu teor nutricional. Geralmente, há o descarte de parte da planta, convencionalmente não consumida. Na Tabela 1 são apresentadas algumas PANCs que podem ser produzidas nos quintais, bem como as respectivas formas de uso na culinária.

Tabela 14.1 – Lista de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) que podem ser encontradas e/ou cultivadas em áreas verdes urbanas e periurbanas.

Família / Espécie	Nome popular	Forma de uso
Amaranthaceae		
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	caruru, bredo	Refogado, cozidos, recheios, pães
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	caruru-de-espinho, bredo-de-espinho	Refogado, cozidos, recheios, pães, no bolinho de arroz
<i>Celosia argentea</i> L.	rabo-de-galo	Consumidos após branqueamento, sopas, refogados
Anacardiaceae		
<i>Spondias babiensis</i> P. Carvalho, Van den Berg & M. Machado	cajá-umbu, cajá-umbuzeiro, umbu-cajá, umbu-cajazeira	O fruto <i>in natura</i> , em bebidas lácteas, sorvetes finos, licores e geleias, e as folhas, em suco
<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	cajá-manga, cajarana, cajá-mirim, cajarana, cajazeira, cajazinho, taperebá	Doce, suco, purê da polpa
<i>Spondias mombin</i> L.	acajá, acaíba, cajá, cajá-mirim, cajarana, cajazeira, cajazinho, taperebá	O fruto <i>in natura</i> , em bebidas lácteas, sorvetes finos, licores e geleias, e as folhas, em suco
<i>Spondias purpurea</i> L.	seriguela, cirigueleira, ciriguela	Suco das folhas, geleias dos frutos e das folhas, saladas das folhas
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	ambu, embu, imbu, imbuzeiro, ombu, ombuzeiro, umbu e umbuzeiro	O fruto em suco, doce, compota, picles, geleia, picolé, sorvete, umbuzada, e as folhas, em suco, e túberas aquíferas (batata de umbu) cozidas, cruas em salada
Apiaceae		
<i>Eryngium foetidum</i> L.	coentro-largo, coentrão-de-peixe, chicória-de-caboclo	Sopa, moqueca, bolinho de arroz, como condimento e tempero
Apocynaceae		
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	mangaba, mangabeira, mangabinha-do-norte, mangava, mangaveira	Cremes, geleias, sorvetes e picolés, <i>in natura</i>
Araceae		
<i>Xanthosoma taioba</i> E.G.Gonç.	taíoba	Cozidas, fritas ou refogadas, mas nunca cruas . Rizomas cozidos e em purê
Arecaceae		
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	buri, buriti, arandaí-guaçu, miriti, miriti	Sucos, vinhos, doces, bolos, cremes, geleias, compotas, sorvetes e picolés, <i>in natura</i>

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	Forma de uso
<i>Syngis coronata</i> (Mart.) Becc.	Licuri, ouricuri, coco-licuri	Sementes <i>in natura</i> ou cozidas, torradas e transformadas em óleo (azeite), farinha para uso em bolos e doces
Asteraceae		
<i>Bidens pilosa</i> L.	picão-preto, carrapicho-de-agulha	Suco de limão com chá das folhas, recheios, refogado
<i>Tagetes erecta</i> L.	tagete, cravo	Chás ou como condimentos em sopas e carnes assadas, e as flores em saladas
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	dente-de-leão	Cruas, cozidas, empanadas, recheio
Basellaceae		
<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis	bertalha-corção, bertalha	Túberas subterrâneas e aéreas, purê, pães, fritas, e as folhas refogadas, recheios
<i>Basella alba</i> L.	bertalha, espinafre-de-malabar, couve-de-cerca	Omelete, moqueca, com frango, saladas
Cactaceae		
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	mandacaru	Geleia e mousse dos frutos, as hastes em suco, refogados
<i>Pereskia aculeata</i> Mill.	ora-pro-nóbis, azedinha, cipó-santo, surucucu, espinho-de-santo-antonio, espinho-preto, lobrobô, lobrobó, rogai-por-nós,	Cozido no vapor, pães, sopas, refogadas, em torta salgada, bolinhos fritos, cozidos ou em saladas
Clusiaceae		
<i>Platonia insignis</i> Mart.	bacuri e bacuri-açu, bacuri-grande, bacuriba, bacori, bacuriuba, ibacori, ibacopari, landirana e pacori, bulandim	Suco, sorvetes, geleia, <i>in natura</i> , chopp e licor
Convolvulaceae		
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	batata-doce	As folhas podem ser cozidas ou refogadas
Cucurbitaceae		
<i>Cucurbita pepo</i> L.	abóbora	Flores refogadas, empanadas, em saladas, ensopados ou cozidas com arroz e os brotos jovens refogados
Fabaceae		
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	andu, feijão-guandu	Cozido, sopa

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	Forma de uso
<i>Clitoria ternatea</i> L.	feijão-borboleta	Flores e folhas comestíveis, saladas, sucos ou ainda como corante (azul) alimentício natural
Lamiaceae		
<i>Stachys byzantina</i> K.Koch	peixinho	Saladas, sopas
Malpighiaceae		
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth. <i>B. verbascifolia</i> (L.) DC.	douradinha-falsa, murici, murici-assú, murici-cascudo, murici-da-praia, murici-do-campo, murici-grande, murici-guassú, orelha-de-burro, orelha-de-veado	<i>In natura</i> ou comercializados na forma de polpas, sucos, doces, geleias, sorvetes e licores
Musaceae		
<i>Musa x paradisiaca</i> L.	banana	Umbigo da bananeira refogado, recheio de torta e cozidos
Myrtaceae		
<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira, pitanga	<i>In natura</i> , suco, sorvetes, refrescos, geleias, licores e vinho
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	cambiuva, camboim, cambuí, cambuí-amarelo, cambuí-vermelho, cambuim, cambuizinho, guaminim, guaraminim, jabuticabinha e murta	Licores, sucos, refrescos, doces, geleias e sorvetes
<i>Psidium guineense</i> Sw.	araçá, araçá-azedo, araçá-comum, araçá-da-praia, araçá-do-campo, araçá-mirim, araçá-verdadeiro, goiabinha	<i>In natura</i> , compotas, sucos, polpas congeladas, sorvetes, licores e geleias
Passifloraceae		
<i>Passiflora cinnamata</i> Mast.	maracujá-brabo, maracujá-da-caatinga, maracujá-da-casca-verde, maracujá-de-boi, maracujá-do-mato, maracujá-mi, maracujá-mochila e maracujá-tubarão	Sucos, sorvetes, doces e para consumo <i>in natura</i> , doce da casca
Piperaceae		
<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth	erva-jabuti	Crua, cozida ou como chá
Plantaginaceae		
<i>Plantago major</i> L.	tanchagem	Cozidas, refogadas, empanadas ou branqueadas

(continua)

(continuação)		
Família / Espécie	Nome popular	Forma de uso
Portulacaceae		
<i>Portulaca oleracea</i> L.	beldroega, beldroega-pequena, beldroega-da-horta	Omeletes, tortas salgadas, sopas, pães, bolinhos fritos ou empanados (tempurá), refogada ou no vapor
Rubiaceae		
<i>Genipa americana</i> L.	janipaba, janapabeiro, janipapeiro, janipapo, jenipapo-branco, jenipapo-bravo, jenipapo-manso, jenipapeiro, jenipapinho, jenipava	<i>In natura</i> , doces, geleias, compotas, licores e vinhos, os frutos verdes usados para colorir de azul, pães, bolos
Solanaceae		
<i>Physalis pubescens</i> L.	balãozinho, bate-testa, bucho-de-rã, camapu, canapu, fisális, juá-de-capote, juá-poca, saco-de-bode, tomate-de-capote, pipoco	<i>In natura</i> , conservas, doces, licores, sorvetes ou cristalizado com açúcar e utilizado para bolos e/ou consumo direto
Talinaceae		
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn. e <i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.	major-gomes (nome mais frequente para <i>T. paniculatum</i>), cariru (nome mais frequente para <i>T. triangulare</i>), benção-de-Deus, bredó, beldroega-grande, erva- gorda, joão-gomes, língua-de-vaca, maria-gomes, maria-gorda	Refogados, sopas, recheio de tortas, omeletes, caruru, e no preparo de pratos com carnes, peixes ou camarão, saladas
Violaceae		
<i>Viola xanitrockiana</i> Gams	amor-perfeito	Saladas, sopas, bebidas e geleias

Elaborado por: A. JARDIM.

As PANCs podem também desempenhar papel importante na construção da soberania e segurança alimentar. Algumas espécies são extremamente adaptadas ao ambiente, fato que favorece o incentivo do uso no arranjo das áreas verdes. Muitas dessas plantas não vão necessitar de cuidados extras para a manutenção, o que diminui o tempo de manejo e o uso de insumos na sua adubação.

14.6. Conexões verdes em áreas urbanas e periurbanas no Nordeste do Brasil

14.6.1. SAF nas áreas verdes

Os Sistemas Agroflorestais (SAF) diversificados, pelas muitas contribuições a uma agricultura mais sustentável, vêm sendo cada vez mais abordados, tanto em pesquisas científicas como pelas políticas públicas relacionadas às áreas agrícolas, sociais e ambientais. Nas regiões urbanas os sistemas agroflorestais podem contribuir de diversas formas para a melhor qualidade de vida, diminuindo alguns dos problemas ambientais comuns nos centros urbanos, como poluição e alteração dos ciclos hidrológicos. Mas também representam uma forma de produção de alimentos e outros bens que podem contribuir para a segurança alimentar e renda das famílias, especialmente as que se encontram em situação econômica mais vulnerável. As políticas públicas no Brasil relacionadas à agricultura urbana e aos sistemas agroflorestais em particular ainda estão pouco estruturadas, faltando a participação mais efetiva do estado em seus diferentes níveis. Os sistemas mais comuns encontrados são ocupações de APP, com plantios principalmente para subsistência.

Figura 14.4 – Sistema agroflorestal às margens do Rio de Contas, Ubaitaba, Bahia.



Fonte: Autores.

Além das contribuições socioeconômicas da implantação de sistemas agroflorestais em áreas urbanas, existem vantagens além da produção agrícola, pois esses sistemas podem também serem úteis na restauração de Áreas de Proteção Permanente (APP) e de Reserva Legal [25]. A implantação de SAF nestas áreas pode auxiliar em questões diretamente ligadas à segurança alimentar, como também aumentar áreas permeáveis, diminuir os efeitos das enchentes, melhorar a qualidade de vida e propiciar ações de recreação, educação e interpretação ambiental (Figura 4). Por isso, eles têm obtido maior incentivo e reconhecimento como estratégia de apoio à conservação de áreas naturais urbanas. Esse mesmo autor alerta para alguns cuidados no planejamento e implantação de SAF em áreas urbanas e periurbanas, tais como queda de árvores em vias públicas e acidentes elétricos envolvendo árvores próximas a fios de alta tensão.

O SAF é reconhecido como uma das técnicas de cultivo que pode ser utilizada como forma de recuperação de áreas degradadas, de conservação e preservação segundo o art. 4º da Resolução CONAMA 369/06 [26]. Os SAFs podem ser instrumento de produção alimentar e recomposição ambiental, com bases agroecológicas mais sustentáveis, que leve em conta a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento econômico e social.

Embora exista a possibilidade de se implantar SAF em áreas públicas urbanizadas, é importante um planejamento que leve em conta o contexto paisagístico e estético, evitando um impacto negativo direto por plantios que causem a impressão de serem áreas abandonadas. Pode-se criar SAF mais alinhados, combinados em áreas de forma a evitar aglomerações de espécies que dificultem a visibilidade, por exemplo, intercalando fileiras de espécies de grande porte com outras de espécies de pequeno porte, ou mesmo associando espécies de pequeno porte com características ornamentais e medicinais às bordas desses sistemas.

14.7. Quintais e jardins produtivos

A produção para autoconsumo em quintais é praticada não apenas por famílias residentes em áreas rurais, mas também por um grande número daquelas situadas em áreas urbanas e periurbanas, como uma estratégia para ampliar o acesso familiar à alimentação ou parte dela [27], ou como uma forma de manter o hábito cultural de pessoas que antes viviam no meio rural [28].

Os quintais produtivos podem apresentar um arranjo complexo e diverso de espécies (Figura 5), incluindo plantas ornamentais, medicinais, frutíferas ou alimentícias em geral. Nestes arranjos, é fácil notar uma diversidade significativa de espécies com destaque para as frutíferas arbustivas e arbóreas (Tabela 2) associadas aos quintais dos centros urbanos e periurbanos. Destaca-se que, a depender da região, essa composição pode mudar tanto em quantidade quanto em variedade. Porém algumas espécies são frequentes na maioria das cidades, distritos e povoados, com destaque para o abacate, banana, coco e manga. Neste sentido, salienta-se que os quintais produtivos são uma herança cultural e se configuram como estratégia para garantir a segurança alimentar e nutricional [28], sobretudo das pessoas de baixa renda. Além disso, têm o potencial para melhorar a renda e o bem-estar das famílias.

Outro aspecto relevante desses sistemas de produção é a aplicação de práticas agroecológicas que buscam modelos sustentáveis para produção de alimentos seguros, enriquecendo a alimentação das famílias produtoras, e, conseqüentemente, contribuindo para a garantia da segurança alimentar e nutricional, como o projeto desenvolvido na região metropolitana do Recife, que cria,

em parceria com mulheres, hortas e quintais produtivos e conta com o apoio do Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá.

Figura 14.5 – Quintal agroflorestal.



Fonte: Autores; Zabotto Ambiental.

Tabela 14.2 – Espécies comuns em espaços verdes urbanos e periurbanos como SAF, quintais e jardins produtivos na região Nordeste do Brasil.

Família / Espécie	Nome popular	Origem
Anacardiaceae		
<i>Spondias mombin</i> L.	Cajá	América do Sul, Brasil
<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Cajarana	Oceania, Fiji
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	América do Sul, Brasil
<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciriguela, seriguela	Américas Central e do Sul
<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	Ásia
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Umbu	Brasil
Annonaceae		
<i>Annona muricata</i> L.	Graviola, jaca-pinha	Antilhas
<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	Pinha	América do Sul, Amazônia
Areaceae		
<i>Enterpe oleracea</i> Mart.	Açaí	América do Sul, Brasil
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	Sudeste da Ásia
Bixaceae		
<i>Bixa orellana</i> L.	Urucum	América do Sul, Amazônia

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	Origem
Caricaceae		
<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	América tropical
Fabaceae		
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindus, tamarino	África
Lauraceae		
<i>Persea americana</i> Mill.	Abacate	América do Sul
Malpighiaceae		
<i>Malpighia glabra</i> L.	Acerola	Antilhas e América Central
Malvaceae		
<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacau	América do Sul
Moraceae		
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Fruta-pão	Sudeste da Ásia
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jaca	Ásia
Musaceae		
<i>Musa x paradisiaca</i> L.	Banana-prata, banana	Sudeste da Ásia
Myrtaceae		
<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L.M. Perry.	Cravo, cravo-da-índia	Indonésia, Ilhas Molucas
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	América do Sul
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	Jaboticaba	América do Sul, Mata Atlântica
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	Jambo, jambo-vermelho	Ásia
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	América do Sul, Mata Atlântica
Poaceae		
<i>Saccharum officinarum</i> L.	Cana	Ásia
Rubiaceae		
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	América do Sul
Rutaceae		
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja-da-bahia, laranja-d'água	Ásia
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Lima, lima-comum	Ásia
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Limão-balão, limão-galego	Ásia
<i>Citrus × limonia</i> Osbeck	Limão-cravo, limão-tangerina	Ásia, Índia
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	Limão-mirim	Ásia
<i>Citrus deliciosa</i> Tenore	Tangerina, mexerica	Ásia
Sapotaceae		
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Abiu-roxo, caimito	América do Sul, Brasil e Guianas
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pavon) Radlk.	Abiu, abiu-branco, abiu-amarelo	América do Sul, Brasil

Elaborado por: J. Jardim

Assim, estas práticas ou hábitos de cultivos diversos, constituem importante alternativa para o aproveitamento dos espaços ociosos, tanto em residências quanto em áreas públicas, como creches e escolas. Nesse caso, são fundamentais ações planejadas e que incentivem essa cultura.

14.8. Hortas para inclusão social

Os presídios brasileiros são caracterizados como espaços públicos onde homens e mulheres de diversas faixas etárias estão cumprindo pena ou em caráter provisório por vários motivos. Nessas condições, muitas pessoas manifestam a vontade de aprender um ofício, estudar ou desenvolver outras atividades dentro da unidade prisional, de modo a ocupar o tempo produzindo algo importante para eles e seus familiares. No caso do município do Crato, estado do Ceará, existe uma cadeia pública mista (onde homens e mulheres ficam separados por setores), localizada em uma área periurbana da cidade, que, dentre outras ações sociais, conta com um projeto chamado Semear e Colher. Neste projeto há uma horta em que são plantadas hortaliças, flores e frutos, com participação de presidiários e agentes prisionais. A iniciativa é desenvolvida desde 2015 por diversos parceiros do projeto, dentre os quais se destacam o Aktionskreis Pater Beda, Rede SoliVida, Universidade Federal do Cariri (UFCA) e Instituto Federal do Ceará (IFCE) no campus Crato.

A contribuição da UFCA refere-se à atividades desenvolvidas com a participação efetiva de estudantes do curso de graduação em Agronomia. Alguns deles são bolsistas de extensão universitária, e outros, voluntários. Isto representa para os graduandos uma oportunidade de aprender mais a partir da prática de montar e manejar hortas com os professores, os detentos e detentas. É também uma maneira de contribuir para a ressocialização dessas pessoas, além de garantir uma melhoria significativa na alimentação, geração de renda, elevação da autoestima e remissão da pena. Possibilita ainda que os estudantes presenciem a transformação das vidas por meio do trabalho realizado e assim “desmistificar, no âmbito social, o estigma e o preconceito com que a sociedade encara o preso no sistema penitenciário; que ainda se opõe e resiste à possibilidade de reabilitação e reeducação” [29].

14.9. Cultivos hidropônico, semi-hidropônico, aquapônico e organopônico

Trata-se de cultivos técnicos, que requerem planejamento e estudo antes de serem implantados, porém são viáveis mesmo em espaços pequenos, incluindo aqueles onde não há solos disponíveis. Ainda assim, podem apresentar alta eficiência em curto período, alta produtividade e eficiência no uso dos recursos, ou seja, baixo custo de implantação. São principalmente utilizados para produção de hortaliças.

A hidroponia é um sistema fechado de nutrição de hortaliças, em que a água e os nutrientes adicionados à solução nutritiva circulam por canaleta com períodos de tempo programados [30]. É muito eficiente para áreas onde há limitação de água para irrigação por gotejamento. Possui alto grau de higiene, evitando contaminação por patógenos externos e do solo. Quanto maior o cuidado e controle de contaminação, menor a necessidade do uso de defensivos.

Para instalação de um cultivo hidropônico (Figura 6a) é necessário que haja disponibilidade de água de qualidade, bem como treinamento para o preparo e acompanhamento das condições da solução nutritiva. Em algumas áreas da região Nordeste, esse tipo de cultivo não é recomendado, nem mesmo com as telas de sombrite, em virtude das altas temperaturas, pois nesses casos demandaria uma mão de obra extra para o resfriamento da solução em períodos quentes do dia. Nestes casos, são recomendados os sistemas semi-hidropônicos (Figura 6b) que são os cultivos feitos em potes ou vasos com substratos esterilizados e a nutrição das plantas é feita por irrigação com uma solução nutritiva semelhante à usada na hidroponia.

Figura 14.6 – a) Sistema hidropônico, cultivo de alface e manjerição em área de produção familiar; b) Sistema semi-hidropônico, cultivo de tomate e pimentão, em área de produção familiar.



Fonte: Autores.

Para o sistema aquapônico é feita uma integração da hidroponia com a aquicultura (produção de organismos aquáticos, geralmente peixes). Também é um sistema fechado de nutrição das plantas. Neste caso, aproveita-se a água e o efluente da piscicultura para irrigar as plantas, e os produtores terão duas fontes de renda e alimentação: os peixes e as hortaliças. Deve ser levada em conta a necessidade de manutenção do sistema e suplementação nutricional para os vegetais cultivados, a composição da ração, a temperatura e demais aspectos da qualidade da água para o sucesso da produção.

Em Pernambuco, no município de Ibimirim, um projeto de aquaponia em pequena escala tem dado certo. Trata-se de uma ação desenvolvida pelo Centro de Formação do SERTA (Serviço de Tecnologia Alternativa), uma escola que oferece Ensino Técnico de Formação Profissional em Agroecologia. Esta instituição possui vários projetos de cultivo na região semiárida, entre eles este de aquaponia em pequena escala, associando o cultivo de peixes comestíveis e hortaliças diversificadas, entre elas várias PANCs.

O sistema de cultivo organopônico (Figura 7) é muito usado em Cuba na agricultura urbana e periurbana em razão de sua eficiência de produção. Teve início com o objetivo de aproveitar as estruturas abandonadas usadas em hidroponias. Com o embargo dos EUA aos insumos usados nas soluções nutritivas e a busca por alternativas mais sustentáveis, passaram a isolar com lonas plásticas ou elevar as hortas do solo, e colocar maior quantidade de matéria orgânica. Nesses casos, a irrigação é controlada e a perda para o solo é reduzida graças ao isolamento. No Brasil, tem sido usado um método semelhante, que são os sistemas com cultivo em canteiros, porém costuma-se usar menos matéria orgânica que o sistema cubano.

Figura 14.7 – Sistema organopônico, cultivos de coentro, salsa e rúcula, solo impermeabilizado com lonas plásticas, área de produção familiar e de testes da agricultora A. Jardim.



Fonte: Autores.

14.10. Considerações finais

As práticas de cultivos urbanos têm papel fundamental, seja na manutenção da cultura do plantio, na produção do próprio alimento, seja para reduzir os efeitos de uma paisagem modelada em sua maioria pelas construções. Logo, a Agricultura Urbana e Periurbana (AUP), deve ser vista como uma oportunidade de investimento e planejamento de forma a utilizar áreas públicas ou privadas ociosas para melhorar a qualidade de vida da população, tanto do ponto de vista nutricional, quanto de revitalização dos serviços ambientais.

Além disso, o planejamento e incentivo destas práticas poderão contribuir para gerar ocupação e renda para as pessoas, além, claro, de trazer conforto ambiental, melhorar a paisagem e proteger áreas frágeis, como encostas e margens de rios. Assim, a AUP deve ser vista não apenas como uma fonte de alimentos, mas também uma possível saída para minimizar problemas como saneamento básico, poluição visual, sonora e residual, saúde pública e paisagística das cidades. Todas as características levantadas e discutidas aqui demonstram o imenso potencial destas práticas na melhoria da qualidade de vida, não apenas dos agricultores urbanos, mas também de toda a população inserida no entorno desses espaços.

14.11. Referências

- [1] Justo MG. Agroecologia e agricultura urbana na cidade de São Paulo: movimentos socioespaciais e socioterritoriais. *Rev NERA*. 2020;23(55):218-42.

- [2] Campos JC, Silva JB. Soberania alimentar no contexto do atual sistema agroalimentar globalizado. In: VIII Simpósio Internacional de Geografia Agrária e IX Simpósio Nacional de Geografia Agrária; 2017. [acesso 1 out. 2020] Disponível em: https://singa2017.files.wordpress.com/2017/12/gt17_1506901460_arquivo_artigo_singa_janaina_julyana.pdf
- [3] Boukharaeva ML, et al. Agricultura urbana como um componente do desenvolvimento humano sustentável. *Cad Ciênc Tecnol*. 2005;22:413-25.
- [4] Mendonça MM, Monteiro D, Silva RM. Agricultura urbana: ensaio exploratório e pequeno mosaico de experiências. In: *Agricultura na cidade: coletânea de textos sobre as experiências desenvolvidas no âmbito do “Programa de Agricultura Urbana” da AST-PTA, na zona Oeste do município do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: AST-PTA; 2005.
- [5] Arruda J. Agricultura urbana e periurbana em Campinas/SP: análise do programa de hortas comunitárias como subsídio para políticas públicas [dissertação]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola; 2006.
- [6] Arruda J. Agricultura urbana na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: sustentabilidade e repercussões na reprodução das famílias [tese]. Seropédica (RJ): Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2011. [acesso 1 out. 2020]. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/3790>
- [7] Ottmann MMA, et al. Quintais urbanos: agricultura urbana na Favela do Parolin, no bairro Fanny e no bairro Lindoia, Curitiba, Paraná. *Rev Acad Ciênc Agrár Ambient*. 2011;9(1):101-9.
- [8] Santandreu A, Lovo IC. Panorama da agricultura urbana e periurbana no Brasil e diretrizes políticas para sua promoção: identificação e caracterização de iniciativas de AUP em regiões metropolitanas brasileiras. 2007.
- [9] Monteiro JPR. Hortas comunitárias de Teresina: alternativa econômica, social e ambiental? [dissertação]. Teresina (PI): Universidade Federal do Piauí; 2005. [acesso 1 out. 2020] Disponível em: <http://www.ufpi.br/mestambiente/index1.php?pg=2005&pgid=10>
- [10] Bezerra AME, Sousa AAG, Farias GS, Machado FA, Mendes JBS. Panorama geral das hortas comunitárias de Teresina-PI. *Ciênc Agron*. 1996;27:53-69.
- [11] Branco MC, Alcântara FA. Hortas urbanas e periurbanas: o que nos diz a literatura brasileira? *Hortic Bras*. 2011;29(3):421-8.
- [12] Farfán SJA. Diagnóstico de hortas comunitárias no dipolo Juazeiro–BA e Petrolina–PE: perfil e demandas de pesquisas [dissertação]. Juazeiro (BA): Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais; 2008.
- [13] Ferreira RJ. Agricultura urbana e periurbana e políticas públicas: contribuição à discussão do tema a partir de uma análise espacial em Recife e Vitória de Santo Antão/PE [tese]. Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco, CFCH; 2013.
- [14] Moraes JG, Breda MO, Alves RRN, Alves AGC. A percepção de agricultores urbanos sobre pragas e plantas cultivadas em uma área metropolitana do Recife. *Biotemas*. 2017;30:99.
- [15] Monteiro MSL, Monteiro JPR. Hortas comunitárias de Teresina: geração de renda e consequências ambientais. In: *Hortas comunitárias: os projetos horta urbana de Teresina e hortas periurbanas do Novo Gama e Abadia de Goiás*. Vol. 2. Brasília: Embrapa Hortaliças; 2008. p.15-64.
- [16] Salvador. Guia para a implantação e gestão de hortas urbanas e escolares. Salvador; 2019. [acesso 1 out. 2020] Disponível em: http://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/Cartilha_Criacao_Gestao_de_Hortas.pdf

- [17] 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.
- [18] Mougeot LJA. Agricultura urbana: conceito e definição. International Development Research Centre (IDRC); 2000. [acesso 28 set. 2020]. Disponível em: <http://www.agriculturaurbana.org.br/RAU/AU1/AU1conceito.html>
- [19] Cribb SLS, Cribb AY. Agricultura urbana: alternativa para aliviar a fome e para a educação ambiental. In: XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural; 2009; Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: SOBER; 2009. [acesso 28 set. 2020]. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/5/512.pdf>
- [20] Brasil. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN. Diário Oficial da União. Brasília, DF; 18 set 2006. [acesso 20 out. 2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111346.htm
- [21] Triches RM, Gerhardt TE, Schneider S. Políticas alimentares: interações entre saúde, consumo e produção de alimentos. Interações (Campo Grande). 2014;15(1):109-20.
- [22] Brasil. Decreto nº 7.272, de 25 de agosto de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006, que cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN. Diário Oficial da União. Brasília, DF; 25 ago. 2010. [acesso 20 out. 2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7272.htm
- [23] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Cuestiones de la agricultura urbana. Rev Enfoques. 1999. [acesso 20 out. 2020]. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp2.htm>
- [24] Brasil. Portaria nº 467, de 09 de fevereiro de 2018. Institui o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana. Diário Oficial da União. Brasília, DF; 9 fev. 2018. [acesso 1 out. 2020] Disponível em: http://www.mds.gov.br/webarquivos/legislacao/seguranca_alimentar/portarias/Portaria_n_467_Programa_Nacional_AUP.pdf
- [25] Ferreira LCG. Agricultura urbana e soberania alimentar: uma reflexão sobre a importância das práticas socioambientais na Grande Goiânia (GO). Rev GeoNordeste. 2019;3:129-50.
- [26] Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP. Diário Oficial da União. Brasília, DF; 29 mar. 2006. [acesso 20 out. 2020]. Disponível em: http://www.mp.go.gov.br/portaWeb/hp/9/docs/conama_res_cons_2006_369_supressao_de_vegetacao_em_app.pdf
- [27] Gadelha E, Maluf RS. Contribuições da produção para autoconsumo no acesso aos alimentos. Rev Democracia Viva. 2008;39.
- [28] Silva ACGF, Anjos MCR, Anjos A. Quintais produtivos: para além do acesso à alimentação saudável, um espaço de resgate do ser. Guaju (Matinhos). 2016;2(1):77-101.
- [29] Araújo TLA, et al. Hortas sócioeducativas para a cadeia pública do município de Alagoa Grande-PB. In: Anais do X Encontro de Extensão Universitária; 2008; João Pessoa. João Pessoa: UFPB; 2008. [acesso 28 dez. 2020]. Disponível em: http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/x_enex/ANAIS/Area8/8CCADSERPEX01.pdf
- [30] Silva APP, Melo B. Hidroponia. 2020. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/hidropo.htm>

A close-up photograph of a green leaf, showing a dense network of veins. The veins are a lighter shade of green than the leaf's surface, creating a complex, web-like pattern. The lighting is even, highlighting the texture and structure of the leaf.

PART 2

Apresentação

FRUTOS DA BIODIVERSIDADE BOTÂNICA NAS CIDADES BRASILEIRAS E NO MUNDO

“A restauração da natureza pode ser uma vitória dupla-quádrupla para biodiversidade, ação climática, saúde e bem-estar humano e nossa economia. Até 2030, os estados-membros devem se comprometer com metas ambiciosas de restauração. Agora é hora de ação!”

@UNBiodiversity 2022

(ONU Biodiversidade: Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica)

Os frutos deste projeto *Coletânea Brasileira de Arborização Urbana* são um inestimável recurso para a transformação da arborização urbana brasileira, por um lado descrevendo a riqueza florística de cada região, representando espécies de cada bioma, e por outro lado oferecendo as melhores alternativas de plantio, cuidado e manutenção de espécies locais para seu uso nas respectivas cidades abrangidas em suas amplitudes de distribuição. Com certeza, o material apresentado nesta coletânea também representará um suporte relevante e adicional à restauração dos ecossistemas tropicais ameaçados e para o cumprimento das ambiciosas metas de restauração estabelecidas para 2030 pelos estados-membros durante a última Convenção da Biodiversidade das Nações Unidas (COP15 / CP-MOP10 / NP-MOP4), realizada em Montreal, Canadá, em dezembro de 2022.

Quando fui convidada pelos organizadores a escrever este prefácio para esta coletânea em setembro de 2022, quis esperar pelos resultados finais da Convenção da Biodiversidade. Era preciso saber como as discussões sobre restauração dos ecossistemas seriam abordadas e se seria destacada a sua importância para ação climática, saúde e bem-estar humano e economia mundial como um ponto central das resoluções sobre metas de conservação da biodiversidade para 2030, como já estavam sendo pautadas em importantes conferências nos anos anteriores por cientistas e pela sociedade civil organizada.

Em 2021, durante a pandemia SARS-COVID-19, pude participar da conferência sobre “Reflorestamento para a Biodiversidade, Captura de Carbono e Subsistência”, realizada *online* de 24 a 26 de fevereiro de 2021, promovida pelo Jardim Botânico Real de Londres, *Kew* (*Royal Botanic Gardens Kew*), e pela Organização Internacional de Jardins Botânicos pela Conservação BGCI (*Botanic Gardens Conservation International*), que contou com a presença de mais de 2.400 participantes, representando uma ampla gama de profissionais de reflorestamento, formuladores de políticas, financiadores, empresas, ONGs e pesquisadores de 113 países, inclusive palestrantes e participantes do Brasil. Durante a conferência, os delegados revisaram e discutiram exemplos dos sucessos e desafios do reflorestamento em grande escala e consideraram as abordagens futuras que incorporam as preocupações com a conservação da biodiversidade.

Uma Declaração final foi apresentada, baseada em uma síntese e em conclusões dessas discussões e também em evidências apresentadas na literatura científica publicada, em particular a revisão “*Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits*” (Dez regras de ouro para o reflorestamento, para otimizar o sequestro de carbono, a recuperação da biodiversidade e os benefícios de subsistência)¹.

O objetivo desta Declaração seria “*proteger a biodiversidade, mitigar as emissões de carbono e as mudanças climáticas, e melhorias em subsistência, promovendo uma estrutura e políticas que garantam a proteção de florestas intactas e a adoção de estratégias de restauração eficazes que promovam esses três objetivos*”.

Os signatários expressaram por meio da declaração uma série de pontos importantes que na minha opinião convergem e são abordados pelo material apresentado nesta *Coletânea Brasileira de Arborização Urbana*. Por exemplo, cientistas e signatários incitam governos a se comprometerem a incorporar a restauração de florestas nativas em suas medidas, planos e políticas de desenvolvimento nacionais e subnacionais. Na declaração, destacam que estão “*alarmados com a predominância do plantio em grande escala de monoculturas de árvores exóticas (incluindo espécies potencialmente invasoras) – que mostraram ter impactos prejudiciais sobre a biodiversidade nativa e serviços ecossistêmicos, e muitas vezes sequestram menos carbono do que florestas nativas – em comparação com os relativamente poucos compromissos concretos com a restauração florestal, que visam restaurar as funções, espécies e diversidade de florestas nativas*”. Apesar de reconhecerem a necessidade de plantios comerciais para atender às necessidades da humanidade por fibras, combustíveis e madeira, pedem, sempre que possível, que sua estrutura, função e espécies sejam guiadas mais proximamente aos ecossistemas florestais naturais para melhorar sua resiliência e oferecer cobenefícios para a biodiversidade, para os serviços ecossistêmicos e para a população local. Além disso, propõe “florestas nativas de subsistência”, que incorporam algumas das funções e diversidade das florestas nativas, mas priorizam espécies nativas de valor econômico (e a pesquisa para identificá-las), e que podem fornecer muito dos benefícios de florestas nativas restauradas (por exemplo, resiliência ambiental, sequestro de carbono, serviços ecossistêmicos e biodiversidade nativa), oferecendo ao mesmo tempo oportunidades de subsistência diversificadas, sustentáveis e resilientes.

Ao final da declaração, os signatários especificamente solicitam 4 (quatro) ações necessárias (veja abaixo na íntegra):

- 1) Formuladores de políticas, financiadores e profissionais em países que assumiram compromissos de reflorestamento em programas de restauração de paisagens florestais, soluções baseadas na natureza e Esquemas de redução voluntária de emissões:
 - i) assumam o compromisso de aderir aos princípios que salvaguardam a biodiversidade conforme estabelecido no artigo das “10 Regras de Ouro” acima mencionado, incluindo: conservar e proteger as florestas naturais remanescentes a longo prazo; restaurar ecossistemas florestais naturais degradados, evitando habitats naturalmente não florestais e priorizando áreas que expandem o tamanho das florestas existentes e sua conectividade; promover a regeneração natural das florestas em

1. Di Sacco et al. (2021) Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits. *Global Change Biology* v. 27, 1328-1348. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.15498>

áreas adequadas; onde o plantio e manutenção de árvores são necessários, selecionar uma mistura diversa de espécies de árvores e de sub-bosque nativas utilizando materiais de plantio apropriados ao local e que tenham suficiente diversidade genética para serem resilientes às mudanças climáticas, pragas e doenças; e nunca selecionar espécies invasoras de plantas;

- ii) trabalhar com a população local e indígena para garantir que seus interesses sejam primordiais, incluindo seu desenvolvimento e necessidades econômicas, que seus direitos humanos e de posse de terra e acesso sejam totalmente respeitados, e para desenvolver mecanismos de comunicação como parte de sistemas de governança para facilitar o compartilhamento mútuo de informações e visões;
 - iii) onde os trade-offs não são evitáveis de forma realista, garantir que, onde os habitats naturais são perdidos e são substituídos, haja sempre uma compensação de biodiversidade de “ganho líquido” sob um processo de abordagem de paisagem para apoiar as funções do ecossistema e evitar perdas adicionais de biodiversidade; onde os habitats são insubstituíveis, eles devem ser protegidos da perda perpétua;
 - iv) tomar medidas específicas para salvaguardar e restaurar as populações de espécies de plantas ameaçadas;
 - v) manejar a floresta restaurada, garantindo o estabelecimento das árvores, monitorando os resultados e adaptando os métodos conforme necessário; e
 - vi) aprender com os erros do passado.
- 2) O reflorestamento, considerado uma atividade de mitigação das mudanças climáticas, nunca deve ser realizado em detrimento da biodiversidade e deve ser sempre em adição a reduções diretas de emissões de GEE; não deve substituir o imperativo de abandonar os combustíveis fósseis e a produção de energia à base de madeira e de descarbonizar as cadeias de abastecimento. Este princípio de adicionalidade deve orientar os doadores a financiar projetos que podem não ter sido viáveis se financiados apenas por créditos de carbono.
- 3) Os formuladores de políticas públicas envolvidos na restauração em nível global e nacional trabalhem juntos para garantir que sejam eliminados quaisquer incentivos e subsídios que promovam práticas que levem ao desmatamento ou à degradação de ecossistemas naturais ou que apoiem a restauração de paisagens florestais ou o sequestro de carbono baseado em plantas sem proteções adequadas para a biodiversidade nativa. Por sua vez, pedimos o desenvolvimento e aplicação de incentivos financeiros positivos que promovam a proteção das florestas existentes e a conservação e uso sustentável da biodiversidade nativa dentro de programas de reflorestamento e restauração de paisagens florestais e, em particular, para o aumento do mercado de carbono voluntário de uma forma que seja compatível com a mitigação da atual crise de biodiversidade.
- 4) Os formuladores de políticas públicas e profissionais de programas de reflorestamento em grande escala adotem uma abordagem intersetorial e, em particular, façam parcerias com as organizações de botânica, ecologia, (agro)florestal, conservação e comunidades científicas e detentores de conhecimento tradicional, para desenvolver e aumentar o acesso aos recursos para proteger e restaurar a biodiversidade nativa, incluindo: diretrizes,

ferramentas de planejamento (incluindo priorização de áreas para reflorestamento, minimização e mitigação de impactos negativos sobre a biodiversidade existente e desenvolvimento e uso de abordagens de restauração adequadas), ferramentas de monitoramento (especialmente para monitorar a biodiversidade), metodologias, diretórios de especialização, treinamento e outros recursos para facilitar a regeneração natural das florestas e/ou a seleção, plantio e estabelecimento de diversas espécies de árvores nativas, onde o plantio de árvores é desejado ou necessário.

O último ponto expressamente requisita a produção de diretrizes, metodologia e conhecimento validado cientificamente para dar suporte a ações efetivas de restauração. Do meu ponto de vista, esta importante obra em forma de coletânea de arborização para cada região brasileira pode auxiliar nesse processo como uma extensão de informação confiável em ações de restauração em geral. Considerando que a *Coletânea Brasileira de Arborização Urbana* foi organizada e produzida com a participação direta de um grupo de mais de 500 pesquisadores pertencentes a mais de 90 instituições de pesquisa, universidades brasileiras e gestores municipais engajados na pauta da botânica e da arborização urbana, acredito que o material apresentado seja a mais atualizada e confiável fonte de informação sobre arborização e restauração urbana do Brasil e deveria ser adotada nas nossas políticas públicas por gestores públicos municipais, docentes extensionistas brasileiros, pesquisadores brasileiros e internacionais e para além da sociedade civil como um todo.

Estes 5 (cinco) livros oferecem uma abordagem de aspectos técnicos, acadêmicos e gerenciais sobre o tema arborização urbana de todas as regiões de nosso país, com o intuito de contribuir de fato com cada um dos 5.570 municípios brasileiros. O passo seguinte, como parte de um dos desdobramentos possíveis, será a construção de um portal em plataforma *web*, apoiando a disseminação do conhecimento acumulado em todas as suas formas e possibilidades, almejando suportar realizações práticas e transformadoras tantas quantas forem possíveis em nosso país.

Esta Parte II – Eixo da Florística – está destinada ao aspecto florístico de cada estado brasileiro, dado que o país tem dimensão continental e a escala de determinação biogeográfica é um atributo fundamental na escolha, testes e manejo de espécies que devem aparecer na arborização urbana. O livro de cada região terá um capítulo específico para descrever a florística dos estados, envolvendo os Biomas em que o mesmo está inserido, bem como suas fitofisionomias associadas. Ainda cabe destacar que um recurso essencial trazido em todos os capítulos desta parte é a apresentação de uma lista de espécies arbóreas nativas sugeridas a serem plantadas em vias públicas e áreas verdes urbanas dos seus respectivos estados.

Finalmente, desejamos que essa obra tenha a abrangência merecida e que seja muito bem utilizada e adotada como diretriz para arborização e restauração urbana em todas as escalas (regiões, estados e municípios) por urbanistas, paisagistas, agricultores, mas também por docentes extensionistas brasileiros, conservacionistas, pesquisadores brasileiros e internacionais, estudantes, e pela sociedade como um todo.

Raquel Negrão

PhD Ecology & Natural Resources

Coordenadora do Programa *Tropical Important Plant Areas* (RBG Kew)

IUCN Species Conservation Assessor/ IUCN Red List Trainer

Capítulo 15

MAPEAMENTOS FITOGEOGRÁFICOS, PEDOLÓGICOS E USO E COBERTURA DA TERRA

*Por Anderson Sandro da Rocha, Evanildo Santos Cardoso,
Juliane Regina Becker e Ricardo Franco Trudes de Mattos*

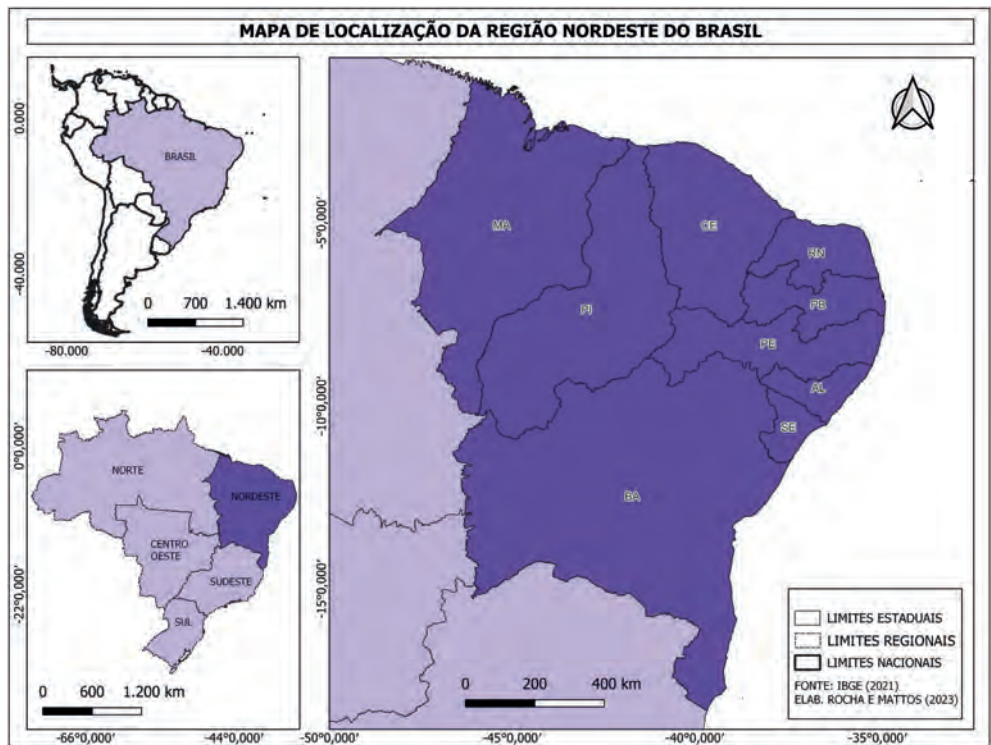
15.1. Destaques deste capítulo

1. A região Nordeste reúne nove estados, 18% do território nacional (1.552.174 km²) e 54,6 milhões de habitantes;
2. No interior da região Nordeste, predomina a Savana Estépica (Caatinga), enquanto que na faixa litorânea ocorrem florestas ombrófilas e estacionais. Formações savânicas (Cerrados) ocorrem no oeste/sudoeste da região;
3. A região Nordeste tem grande diversidade de solos, sendo predominantes os Latossolos, Neossolos e Argissolos. Também ocorrem, em menor escala, os Luvissolos, Planossolos e Plintossolos;
4. Existe uma grande área do Nordeste (“MATOPIBA”) sob pressão de expansão agrícola (produção de grãos). As principais áreas urbanas ocorrem no litoral e capitais dos estados;
5. São apresentados mapas gerados a partir de bases de dados do IBGE, BDIA/SIBCS, que vão orientar o planejamento de plantio de espécies nativas, a criação de corredores ecológicos e políticas de infraestrutura verde.

15.2. Introdução

A região Nordeste do Brasil compreende os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. A região representa 18% do território nacional, com área total de 1.552.174 km². Em termos populacionais, a região compreende um total de 54.644.582 habitantes, que corresponde a cerca de 27% da população nacional (Figura 1, Tabela 1) – [1].

Figura 15.1 – Localização da região Nordeste do Brasil.



Fonte: Autores.

Tabela 15.1 – Dados de área e população da região Nordeste do Brasil com base no Censo 2022.

Estados	Área km ²	População
Alagoas	27.831	3.127.511
Bahia	564.760	14.136.417
Ceará	148.894	8.791.688
Maranhão	329.651	6.775.152
Paraíba	56.467	3.974.495
Pernambuco	98.068	9.058.155
Piauí	251.755	3.269.200
Rio Grande do Norte	52.810	3.302.406
Sergipe	21.938	2.209.558
Total	1.552.174	54.644.582

Fonte: Autores.

Nos nove estados do Nordeste do Brasil, os espaços urbanos apresentam importantes e amplas áreas territoriais. O estado da Bahia compreende a maior área urbana, com cerca de 2.061 km², seguido pelos estados do Ceará, Pernambuco e Maranhão, com áreas urbanas próximas de

1.000 km², e os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Piauí, com áreas entre 532 e 651 km². Além dos estados com áreas urbanas inferior a 400 km², particularmente Alagoas e Sergipe [2]. Essas áreas urbanas representam diferentes estruturas e realidades ambientais, mas significam um amplo espaço para expansão da arborização no contexto nordestino.

15.3. Representação cartográfica e base de dados

Visando a ampliar a representação cartográfica da região Nordeste, foram elaborados mapas temáticos das unidades de vegetação e da distribuição dos solos, bem como mapeamento e análise de dados de 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 fitogeográficas. As informações foram reclassificadas com auxílio do software QGIS, o que permitiu unir as principais informações fitogeográficas com a representação da formação original e da vegetação secundária em dois níveis categóricos (Unidade e Subunidade de Vegetação).

Os mapeamentos pedológicos buscaram representar as ordens de solos no primeiro nível categórico de acordo com o SIBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos) [4], utilizando a base de dados do BDIA (Banco de Dados de Informações Ambientais) [5]. Os arquivos vetoriais foram selecionados nos nove estados da região 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 MapBiomias, referente à análise recente do ano de 2022. 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 Nordeste.

15.4. Mapeamento fitogeográfico da região Nordeste

As unidades fitogeográficas da região Nordeste compõem principalmente as formações Savana Estépica e Savana nos setores de clima semiárido e tropical. No setor litorâneo ocorrem principalmente as Florestas Ombrófilas e Estacionais associadas aos climas mais úmidos (Figura 2).

No território dos nove estados nordestinos é possível observar importantes áreas com a presença de zonas de contato geralmente associadas às variabilidades climáticas, topográficas e pedológicas em ambientes característicos de transição dos biomas da Caatinga com o da Mata Atlântica na porção leste e da Caatinga com os biomas do Cerrado e a da Amazônia nos setores sudoeste e noroeste da região.

A formação de Savana Estépica, típicas do bioma da Caatinga, abrange principalmente os estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Pernambuco, correspondendo originalmente,

cerca de 89%, 87%, 77% e 73% da área total dos respectivos estados. Essas vegetações semiáridas também ocupam importantes áreas dos setores oeste dos estados de Alagoas e Sergipe, além de grande parte do leste do Piauí e no centro-norte da Bahia, com áreas próximas a 30% do território originalmente ocupado pelas formações nativas.

Figura 15.2 – Mapa de vegetação da região Nordeste do Brasil.



Fonte: Autores.

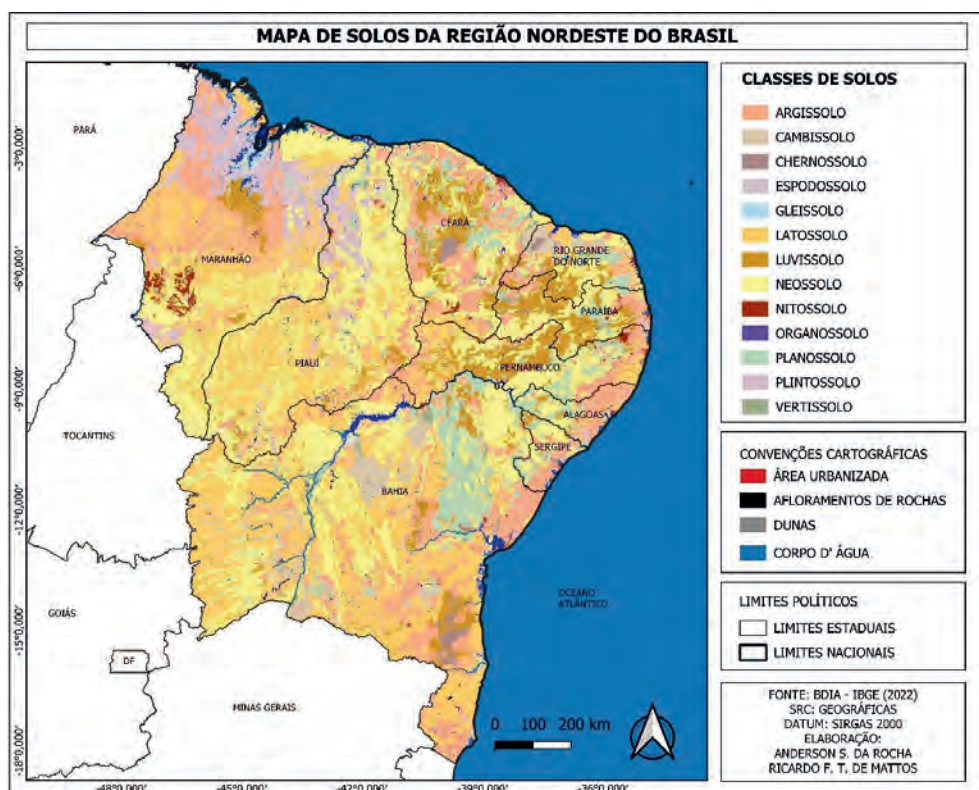
No contexto regional, os fatores climáticos e topográficos são definitivos na formação fitogeográfica. Nas áreas mais úmidas, conhecidas como Zona da Mata, e áreas compostas pelos planaltos, ocorrem as Florestas Ombrófilas e Estacionais. Essas áreas, embora pouco representativas em termos territoriais, geralmente ocupam entre 10 e 20% dos estados litorâneos, com maior destaque para os estados da Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe.

Nos setores oeste da Bahia, sudoeste do Piauí e sul do Maranhão ocorre forte presença das formações savânicas típicas do bioma Cerrado. Nesses estados as savanas representam 17%, 20% e 22% da vegetação predominante dos estados denominados anteriormente. No estado do Maranhão também se destaca no setor noroeste a presença da Floresta Ombrófila, ocupando um total de 30% da área originalmente composta por florestas densas e abertas pertencentes ao domínio da Amazônia legal (Figura 2).

15.5. Mapeamento pedológico

O mapeamento pedológico da região Nordeste do Brasil demonstra que a distribuição espacial dos solos apresenta grande variabilidade em função das características geológicas, geomorfológicas, climáticas e topográficas. Ao longo dos nove estados ocorrem principalmente solos da ordem dos Latossolos, compondo cerca de 30% da área total do território, seguido pelos Neossolos, que representam 24% da área, e os Argissolos, abrangendo 16% da região. No Nordeste também se destacam os Luvissolos, Planossolos e Plintossolos, que abrangem áreas entre 6 e 8% do território (Figura 3).

Figura 15.3 – Mapa de solos da região Nordeste do Brasil.



Fonte: Autores.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos e os Latossolos Amarelos, assim como os Argissolos Vermelho-Amarelos, localizam-se predominantemente em áreas de solos arenosos e de textura média em ambientes de relevos planos e suave ondulados nas áreas de planalto e de planície do Nordeste. A classe dos Neossolos também apresenta grande ocorrência na região Nordeste. Os Neossolos Quartzarênicos ocorrem ao longo das principais depressões e relevos aplainados de textura arenosa das bacias do Paranaíba e do São Francisco. Já os Neossolos Litólicos ocorrem ao longo dos morros e serras dissecados, como por exemplo os localizados no Planalto da Borborema, na Chapada Diamantina, Chapada do Araripe, Serra Grande, Serra Geral e Espição Mestre.

A classe dos Luvisolos também apresenta importante destaque na região semiárida do Nordeste, principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Os Planossolos e Plintossolos apresentam distribuição espacial localizadas em alguns estados, destacando que os Planossolos são encontrados principalmente na região do Agreste nordestino com ocorrência em áreas que vão desde o Rio Grande do Norte até o norte da Bahia, ocupando áreas geralmente próximas a 10% do território. Já os Plintossolos distribuem-se principalmente no setor norte do Maranhão e noroeste do Piauí, abrangendo respectivamente 19% e 10% da área total dos solos dos estados.

Em menor proporção também se verifica a presença dos Cambissolos, Espodossolos, Gleissolos, Organossolos e Vertissolos. Esse conjunto de solos abrange áreas inferiores a 7% do total da região Nordeste, e ocorrem em áreas restritas, porém fazem parte da grande diversidade da cobertura pedológica regional.

De acordo com a EMBRAPA [7], a região do Nordeste apresenta uma grande diversidade de ambientes e, conseqüentemente, de solos, em razão da diversidade de climas, formações vegetais, tipos de rochas e conformações do relevo. Esses solos apresentam feições morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas marcantes. Em razão da intrincada organização físico-natural e a grande biodiversidade do Nordeste, particularmente na região semiárida, com áreas do embasamento cristalino, bacias sedimentares e áreas de recobrimento do cristalino por sedimentos, não é difícil encontrar solos arenosos e profundos, a pouca distância de solos argilosos e rasos.

A variabilidade dos solos ressalta a importância de se conhecer melhor as características gerais das principais classes de solo em termos de área de ocorrência.

A ampla diversidade das classes solos da região Nordeste evidencia uma complexa organização da estrutura pedológica, que em geral está associada à geodiversidade local. Portanto, precisa ser investigada por meio de mapeamento em escalas de maior detalhe, sobretudo no que se refere aos projetos de arborização.

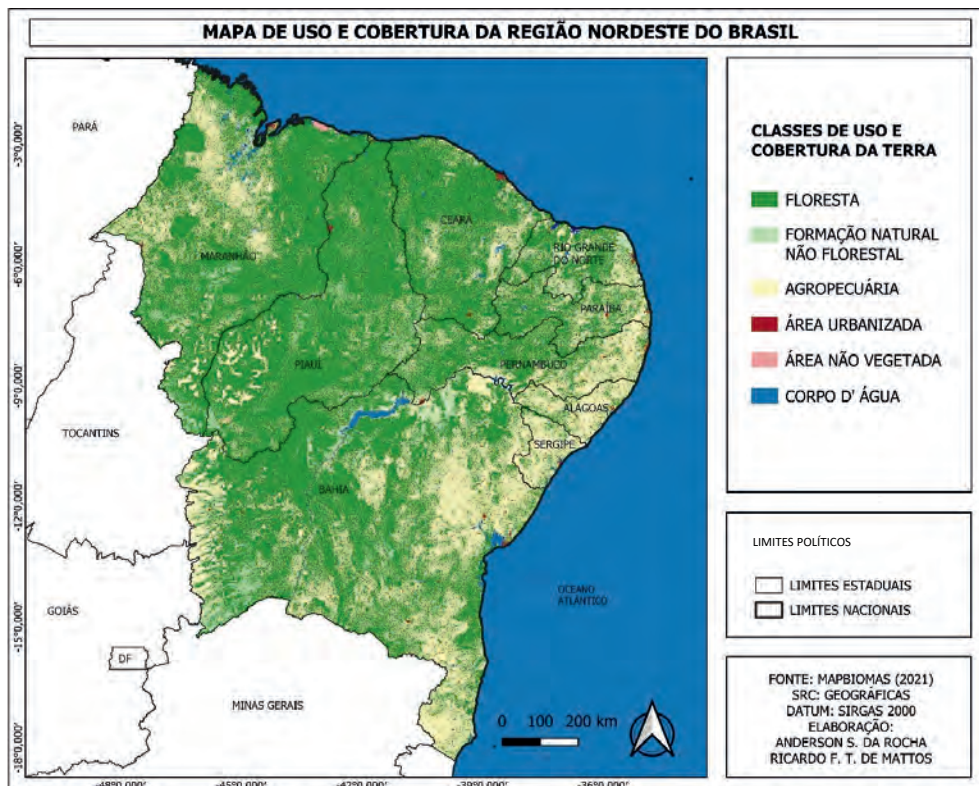
15.6. Mapeamento de uso e cobertura da terra

O mapeamento de Uso e Cobertura da Terra da região Nordeste evidencia a predominância das áreas de floresta, seguido do uso agropecuário (Figura 4). A região compreende importantes áreas recobertas por vegetação florestal e formações naturais não florestais em termos percentuais. As áreas florestais estão presentes, em maior proporção, nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia. Nesses estados a vegetação compreende entre 46% e 73% da área total dos estados. Já nos estados de Alagoas e Sergipe a vegetação ocupa apenas 19% e 14% dos seus respectivos territórios. As formações naturais não florestais estão distribuídas em pequenas porções do território nordestino, geralmente com áreas inferiores a 6% dos estados pertencentes.

No contexto do uso agropecuário, a região apresenta grandes áreas compostas pela pastagem, sobretudo no setor que compreende a Zona da Mata, no Agreste e no Sertão nordestino. A região

também apresenta uma grande diversidade de atividades que vão desde as culturas agrícolas temporárias, como a cana, o algodão, o milho e a soja, passando pelas culturas perenes das frutíferas, entre diversos outros produtos.

Figura 15.4 – Mapa de uso e cobertura da terra da região Nordeste do Brasil.



Fonte: Autores.

Alagoas e Sergipe são os estados que mais se destacam nas áreas agrícolas e pecuárias, com aproximadamente 80% do total territorial. Em seguida vem os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia, com áreas que abrangem cerca de 45% dos seus territórios. Já os estados do Maranhão, Ceará e Piauí apresentam áreas menores, respectivamente com 36%, 30% e 20% do total estadual.

Nas últimas décadas ocorreu uma intensificação no uso da terra do Cerrado, principalmente pela monocultura de grãos para exportação, o que tem sido considerado como *commodities*, em especial no oeste da Bahia, sul do Piauí e do Maranhão.

A respeito da região do *Matopiba*, diferentes pesquisadores [8] a consideram uma macrorregião em pleno desenvolvimento econômico, pautado no agronegócio de grãos subordinados ao capital estrangeiro, ainda que a área possua variáveis que favorecem a apropriação de suas terras e riquezas naturais. A expansão da agropecuária modificou profundamente a paisagem natural a partir da década de 1980 pela intensa utilização da terra e da água no platô e nos patamares dos relevos da região. Os inúmeros pivôs centrais instalados se destinam a irrigar terras dominadas agora pela diversificação agroindustrial, pela produção de fertilizantes e ração. Dadas

essas condições, forma-se uma nova divisão territorial, fundada na ocupação de áreas, até então periféricas, e onde cada ponto do território modernizado é chamado a oferecer aptidões específicas à produção [9].

De acordo com as pesquisas regionais [10], o contexto agropecuário da região nordestina é muito variado, seja com relação às culturas plantadas, ou considerando os aspectos como o nível de tecnologia empregada na produção agrícola. A cana-de-açúcar é o principal produto agrícola da região, produzido principalmente por Alagoas, seguido por Pernambuco e Paraíba. Também é importante destacar os plantios de algodão (Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte), de soja (Bahia, Maranhão), milho, tabaco (Bahia), caju, uva, manga, melão e outros frutos destinados ao consumo interno e à exportação. Nos vales do rio São Francisco (Bahia) e do Açu (Rio Grande do Norte), existe o cultivo irrigado de frutas para exportação. No sertão, predomina a agricultura de subsistência, às vezes prejudicada pelas estiagens.

No que se refere às áreas urbanizadas, observa-se no Nordeste do país, cidades de grande e pequeno porte, geralmente concentradas na região litorânea. Na área conhecida como Zona da Mata verificam-se as grandes cidades, sobretudo as capitais e suas regiões metropolitanas, enquanto o interior do Nordeste é marcado pelas cidades de pequeno porte e até mesmo pequenos núcleos urbanos.

As áreas urbanas no Nordeste brasileiro apresentam grande complexidade estrutural e ambiental. Na região, os setores urbanos, além de compreender índices muito diferenciados de adensamento populacional, com estruturas variadas, ainda apresentam uma grande diversidade ambiental, muitas vezes circundada por dunas, planícies e morros, com solos e climas com ocorrências diversificadas.

Dessa forma, o planejamento urbanístico e os projetos de conservação ambiental dessa região, demonstram a necessidade de planos de arborização focados na realidade local, visando a ampliar os espaços verdes desde as cidades de pequeno porte até as cidades metropolitanas.

15.7. Considerações finais

Diante dos levantamentos realizados, verifica-se que os aspectos fitogeográficos da região Nordeste do Brasil apresentam uma rica biodiversidade e um sistema fisionômico-ecológico composto por três grandes unidades.

Na porção litorânea destacam-se as Florestas Ombrófilas e Estacional associadas aos climas mais úmidos. Já no setor semiárido ao longo do sertão nordestino ocorrem principalmente as formações de Savana Estépica. Nas demais regiões ocorrem principalmente zonas de contato, que intercalam ambientes de transição dos biomas da Caatinga com o da Mata Atlântica na porção leste e da Caatinga com os biomas do Cerrado e a da Amazônia nos setores sudoeste e noroeste da região. No território dos nove estados nordestinos observam-se importantes variabilidades da vegetação e formação natural não florestal, geralmente associadas às condições locais e regionais dos aspectos geológicos, climáticos, topográficos e pedológicos.

Os mapeamentos temáticos de unidades de vegetação, de solos, relevo e uso e cobertura da terra, trazem a possibilidade de representação espacial e análise quantitativa das características ambientais e das atividades antrópicas presentes nos estados nordestinos.

O mapa de vegetação traz várias contribuições para observação da composição fisionômica original, permitindo, portanto, a manutenção e ampliação do plantio de espécies nativas de forma

correta em nível local, estadual e regional. As observações das classes de solos também trazem contribuições para avaliação da permeabilidade padrão dos solos e das interações com disponibilidade hídrica, possibilitando melhor assertividade nas técnicas de plantio, avaliação dos períodos com déficit hídrico e análise da necessidade de irrigação de espécies arbóreas, sobretudo em solos de textura arenosa nas áreas de clima semiárido.

Diante dessas premissas, a avaliação do uso e cobertura da terra, além de permitir observar a localização e a distribuição espacial da vegetação florestal e formações de Savana Estépica bastante características do Nordeste brasileiro, também evidencia as possibilidades de formação de corredores ecológicos urbanos interligados com outras áreas de proteção e conservação ambiental, podendo trazer subsídios para discussão em nível regional e estadual, considerando sobretudo os aspectos naturais típicos de cada localidade nordestina.

15.8. Referências

- [1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo demográfico. 2022.
- [2] MapBiomas. Projeto MapBiomas – Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. 2021. [acesso 22 out. 2022]. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>
- [3] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Mapeamento de recursos naturais – base contínua de vegetação do Brasil – escala 1:250.000. 2021. [acesso 10 fev. 2022]. Disponível em: https://metadadosgeo.ibge.gov.br/geonetwork_ibge/srv/por/catalog.search#/metadata/3b3c686e-8c91-41d8-94aa-dd861461f0b0/formatters/xsl-view?root=div&view=advanced
- [4] Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumbrreras JF, Coelho MR, et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. Brasília (DF): Embrapa; 2018.
- [5] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Mapeamento de recursos naturais – base contínua de pedologia do Brasil – escala 1:250.000. 2021. [acesso 20 set. 2022]. Disponível em: https://metadadosgeo.ibge.gov.br/geonetwork_ibge/srv/por/catalog.search#/metadata/78aca02d-7198-43a0-ae23-b4d7b416553e/formatters/xsl-view?root=div&view=advanced
- [6] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Malha municipal. 2021. [acesso 8 set. 2022]. Disponível em: <https://ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&t=o-que-e>
- [7] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Solos do Nordeste. Brasília (DF): Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; 2014.
- [8] Reis SLS, Pertile N. O Matopiba: a modernidade e a colonialidade do desenvolvimento agrícola brasileiro. *Rev NERA*. 2019;22(47):64–86.
- [9] Cardoso ESC. Viver entre margens: a persistência na paisagem e no lugar dos beiradeiros do rio de Ondas, Barreiras, BA [tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2012.
- [10] Castro CN. A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. *Bol Reg Urb Ambient (IPEA)*. 2013;(8):jul–dez.

Capítulo 16

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DE ALAGOAS E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

*Por Rubens Pessoa de Barros, Jhonatan David Santos Das Neves,
Dacio Rocha Brito, Maria Helena Nascimento de Souza,
Rosângela Pereira de Lyra Lemos e Esmeralda Aparecida Porto Lopes*

16.1. Destaques deste capítulo

1. O estado de Alagoas apresenta três mesorregiões: Zona da Mata, Agreste e Sertão (Caatinga). A vegetação do estado guarda afinidades com outros estados do Nordeste na mesma faixa de latitude;
2. Em Alagoas, há predominância de espécies exóticas na arborização urbana. Mais de 80% das espécies usadas em ruas e praças são exóticas, e apenas 20% são nativas;
3. É necessário um planejamento rigoroso para evitar conflitos das árvores com fiação, construções e vias públicas;
4. Neste capítulo é apresentada uma lista de 115 espécies nativas, em 37 famílias, indicadas para calçadas e parques no estado de Alagoas.

16.2. Introdução

O nome do estado de Alagoas foi designado pelos colonizadores portugueses, e remete a uma homenagem ao número de lagunas, lagos e rios que caracterizam o litoral alagoano, passando o território a existir após seu desmembramento da Capitania de Pernambuco, em 1817. Com a chegada dos colonizadores, ainda no século XVI, a região foi inicialmente povoada e aproveitada economicamente pela retirada do pau-brasil, primeiro ciclo econômico do Brasil. Inicialmente a região era habitada por índios caetés, por volta de 1534 [1].

Alagoas limita-se ao norte com o estado de Pernambuco, nos meandros do Rio Jacuípe, e ao sul com o estado de Sergipe, tendo o Rio São Francisco como sua linha divisória. No lado oeste, na confluência dos Rios São Francisco e Moxotó, o município de Delmiro Gouveia faz divisa com Pernambuco e Bahia [2]. Ocupa uma área de 27.767,66 km², o que representa 2,87% da região nordestina, inserido entre os paralelos 8° 48' 12"S e 10° 29' 12" S e os meridianos 35° 09' 36" W e 38° 13' 54" W, incluindo 102 municípios [3].

O estado de Alagoas possui 102 municípios, em três mesorregiões: o Leste, o Agreste e o Sertão Alagoano. São subdivididos em 13 microrregiões: 1 - a microrregião de Palmeira dos Índios; 2 - a microrregião de Arapiraca; 3 - a microrregião de Traipu; 4 - a microrregião do Litoral Norte

Alagoano; 5 - a microrregião de Maceió; 6 - A microrregião da Mata Alagoana; 7 - A microrregião de Penedo; 8 - a microrregião de São Miguel dos Campos; 9 - a microrregião Serrana dos Quilombos; 10 - a microrregião alagoana do Sertão do São Francisco; 11 - a microrregião de Batalha; 12 - a microrregião de Santana do Ipanema e 13 - a microrregião do Serrana do Sertão Alagoano [4].

No estado do Alagoas não há grandes oscilações da temperatura média do ar, variando, do litoral, entre 23 °C e 28 °C, e no sertão, entre 17 °C e 33 °C [5]. As temperaturas mínimas ocorrem no município de Mar Vermelho, conhecida como “Suíça Alagoana”, onde chegam a 10 °C no mês de julho, e as máximas no município de Pão de Açúcar, chegando a 37,2 °C, em fevereiro. A precipitação média anual varia de 1.000 a 1.500 mm no litoral e diminui até 400 mm no extremo oeste, tendo as chuvas concentradas no período de maio a julho (inverno): o restante do ano é um período de prolongada estação seca. A sua rede hidrográfica tem as nascentes dos principais rios no estado de Pernambuco [1,6].

Uma parte da rede de drenagem deságua no Rio Francisco como os Rios Moxotó e Ipanema, e outra parte escoar para o oceano Atlântico (Rios Paraíba do Meio e Mundaú). Dentre os que têm suas nascentes em Alagoas, estão os Rios Coruripe e Traipu, que são, respectivamente, o de maior extensão e o de maior área de bacia [2]. São três as suas formas de relevo dominantes: as planícies litorâneas, próximas ao nível do mar; os tabuleiros costeiros, que atingem até 200 metros de altitude nas superfícies das chãs e o pediplano sertanejo, superfície aplainada na região do semiárido.

O planalto da Borborema, uma das feições de relevo mais importantes no Nordeste brasileiro, encontra seu limite no sul de Alagoas, onde o efeito orográfico da altitude acima de 500 metros propicia chuvas abundantes, bem distribuídas de março a agosto. A maior altitude foi medida na Serra das Guaribas, em Quebrangulo, considerada o ponto culminante do estado, com 882 metros acima do nível do mar [2]. As formações vegetacionais do estado abrangem diferentes tipos de florestas, que ocupam principalmente a zona úmida costeira, e as caatingas, que predominam na região do sertão e parte da região do Rio São Francisco.

O processo de descaracterização da vegetação original levou a um quadro crítico de fragmentação em Alagoas, deixando apenas alguns remanescentes, espalhados em áreas de difícil acesso, em meio às monoculturas e cidades.

Os trechos de Floresta Ombrófila ocupam o relevo montanhoso no norte do estado sobre rochas do embasamento cristalino, incluindo o planalto da Borborema e uma pequena parte dos tabuleiros. A região dos tabuleiros costeiros, impulsionada por vários ciclos de interesses econômicos, principalmente o da cana-de-açúcar, sofreu descaracterização mais rigorosa em Alagoas. Estão aí apenas relíquias de Floresta Estacional, que também integram parte da vegetação dos *inselbergs* na região das caatingas. Manchas de floresta com espécies ora da Floresta Ombrófila ora da Floresta Estacional aparecem no topo de serras no semiárido, constituindo as matas serranas (brejos de altitude) e atingindo altitudes que variam de 500 até mais de 800 metros nos municípios de Maravilha e Mata Grande [3].

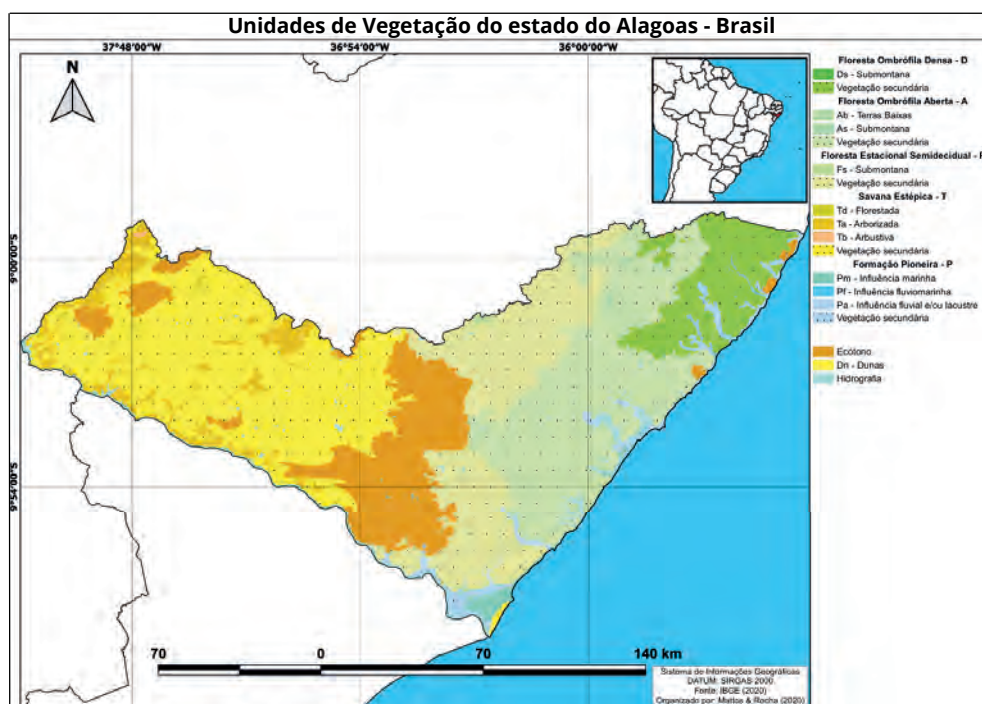
As caatingas apresentam fisionomias variadas em função do tipo de solo e das formas topográficas. Essa vegetação estende-se pelo pediplano e por trechos do Rio São Francisco, ocupando as margens e pequenas ilhas, no sertão, principalmente em Belo Monte e Pão de Açúcar. Grandes trechos de vegetação de caatinga ainda são observados entre os municípios de Olho D'água do Casado e Delmiro Gouveia, próximo ao cânion escavado pelo Rio São Francisco [2]. Outros tipos de

vegetação estão representados em Alagoas, a exemplo de enclaves de cerrado, afloramentos rochosos no topo das elevações e vegetação pioneira das margens alagadas dos rios e manguezais [3].

As unidades de conservação em Alagoas abrangem uma área de 223.624,52 ha², que representa 7,88% do território alagoano [7]. Dentre essas áreas, algumas merecem destaque: as Áreas de Proteção Ambiental (APA) de Piaçabuçu e do Marituba do Peixe, no sul do estado, e a Estação Ecológica de Murici, na parte colinosa, próxima ao litoral norte. As duas primeiras protegem um importante reservatório aquático de interfase pantanosa (Várzea do Marituba), nas proximidades da foz do Rio São Francisco, e a última envolve os trechos florestais mais significativos do Nordeste, conhecidos internacionalmente pela riqueza da diversidade de espécies endêmicas ameaçadas, principalmente aves e répteis [3].

No mapa de unidades de vegetação (Figura 1), encontra-se a distribuição fitofisionômica do estado de Alagoas, diretamente influenciada pelas condições edafoclimáticas e de localização de bacias hidrográficas.

Figura 16.1 – Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado do Alagoas, região Nordeste do Brasil.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

16.3. A fitotoponímia dos municípios de Alagoas

16.3.1. A origem dos nomes dos municípios de Alagoas e a relação com as plantas nativas

Os fitotopônimos correspondem à denominação dos nomes próprios de lugares que derivam das plantas, que foram atribuídos em decorrência das características de algumas áreas, como a

abundância de determinadas espécies e sua importância para a comunidade local. Em Alagoas, existem alguns exemplos de fitotoponímia que dão origem aos nomes de alguns municípios, a exemplo de: *Chloroleucon dumosum* (Arapiraca), *Attalea funifera* (Piaçabuçu), *Anacardium occidentale* (Cajueiro), *Vitex gardneriana* (Jaramataia), *Byrsonima sericea* (Murici), *Syagrus coronata* Becc. (Parico-nha), *Attalea oleifera* (Pindoba), *Cocos nucifera* (Coqueiro Seco) [4,8].

A craibeira (*Tabebuia aurea*) é a árvore símbolo do estado de Alagoas, segundo o Decreto nº 6.239, de 29/04/1985. Pertencente à família Bignoniaceae, a craibeira é comum em diversas áreas de Alagoas, com origem na região do semiárido. É uma espécie arbustiva a arbórea, de comportamento decíduo. As árvores maiores atingem dimensões próximas a 20 m de altura e 40 cm de DAP (diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo), na idade adulta [9,10]. Usada no paisagismo urbano, suas flores são comestíveis, apresentando um sabor levemente amargo, apreciado por vários animais. As folhas tostadas podem ser utilizadas como estimulante e podem substituir a erva-mate no preparo do chimarrão. Também conhecida como caraíba, possui importância econômica por fornecer matéria-prima para a construção de canoas. Além disso, produz extratos medicinais, e serve para ornamentação de casas. O município alagoano de Craibas recebeu seu nome por conta da abundância desta espécie em seu território [9].

16.3.2. Herbário de Alagoas

O Herbário MAC é depositário da principal coleção do estado e fornece informações científicas a respeito de vários aspectos botânicos, principalmente da diversidade florística, sendo responsável por identificar, catalogar e documentar a flora nativa do estado de Alagoas. Reúne um acervo de 70 mil amostras de plantas, das quais 88 são *Typus* nomenclaturais, provenientes dos diversos biomas que ocorrem no estado. Participa da inclusão de dados nas plataformas do SpeciesLink, do Centro de Referências em Informação Ambiental (CRIA) (<https://specieslink.net>) e na lista da Flora e Funga do Brasil 2020 (<http://reflora.jbrj.gov.br/>).

O herbário tem participação efetiva na elaboração de publicações técnico-científicas no que se refere ao estágio de conservação da vegetação e flora de Alagoas, bem como na elaboração de justificativas de áreas para preservação.

16.3.3. Aspectos gerais sobre arborização

O uso de árvores nas calçadas das ruas, praças e parques das cidades recebe o nome de **arborização urbana**. Trata-se de um conjunto de vegetação predominantemente arbórea, em áreas públicas ou privadas, que possibilita melhor conforto ambiental nas cidades [11]. A falta de planejamento dentro dos centros urbanos gera padrões ambientais aquém dos recomendáveis para uma vida salutar. O processo desenfreado de ocupação do solo e de uma política imobiliária extremamente agressiva determinam a restrição dos ambientes que oportunizem o contato do homem urbano com o “verde”. Quando a vegetação urbana é corretamente implantada, desempenha um conjunto importante de funções responsáveis pela melhoria da qualidade do ambiente, resultando em maior conforto para a população [12].

Com o acelerado crescimento urbano, que ganhou ênfase a partir da Revolução Industrial, a paisagem natural sofreu sérias perturbações que têm degradado e destruído o habitat de muitas espécies, levando-as à extinção. A perda da biodiversidade é o principal dano biológico decorrente da degradação ambiental produzida pela ação antrópica [13]. A maior parte da população brasileira está organizada em áreas urbanas. As cidades correspondem à maior alteração antropogênica do meio natural, e a árvore é o elemento que melhora significativamente o ambiente urbano e seu conjunto. Nas cidades, exerce funções fundamentais para a manutenção da qualidade de vida, como por exemplo, reduzindo a amplitude térmica e amenizando o clima, diminuindo os ruídos, filtrando os poluentes, contendo enchentes e o escoamento superficial ao reter a água das chuvas e ampliar a infiltração [14]. Os benefícios decorrentes da arborização urbana apenas são possíveis tendo-se conhecimento adequado das características do ambiente urbano. É importante conhecer a vegetação da região, dentro da cidade e nos arredores, procurando selecionar espécies adequadas para a arborização [15].

Embora as primeiras árvores tenham surgido nas vias públicas da Pérsia, Egito e Índia, a pioneira rua arborizada data de 1660, em Paris, com o objetivo de embelezar a cidade e proteger os movimentos militares, além de serem adequadas também como material para barricadas. Desde então, as árvores têm sido utilizadas em todas as cidades [16]. No Brasil, o interesse por jardins nasce somente no fim do século XVIII, com o objetivo de preservação e cultivo de espécies, influenciado pela Europa. É escasso o material histórico brasileiro, mas destacam-se alguns paisagistas, como Auguste François Marie Glaziou, que veio ao Brasil a convite de D. Pedro II para ocupar o cargo de diretor geral de matas e jardins e permaneceu no Brasil por 39 anos, de 1858 a 1897, sendo autor de muitas produções de jardins no exterior e no Brasil, porém com influência europeia, como o passeio público do Rio de Janeiro [17].

Os primeiros jardins públicos voltados ao lazer e integrados como elemento da paisagem urbana brasileira surgiram ainda em fins do século XVIII, com a chegada da família real ao Brasil, e vicejaram em números muito mais expressivos os jardins privados, especialmente nos grandes centros do país, como o Rio de Janeiro [18]. Nesse contexto, aliaram-se espécies nativas e exóticas na jardinagem de ruas e casas e serviram tanto para enriquecer a paisagem urbana quanto para o conhecimento e valorização da flora brasileira. Até o século XIX, a vegetação nas cidades brasileiras não era considerada tão relevante, visto que a cidade aparecia como expressão oposta ao rural. Havia, portanto, uma valorização do espaço urbano construído, afastado completamente da imagem rural, que compreendia os elementos da natureza [19].

Quando mal planejada, a arborização das vias pode acarretar dificuldade de circulação de pessoas, entupimento de encanamentos pluviais e pode contribuir para a ocorrência de enchentes. Os canteiros não dimensionados e a falta de poda oferecem riscos ao entorno, podendo causar a quebra de calçadas e até mesmo a queda de muros e comprometer tanto a rede elétrica aérea quanto as residências. Para tal planejamento e gestão, a análise das características das ruas e praças (dimensões, localização das redes e outros serviços urbanos, identificação das árvores, data do plantio e época de poda) possibilita a melhor implantação e manutenção da arborização urbana [14].

Para conhecer a arborização urbana é necessária sua avaliação, o que depende da realização de inventário. O inventário da arborização tem como objetivo conhecer o patrimônio arbustivo e arbóreo de uma localidade. Tal levantamento é fundamental para o planejamento e manejo da arborização, fornecendo informações a respeito da necessidade de poda, tratamentos fitossanitários ou remoção de plantios [4].

16.3.4. O problema das espécies exóticas

Paralelo ao crescimento da arborização dos centros urbanos, ocorreu um intenso emprego de plantas de diferentes origens. As plantas exóticas podem oferecer algumas vantagens, como crescimento rápido e vigor. No entanto, é essa capacidade que pode lhes conferir um comportamento invasor. As espécies exóticas têm prejudicado o desenvolvimento das espécies nativas, pois exerce uma relação de competição nos aspectos vitais por água, luz e nutrientes [20].

Alguns estudos indicam que as espécies exóticas invasoras são implantadas na arborização de vias públicas, parques, bosques e praças, em todos os municípios, principalmente pelo desconhecimento das normas e da legislação existente [21]. A eficiência da arborização urbana depende exclusivamente do seu planejamento, e nos departamentos dos órgãos ambientais municipais essa é uma etapa importantíssima para o uso de critérios técnico-científicos e no estabelecimento da arborização nos estágios de curto, médio e longo prazo. Estudos sobre arborização em zona urbana em outras cidades brasileiras vêm demonstrando o predomínio das espécies exóticas sobre as nativas [22,23].

As espécies exóticas começaram a ser introduzidas no país na época do Brasil Colônia, trazidas da Europa para aproximar a paisagem brasileira às terras europeias [20]. A difusão de espécies exóticas nos dias de hoje está relacionada principalmente com o interesse por plantas ornamentais. O Brasil é um país com uma rica biodiversidade e não justifica o uso dessas espécies exóticas nas ruas, praças e parques.

16.3.5. Espécies arbóreas nativas com potencial para uso em áreas urbanas no estado de Alagoas

A árvore é a unidade que representa o ecossistema da cidade e representará as plantas encontradas na fitofisionomia da paisagem ecológica vistas nas estradas nos remanescentes de Mata Atlântica, no ecótono (região agreste) e na Caatinga e ou em pequenas manchas de biomas de altitude e de brejos encontrados no estado de Alagoas [24]. Quando a arborização urbana é implantada, deduz-se que houve um planejamento e escolha das espécies que vão compor a paisagem ecológica urbana. A escolha de espécies nativas requer do gestor municipal uma escolha vital para a manutenção daquela espécie vegetal e requer que essa representação seja monitorada periodicamente para o manejo adequado na proteção das plantas [25].

O local no qual será plantada a espécie é um fator de escolha inteligente e de encontro com o futuro da planta. São vários os fatores que impulsionam a escolha da espécie e do local do plantio, que neste trabalho se encontra na Tabela 1 com as recomendações e critérios específicos de observância do monitoramento da planta a partir do plantio. Recomenda-se fazer um georreferenciamento, bem como o plantio do lado contrário da fiação elétrica e da rede de esgoto e de água [26].

Nas áreas urbanas de Alagoas, as espécies nativas demonstram muita diversidade biológica. Em praças, jardins, parques e áreas verdes de suas cidades 33% das espécies encontradas pertenciam à família Fabaceae, distribuídas nas diversas regiões fitogeográficas de Alagoas e nos diversos microbiomas.

A lista de espécies nativas que foram encontradas e possuem registro catalográfico no MAC, está na Tabela 2 aberta neste trabalho, com os nomes científicos, hábito, altura, diâmetro à altura do peito – DAP, recomendações específicas para o plantio nas calçadas e áreas abertas (praças, bosques e parques), bem como a formas de dispersão, época de florescimento, entre outros. Consultas em [27].

Tabela 16.1 – Lista aberta com as famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Alagoas.

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	Efr	D	DPr	SC
Anacardiaceae														
<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajueiro	F; P	6	40	EA	Bx	A	A	AP	jan-nov	dez-fev	Zoo	Md	NE
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	sete-cascas	F; T	10,5	42,5	C, EA	Al	L	C	–	nov	jan	Ane	–	LC
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	gonçalo-alves	–	8	50	EA	Al	L	C	–	jan	–	Ane	–	LC
<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	aroeira	D; F; P	6	30	EA	Al	L	C	–	out-jan	ago-set	–	–	LC
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	baraúna	F; T	9,5	45	EA	Al	L	C	NA	mar-set	nov-dez	Ane	Md	LC
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira-da-praia	D; F; P	5	30	C, EA	Me	L	Ps	AP	set-dez	fev-ago	Zoo	Bx	NE
<i>Spondias mombin</i> L.	cajazeira	F; T	10	90	EA	Bx	L	Ps	NA	dez-jan	fev-set	Zoo	Md	NE
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	imbuzeiro	T	5	60	EA	Bx	L	C	NA	ago-jan	abr-jun	Zoo	Md	NE
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	camboatá; cupiúba	D; F; P; T	9,5	55	EA	Me	L	Ps	0	nov-mar	jan-jul	Zoo	Md	NE
Annonaceae														
<i>Annona cacans</i> Warm.	araticum	F; P	16	40	C, EA	Me	L	Sc	NA	nov	jan	Aut; Zoo	Al	LC
<i>Annona pickelii</i> (Diels) H.Rainer	araticum-do- mato	–	7	–	C, EA	–	A	–	–	mar-jun	ago-jan	–	–	VU
Apocynaceae														
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	pereiro	T	5	30	C, EA	Al	L	C	Ap	set-jan	fev-dez	Ane	Bx	NE
Araliaceae														
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	morototó	–	21	45	EA	Me	A	Ps	–	jul-out	jul-nov	Zoo	–	NE
Arecaceae														
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	jussara	T	10	15	C, EA	Bx	L	Ps	AP	jan-maio	set-dez	Aut; Zoo	Md	VU
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	ouricuri	T	4	60	C, EA	–	L	Ps	–	mar-set	fev-dez	Zoo	–	NE

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	Efr	D	DPr	SC
Bignoniaceae														
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-amarelo-cascudo	–	7	–	C, EA	–	A	C	–	jan-jul	ago-jan	Ane	–	NE
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	ipê-rosa	P; F; T	11	–	C, EA	–	L	C	–	nov	–	Ane	–	LC
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	pau-d'arco-roxo	P; F; T	8	30	C, EA	Me	A	C	NA	ago-jan	out-mar	Ane	Bx	NT
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	ipê-amarelo	–	6,5	–	C, EA	–	A	–	–	set-nov	out-maio	–	–	NE
<i>Jacaranda brasiliiana</i> (Lam.) Pers	caroba	–	7	–	C, EA	–	A	–	–	out-nov	out	–	–	NE
<i>Jacaranda jasmínoides</i> (Thunb.) Sandwith	jacarandá	P Fc/T	5	30	EA	Me	A	C	NA	nov-maio	jan-nov	Ane	Md	NE
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	caroba-branca	–	10,5	–	C, EA	–	A	Ps	–	set-abr	set-nov	Ane	–	NE
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	craibeira	F P T	15	40	C, EA	Me	L	C	NA	out-maio	nov-maio	Ane	Bx	NE
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	bucho-de-boi	–	6	35	EA	Al	A	Sc	–	jan-out	jul-jan	Ane	–	VU
Bixaceae														
<i>Bixa orellana</i> L.	colorau	P F	2,5	15	C, EA	Bx	L	Sc	AP	mar-out	jan-dez	Zoo	Bx	NE
Bonnetiaceae														
<i>Bonneia stricta</i> (Nees) Nees & Mart.	maçaranduba-do-brejo	–	2	–	C, EA	–	L	–	–	ago-dez	jul-set	–	–	NE
Boraginaceae														
<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A.DC.	claraíba	–	7	–	C, EA	Al	L	C	–	set-nov	–	Ane	–	NE

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	Efr	D	DPr	SC
<i>Cordia alliodora</i> Cham,	baba-de-boi	T	3,5	30	C, EA	Me	A	Ps	–	jan-dez	jan-dez	Zoo	Md	NE
Burseraceae														
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett.	imburana	F; P; T	6,5	60	EA	Bx	L	C	NA	jan-maio	fev-jul	Zoo	Md	NE
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	almecegueira; amescla	F; P; T	7	60	EA	Me	L	Sc	NA	jan-dez	jan-dez	Zoo	Md	DD
Cactaceae														
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	mandacaru	–	4	–	C, EA	–	–	–	–	abr-nov	fev-jul	Zoo; Hid	–	NE
<i>Pilosocereus paucycladus</i> F.Ritter	facheiro	–	3	–	C, EA	–	–	–	–	abr-jun	fev-ago	Zoo	–	NE
Caricaceae														
<i>Jacarulia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.)	jaracatiá	–	18	100	EA	Bx	L	Sc	–	out-dez	abr-maio	Aut	–	LC
Chrysobalanaceae														
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	guajurá	P	1,5	20	C, EA	Me	L	Ps	AP	ago-set	jan-dez	Zoo	Md	NE
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	cinzeiro	D; F; P; T	2,5	–	C, EA	–	A	–	–	jan-maio	nov-maio	–	–	NE
<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	oiti	–	30	–	C, EA	–	A	Ps	–	set-nov	mar	Aut	–	NE
Capparaceae														
<i>Craterea tapia</i> L.	trapiá	–	8	–	C, EA	–	L	–	–	maio-dez	set-mar	Zoo	–	NE
Clusiaceae														
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	pororoca	D; F; T	6	11	C, EA	Al	L	Ps	AP	out-jan	jan-dez	Zoo	Md	NE
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	gulandim	P; T	15	70	EA	Me	L	Ps	NA	mar-dez	out-jun	Aut	Md	NE
Combretaceae														
<i>Conocarpus erectus</i> L.	mangue-de-botão	–	3,5	20	C, EA	Al	L	Sc	–	jan-jul	mar-out	–	–	NE

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	Efr	D	DPr	SC
Euphorbiaceae														
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	capixingui	–	10	30	C, EA	Me	A	Sc	–	out-mar	fev-dez	Aut; Zoo	–	NE
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	leiteiro	–	5	25	EA	Bx	L	C	–	jan-jul	dez-jul	Aut; Zoo	–	NE
Fabaceae														
<i>Abarema cochliacarpus</i> (Gomes) Barney & J.W.Grimes	barbatimão	–	3,5	–	EA	–	L	–	–	set-maio	jan-nov	Aut	–	LC
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	amburana-de-cheiro	F; T	9	25	EA	Al	L	C	NA	out-abr	jan-abr	Aut	Md	NE
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	piriquiti; angico	T	15	45	EA	Al	L	Sc	C	out-jan	jan-set	Aut; Zoo	Bx	NE
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	pata-de-vaca	T	4	20	C, EA	Me	–	C	–	jun-fev	fev-set	Aut	–	NE
<i>Bauhinia forficata</i> Link	pata-de-vaca	–	7,5	20	C, EA	Me	A	C	–	ago-jan	ago-out	Aut	–	NE
<i>Bondichia virgilioides</i> Kunth	sucupira	F; P; T	12	50	C, EA	Al	A	C	NA	out-jan	jan-fev	Ane	Md	NT
<i>Calliandra parvifolia</i> (Hook. & Arn.) Speg.	píncel	–	5	–	C, EA	–	L	–	–	set-dez	abr-jul	–	–	NE
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	canafístula-de-besouro	–	12,5	–	C, EA	–	A	–	–	fev-jun	–	–	–	NE
<i>Cassia grandis</i> L.f.	cássia-rosa	–	10	40	EA	Me	A	C	–	set-out	fev-abr	Aut; Zoo; Hid	–	NE
<i>Cenostigma microphyllum</i> (Mart. ex G.Don) Gagnon & G.P.Lewis	catingueira	–	15	–	EA	–	–	–	–	fev	fev	–	–	NE

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	Efr	D	DPr	SC
<i>Cenosiigma pluriosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis	sibipiruna	–	10	30	C, EA	–	–	–	–	nov-fev	nov-fev	–	–	NE
<i>Cenosiigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	catingueira	T	6	13	C, EA	Al	L	C	AP	jan-dez	jan-nov	Aut	Md	NE
<i>Chlorolucan dumosum</i> (Benth.) G.P.Lewis	arapiraca	–	10	–	EA	–	–	–	–	–	out-mar	–	–	NE
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	timbaúva	–	–	–	EA	Bx	L	C	–	ago-set	out-dez	Aut: Zoo	–	NE
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	mulungu	T	9	65	EA	Bx	L	C	NA	ago-out	out-jan	Aut; Zoo	Md	NE
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	F; T	9	20,5	EA	Al	L	Sc	NA	out-dez	jul.*	Aut	Md	VU
<i>Inga capitata</i> Desv.	ingá	D; F; P	5	20	EA	Bx	L	Ps	AP	set-nov	mar-maio*	Zoo	Md	NE
<i>Leptolobium bijugum</i> (Spreng.) Vogel	sucupira-mirim		3,5	–	C, EA	–	–	–	–	set-dez	jan-maio	–	–	NE
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	pau-ferro	F; T	5,5	–	EA	Al	L	Ps	AP	jan-dez	fev-ago	Zoo	Md	NE
<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.	jurema	–	–	–	C, EA	–	A	–	–	–	–	–	–	NE
<i>Mimosa bimacronata</i> (DC.) Kuntze	espinhoiro	–	–	–	C, EA	–	A	–	–	–	–	–	–	NE
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	sabiá	–	–	–	C, EA	–	A	–	–	–	–	–	–	LC
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	jurema-preta	F; T	5	20	EA	Al	L	C	NA	jan-abr	jul-set*	Aut	Md	NE
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M.P. Lima & H.C. Lima	angico-manjola	–	10	55	–	Al	L	Sc	–	fev-mar	out-nov	–	–	NE
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	visguciro	F	20	80	EA	Al	L	Ps	NA	ago-out	dez-mar*	Aut	Md	NE

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	Efr	D	DP _r	SC
<i>Paubrasília echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	pau-brasil	F	5	15	C, EA	Al	L	Ps	NA	out-abr	out-abr	Aut	Bx	AM
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	NE
<i>Piptadenia retusa</i> (Jacq.) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger	jurema-branca	F; T	4	15	C; EA	Al	L	C	AP	jan-abr	jul-set*	Aut	Bx	NE
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	fedegoso	–	3	12,5	C, EA	Bx	A	Ps	–	abri-ago	set-nov	Aut; Zoo	Md	NE
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	canafístula	–	5	25	–	Bx	A	C	–	mar-abr	maio-jul	Aut	–	NE
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	canafístula	D; T	6	15	EA	Me	L	C	NA	mar-abr	abr-maio	Aut	Md	NE
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	barbatimão	–	5	–	–	–	L	C	–	out-nov	jan-nov	Aut; Zoo; Hid	–	LC
<i>Snartzia flamingii</i> Raddi	gombeira-branca	F	8	13,5	EA	Al	L	Ps	NA	dez-jan	fev-jun	Zoo	Bx	VU
<i>Tamarindus indica</i> L.	tamarindo	–	5	–	C, EA	–	–	–	–	out-mar	jul-out	–	–	NE
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	acácia-amarela	–	2,5	–	C, EA	–	–	–	–	jul	jul-set	–	–	NE
Humiriaceae														
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) A.St.-Hil.	umiri	F; P	7	30	EA	Al	L	Ps	NA	fev-abr; jun-nov	fev-abr; set-dez	Zoo	Md	NE
Hypericaceae														
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	pau-lacre	–	4	–	EA	–	A	Ps	–	out-maio	nov-jul	Zoo	–	NE

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	Efr	D	DP _r	SC
Lauraceae														
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela-pimenta	–	10	20	EA	Al	L	Ps	NA	jul-out	out-dez	Aut	Md	NT
Lecythidaceae														
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	embiriba	–	12	25	EA	Al	L	Ps	NA	nov-maio	jan-ago	Zoo	Md	NE
<i>Gustavia augusta</i> L.	jeniparana	–	7	–	EA	–	–	–	–	ago-nov	jan-jul	Zoo	Md	NE
Lythraceae														
<i>Ladfoensia ghyptocarpa</i> Koehne	mirindiba	–	3,5	15	C, EA	Al	L	Sc	NA	dez-jan	out-nov	Ane	Md	VU
Malvaceae														
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	pau-de-jangada	–	7	25	C, EA	Bx	A	C	–	mar-out	ago-dez	Ane	–	NE
<i>Ceciba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum	barriguda	F; T	12	100	EA	Me	L	C	NA	maio-out	set-dez	Ane	Bx	NE
<i>Pachira aqualica</i> Aubl.	munguba	–	10	–	EA	–	–	–	–	jan-abr	mar-abr	Aut	–	NE
<i>Talipariti pernambucense</i> (Arruda) Bovini	algodão-da-praia	P	4,5	10	C, EA	Bx	L	Ps	AP	ago-jan	fev-abr	Zoo; Aut	Bx	NE
<i>Laebea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	–	8	30	C, EA	Me	A	C	–	jan-ago	set-out	Ane	–	NE
<i>Gnaphalium ulmifolia</i> Lam.	mutamba	D; F; T	6	15	C, EA	Me	A	Ps	NA	jan-dez	ago-dez	Zoo	Md	NE
Meliaceae														
<i>Cedrela odorata</i> L.	cedro	–	11	40		Me	L	C	NA	dez-abr	fev-jun	Aut	Md	VU
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro-rosa	–	7	30	C, EA	Me	A	C	NA	out-jan	fev-maio	Aut	Md	VU
<i>Gnarcia guidonia</i> (L.) Sleumer	jitó	–	5	15	EA	Al	–	Ps	–	ago-nov	ago-nov	Zoo	–	NE
<i>Trichilia hirta</i> L.	catiguá	–	5	10	C, EA	–	A	–	–	jul-ago	jan-jul	Zoo	–	LC
Moraceae														
<i>Ficus enornis</i> Mart. ex Miq.	figueira	–	25	150	EA	Bx	L	Ps	NA	jan-mar	mar-abr	Zoo	Md	NE

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	Efr	D	DPr	SC
Myrtaceae														
<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira	–	4	16,5	C, EA	Al	L	Sc	AP	jan-jun	ago-out	Zoo	Md	NE
Nyctaginaceae														
<i>Gnaphira opposita</i> (Nell.) Reitz	piranha	F; P	8	40	C; EA	Bx	A	Ps	AP	jan-mar	out-jan*	Aut	Md	NE
Ochnaceae														
<i>Oouratea nitida</i> (Sw.) Engl.	ouratea	–	5,5	–	C, EA	–	L	Ps	–	out-jan	jan-ago	Zoo	–	NE
Polygonaceae														
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	folha-larga	–	10	25	C, EA	Al	A	Sc	NA	set-nov	out-jan	Zoo	Md	NE
Rhamnaceae														
<i>Sarcomphalus juazeiro</i> (Mart.) Hausschild	juazeiro	F	6	25	C, EA	Me	A	Ps	NA	out-dez	mar-ago	Zoo	Al	NE
Rubiaceae														
<i>Genipa americana</i> L.	jenipapo	F	9	15	EA	Me	L	Sc	NA	out-dez	nov-dez	Zoo	Bx	VU
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	–	F; P; T	3,5	5,5	C; EA	Bx	A	Ps	AP	set-mar	out-ago	Zoo	Bx	NE
Rutaceae														
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	guaxupita	P; F; T	4	20	C; EA	Me	A	Ps	AP	nov-jan	jun-ago*	Aut	Md	LC
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	laranjeira-brava	–	8	20	–	Me	A	Sc	–	fev-jun	jun-out	Zoo	Md	NE
Salicaceae														
<i>Casuarina janitensis</i> Humb., Bonpl. & Kunth	olho-de-pombo	–	7	20	C, EA	–	A	–	–	jan-jun	abr-jun	Zoo	–	NE
Sapindaceae														
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Radlk.	fruto-de-pombo	F; P	8,5	14,5	EA	Me	A	Sc	NA	ago-dez	out-fev	Zoo	Md	NE
<i>Sapindus saponaria</i> L.	saboneteira	–	16	80	–	Al	L	C	–	jul-set	out-dez	Zoo	–	NE

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	Efr	D	DPr	SC
<i>Capania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	caboatã-de-rêgo	F; P	8,5	14,5	EA	Me	A	Sc	NA	ago-dez	out-fev	Zoo	Md	NE
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess) Radlk.	pitomba	–	7	20	–	–	L	Sc	–	nov-jan	fev-out	Zoo	–	NE
Sapotaceae														
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	espinheiro	F; P; T	7	30	EA	Al	L	C; Sc	NA	out-nov	jan-fev	Zoo	Md	VU
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng.	asa-de-morcego	–	15	20	–	–	L	–	–	jan-fev; nov-dez	fev-jul	Zoo	–	NT
Urticaceae														
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba	D; F; P; T	4	15	EA	Bx	A	Ps	AP	set-out	maio-jun	Zoo	Md	NE
Verbenaceae														
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	lixreira	–	2	15	C, EA	–	A	–	–	nov-dez	jan-mar	Ane	–	NE
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	tucanciera	–	5,5	20	EA	Me	L	C	–	nov-jan	mar-maio	Zoo	–	NE

Fonte: Autores.

Nota: Unidade Fitoecológica (**UF**); Altura média (**AM**) em metros (faixa da altura encontrada em média e altura máxima); Diâmetro na altura do peito (**DAP**) em centímetro (faixa do diâmetro altura do peito encontrada em média e **DAP** máxima); Adequada para (**AP**): **C** - calçadas, **EA** - espaços abertos; Densidade da madeira (**DM**): **Bx** - Baixa (< 0,550 g.cm-3), **Me** - Média (entre 0,550 e 0,720 g.cm-3), **Al** - Alta (> 0,730 g.cm-3); Textura de folha (**TexF**): **A** - Áspera; **L** - Lisa; Persistência das folhas (**PF**): **Ps** - Persistente (perenifólia), **C** - Caduca (decídua), **Sc** - Semicaduca (semidecídua); Raiz (**R**): **AP** - Apropriada para plantio em calçadas, **NA** - Não apropriada para plantio em calçadas; Época de florescimento (**EF1**): Jan-Mar: Janeiro a Março, etc.; Época de frutificação (**Efr**): Jan-Mar: Janeiro a Março, etc.; Dispersão (**D**): Zoo - Zoocórica, **Ane** - Anemocórica, **Aut** - Autocórica, **Hid** - Hidrocórica; Dificuldade de produção em viveiro (**DPr**): **Bx** - Baixa, **Md** - Média, **Al** - Alta; Status de conservação (**SC**): **NA** - Não ameaçada, **LC** - Pouco preocupante, **NT** - Quase ameaçado, **VU** - Ameaçado - Vulnerável, **EN** - Ameaçado - Em perigo, **CR** - Ameaçado - Criticamente em perigo. (*) Espinescentes, (**) Algum grau de toxicidade, s/d – sem dados.

16.4. Considerações finais

A árvore representa uma unidade biológica do ecossistema da cidade e é encontrada na paisagem ecológica nas estradas, nos remanescentes de Mata Atlântica e da Caatinga, bem como em pequenas manchas de biomas de altitude e de brejos encontrados no estado de Alagoas. O gestor municipal deve fazer uma boa escolha das espécies que vão compor a paisagem ecológica urbana, influenciando na manutenção, no monitoramento, no manejo adequado para a proteção das plantas nativas nos parques, bosques, jardins e praças.

As calçadas devem ser largas o suficiente para facilitar a mobilidade urbana e o manejo adequado da espécie. Na falta deste critério, é recomendado fazer o plantio de arbustos. O gestor deve ser o responsável pelo manejo da arborização, compartilhando e fornecendo informações a respeito da necessidade de poda, tratamentos fitossanitários ou remoção de novos plantios, bem como para definir prioridades de intervenção da espécie.

Orienta-se que o uso de árvores exóticas seja evitado, pois essas espécies têm prejudicado o desenvolvimento das espécies nativas, com as quais exercem uma relação de competição por água, luz e nutrientes.

16.5. Agradecimentos

À Universidade Estadual de Alagoas por dar apoio à equipe de professores que colaboraram com este capítulo.

Ao Instituto do Meio Ambiente – Herbário MAC, através de sua curadora Bióloga. Me. em Botânica, Rosângela Pereira de Lyra Lemos e a Bióloga Maria Helena Nascimento de Souza.

16.6. Referências

- [1] Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Patrimônio arqueológico e paleontológico de Alagoas. Teixeira L, Pozzi HP, Silva JLI, organizadores. Maceió: IPHAN; 2012.
- [2] Assis JS, Alvez AL, Nascimento MC. Atlas escolar Alagoas: espaço geo-histórico e cultural. João Pessoa: Grafset; 2007.
- [3] Lyra-Lemos RP, et al. Checklist – Flora de Alagoas: Angiospermas. Maceió: Instituto do Meio Ambiente de Alagoas, Herbário MAC; 2010.
- [4] Melo PAG. A relação entre léxico e ambiente: um estudo dos zootopônimos e fitotopônimos de origem indígena designativos dos municípios alagoanos. Rev Ambientale. 2013;4(1).
- [5] Barros AHC, et al. Climatologia do Estado de Alagoas. Recife: Embrapa Solos; 2012. 32 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Solos).
- [6] Alagoas. Dados principais de Alagoas [Internet]. [acesso 31 ago. 2022]. Disponível em: <https://www.dados.al.gov.br/>
- [7] Oliveira ANS, Lyra-Lemos RP, Amorim CMF. Alagoas: unidades de conservação: as riquezas das áreas protegidas no território alagoano. 2. ed. Maceió: Instituto do Meio Ambiente de Alagoas; 2020.

- [8] Panerare CS, Lyra-Lemos RP. Fitotopônimos municipais do estado de Alagoas. *Ambiental: Rev Inst Meio Amb Alagoas*. 2020;3(1).
- [9] Alagoas. Secretaria de Comunicação Social. Craibeira – árvore símbolo de Alagoas. Maceió: Sergasa; 1985.
- [10] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2002.
- [11] Dorigon EB, Pagliari SC. Arborização urbana: importância das espécies adequadas. *Unoesc Ciênc ACET*. 2013;4(2):139–48.
- [12] Lopes EAP, Santos IO, Amorim RBC. Diagnóstico da arborização urbana do município de São Luís do Quitunde, AL. *Rev Ambientale*. 2010;2(2):33–9.
- [13] Torres MW. Biologia reprodutiva e polinização de *Senna multijuga* no Parque Nacional de Itatiaia e na Área de Proteção Ambiental da Serrinha do Alambari [dissertação]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2009.
- [14] Silva Filho DF. Cadastramento informatizado, sistematização e análise da arborização das vias públicas da área urbana do município de Jaboticabal, SP [dissertação]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP); 2002.
- [15] Dantas IC, Souza CMC. Arborização urbana na cidade de Campina Grande, PB: inventário e suas espécies. *Rev Biol Ciênc Terra*. 2004;4(2).
- [16] Takahashi LY. Arborização urbana: inventário. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 2., 1994, São Luís. Anais... São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana; 1994. p. 193–200.
- [17] Terra CG. Os jardins no Brasil no século XIX: Glaziou revisitado. 2. ed. Rio de Janeiro: EBA/UFRJ; 2000.
- [18] Gomes MAS, Amorim MCCT. As praças públicas de Presidente Prudente/SP: dinâmica socioespacial e caracterização da vegetação. *Geografia em Atos*. 2002;1(4):21–37.
- [19] Gomes MAS, Soares BR. Estudos geográficos. *Estud Geogr*. 2003;1(1):19–29.
- [20] Matos E, Queiroz LP. Árvores para cidades. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia; Solisluna; 2009.
- [21] Hoppen MI, Divensi HF, Ribeiro RF, Caxambu MG. Espécies exóticas na arborização de vias públicas no município de Farol, PR, Brasil. *Rev Soc Bras Arbor Urb*. 2014;9(3):173–86.
- [22] Brito L, Hosomi ST, Oliveira LW. Espécies exóticas na arborização viária do município de Rancharia, SP. *Cidades Verdes*. 2015;3(6):69–74.
- [23] Boeni BO, Silveira D. Diagnóstico da arborização urbana em bairro do município de Porto Alegre, RS, Brasil. *Rev Soc Bras Arbor Urb*. 2011;6(3):189–206.
- [24] Embrapa. Árvores [Internet]. [acesso 31 ago. 2022]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/contando-ciencia/arvores>
- [25] Rodrigues CAG, et al. Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal; 2002. 26 p. (Documentos, 42).
- [26] Goiânia. Manual de arborização – plano diretor [Internet]. [acesso 31 ago. 2022]. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/download/amma/relatorio-Plano-Diretor.pdf>
- [27] Re flora. Herbário virtual: consulta Herbário Virtual, por listagem, nome científico *Tabebuia aurea* [Internet]. [acesso 8 ago. 2022]. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=3552420>

Capítulo 17

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DA BAHIA E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Jomar Gomes Jardim

17.1. Destaques deste capítulo

1. Este capítulo traz uma lista de espécies arbóreas nativas com potencial para arborização urbana no estado da Bahia;
2. A seleção das espécies foi feita a partir da Flora do Brasil 2020, resultando em 157 espécies arborescentes, incluindo cinco palmeiras nativas;
3. Foram considerados os critérios de raridade, floração abundante, frutificação atrativa e valor ecológico das espécies;
4. As espécies listadas representam diferentes domínios fitogeográficos da Bahia: Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado;
5. A lista reforça o uso de espécies nativas para valorizar a paisagem urbana, conservar a flora e ampliar serviços ecossistêmicos.

17.2. Introdução

A Bahia é o maior estado da região Nordeste do Brasil, com uma extensão territorial de aproximadamente 565 mil km², possuindo uma faixa litorânea de cerca de 1.183 km, a maior do país [1]. Ao longo dessa imensa extensão territorial, estão presentes diversas fitofisionomias pertencentes a três domínios fitogeográficos brasileiros: a Caatinga, o Cerrado e a Mata Atlântica [2]. Essas características estão associadas a uma grande variedade de clima, solo e relevo que resultam em paisagens naturais diversas e um mosaico vegetacional com elevada riqueza de espécies de plantas.

A flora da Bahia também se destaca por apresentar altas taxas de endemismo e uma das maiores diversidades de plantas arbóreas por área do planeta [3-5].

Estudos florísticos estão concentrados principalmente na Mata Atlântica e na Caatinga [6-14], sendo o Cerrado o menos amostrado no estado. A maioria dos trabalhos destaca a significativa

diversidade de espécies, mas também revela as diferenças e especificidades de cada local, o que reforça a importância da flora do estado em seu conjunto de situações diferentes e exclusivas. Estudos realizados na Chapada Diamantina, por exemplo, revelam a conexão que aquela flora apresenta com, no mínimo, três domínios fitogeográficos: a Caatinga, o Cerrado e a Mata Atlântica [9,13,15]. Já os estudos conduzidos nas florestas costeiras têm mostrado diferenças significativas entre as florestas de terras baixas e as florestas montanas e submontanas [7,8,14]. As florestas montanas e submontanas na Bahia têm mostrado também uma conexão de sua flora com as florestas montanas das regiões Sul e Sudeste do Brasil, principalmente aquelas que formam a cadeia de montanhas da Serra do Mar [8]. Destaca-se também diferenças na composição florística das florestas mais próximas do mar com as florestas estacionais, geralmente presentes na faixa mais interiorana [5-7,9,14].

Além das diferenças florísticas relacionadas às variações de relevo, altitude e tipos de solo, características fisiológicas relacionadas à deciduidade das folhas, à textura e ao tamanho das árvores, e funcionais como a presença ou não de espinhos, tipos de folhas e de ritidomas (cascas), são características a serem consideradas para a seleção de espécies para o cultivo, seja para restauração florestal, seja para a arborização urbana. Todas estas características refletem adaptações importantes das espécies arbóreas que devem ser observadas a depender do fim ao qual se destina o seu uso.

A riqueza de ambientes e de fitofisionomias encontrada no estado da Bahia, associada à grande diversidade de espécies arbóreas, revela uma variedade equivalente de possibilidades de espécies a serem indicadas para utilização nas paisagens urbanas.

Com isso, o objetivo deste capítulo é indicar espécies arbóreas nativas com potencial para uso em arborização urbana e contribuir para melhorar a qualidade da paisagem das cidades, para a conservação da flora e favorecer os serviços ecossistêmicos nessas áreas, incentivando o uso de espécies nativas no lugar de espécies exóticas.

17.3. Seleção das espécies

As espécies foram selecionadas a partir de um filtro inicial de aproximadamente 2.400 espécies arbóreas nativas do estado da Bahia constantes na base de dados da Flora do Brasil 2020 [16]. Em seguida, elaborou-se uma lista incluindo apenas espécies nativas e terrestres, resultando em um total de 800 espécies. A seleção final contendo 157 espécies foi baseada em critérios como o grau de raridade da espécie, cor e forma da copa, produção de frutos e sementes atrativos para a fauna. Informações complementares para cada espécie foram adicionadas à lista. As principais informações são: nome popular, tipo de vegetação onde ocorrem, de acordo com IBGE [17,18], altura, diâmetro, adequação ao plantio em calçadas ou espaços abertos, densidade da madeira, características das folhas, floração e frutificação, produção em viveiros e estado de conservação. A maioria das informações complementares foram obtidas por consulta às coletas no estado e constantes nas bases de dados dos herbários (ex.: CEPEC, ALCB, HUEFS, HRB) e consulta à literatura especializada [19-21,29].

As espécies consideradas por algum motivo inadequadas, como porte elevado, presença demasiada de espinhos e crescimento muito lento, foram retiradas da lista final. Entretanto, muitas espécies, mesmo que a arquitetura da copa não seja atraente, foram selecionadas pelo seu potencial de compor a paisagem em conjunto com outras espécies e por possuírem interação com a fauna.

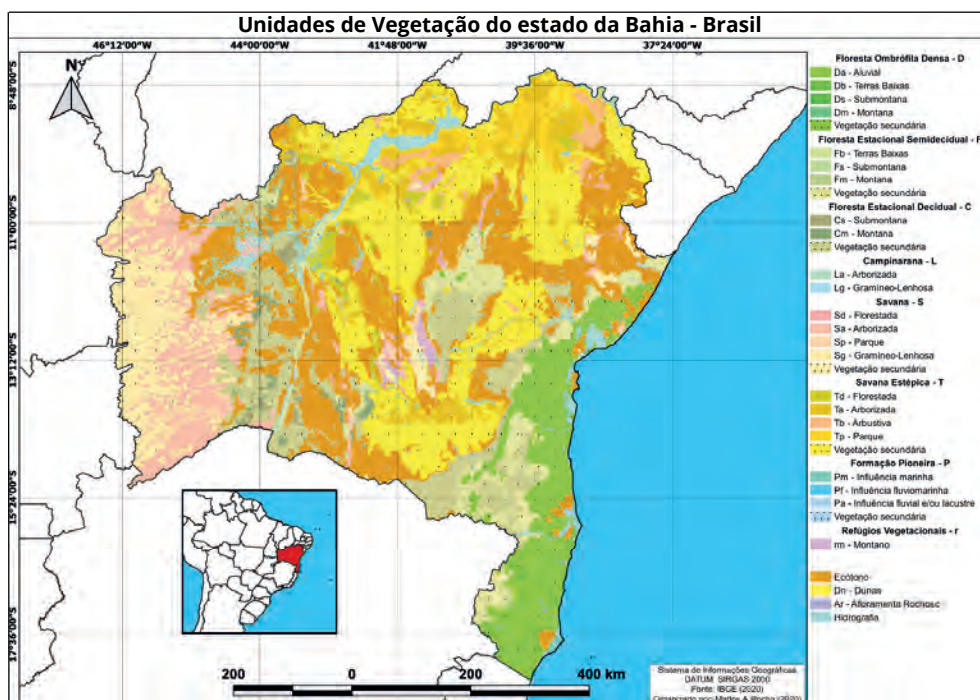
Foram incluídas espécies dos três domínios fitogeográficos: Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Evitou-se incluir espécies já utilizadas amplamente na arborização urbana. Os nomes populares estão de acordo com literatura especializada [23,24].

17.4. Onde encontrar árvores no estado da Bahia?

Apesar de parecer óbvia, a resposta não é tão simples quando o propósito é encontrar e selecionar árvores para utilizar ou cultivar em ambientes urbanos ou mesmo para restauração de áreas degradadas. A busca e a seleção de árvores para reproduzi-las depende de diversos fatores, como conhecer a distribuição geográfica e as populações disponíveis da espécie, identificar a época de floração e de produção de frutos e sementes, período ótimo de viabilidade das sementes, como germinar e crescer as plântulas fora do ambiente natural. Entre outros aspectos, conhecer as fitofisionomias (tipos de vegetação) presentes numa região é um ponto de partida importante.

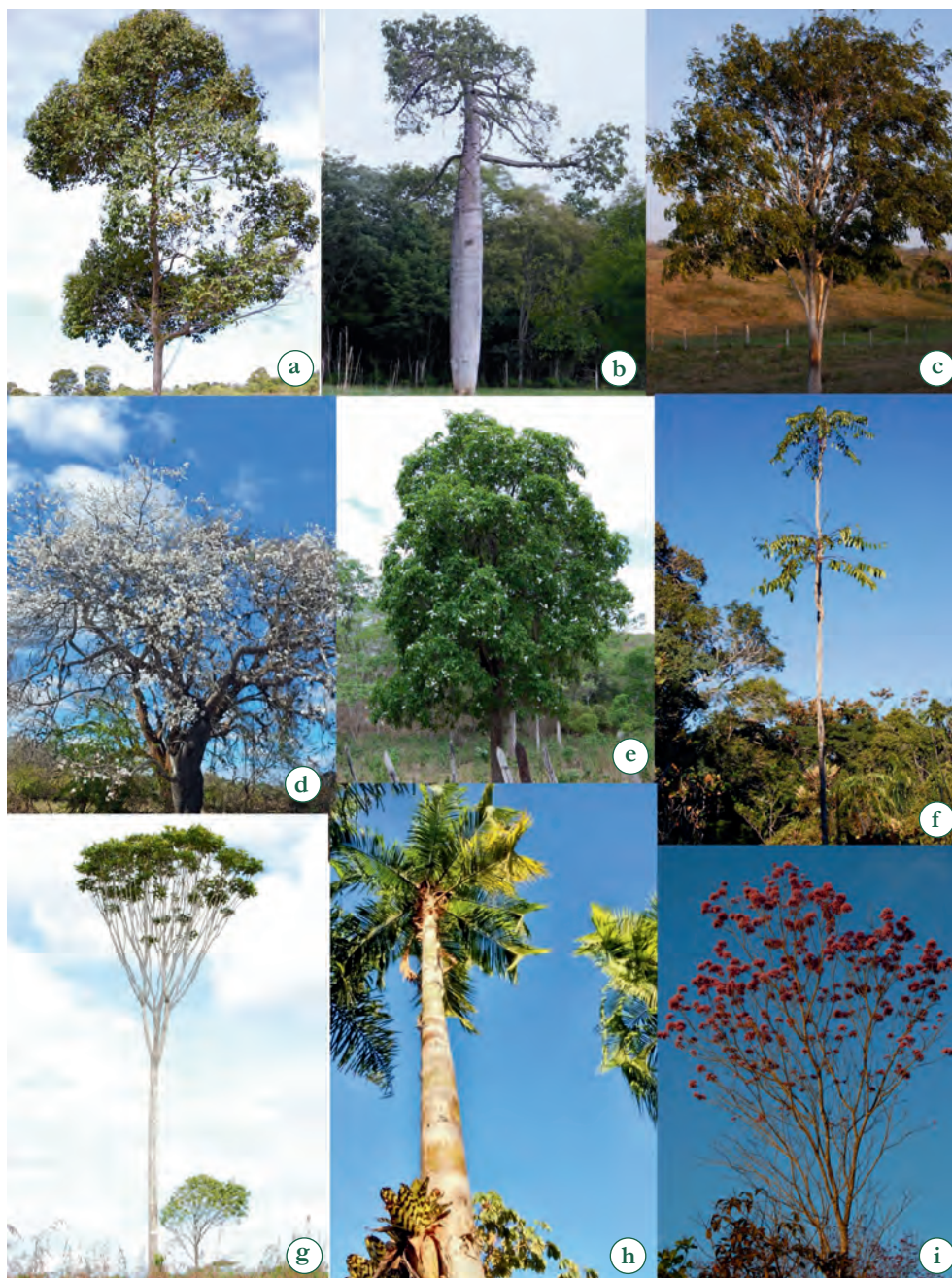
O estado da Bahia apresenta diversos tipos de vegetação variando de acordo com o clima (temperatura e volume de chuvas), condições edáficas (tipos de solos) e de elevação em relação ao nível do mar. De acordo com a classificação do IBGE [18], o estado está representado por cinco regiões fitoecológicas: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e Decidual, Savana (Cerrado) e Savana Estépica (Caatinga), todas com a presença de arbóreas. Estão presentes também as Formações Pioneiras com influência marinha (restingas), fluviomarinha (manguezais), fluvial e/ou lacustre, os Refúgios Vegetacionais montanos e ecótonos. Cada uma das regiões fitoecológicas apresenta tipos distintos de vegetação que podem ser observados na Figura 1.

Figura 17.1 – Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado da Bahia, região Nordeste do Brasil.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

Figura 17.2 – Árvores com potencial uso em áreas urbanas no estado da Bahia: a) *Amanoa guianensis*; b) *Cavanillesia umbellata*; c) *Chamaecrista ensiformis*; d) *Ceiba speciosa*; e) *Cordia superba*; f) *Homalolepis cedron*; g) *Didymopanax selloi*; h) *Syagrus botryophora*; i) *Tabebuia roseoalba*.



Fonte: Autores.

Em relação à área, a Savana Estépica (Caatinga) ocupa a maior área (~29,7%), seguida da Savana (Cerrado) com ~17,2%. A Floresta Estacional Decidual (11,7%), a Floresta Ombrófila Densa (9,8%) e a Floresta Estacional Semidecidual (6,5%) ocupam as menores áreas no estado. Em contraste, o tipo de vegetação com maior riqueza de espécies arbóreas é a Floresta Ombrófila Densa. É aquela que apresenta o maior porte e, provavelmente, é a mais desafiadora quanto à localização e ao monitoramento das populações e para a coleta de frutos e sementes. Por outro lado, existem algumas iniciativas importantes e conhecimento sobre as árvores dessa fitofisionomia no estado, a exemplo do Instituto Floresta Viva [25] e Programa Arboretum [26]. A Floresta Estacional é possivelmente a segunda com maior número de espécies, porém uma das mais fragmentadas e menos conhecidas em termos de produção de mudas e cultivo das arbóreas. A Caatinga e o Cerrado possuem o menor número de espécies arbóreas, mas existe um conhecimento acumulado sobre as suas árvores, algumas já bastante utilizadas em áreas urbanas [27,28]. Uma relevante experiência para a Caatinga é o Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD), associado à Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina (PE) [29]. A Caatinga, por ocupar a maior área do território do estado, é uma das mais importantes para experimentos de cultivos de espécies arbóreas, seja para áreas urbanas ou não. A Figura 2 apresenta alguns exemplos de espécies com uso potencial em área urbana, nativas dos ecossistemas do Nordeste.

17.5. Árvores nativas indicadas para arborização urbana no estado da Bahia

O Brasil tem uma das floras mais ricas do mundo [30] incluindo cerca de 9.300 mil espécies arbóreas [2]. Já o estado da Bahia foi apontado como uma das áreas com maior diversidade de plantas arbóreas do planeta [3,5]. Entretanto, é comum o plantio de espécies exóticas em detrimento das nativas na arborização das cidades [27,29,31]. São vários os motivos e as vantagens de priorizar o plantio de espécies nativas em áreas urbanas, tais como: contribuir para a conservação da flora e do patrimônio genético; facilitar a adaptação ao solo e clima locais; resistir a pragas e doenças; servir como fontes de alimento para a fauna; e aumentar a biodiversidade urbana [22].

Partindo desse pressuposto e da necessidade de minimizar os efeitos da paisagem urbana, quase sempre hostil devido à monotonia das construções, entre outros fatores, e da necessidade de reduzir os efeitos da temperatura, é sugerida uma lista de 157 espécies nativas com as respectivas informações sobre época de floração, altura e diâmetro médio, estado de conservação, entre outros (Tabela 1). Ressalta-se que essa é apenas uma pequena mostra do potencial das espécies arbóreas nativas para compor paisagens urbanas.

Tabela 17.1 – Espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado da Bahia – 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	EF1	EFr	D	DP1	SC
Achariaceae														
<i>Carpatroche brasiliensis</i> (Raddi) A Gray	fruto-de-paca	Db; Ds; Vs	8	20	C	Me	L	C	AP	set-dez	jul-out	Zoo	Bx	NE
<i>Kuhlmannioidendron macrocarpum</i> Groppo, Favaretto & Fraschi	fruto-de-paca	Db; Ds; Fs	15	30	EA	Me	L	Sc	NA	jan-maio	mar-jun	Zoo	Md	NE
Anacardiaceae														
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	aroeira-verdadeira	Fb; Sd; Td	10	25	EA	Al	A	C	NA	jul-out	set-out	Ane	Bx	LC
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	gonçalo-alves	Db; Fb; Sd; Vs	8	30	EA	Al	A	C	NA	jun-ago	jun-set	Ane	Bx	LC
<i>Litorea molleoides</i> (Vell.) Engl.	aroeira-mirim	Sd; Sa; Vs	7	10	C	Me	L	C	AP	jul-set	set-dez, mar	Zoo	Md	NE
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	braúna, braúna	Fb; Sd; Td	10	40	EA	Al	L	C	NA	abr-jul	jun-dez	Ane	Bx	LC
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	cupuba, pau-pombo	Db; Ds; Vs	12	40	C/EA	Me	L	Sc	NA	fev-maio	abr-jul	Zoo	Bx	NE
Annonaceae														
<i>Annona bahiensis</i> (Maas & Westra) H.Rainer	pinha	Db; Ds; Vs	10	30	C/EA	Bx	L	Sc	NA	jan-maio	abr-ago	Zoo	Bx	NT
<i>Annona cucans</i> Warm.	araticum	Db; Ds; Fb	15	30	C/EA	Me	L	Sc	NA	abr, out-nov	jun-dez, fev	Zoo	Md	LC
<i>Annona mucosa</i> Jacq.	pinha	Db; Ds; Vs	12	20	EA	Bx	L	Sc	AP	ago-out	dez-abr	Zoo	Bx	NE
<i>Gnatteria candolleana</i> Schltdl.	pindaíba	Db; Ds; Vs	10	20	C	Bx	L	Sc	AP	mar-jun	out-fev	Zoo	Bx	NE
<i>Hornsbuschia obliqua</i> Maas & Setten	pindaíba	Db; Ds	7	10	C	Bx	L	Ps	AP	jul-out	nov-jan	Zoo	Md	EN
<i>Pseudoxandra bahiensis</i> Maas	pindaíba-preta	Db; Ds; Pm	10	15	C/EA	Bx	L	Ps	NA	jun-set	dez-abr	Zoo	Md	NE
<i>Annona pickleli</i> (Diels) H. Rainer	pimenta-de-macaco	Sd; Sa; Fb	7	15	EA	Bx	L	Sc	NA	mar-jun	dez-fev	Zoo	Bx	LC

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DP+	SC
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	pindaíba, pindaíba-preta	Db; Fb; Sd	7	10	E/A	Bx	L	Sc	NA	jan-mar	out-nov	Ane	Bx	NE
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	pindaíba, pindaíba-preta	Db; Fb; Sd	7	10	E/A	Bx	L	Sc	NA	jan-mar	out-nov	Ane	Bx	NE
Apocynaceae														
<i>Aspidosperma brasiliense</i> A.S.S.Pereira & A.C.D.Castello	quina, peroba	Db; Ds; Td	12	50	E/A	Al	L	Sc	NA	set-nov	jun-ago	Ane	Md	LC
<i>Aspidosperma discolor</i> A.DC.	quina	Db; Ds; Td	20	40	E/A	Al	L	Sc	NA	set-nov	mar-maio	Ane	Bx	NE
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	pau-pereiro, pereiro	Td; Sd; Sa	10	20	C	Al	L	C	AP	out-jan	fev-abr jul-out	Ane	Bx	NE
<i>Aspidosperma thomasi</i> Marc.-Ferr.	pitá	Db; Ds	15	40	C/E/A	Al	L	Sc	NA	jan-mar	jun-ago	Ane	Md	EN
<i>Couma rigida</i> Müll.Arg.	mucugê	Da; Db; Sd	10	20	C/E/A	Me	L	Sc	NA	jun-nov	jan-jun	Zoo	Bx	LC
<i>Gáissospermum laeve</i> (Vell.) Miers	doutor-imbira	Db; Ds; Fb	12	30	E/A	Al	L	Ps	NA	out-nov	jan-fev	Zoo	Al	NE
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A.DC.) Woodson	janaúba, agoniada	Db; Ds; Fb	10	30	C/E/A	Me	L	Sc	AP	nov-fev	jul-out	Ane	Bx	NE
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	janaúba	Sa; Sd; Ta	10	20	C/E/A	Me	L	Sc	AP	jan-mar	jun-nov	Ane	Bx	NE
<i>Lacmellea bahiensis</i> J.F.Morales	xananã	Db; Ds; Pm	8	20	E/A	Al	L	Ps	NA	nov-jan	mar-jun	Zoo	Bx	EN
<i>Macoubea guianensis</i> Aubl.	pequiá-de-leite, pitiá-de-leite	Db; Ds; Pm	10	30	E/A	Me	L	C	NA	set-nov	dez-fev	Zoo	Bx	NE
<i>Malonetia cestroides</i> (Nees ex Mart.) Müll.Arg.	pau-de-cachimbo	Db; Ds; Vs	7	20	C/E/A	Me	L	Sc	AP	set-jan	jun-ago	Zoo	Md	LC
Araliaceae														
<i>Didymopanax auratus</i> (Fiaschi) Fiaschi & G.M. Plunkett	matataúba	Db; Pm; Vs	12	40	E/A	Me	L	Ps	NA	out-nov	jan-fev	Zoo	Bx	EN

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFi	EFr	D	DPr	SC
<i>Dichympanax morotoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	matataúba	Db; Ds; Vs	10	50	EA	Me	L	Ps	NA	set-dez	out-mar	Zoo	Bx	NE
<i>Dichympanax velloi</i> Marchal	matataúba, miroró	Db; Pm	15	15	EA	Bx	L	Ps	NA	set-jan	fev-jul	Zoo	Md	LC
Arecaceae														
<i>Allagoptera caudescens</i> (Mart.) Kuntze	buri	Da; Db; Vs	10	30	C/EA	Me	L	Ps	AP	set-jan	jan-abr	Zoo	Bx	NE
<i>Attalea funifera</i> Mart.	piçava, piçaba	Db; Pm; Vs	8	50	EA	Me	L	Ps	AP	out-maio	ago-nov	Zoo	Al	NT
<i>Bacris ferruginea</i> Burret	tucum	Db; Ds; Vs	10	20	C/EA	Al	L	Ps	AP	set-jan	dez-mar	Zoo	Md	LC
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	jussara	Db; Ds; Dm	8	20	C/EA	Bx	L	Ps	AP	set-jan	mar-set	Zoo	Bx	VU
<i>Syagrus botryophora</i> (Mart.) Mart.	pati	Da; Db; Ds	10	30	C/EA	Me	L	Ps	AP	out-dez	dez-mar	Zoo	Bx	LC
Bignoniaceae														
<i>Handroanthus grandiflorus</i> Espírito-Santo & M.M. Silva	ipê-amarelo	Ds; Dm; Fs	8	30	C/EA	Al	L	C	NA	nov	-	Ane	Md	CR
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	ipê-rosa	Db; Ds; Fs	10	50	C/EA	Al	L	C	NA	maio-set	ago-out	Ane	Bx	LC
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-roxo, ipê-una, pau-d'arco-roxo	Db; Ds; Fb	12	40	C/EA	Al	L	C	NA	mar-nov	nov-fev	Ane	Bx	NT
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	pau-d'arco, ipê-amarelo	Db; Ds; Fs; Sd	15	30	C/EA	Al	L	C	NA	jul-nov	jul-nov	Ane	Bx	NE
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	ipê-amarelo, pau-d'arco	Db; Ds; Fs	10	50	C/EA	Al	L	C	NA	mar-set	nov-jan	Ane	Bx	NT
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	pau-d'arco, ipê-amarelo	Db; Ds; Fb	20	50	EA	Al	L	C	NA	out-nov	set-dez	Ane	Bx	LC
<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	carobinha	Db; Ds; Sd	20	20	C/EA	Me	L	Sc	AP	ago-out	nov-mar	Ane	Md	LC
<i>Jacaranda jasmínoides</i> (Thunb.) Sandwith	carobinha	Db; Fs; Sd; Ar	10	20	C/EA	Me	L	Sc	AP	nov-abr	abr-jun	Ane	Md	LC
<i>Sparattosperma catingae</i> A.H. Gentry	carobinha	Td; Fb; Fs	7	30	C	Me	L	C	NA	nov-mar	mar-maio	Ane	Bx	VU

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFi	EFr	D	DP+	SC
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	carobinha	Db; Ds; Vs	10	40	C/EA	Me	L	C	NA	jan-jun	jun-set	Ane	Bx	NE
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	craibeira	Td; Ta; Fb	15	40	C/EA	Me	L	C	NA	ago-nov	set-dez	Ane	Bx	NE
<i>Tabebuia elliptica</i> (DC.) Sandwith	ipê-branco	Db; Pm; Fb	12	20	C/EA	Me	L	C	AP	jan-abr	fev-abr	Ane	Bx	LC
<i>Tabebuia roseocalva</i> (Ridl.) Sandwith	ipê-rosa	Db; Fb; Fs	10	30	C/EA	Me	L	C	AP	ago-dez	abr-jul	Ane	Bx	NE
<i>Tabebuia stenocalyx</i> Sprague & Stapf	caixeta	Db; Ds; Pm	8	40	C/EA	Me	L	Sc	AP	nov-maio	out-nov	Ane	Bx	NE
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	saco-de-bode, ipê-felpudo	Fs; Sd; Td	7	20	C	Me	A	C	AP	dez-abr	maio-ago	Ane	Bx	VU
Bixaceae														
<i>Bixa atlantica</i> Antar & Sano	urucum	Db; Ds; Fb	10	20	C/EA	Me	L	Sc	NA	jul-out	abr-jun	Zoo	Md	NE
Burseraceae														
<i>Conniphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	amburana-cambão	Td; Ta; Fb	7	20	C/EA	Al	L	C	NA	nov-jan	fev-abr	Zoo	Md	NE
<i>Protium araucuicini</i> (Aubl.) Marchand	amescla-mirim	Db; Ds; Pm	10	20	C/EA	Me	L	Sc	AP	jun-out	set-fev	Zoo	Bx	NE
<i>Protium bahianum</i> Daly	amescla	Db; Pm	8	25	C/EA	Me	L	Sc	AP	set-nov	jan-maio	Zoo	Md	EN
<i>Protium catuaba</i> (Soares da Cunha) Daly & P.Fine	catuaba	Db; Ds;	15	40	EA	Al	L	Ps	NA	set-nov	jan-fev	Zoo	Md	VU
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	amescla, breu	Db; Ds; Fb; Vs	12	30	C/EA	Me	L	Sc	AP	set-out	out-dez	Zoo	Bx	NE
Calophyllaceae														
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	guanandi	Da; Db; Pm	12	40	C/EA	Al	L	Sc	AP	nov-jan	fev-maio	Zoo	Bx	NE
<i>Carapa densifolia</i> Mart.	camaçari	Da; Db; Pm	10	30	EA	Al	L	Ps	AP	out-dez	set-jan	Ane	Md	NE

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DP _r	SC
<i>Kielmeyera elata</i> Saddi	pau-santo	Da; Db; Pm	8	15	C/EA	Al	L	Sc	AP	mar-jun	jul-out	Ane	Bx	EN
<i>Kielmeyera ferruginosa</i> A.P.B.Santos & R.J.Trad	pau-santo	Da; Db; Pa	15	30	EA	Al	L	Sc	AP	mar-abr	out-nov	Ane	Bx	CR
<i>Kielmeyera itacarensis</i> Saddi	pau-santo	Db; Pm; Vs	15	30	C/EA	Al	L	Sc	AP	jan-abr	abr-maio	Ane	Bx	EN
<i>Kielmeyera neglecta</i> Saddi	caga-matéria	Db; Pm	12	30	C/EA	Al	L	Sc	AP	dez-mar	abr-ago	Ane	Bx	LC
Capparaceae														
<i>Cratogeomachia</i> L.	trapia	Db; Fb; Sd; Td	7	10	C	Bx	L	C	AP	out-jan	fev-maio	Zoo	Bx	NE
<i>Neocadytrophix grandipetala</i> (Maguire & Steyererm.) Cornejo & Iltis	icó-rosa	Db; Ds; Fb; Fs	10	20	C/EA	Me	L	Sc	AP	out-dez	jul-out	Zoo	Al	NE
Caricaceae														
<i>Jacaratia heptaphylla</i> (Vell.) A.DC.	mamão-de-veado	Db; Ds; Dm	8	20	EA	Bx	L	C	NA	out-nov	fev-mar	Zoo	Bx	NE
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	jacaratia	Db; Ds; Fb; Fs	12	50	EA	Bx	L	C	NA	ago-nov	jul-ago	Zoo	Bx	LC
Caryocaraceae														
<i>Anthodiscus amazonicus</i> Gleason & A.C.Sm.	pequi-murindiba, murindiba	Db; Pm; Fb	10	25	C/EA	Al	L	Sc	AP	nov-jan	jun-ago	Zoo	Al	NE
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	pequi	Fs; Sd; Td	8	30	C/EA	Al	A	C	NA	jul-dez	jan-mar	Zoo	Md	LC
<i>Caryocar edule</i> Casar.	pequi-verdadeiro/vinagreiro	Db; Ds; Vs	20	50	EA	Al	L	C	NA	nov-jan	maio-ago	Zoo	Bx	LC
Celastraceae														
<i>Frambojara multiflora</i> Mart.	pau-branco	Td; Ta; Tb	10	15	EA	Al	A	Sc	AP	nov-maio	mar-jul	Ane	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DP+	SC
<i>Monteverdia distichophylla</i> (Mart. ex Reissek) Biral	bom-nome	Db; Ds; Fs	10	10	C/EA	Al	L	Ps	AP	fev-abr	jul-set	Zoo	Md	LC
<i>Planchia populnea</i> Reissek	marmeleiro	Td; Ta; Tb	6	10	C	Me	L	C	AP	out-dez	abr-maio	Ane	Md	NE
Chrysobalanaceae														
<i>Couepia belemii</i> Prance	oiti	Db; Pm	10	15	C/EA	Al	L	Sc	AP	dez-jan	abr-jul	Zoo	Al	VU
<i>Licania littoralis</i> Warm.	oiti, milho-torrado	Db; Pm	10	50	C/EA	Al	L	Ps	AP	fev-maio	set-nov	Zoo	Al	NE
<i>Licania naviculistipula</i> Prance	bassuaré	Db; Ds; Fs	8	50	EA	Al	L	Ps	NA	out-dez	ago-out	Zoo	Al	EN
<i>Moquila salzmannii</i> Hook.f.	oiti-boi	Db; Ds; Vs	12	90	EA	Al	L	Ps	NA	maio-out	abr-maio	Zoo	Bx	LC
<i>Parinari littoralis</i> Prance	oiti-cumbuca	Db; Pm	15	50	EA	Al	L	Ps	NA	set-nov	fev-mar	Zoo	Md	LC
Clusiaceae														
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	bacupari	Db; Ds; Fs; Pa	10	20	C/EA	Al	L	Ps	AP	set-out	out-dez	Zoo	Md	NE
<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	bacupari	Db; Ds; Pm; Pa	10	20	EA	Al	L	Ps	AP	nov-dez	mar-maio	Zoo	Md	NE
<i>Tournefortia mangae</i> G. Mariz	mangue-da-mata	Db; Ds; Pa	12	25	EA	Al	L	Ps	NA	set-nov	dez-fev	Zoo	Bx	NE
Combretaceae														
<i>Terminalia dichotoma</i> G.Mey.	pequi-amarelo	Db; Da; Pm	12	30	C/EA	Al	L	C	AP	nov-dez	fev-abr	Ane	Md	NE
<i>Terminalia boehneana</i> (N.F. Mattos) Gere & Boatwr.	pequi-doce	Db; Pm	10	40	C/EA	Al	L	C	AP	nov-dez	jan-mar	Zoo	Md	NT
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	araçá-d'água	Db; Ds; Fs; Pm	15	60	EA	Al	L	C	NA	ago-out	nov-jan	Ane	Bx	NE
<i>Terminalia tetraphylla</i> (Aubl.) Gere & Boatwr.	pequi-doce	Db; Pm	10	35	C/EA	Al	L	C	AP	set-dez	jul-nov	Zoo	Md	NE
Cordiaceae														
<i>Cordia glazioviana</i> (Taub.) Gottschling & J.S.Mill.	-	Td; Ta; Fb	7	25	C	Me	L	Sc	AP	ago-out	maio-jun	Zoo	Md	NE

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
<i>Cordia superba</i> Cham.	baba-de-boi	Db; Ds; Vs	7	30	C/EA	Me	A	Ps	AP	set-fev	jan-mar	Zoo	Bx	NE
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	claraíba, gonçalo-alves	Fb; Fs; Td	10	40	C/EA	Me	A	C	NA	maio-out	fev-mar	Ane	Bx	NE
Elaeocarpaceae														
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart.	fruto-passarinho, guarda-orvalho	Db; Pm; Fb	8	15	C/EA	Al	L	Ps	AP	nov-jan	jan-mar	Zoo	Bx	LC
Euphorbiaceae														
<i>Gymnanthes klotschiana</i> Müll.Arg.	branquinho	Fb; Fs; Tb	7	20	C/EA	Al	L	C	AP	set-out	set-dez	Aut	Md	NE
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	pau-marfim, pau-osso	Db; Ds; Fs	10	30	C/EA	Al	L	Sc	AP	out-nov	dez-fev	Aut	Bx	LC
Fabaceae														
<i>Abarema cochliacarpus</i> (Gomes) Barneby & J.W.Grimes	barbatimão	Db; Pm; Fb	7	25	C	Me	L	Sc	AP	nov-jan	fev-abr	Zoo	Bx	LC
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	umburana, amburana	Fs; Td; Ta	7	30	C/EA	Al	L	C	AP	mar-maio	jul-nov	Ane/Zoo	Md	VU
<i>Andira legalis</i> (Vell.) Toledo	angelim	Db; Ds; Pm	7	25	C/EA	Al	L	Sc	AP	set-out	jun-jul	Zoo	Md	LC
<i>Arapatiella psilophylla</i> (Harms) R.S.Cowan	arapati	Db; Ds; Pm	20	60	EA	Al	L	Sc	NA	jul-set	ago-nov	Aut/Zoo	Bx	LC
<i>Bondlichia virgilioides</i> Kunth	sucupira-mirim	Db; Pm; Fb; Td; Ta	12	50	C/EA	Al	L	C	NA	ago-nov	out-jan	Ane	Bx	NT
<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	pau-ferro	Db; Fb; Pm	8	30	C/EA	Al	L	C	AP	jan-fev	jun-ago	Aut	Bx	NE
<i>Copaifera lucens</i> Dwyer	pau-óleo, copaíba	Db; Ds; Pm	12	50	EA	Al	L	Sc	NA	dez-fev	set-nov	Zoo	Bx	LC
<i>Dalbergia micolobium</i> Benth.	jacarandá	Sd; Sa; Td	7	30	C/EA	Al	L	Sc	AP	jan-fev	mar-maio	Ane	Md	VU
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	jacarandá-da-bahia	Db; Ds; Vs	12	50	C/EA	Al	L	C	NA	ago-set	out-nov	Ane	Bx	VU
<i>Dimorphanandra jorgei</i> M.F.Silva	barbatimão	Db; Ds; Vs	15	50	EA	Me	L	Sc	NA	out-nov	mar-maio	Aut	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPt	SC
<i>Diploptropis ferruginea</i> Benth.	sicupira, sucupira	Db; Fb; Fs	15	50	EA	Al	L	Sc	NA	out-nov	jan-mar	Ane	Md	LC
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	mulungu	Cs; Td; Ta	8	30	C/EA	Me	L	C	AP	ago-out	fev-maio	Aut/ Zoo	Bx	NE
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	mairi	Td; Ta; Pa	10	30	C/EA	Al	L	Sc	NA	out-dez	nov-fev	Zoo	Md	NE
<i>Hydrochorea pedicellaris</i> (DC.) M.V.B. Soares, Iganci & M.P.Morim	juerana-branca	Db; Fs; Pm	15	30	C/EA	Me	L	C	AP	mar-abr	jun-dez	Aut	Bx	NE
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá, burundanga	Db; Ds; Fb	20	40	EA	Al	L	C	NA	out-nov	jan-jun	Zoo	Md	LC
<i>Moldenhavera floribunda</i> Schrad.	faveca	Db; Pm; Pa	12	40	EA	Me	L	Sc	NA	nov-mar	jun-ago	Aut/ Zoo	Bx	NT
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	juerana, visgueiro	Db; Ds; Vs	20	90	C/EA	Al	L	Sc	NA	jul-nov	out-dez	Zoo/ Aut	Bx	NE
<i>Peltogyne angustiflora</i> Ducke	roxinho, pau-roxo	Db; Ds	15	50	C/EA	Al	L	Sc	NA	out-dez	dez-jan	Zoo	Md	NT
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	imbira-putiá	Fs; Sd; Sa	12	30	C/EA	Me	L	Sc	AP	nov-dez	jan-mar	Ane	Md	NE
<i>Senna multiuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	cobi, cobi-preto	Db; Ds; Vs	12	40	C/EA	Al	L	Sc	AP	fev-maio	jul-set	Aut	Bx	NE
<i>Swartzia fluemingii</i> Raddi	jacarandá-branco	Db; Ds; Vs	12	25	C/EA	Al	L	Sc	AP	nov-dez	jun-set	Zoo	Bx	LC
<i>Swartzia macrostachya</i> Benth.	jacarandá-branco, grão-de-burro	Db; Ds; Vs	10	30	C/EA	Al	L	Sc	AP	mar- maio	maio-jul	Zoo	Bx	LC
<i>Zollernia modesta</i> A.M.Carvalho & Barneby	mucitaíba-preta, orelha-de-onça	Db; Fb	10	20	C/EA	Al	L	Ps	AP	fev-mar	set-out	Zoo	Md	NT
Humiriaceae														
<i>Vantanea bahiaensis</i> Cuatrec.	-	Db; Pm; Vs	8	35	C/EA	Al	L	Sc	AP	mar-jun	dez-fev	Zoo	Al	LC

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFf	EFr	D	DPr	SC
<i>Schistosomom retusum</i> (Ducke) Cuatrec.	-	Db; Db	10	25	EA	Al	L	Sc	NA	out-dez	nov-abr	Zoo	Al	NE
Lamiaceae														
<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.	maria-preta	Db; Fb; Cs; Pm	8	30	C/EA	Al	A	C	AP	ago-nov	jan-maio	Zoo	Md	NE
Lecythidaceae														
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	jequitibá-rosa	Db; Ds; Fs	20	50	EA	Al	L	Sc	NA	fev-maio	jun-set	Aut	Bx	EN
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	biriba	Db; Ds; Pm	12	30	C/EA	Al	L	Sc	AP	fev-maio	jan-jul	Zoo	Bx	NE
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	imbirema, inhaíba	Db; Fb; Vs	15	40	C/EA	Al	L	Sc	AP	out-jan	fev-maio	Zoo	Md	LC
<i>Lecythis margrauiana</i> Miers	sapucaia	Db; Fb; Pm	10	40	C/EA	Al	L	Sc	AP	fev-abr	out-dez	Zoo	Bx	LC
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	sapucaia	Db; Ds; Fb; Fs	15	50	C/EA	Al	L	Sc	AP	set-nov	jan-abr	Zoo	Bx	LC
Lythraceae														
<i>Lafouesia pacari</i> A.St.-Hil.	pacari	Db; Fb; Sd	15	40	C/EA	Al	L	Sc	NA	abr-set	jul-fev	Ane	Bx	LC
Malpighiaceae														
<i>Byrsonima alvimii</i> W.R.Anderson	murici	Db; Ds; Vs	10	25	C/EA	Me	L	Sc	AP	ago-nov	mar-abr	Zoo	Md	VU
<i>Byrsonima cacaophila</i> W.R.Anderson	murici	Db; Ds; Pm; Db	12	30	C/EA	Me	L	Sx	AP	nov-jan	fev-maio	Zoo	Md	NT
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	murici	Sd; Sa; Pm	7	30	C/EA	Al	A	C	AP	ago-nov	fev-set	Zoo	Md	NE
Malvaceae														
<i>Canavilleia umbellata</i> Ruiz & Pav.	barriguda	Fs; Cs; Td	20	50	EA	Bx	L	C	NA	jul-out	out-dez	Ane/ Aut	Md	LC
<i>Ceiba ribriflora</i> Carv.-Sobr. & L.P. Queiroz	paineira, barriguda- de-espinho	Td; Ta; Ar	10	40	C/EA	Bx	L	C	NA	jun-jul	set-out	Ane	Md	EN

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DP+	SC
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	barriguda-de-espinho, paineira	Td; Ta; Ar	10	40	C/EA	Bx	L	C	NA	jun-jul	set-out	Ane	Md	NE
<i>Eriotheca bahiensis</i> M.C.Duarte & G.L.Esteves	imbirucu-roxo	Db; Pm; Vs	15	45	EA	Bx	L	Sc	NA	out-nov	dez-fev	Ane	Bx	EN
<i>Pachira moreirae</i> Carv.-Sobr. & W. S. Alverson	-	Td; Ta; Tb	8	10	C/EA	Bx	L	C	AP	jul-out	abr-maio	Ane	Md	CR
Melastomataceae														
<i>Huberia carvalhoi</i> Baumgratz	mundururu	Db; Ds; Dm	8	10	C/EA	Me	L	Sc	AP	maio-ago	fev-maio	Ane	Al	EN
<i>Pleroma arboreum</i> Gardner	quaresmeira	Ds; Dm; Vs	10	20	C/EA	Me	L	Sc	AP	out-dez	dez-jan	Ane	Md	LC
<i>Pleroma fischerianum</i> Schrank et Mart. ex DC.	quaresmeira	Db; Ds; Ar	8	20	C/EA	Me	A	SC	AP	fev-abr	maio-jul	Ane	Md	LC
Moraceae														
<i>Ficus cyclophylla</i> (Miq.) Miq.	gameleira, mata-pau	Db; Ds; Fb	15	45	C/EA	Bx	L	SC	NA	out-nov	jan-mar	Zoo	Md	VU
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	amora-vermelha	Db; Ds; Vs	12	30	C/EA	Me	A	Ps	AP	out-dez	fev-maio	Zoo	Bx	LC
Myristicaceae														
<i>Vriola biculbya</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	bicuiba	Db; Ds; Fs	20	50	EA	Al	L	Sc	NA	dez-abr	maio-jun	Zoo	Md	EN
Myrtaceae														
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	guabiraba, guabiroba	Db; Ds; Fb	10	35	C/EA	Al	L	Sc	AP	jan-abr	abr-jun	Zoo	Bx	NE
<i>Campomanesia guabiroba</i> (DC.) Kiaersk.	guabiraba, guabiroba	Fb; Fs; As	8	30	C/EA	Al	L	Sc	AP	nov-fev	jan-mar	Zoo	Bx	NE
<i>Eugenia itacarensis</i> Mattos	murta	Db; Pm	7	10	C/EA	Al	L	Ps	AP	nov-jan	mar-maio	Zoo	Md	EN
<i>Psidium rufum</i> DC.	araçá-cagão	Fs; Sa; Ar	8	20	C/EA	Al	L	PS	AP	nov-dez	ago-out	Zoo	Bx	LC

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFi	EFr	D	DPr	SC
Phyllanthaceae														
<i>Amaranthus guianensis</i> Aubl.	cocão, mamoinha	Db; Pa; Vs	20	40	EA	Al	L	PS	NA	out-dez	fev-abr	Zoo	Md	NE
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	pau-diamante, pau-vidro	Db; Ds; Fb	15	30	EA	Me	L	Sc	NA	out-nov	jan-mar	Zoo	Md	LC
Rubiaceae														
<i>Alexis pickelii</i> Pilg. & Schmale	goiabinha	Db; Fb; Pm	10	25	C/EA	Al	L	Sc	AP	out-dez	jan-abr	Aut	Md	LC
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	quina	Db; Ds; Fb; Fs	7	7	C	Me	L	Sc	AP	jan-abr	maio-jul	Aut	Md	NE
<i>Galettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	banha-de-galinha	Db; Ds; Fb; Fs	10	25	C/EA	Me	L	Sc	NA	jan-maio	fev-ago	Zoo	Md	LC
<i>Riodoea pulcherrima</i> Delprete	arariba-preta, jenipapinho, jenipapo-bravo	Db; Ds; Fb	8	15	C/EA	Al	L	Sc	NA	set-dez	fev-maio	Zoo	Md	EN
<i>Tocoyena sellowiana</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	jenipaparana	Db; Ds; Fb	7	10	C	Me	L	Sc	AP	dez-mar	fev-abr	Zoo	Bx	LC
Sapotaceae														
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	guapeva, bapeba	Db; Ds; Pm	10	30	C/EA	Al	L	Ps	NA	out-dez	jan-abr	Zoo	Md	NT
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng.	guapeva, bapeba	Db; Ds; Pm	10	30	C/EA	Al	L	Ps	NA	out-dez	jan-abr	Zoo	Md	NT
<i>Manilkara multifida</i> T.D. Penn.	maçaranduba	Db; Pm	10	40	C/EA	Al	L	Sc	AP	out-dez	fev-abr	Zoo	Bx	NT
<i>Manilkara sapyranthii</i> (A.DC.) H.J. Lam	maçaranduba-mirim	Db; Pm; Fb	10	40	C/EA	Al	L	Sc	AP	ago-nov	out-fev	Zoo	Bx	NE

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFr	D	DPt	SC
<i>Pouteria grandiflora</i> (A.DC.) Baehni	bapeba, goiti-trubá	Db; Ds; Fb	12	40	C/EA	Al	L	Sc	AP	jun-ago	Zoo	Md	LC
<i>Pradosia kuhlmannii</i> Toledo	buranhém	Db; Ds; Fs	25	50	EA	Al	L	Sc	NA	out-nov	Zoo	Md	EN
Simaroubaceae													
<i>Homalolepis bahiensis</i> (Moric.) Devecchi & Pirani	cajarana	Db; Pm; Fb	8	15	C/EA	Bx	L	Sc	AP	ago-out	nov-mar	Md	LC
<i>Homalolepis vedron</i> (Planch.) Devecchi & Pirani	-	Db; Pm; Fb	10	10	C/EA	Bx	L	Sc	AP	set-dez	jan-abr	Ms	NE
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	pau-paraiíba	Db; Ds; Fs	25	50	EA	Bx	L	Sc	NA	set-nov	dez-mar	Md	NE
Urticaceae													
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba, imbaúba	Dm; Ds; Vs; Sd	10	30	EA	Bx	A	Ps	AP	out-jan	jan-abr	Md	NE
<i>Cecropia saxatilis</i> Snethl.	embaúba-branca	Fs; Td; Ta	7	20	EA	Bx	A	Ps	AP	out-jan	fev-jul	Md	NE

Fonte: Autor.

Nota: Unidade(s) Fitoecológica(s) do estado conforme a Figura 01 – IBGE [15] (**UF**); Vegetação secundária (**Vs**); Altura média em metros (**AM**); Diâmetro na altura do peito (**DAP**); Adequada para (**AP**); **C:** Calçadas; **EA:** Espaços abertos; Densidade da madeira (**DM**); **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; Textura de folha (**TexF**): A = áspera, L = lisa; Persistência das folhas (**PF**); **Ps:** Persistente (*perenifolia*), **C:** Caduca (*decidua*); **Sc:** Semicaduca (*semidecidua*); Raiz (**R**); **AP:** Apropriada para plantio em calçadas; **NA:** não apropriada para plantio em calçadas; Época de florescimento (**EFr**); Época de frutificação (**EFr**); Dispersão (**D**); **Zoo:** Zoocórica; **Ane:** Anemocórica; **Aut:** Autocórica; **Hid:** Hidrocórica; Dificuldade de produção em viveiro (**DPt**); **Bx:** Baixa; **Md:** Média; **Al:** Alta; *Status* de conservação (**SC**): **NE** = não avaliada; **LC** = pouco preocupante; **NT** = quase ameaçada; **EN** = em perigo; **VU** = Vulnerável; **CR** = criticamente em perigo.

A maioria das espécies selecionadas estão associadas à Mata Atlântica e a suas fitofisionomias, uma vez que ali se concentra o maior número de espécies em relação aos outros domínios fitogeográficos presentes na Bahia, incluindo espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Entretanto, um considerável número de espécies da Caatinga e do Cerrado foram incluídas buscando contemplar ao máximo o seu potencial para compor as paisagens urbanas na região semiárida. Esse é um fator importante, já que a maioria das cidades dessa região carece de um paisagismo à base de espécies arbóreas para tornar o clima mais agradável. Além disso, quando essas cidades possuem árvores cultivadas, muitas são espécies exóticas (ou seja, originárias de outros países ou outras regiões do Brasil), a exemplo do nim (*Azadirachta indica*), nativo da Índia, da figueira (*Ficus benjamina*), nativa da Malásia, da espatódia ou tulipeira (*Spathodea campanulata*), nativa da África, entre outras [31]. Essas três espécies podem causar diferentes problemas, como danificação de calçadas e entupimento de tubulações, por meio de suas raízes no caso de *Ficus* [32], e mortandade de abelhas nos casos de nim e espatódia [33,34].

Ampliar o uso e o número de espécies arbóreas nativas da nossa flora nas paisagens urbanas será fundamental para: criar uma cultura de admiração da natureza por meio das árvores e da fauna associada (incluindo pássaros, borboletas, mariposas, morcegos nectarívoros ou frugívoros, entre outros); quebrar a monotonia do uso massivo comumente voltado a uma ou duas espécies; amenizar o clima e tornar a paisagem mais agradável por meio das diferentes formas, cores e aromas característicos de cada espécie.

17.6. Considerações finais

Imitar a natureza em sua diversidade de formas, texturas, cores, relevos e ambientes seria o ideal para aproximar o ser humano das suas origens. Porém, não é tarefa fácil criar espaços urbanos que se aproximem das características encontradas nos espaços naturais. O ser humano, na maioria das vezes, tende a se sentir confortável ao se aproximar das paisagens naturais. Logo, se as paisagens urbanas forem cuidadosamente planejadas para manter e ampliar os elementos naturais, se tornarão mais aprazíveis. Para isso, um aspecto fundamental para a melhoria das paisagens urbanas é o cultivo do maior número de espécies arbóreas nativas possível, observando as suas mais distintas características e adaptações ao meio ao qual se deseja inseri-las. Por fim, ressalta-se que o número de espécies aqui indicado ainda é baixo frente à alta diversidade de arbóreas encontradas no estado da Bahia e que esforços contínuos serão necessários para ampliar o uso destas na arborização urbana.

17.7. Agradecimentos

Agradeço à equipe do Herbário CEPEC/CEPLAC por todo apoio, ao amigo Jefferson Guedes de Carvalho Sobrinho pelas fotos, e ao Ricardo Franco Trudes de Mattos e ao Anderson Sandro da Rocha pela construção da Figura 2 (mapa).

17.8. Referências

- [1] Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI). A Bahia no Nordeste e no Brasil: indicadores econômicos comparados (2002-2013). Salvador: SEI; 2014.
- [2] Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro [Internet]. [acesso 30 jan. 2025]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- [3] Martini AMZ, Fiaschi P, Amorim AM, Paixão JL. A hot-point within a hot-spot: a high diversity site in Brazil's Atlantic Forest. *Biodivers Conserv.* 2007;16:3111-28.
- [4] Mori AS, Boom BM, Carvalho AMV, Santos TS. Southern Bahian moist forests. *Bot Rev.* 1983;49:155-232.
- [5] Thomas WW, Carvalho AMV, Amorim AM, Garrison J, Santos TS. Diversity of woody plants in the Atlantic coastal forest of southern Bahia, Brazil. In: Thomas WW, editor. *The Atlantic Coastal Forests of Northeastern Brazil.* Mem New York Bot Gard. 2008;100:21-66.
- [6] Amorim AM, Fiaschi P, Jardim JG, Thomas WW, Clifton BC, Carvalho AMV. The vascular plants of a forest fragment in southern Bahia, Brazil. *Sida.* 2005;21:1727-52.
- [7] Amorim AM, Thomas WW, Carvalho AMV, Jardim JG. Floristic of the Una Biological Reserve, Bahia, Brazil. In: Thomas WW, editor. *The Atlantic Coastal Forests of Northeastern Brazil.* Mem New York Bot Gard. 2008;100:67-146.
- [8] Amorim AM, Jardim JG, Lopes MMM, Fiaschi P, Borges RAX, Perdiz RO, Thomas WW. Angiospermas em remanescentes de Floresta Montana no sul da Bahia, Brasil. *Biota Neotrop.* 2009;9(3):1-36.
- [9] Cardoso DBOS, Queiroz LP. Floristic composition of seasonally dry tropical forest fragments in central Bahia, Northeastern Brazil. *J Bot Res Inst Texas.* 2008;2(1):551-73.
- [10] Carvalho Sobrinho JG, Queiroz LP. Composição florística de um fragmento de Mata Atlântica na Serra da Jiboia, Santa Terezinha, Bahia, Brasil. *Sitientibus Sér Ciênc Biol.* 2005;5:20-8.
- [11] Funch LS. Florestas da região norte do Parque Nacional da Chapada Diamantina e seu entorno. In: Funch LS, Funch RR, Queiroz LP, organizadores. *Serra do Sincorá: Parque Nacional da Chapada Diamantina.* Feira de Santana: Radami Editora Gráfica; 2008. p. 63-77.
- [12] Funch LS, Rodal MJN, Funch RR. Floristic aspects of forests of the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. In: Thomas WW, editor. *The Atlantic Coastal Forests of Northeastern Brazil.* Mem New York Bot Gard. 2008;100:193-221.
- [13] Nascimento FHF, Giulietti AM, Queiroz LP. Diversidade arbórea das florestas alto montanas no sul da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta Bot Bras.* 2010;24(3):674-85.
- [14] Thomas WW, Jardim JG, Fiaschi P, Mariano-Neto E, Amorim AM. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma área transicional de Floresta Atlântica no sul da Bahia, Brasil. *Rev Bras Bot.* 2009;32(1):65-78.
- [15] Sousa LA, Bautista HP, Jardim JG. Diversidade florística de Rubiaceae na Serra da Fumaça – complexo de serras da Jacobina, Bahia, Brasil. *Biota Neotrop.* 2013;13(3):1-26.
- [16] Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro [Internet]. [acesso 9 jan. 2021]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- [17] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.

- [18] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas. Rio de Janeiro: IBGE; 2019.
- [19] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 1. 5. ed. Nova Odessa (SP): Instituto Plantarum; 2008.
- [20] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 3. Nova Odessa (SP): Instituto Plantarum; 2009.
- [21] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 2. 5. ed. Nova Odessa (SP): Instituto Plantarum; 2016.
- [22] Matos E, Queiroz LP. Árvores para cidades. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia; Solisluna; 2009.
- [23] Silva LAM, Jardim JG, Thomas WW, Santos TS. Common names of vascular plants of the Atlantic Coastal Forest region of southern Bahia, Brazil. In: Thomas WW, editor. The Atlantic Coastal Forests of Northeastern Brazil. Mem New York Bot Gard. 2008;100:245-318.
- [24] Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR). Ficha de espécies do Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira [Internet]. [acesso 8 fev. 2021]. Disponível em: https://ferramentas.sibbr.gov.br/ficha/bin/view/especie/riodocea_pulcherrima
- [25] Instituto Floresta Viva (IFV). Organização não governamental sediada em Uruçuca, Bahia [Internet]. [acesso 13 fev. 2025]. Disponível em: <https://florestaviva.org.br/>
- [26] Programa Arboretum de Conservação e Restauração da Diversidade Florestal. Serviço Florestal Brasileiro [Internet]. [acesso 13 fev. 2025]. Disponível em: <https://www.programaarboretum.eco.br/>
- [27] Alvarez IA, Oliveira UR, Mattos PP, Braz EM, Canetti A. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga. 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas; 2012. [Internet]. [acesso 13 fev. 2025]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/947072/1/Doc.243arborizacaourbana.pdf>
- [28] Martinotto F, Martinotto C, Coelho MFB, Azevedo RAB, Albuquerque MCF. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. Pesq Agropec Bras. 2012;47(1):22-9.
- [29] Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas da Caatinga (CRAD/UNIVASF). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, PE [Internet]. [acesso 13 fev. 2025]. Disponível em: <https://www.univasf.edu.br/%7Ecrad/index.php?id=0>
- [30] 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.
- [31] Edson-Chaves B, Dantas AGB, Lima NS, Pantoja LDM, Mendes RMS. Avaliação qualitativa da arborização da sede dos municípios de Beberibe e Cascavel, Ceará, Brasil. Ciênc Florest. 2019;29(1):403-16.
- [32] Vargas-Garzón B, Molina-Prieto LF. *Ficus benjamina* L. in the cities: high number of individuals, severe damages to infrastructure and expensive economic losses. Nodo. 2012;13(7):93-101.
- [33] Mesquita LX, Maracajá PB, Sakamoto SM, Soto-Blanco B. Toxic evaluation in honey bees (*Apis mellifera*) of pollen from selected plants from the semi-arid region of Brazil. J Apic Res. 2010;49(3):265-9.
- [34] Souza ES, Souza BO, Polatto LP. Foraging behavior of floral resources on *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae): an exotic plant species. Braz J Dev. 2021;7(10):99157-68.

Capítulo 18

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO CEARÁ E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

*Por Marcelo Freire Moro, Ivone Beatriz Romeiro Brandão, Maria Ligia Farias Costa,
Antônio Sérgio Farias-Castro e Fernanda Cláudia Lacerda Rocha*

18.1. Destaques deste capítulo

1. No Ceará, a arborização urbana tem predominância de espécies exóticas, algumas delas consideradas invasoras;
2. As espécies arbóreas nativas são cultivadas em menor abundância e são pouco conhecidas pela população urbana;
3. Muitas espécies nativas com atributos adequados ao ambiente urbano permanecem negligenciadas, desconhecidas e não usadas na paisagem urbana;
4. É apresentada uma lista com 232 espécies nativas de diferentes ecossistemas do Ceará, sugeridas para o uso na arborização urbana;
5. O objetivo é incentivar o uso de espécies nativas na arborização urbana, ampliando a diversidade e valorização da flora local.

18.2. Introdução

As cidades passaram por um crescimento acelerado nos últimos séculos. Pela primeira vez na história, temos mais pessoas vivendo em áreas urbanas que em áreas rurais. O crescimento acelerado das cidades nos últimos séculos foi derivado tanto do crescimento populacional quanto da migração humana do campo para zonas urbanas. Isso levou a uma enorme expansão dos territórios ocupados por cidades, e trouxe grande degradação de ecossistemas terrestres e aquáticos, dado que a urbanização promove drásticas alterações na natureza, tais como a perda de cobertura vegetal, excesso de superfícies impermeabilizadas, elevada poluição atmosférica, sonora e visual, dentre outros impactos.

A incorporação de espaços verdes na paisagem das cidades, ao longo do processo histórico, tais como a arborização de ruas, praças e parques públicos, criação de jardins públicos e privados, etc., tem sido uma forma de amenizar os impactos sobre os humanos e produzir benefícios estéticos e psicológicos, além de melhorar o microclima [1].

É sabido que árvores urbanas fornecem sombra, melhoria da umidade do ar e redução das ilhas de calor, ajudando a criar um ambiente propício ao bem-estar físico e mental para o ser humano, ampliando o uso social de áreas públicas, a prática de atividades físicas, contemplação da natureza, redução de estresse, além de gerar valorização de locais verdes bem cuidados [1-3].

Ademais, a presença de maciços de árvores urbanas permite a maior infiltração de água no solo, ajudando a evitar enchentes. As árvores também formam uma barreira natural contra a propagação de ruídos e promovem a melhoria da qualidade do ar. A existência de plantas nas cidades também influencia a ecologia, ampliando a biodiversidade urbana. Isso faz com que alguns cidadãos e pesquisadores reflitam a respeito de como ampliar o verde nas cidades, tanto em busca de benefícios aos humanos, quanto à biodiversidade.

18.3. A arborização em relação à biodiversidade

Pesquisas feitas a respeito da importância do verde urbano para a biodiversidade mostram que a presença de plantas cultivadas nas cidades influencia a própria ecologia urbana, alimentando e abrigando a fauna e até ampliando sua biodiversidade nativa, que consegue sobreviver nesses locais. Isso trouxe a percepção de que é possível pensar o planejamento das zonas urbanas visando a torná-las cidades mais biodiversas. As aves estão entre as espécies que mais chamam a atenção das pessoas, e as relações ecológicas delas com plantas cultivadas podem ampliar os efeitos positivos que a arborização promove para a fauna das cidades [4-6]. Entretanto, a presença de árvores nas cidades beneficia também outros grupos biológicos, provendo alimento, abrigo e proteção à fauna de um modo geral e permitindo que muitas espécies consigam se reproduzir mesmo em ambientes muito alterados como os urbanos [7-9].

As zonas urbanas podem e devem ser manejadas para proteger a biodiversidade. Isso pode ser feito tanto implementando um paisagismo e uma arborização que valorizem a biodiversidade nativa de cada lugar do país, como protegendo fragmentos de vegetação natural que sobreviveram ao crescimento da cidade. O paisagismo, compreendido como intervenção na paisagem, em diferentes escalas e estratos (do ajardinamento à arborização), pode ser uma ferramenta que a um só tempo atende às necessidades estéticas humanas e à necessidade de alimentação e proteção da fauna.

Exemplos de áreas com vegetação nativa nas cidades que tanto servem como áreas de lazer e patrimônio paisagístico como áreas de proteção à flora e fauna incluem, por exemplo, o Parque Estadual do Cocó e o Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba, em Fortaleza, o Parque Estadual das Dunas, em Natal, o Parque Nacional da Tijuca, no Rio de Janeiro, o Parque Estadual Fontes do Ipiranga, em São Paulo, a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) da Mata de Santa Genebra, em Campinas, e muitas outras áreas naturais remanescentes cercadas por zonas urbanas.

Importante também destacar as Áreas de Preservação Permanente (APPs), instituídas pela legislação ambiental brasileira, a qual determina a proteção da vegetação nas margens de rios, lagoas, topos de morros e encostas íngremes. Tais áreas, ambientalmente frágeis dentro das cidades, deveriam, quando possível, ser reflorestadas com árvores nativas como forma de melhorar as condições ambientais em zonas urbanas.

18.4. O problema das espécies exóticas invasoras

Embora o senso comum associe o plantio de árvores a uma ação “ecológica”, há situações nas quais o cultivo de plantas pode, ao contrário, gerar danos ambientais. Isso acontece quando se cultivam espécies exóticas que podem se tornar plantas invasoras. Espécies nativas são aquelas que ocorrem naturalmente em um dado local (por exemplo, nos ambientes naturais ao redor de cada cidade). Já as espécies exóticas são aquelas que não ocorriam naturalmente em dado local, mas foram introduzidas pela ação humana (cultivo ornamental, comercial ou introdução acidental, por exemplo) [10]. Nem todas as espécies exóticas geram danos ambientais, mas algumas exóticas introduzidas passam a se reproduzir sem controle, competindo com as espécies nativas. Ao disputar espaço e recursos com as plantas nativas, elas se tornam problemas ambientais, dificultando a recuperação de áreas degradadas ou reduzindo o espaço disponível para as espécies nativas em áreas mais conservadas.

Diante do cenário global de aumento do desmatamento, reduzindo enormemente a vegetação nativa dos mais diversos biomas, as invasões biológicas são uma ameaça extra, pois, dentro das cidades, as plantas nativas têm pouco espaço para sobreviver, ficando restritas a áreas naturais remanescentes na forma de fragmentos de vegetação. Tais áreas, se ameaçadas por plantas e animais exóticos invasores, tornam-se ainda mais vulneráveis, reduzindo a probabilidade de conservação da biodiversidade nativa no longo prazo. Assim, deve-se evitar, tanto no paisagismo quanto na arborização, o cultivo de espécies exóticas invasoras, por causarem danos ambientais. Infelizmente, várias das árvores cultivadas na arborização de cidades cearenses, como o nim-indiano (*Azadirachta indica*), a castanholeira (*Terminalia catappa*), a acácia-mangium (*Acacia mangium*), a esponjinha (*Albizia lebbbeck*), a leucena (*Leucaena leucocephala*), o algodão da praia (*Hibiscus tiliaceus*), e várias outras, são espécies invasoras que geram graves problemas ambientais [11–14].

18.5. A situação atual da arborização do Ceará

Apesar dos inúmeros benefícios que a arborização traz para as cidades, sua gestão na maioria dos municípios cearenses é caótica. No geral, há menos árvores que o desejável nas ruas, calçadas, parques e praças, e recentemente vem ocorrendo um uso exagerado de palmeiras, que não oferecem o sombreamento desejado no paisagismo de espaços públicos e privados. Ademais, as espécies nativas são pouco cultivadas no estado, onde espécies exóticas invasoras, que causam danos ambientais, como o nim-indiano, castanholeira e leucena, anteriormente citadas, são comuns na arborização.

Some-se ainda o problema generalizado de promover severas mutilações nas árvores, chamando erroneamente esses danos de “procedimentos de poda”.

As podas são procedimentos técnicos para retirada planejada de ramos das plantas, feitas por profissionais treinados com o uso de ferramentas adequadas. Entretanto, o que se tem na prática em quase todas as cidades cearenses são cortes brutais nas árvores, feitos de modo tecnicamente incorreto, por pessoas sem qualificação e usando ferramentas inapropriadas. Esses

procedimentos acabam por mutilar as árvores, deixando-as deformadas e aumentando as chances de seu adoecimento e morte.

Outra questão que merece discussão é o planejamento, implantação e manejo da arborização nas cidades cearenses. Geralmente as prefeituras cultivam intensamente as “plantas da moda”, espécies em evidência em dado momento, tais como *Terminalia catappa*, *Ficus benjamina*, *Azadirachta indica*, etc., que acabaram sendo as espécies de preferência em determinado período, introduzindo pouca diversidade na cidade. Nos últimos anos, cresceu no Ceará o cultivo das exóticas *Tabebuia rosea* e *Terminalia mantali*, ignorando mais uma vez as espécies nativas e perdendo mais uma oportunidade de inserir espécies nativas na arborização do estado.

Além disso, sem os procedimentos de cuidados básicos para com as mudas implantadas (rega, condução, etc.), e o corte corriqueiro de árvores adultas nas cidades, as áreas urbanas tornam-se mal arborizadas. É preciso que as prefeituras tenham melhor planejamento, selecionando espécies nativas adequadas para praças, avenidas, ruas ou outros espaços livres, em função do espaço disponível e de sua compatibilização com a infraestrutura urbana aérea ou subterrânea.

Pretende-se aqui auxiliar a adoção da flora nativa na arborização do estado do Ceará, indicando-se espécies nativas com potencial de cultivo. Trazemos informações a respeito de suas características e atributos formais (porte, arquitetura, etc.), a fim de valorizar, divulgar e proteger a biodiversidade local, por meio da arborização.

18.6. A necessidade de incorporar espécies nativas na arborização

O cultivo de árvores nativas deve ser uma prioridade na arborização das cidades brasileiras. Isso não quer dizer que espécies exóticas (provenientes de outros países ou outras regiões do país) não possam ser cultivadas. Espécies exóticas invasoras realmente não devem ser disseminadas, mas exóticas que não são invasoras podem ser cultivadas sem danos ambientais. A questão contraditória é que nossas cidades são maciçamente arborizadas com espécies exóticas, com baixa diversidade, enquanto as plantas nativas têm presença minoritária, ainda que o país possua uma flora extremamente rica.

O Brasil é o país com o maior número de espécies vegetais do mundo. São mais de 34 mil espécies de angiospermas nativas, das quais mais de 8 mil são árvores, e mais de 600 delas são nativas no Ceará. Isso nos traz uma importante reflexão: com tantas espécies nativas, várias delas com enorme potencial [11,13,15,16], por que em nossas cidades a ampla maioria das árvores são exóticas?

E ainda, por que as espécies invasoras, que competem com as plantas nativas e causam danos à biodiversidade, são ainda cultivadas?

Outro aspecto a se considerar é a rápida perda do conhecimento tradicional e a conexão das pessoas com a biodiversidade nativa. A maioria da população urbana do Ceará convive cotidianamente apenas com as plantas presentes no paisagismo das cidades. Mesmo em áreas rurais, muitos jovens não aprendem a respeito dos nomes e usos das plantas, resultando em uma perda do conhecimento tradicional acerca da biodiversidade nativa. Além disso, o pouco contato com

a natureza parece causar na população uma falta de percepção do tamanho das espécies vegetais em porte pleno (idade adulta), levando a decisões de plantio em locais com espaços insuficientes ao seu adequado desenvolvimento. Isso pode resultar em diversas incompatibilidades com a infraestrutura existente, gerando danos e prejuízos de toda ordem.

Incorporar as árvores nativas em nossa arborização é uma forma de resgatar e manter o conhecimento da população a respeito das plantas de nosso próprio estado.

Para que as pessoas comprem mudas, cultivem e conheçam o mandacaru, juazeiro, aroeira, pau-branco, pitombeira, cajueiro, jatobá, mirindiba e tantas outras espécies, é preciso trazê-las para nossas ruas, jardins e praças, promovendo o convívio das pessoas com elas. Consideramos fundamental que o poder público municipal inclua, em suas equipes técnicas, profissionais que conheçam a vegetação e flora dos ecossistemas naturais dos municípios. É também pertinente a criação de um setor focado na gestão da vegetação e da flora de cada município. Os cursos de graduação em Agronomia, Engenharia Florestal, Biologia, Ciências Ambientais e áreas afins deveriam também propiciar aos estudantes conhecimentos e vivências em relação à flora nativa, de modo a difundir esse conhecimento para aqueles que futuramente poderão ocupar cargos nos entes públicos e, assim, promover a introdução da biodiversidade nativa nas cidades.

18.7. O contexto natural do Ceará: as unidades fitoecológicas do estado

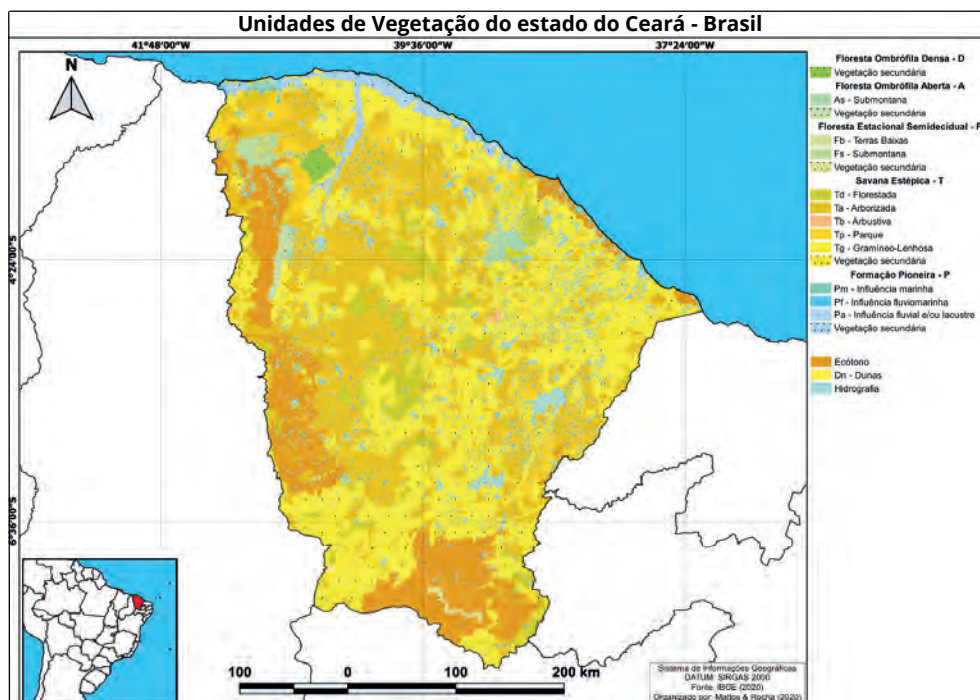
Embora a vegetação de Caatinga seja predominante no Ceará, vários tipos de vegetação se distribuem pelos 148.894 km² de extensão territorial do estado, abrigando, cada tipo vegetacional, uma diversidade de espécies nativas. A vegetação dos municípios costeiros tem espécies diferentes dos municípios do sertão, com caatinga, e dos municípios serranos, com matas úmidas.

A seguir é apresentado um panorama dos tipos de vegetação natural do estado. Posteriormente, fornecemos uma lista de 232 espécies nativas, consideradas com maior potencial para cultivo e possibilidade de utilização no meio urbano. Para os interessados em ler mais a respeito da vegetação do Ceará e se aprofundar no tema, sugerimos consultar o artigo de revisão intitulado “Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará” [17].

O Ceará posiciona-se entre 2,8 e 7,8 graus de latitude sul, em uma área tropical semiárida. A maior parte do estado apresenta clima semiárido quente, estando inserido totalmente no bioma Caatinga. No Ceará existe uma considerável diversidade de tipos de solo, geomorfologias e gradientes climáticos (resultantes do gradiente de chuvas do litoral ao sertão e do efeito da altitude nas serras). Embora o Ceará esteja dentro do bioma ou Domínio Biogeográfico da Caatinga, com predomínio de vegetação de caatinga, há no estado um conjunto diversificado de tipos de vegetação (Figura 1), tais como campos praianos, manguezais, savanas e florestas de tabuleiro, na região costeira, até matas secas e matas úmidas nas serras.

Dentro desse quadro, o Ceará abriga uma diversidade florística considerável, totalizando, em 2025, uma contagem de 2.592 plantas nativas com flores (Angiospermas), das quais 611 são árvores nativas, segundo a base de dados da Flora do Brasil 2020 (Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020 - floradobrasil.jbrj.gov.br), dados certamente subestimados.

Figura 18.1 – Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado do Ceará, região Nordeste do Brasil.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

Dependendo de sua localização, cada município pode abranger diferentes tipos de vegetação e, com isso, terá também diferentes opções de árvores nativas para cultivar. Municípios como Guaramiranga, Pacoti, Meruoca, Tianguá ou Ubajara podem se utilizar de espécies de matas úmidas, enquanto municípios costeiros como Fortaleza, Caucaia, Trairi e Camocim podem selecionar com mais sucesso espécies das florestas costeiras, e municípios das áreas centrais como Quixadá, Sobral, Tauá e Canindé poderiam se valer das espécies típicas da caatinga e matas ciliares.

A seguir, apresentamos uma breve explicação sobre as unidades fitoecológicas do Ceará, para apoiar a compreensão do quadro natural dos tipos de vegetação de nosso estado. Na sequência, disponibilizamos aos leitores uma lista de árvores nativas com potencial para uso na arborização, em diferentes contextos de nosso estado.

18.8. Caatinga

Chamada de caatinga *sensu stricto*, caatinga das áreas cristalinas ou simplesmente caatinga, ela é o tipo de vegetação principal do semiárido brasileiro, e, também, do estado do Ceará.

A caatinga é uma vegetação adaptada ao clima semiárido quente, no qual ocorrem chuvas concentradas em poucos meses (3 a 5 meses), enquanto durante a maior parte do ano praticamente não chove. Assim, na maior parte do Ceará, o clima semiárido faz com que as plantas tenham

que suportar anualmente muitos meses de estiagem e, eventualmente, situações de seca extrema, com chuvas muito reduzidas ao longo de vários anos consecutivos.

Normalmente, a caatinga *sensu stricto* se localiza sobre os solos rasos e pedregosos da Depressão Sertaneja. São áreas de rochas cristalinas muito antigas, não porosas, e que, portanto, não propiciam o acúmulo de água subterrânea. O relevo vem sendo erodido há milhões de anos, resultando em uma região com altitudes moderadas a baixas. Com exceção das serras cristalinas e planaltos sedimentares, a maioria do território cearense caracteriza-se por baixas altitudes, normalmente inferiores a 500 m.

Para sobreviver às limitações de água, a maioria das árvores e arbustos são decíduos, ou seja, perdem as folhas no início da estação seca, a fim de reduzir ou interromper a transpiração foliar, e só geram novas folhas com o retorno das chuvas no ano seguinte. Embora a maioria das plantas seja decídua, algumas espécies, como o juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro*) e a oiticica (*Microdesmia rigida*) mantêm suas folhas o ano todo.

A vegetação de caatinga possui algumas espécies vegetais que são compartilhadas com outras florestas secas da América do Sul, como a Floresta Chiquitana, na Bolívia, e as florestas secas do Pantanal. Plantas como o angico (*Anadenanthera colubrina*), sabonete (*Sapindus saponaria*), e cedro (*Cedrela odorata*), são partilhadas entre a caatinga e outras florestas secas. Mas há também espécies endêmicas, exclusivas da Caatinga, como o mandacaru (*Cereus jamacaru*), o catolé (*Syagrus cearensis*), a barriguda (*Ceiba glaziovii*), e o pau-branco (*Cordia oncocalyx*).

Algumas espécies típicas de caatinga parecem ser bastante apropriadas para uso paisagístico, dentro de um planejamento técnico adequado. Tanto plantas suculentas como os cactos endêmicos, quanto árvores decíduas (que perdem as folhas em parte do ano) e perenifólias (que mantêm as folhas o ano todo) podem ser utilizadas, embora infelizmente poucas dessas espécies estejam de fato sendo cultivadas. O pau-branco é um exemplo de árvore decídua, nativa da caatinga, que tem sido cultivada com sucesso em cidades como Fortaleza e Sobral. No litoral, onde é mais úmido, ou com disponibilidade de irrigação em praças e calçadas, ele se mantém com folhas ao longo do ano todo. Mas mesmo espécies decíduas podem ser utilizadas com sucesso se a composição for adequadamente planejada. Algumas espécies, inclusive, possuem troncos muito vistosos, de interesse estético, a exemplo do mulungu (*Erythrina velutina*), cumaru (*Amburana cearensis*), e a embiratanha (*Pseudobombax marginatum*; *Pseudobombax parvifolium*).

18.9. Carrasco ou caatinga de areia

Além da caatinga típica, temos no Domínio das Caatingas a caatinga de areia, também chamada de caatinga sedimentar ou carrasco, que no sistema de classificação do IBGE, é chamada de “Savana estépica”. O carrasco se constitui em um segundo subtipo de caatinga, adaptado aos terrenos arenosos e profundos das bacias sedimentares como os da Serra da Ibiapaba, na divisa do Ceará com o Piauí, e da Chapada do Araripe, na divisa do Ceará com Pernambuco.

O carrasco compartilha várias espécies com a caatinga do cristalino, como *Cereus jamacaru*, *Xiquexique gounellei*, *Gymnanthes boticario*, *Dalbergia cearensis*, *Piptadenia retusa*, etc. Mas existem também

espécies mais comuns ou são exclusivas dos terrenos arenosos e não ocorrem ou são menos comuns na caatinga típica, como *Jacaranda duckei*, *Godmania dardanoi*, *Lindackeria ovata*, dentre outras.

Algumas espécies são compartilhadas entre o carrasco e as áreas de cerrado (por exemplo, *Handroanthus ocraceus*, *Machaerium acutifolium*, *Pterocarpus villosus* e *P. zehntneri*) ou entre o carrasco e as florestas costeiras do Ceará, como a arapiraca (*Chloroleucon acacioides*), a catanduba (*Pityrocarpa moniliformis*) e o subarbusto *Eumachia depauperata*. O carrasco é, junto com a caatinga das áreas cristalinas, um dos tipos típicos de vegetação do semiárido brasileiro. Espécies como pau-d'arco-amarelo (*Handroanthus ocraceus*), a correia-de-peba (*Platypodium elegans*), a catanduba (*Pityrocarpa moniliformis*) e *Jacaranda duckei*, têm bom potencial para uso paisagístico nos municípios localizados nos planaltos sedimentares do Ceará ou próximo deles.

18.10. Matas úmidas (floresta estacional sempre-verde e floresta estacional semidecidual)

Embora englobado majoritariamente por clima semiárido (normalmente com chuvas abaixo da média de 1000 mm por ano), o Ceará possui lugares com precipitações bem maiores, com média pluviométrica anual superior a 1000 mm, eventualmente maior que 1500 mm. Isso ocorre especialmente nas serras mais próximas do mar, que recebem chuvas mais abundantes em virtude do fenômeno das chuvas de relevo.

Essas serras são terrenos mais elevados, que forçam as massas de ar para cima. Quando sobem, as massas de ar resfriam e perdem capacidade de reter a umidade, ocasionando chuvas mais intensas no lado da serra voltado na direção predominante dos ventos (barlavento). Em razão dessas chuvas de relevo, essas serras abrigam florestas perenifólias, ou seja, florestas que mesmo durante a estação seca não perdem as folhas ou perdem apenas parte da folhagem.

No “sistema de classificação da vegetação brasileira”, do IBGE, essa vegetação é classificada como floresta estacional sempre-verde (em que mais de 80% das árvores mantêm suas folhas na estação seca) ou floresta estacional semidecidual (em que entre 50 e 80% das árvores mantêm sua folhagem na estação seca).

As matas úmidas do Ceará estão localizadas em locais mais altos tanto de serras de origem cristalina (Maranguape, Aratanha, Juá-Conceição, Baturité, Uruburetama e Meruoca), quanto nos terrenos elevados das bacias sedimentares (vertente úmida, ao leste da Serra da Ibiapaba, de Viçosa do Ceará até Ipu, e na vertente norte da Chapada do Araripe). Nessas áreas úmidas encravadas em meio à caatinga, temos a presença de várias espécies da Amazônia e da Mata Atlântica. As matas úmidas, de modo geral, partilham diversas espécies entre si, mas há uma certa diferenciação florística entre aquelas localizadas nas serras cristalinas e nas áreas sedimentares. *Clusia ibiapabensis* e *Clusia noronhae*, por exemplo, só são conhecidas das matas úmidas da Ibiapaba, ao passo que *Vriesea cearensis* só é conhecida nas matas úmidas das serras cristalinas.

Os municípios localizados sobre as serras úmidas (Pacoti, Guaramiranga, Meruoca, Ubajara, Tianguá, etc.), ou próximos delas, podem incorporar na sua arborização diversas espécies marcantes dessas florestas sempre-verdes ou semidecíduas (várias delas também partilhadas pelas matas secas ao redor) como a cajazeira (*Spondias mombin*), pau-d'arco-amarelo (*Handroanthus serratifolius*), caroba (*Jacaranda puberula*), mirindiba (*Terminalia tetraphylla*), visgueiro (*Parkia pendula*), *Clusia noronhae* e tantas outras.

18.11. Matas secas (florestas estacionais decíduas)

Enquanto nos setores mais úmidos das serras cristalinas e chapadas sedimentares temos as matas úmidas, nas partes mais secas dessas serras e chapadas temos as matas secas. Também ocorrem matas secas nas serras cristalinas mais distantes do mar, que recebem menores quantidades de chuvas de relevo em virtude da distância do litoral, bem como ao longo dos trechos mais secos das vertentes da Ibiapaba e do Araripe. São florestas decíduas, em que mais de 50% das árvores perdem as folhas na estação seca, mas que, por terem solos mais desenvolvidos ou maior disponibilidade hídrica que na caatinga típica, alcançam porte considerável, com árvores altas e volumosas.

As matas secas compartilham muitas espécies entre si, mesmo localizadas em pontos distantes do Ceará, e também com as matas ciliares, as matas úmidas e com a caatinga. Também possuem espécies que estão preferencialmente nas matas secas. A aroeira (*Astronium urundeuva*), o pau-branco (*Cordia oncocalyx*), a imburana (*Commiphora leptophloeos*) e o cumaru (*Amburana cearensis*) são exemplos de espécies partilhadas com a caatinga, ao passo que o cocão (*Muelleria obtusa*), ingá (*Inga laurina*), pau-d'óleo (*Copaifera langsdorffii*) e a baraúna (*Schinopsis brasiliensis*) são mais comuns nas matas secas ou nas matas ciliares.

18.12. Cerrados e cerradões (savanas)

O Cerrado é o segundo bioma mais extenso do Brasil (menor apenas que a Amazônia), distribuindo-se especialmente no Brasil Central, além de trechos no Sudeste e Nordeste do país. Possui diversos tipos de vegetação, mas o principal é a vegetação de savana, ou cerrado *sensu stricto*. As savanas se caracterizam por árvores e arbustos relativamente afastados entre si, com uma cobertura de plantas herbáceas entre elas recobrando o solo.

O Cerrado ocorre em climas menos secos que a Caatinga. Mas, em meio ao domínio da Caatinga, é possível encontrar áreas onde a vegetação é savânica e as espécies típicas do Cerrado predominam. Essas áreas misturam espécies típicas da vegetação de Cerrado com outras espécies da Caatinga [18], havendo, entretanto, locais do Ceará cuja flora se aproxima de fato mais de áreas do Brasil Central do que da Caatinga próxima. No Ceará, essas áreas de savana com presença marcante de espécies do Cerrado são encontradas especialmente na Chapada do Araripe, em manchas ao Sul do estado, ao longo da Ibiapaba e em áreas savânicas na região costeira [17,18–20].

Apesar de vários desses cerrados do Ceará já serem colonizados por espécies de vegetação de caatinga, misturadas com espécies de cerrado, elas têm uma presença marcante de espécies muito comuns no Cerrado do Brasil Central, como o cajueiro (*Anacardium occidentale*), a lixeira (*Curatella americana*), a favela (*Dimorphandra gardneriana*), o murici (*Byrsonima crassifolia*), o pequi (*Caryocar coriaceum*), a mangabeira (*Hancornia speciosa*), a caraúba (*Tabebuia aurea*), o pau-terra (*Qualea parviflora*), o amargoso (*Vatairea macrocarpa*) e outras.

Espécies de ampla dispersão no bioma Cerrado conseguem chegar nos encaves de savana em meio ao Ceará e também na região costeira do estado (tanto nos cerrados costeiros, quanto nas matas de tabuleiro), de modo que várias espécies do Cerrado são nativas no Ceará e são boas opções de plantas para cultivo, como o cajueiro, o pequi e a caraúba para arborização de municípios do litoral e interior.

18.13. Matas ciliares e carnaubais

Às margens dos rios que cruzam o estado temos as matas ciliares, geralmente acompanhadas por populações da carnaúba (*Copernicia prunifera*), uma palmeira endêmica do Brasil. Embora circundadas por vegetação decídua de caatinga, as matas ciliares recebem umidade por mais tempo, já que a água escoar dos terrenos mais altos para os fundos dos vales, e possuem solos mais profundos, nos quais parte das plantas, com raízes mais profundas, pode obter água subterrânea do lençol freático. Já na caatinga típica, os solos são normalmente rasos e acumulam pouca água. Por isso, parte das árvores nas matas ciliares são perenifólias, enquanto a caatinga ao redor é decídua.

A carnaúba (*Copernicia prunifera*), a oiticica (*Microdesmia rigida*), o oiti (*Moquilea tomentosa*), o juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro*), a ingá-de-bucha (*Lonchocarpus sericeus*), o muquém (*Albizia inundata*), umarizeira (*Geoffroea spinosa*), a timbaúba (*Enterolobium timbouva*) e o mulungu (*Erythrina velutina*) são bons exemplos de árvores que se distribuem nas matas ciliares, e que poderiam ser incorporadas na arborização das cidades cearenses. Também encontramos esse mesmo conjunto de espécies ao redor das lagoas costeiras rodeadas por carnaúbas, e outras espécies comuns deste ambiente como o gurguri (*Mouriri guianensis*), o jenipapo (*Genipa americana*) e o trapiá (*Cratva tapia*).

Várias das árvores das matas ciliares são boas opções para arborização urbana e já estão em uso em cidades do Ceará, ainda que com baixa frequência.

O oiti é uma das poucas árvores nativas comumente cultivadas, mas oiticicas, joazeiros e timbaúbas são também encontradas eventualmente na arborização das cidades cearenses. Uma espécie com bom potencial para cultivo na arborização é o mulungu, uma árvore de belas flores que alimentam beija-flores e que poderia trazer enormes ganhos ecológicos nas cidades cearenses. Um estudo com o mulungu (*Erythrina velutina*) em áreas urbanas de São Paulo mostrou que suas flores alimentam várias espécies diferentes de aves [21] e que esta espécie pode agregar importantes funções ecológicas nas cidades ao alimentar a fauna. Outra espécie da vegetação ciliar muito recomendável é o trapiá, com abundantes flores melíferas e frutos procurados pela fauna.

O uso da carnaúba em paisagismo tem crescido muito nas cidades cearenses, infelizmente baseado na retirada dessas palmeiras da natureza, tornando-se deste modo uma agressão ambiental, com plantas adultas retiradas de áreas naturais. Fica a esperança de que produtores de mudas possam cultivá-las comercialmente, em vez de retirá-las de seu habitat.

18.14. Complexo vegetacional costeiro

A região costeira do Ceará abriga diversos tipos de vegetação sobre as várias geomorfologias que ocorrem próximas ao mar. As áreas costeiras têm vegetações que variam desde campos até florestas. Logo após o alcance da água nas marés mais altas, temos as superfícies arenosas de deflação. Tais superfícies são ocupadas majoritariamente por vegetação de campos praianos, com espécies herbáceas, e alguns arbustos resistentes ao vento, salinidade e areias móveis, a exemplo

do guajiru (*Chrysobalanus icaco*), murici (*Byrsonima crassifolia*), facheiro (*Pilosocereus cattingicola*), a tripa-de-macaco (*Senna rizziinii*), a jeniparana (*Tocoyena sellowiana*) e outras.

Para além da planície de deflação, encontramos normalmente as dunas, muito comuns na região costeira do Ceará. Parte delas são dunas móveis, não recobertas por vegetação. Mas há também dunas vegetadas, já colonizadas por diversas espécies botânicas que fixam os sedimentos. Dentre as dunas fixas, podemos encontrar algumas com vegetação de campos de dunas e outras com vegetação de floresta e arbustal. Dentre as espécies presentes nas dunas destacamos o joão-mole (*Guapira darwini*), a tatajuba (*Maclura tinctoria*), o pau-d'arco (*Handroanthus impetiginosus*), o pau-ferro-do-litoral (*Chamaecrista ensiformis*), o cajueiro (*Anacardium occidentale*), e a imburana (*Commiphora leptophloeos*).

Após os campos de dunas, chegamos aos tabuleiros costeiros, terrenos planos sobre a formação Barreiras. Ali, temos dois tipos principais de vegetação. As matas de tabuleiro, uma floresta semidecídua (em que entre 20 e 50% das árvores perdem as folhas na estação seca), e as savanas ou cerrados costeiros. As matas de tabuleiro são as florestas de maior porte do litoral do Ceará.

Tanto nas matas de tabuleiro quanto nas florestas de dunas, encontramos várias espécies adaptadas a terrenos arenosos, várias delas muito bonitas e com enorme potencial para uso na arborização, embora muitas ainda não tenham sido testadas na prática. Espécies como as gameleiras (*Ficus caatingae*), a peroba (*Tabebuia roseoalba*), a caraúba (*Tabebuia aurea*), o cajueiro (*Anacardium occidentale*), a pitombeira (*Talisia esculenta*), a mutamba (*Guazuma ulmifolia*), e o xixá (*Sterculia striata*) são exemplos de nativas da região costeira que já são eventualmente cultivadas na arborização cearense. Mas o potencial é muito maior, com diversas espécies adaptadas aos ambientes arenosos que poderiam ser experimentadas no uso paisagístico, como o murici-pitanga (*Byrsonima gardneriana*), o mangue-de-botão (*Conocarpus erectus*), o facheiro (*Pilosocereus cattingicola*), o guajiru (*Chrysobalanus icaco*), o pau-pombo (*Tapirira guianensis*), o jenipapo-bravo (*Tocoyena sellowiana*), dentre várias outras.

Além das florestas de tabuleiro, temos os cerrados costeiros, que são savanas com forte presença de espécies do Cerrado e também da Caatinga [20]. Destes ambientes savânicos podemos testar em cultivo para incorporar na arborização espécies como a janaguba (*Himantanthus drasticus*), o xixá (*Sterculia striata*), a goipuna (*Myrcia splendens*), o farias (*Myrcia tomentosa*), o batiputá (*Ouratea hexasperma*), o puçá (*Mouriri cearensis*) e várias outras.

Esta breve descrição dos tipos de vegetação do estado do Ceará e de algumas espécies encontradas em cada um deles serve para compreender o quadro natural do Ceará e planejar uma arborização ecologicamente adequada a cada setor ambiental do estado. Infelizmente, muitas das plantas indicadas aqui não foram ainda testadas em cultivo. Para algumas delas, não se sabe sequer os protocolos de germinação de sementes e cultivo. Para outras, como o cajueiro, a oiticica, a carnaúba, o angico, etc., já temos mais informações [22], sendo elas já usadas na arborização.

A seguir é apresentada uma lista com 232 espécies nativas do Ceará, algumas delas já testadas e outras ainda por testar na arborização, com o objetivo de incentivar os hortos municipais, estaduais e produtores privados a conhecer, cultivar e valorizar nossa flora nativa. Um estado com centenas de árvores nativas, das quais algumas dezenas já são usadas com sucesso na arborização, não pode ter cidades dominadas por espécies exóticas, muito menos exóticas invasoras como o nim-indiano, a leucena e a castanholeira, que geram danos à nossa biodiversidade [11–13]. Maiores informações sobre as espécies listadas podem ser acessadas na literatura especializada a respeito do tema [22–30].

Tabela 18.1 – Lista de espécies nativas do Ceará indicadas para arborização, organizadas por famílias botânicas e nomes científicos e populares.

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFI	EFr	D	DPr	SC
Anacardiaceae												
<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajeiro	T; Fb	7	33	EA	Bx	Ps	jul-set	set-nov	Zoo	Bx	-
<i>Astroonium fraxinifolium</i> Schott	gonçalo-alves	T; Td; Ta; Fb	12	40	EA	Al	Ps	ago-set	out-jan	Ane	Bx	NA
<i>Astroonium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	aroeira	T; Td; Ta	12	50	EA	Al	C	ago-set	set-nov	Zoo, Ane	Bx	-
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	braúna	Td; Ta	12	50	EA	Al	C	jul-set	dez-mar	Ane	Md	NA
<i>Spondias mombin</i> L.	cajazeira	T; D; A; F; Td; Ta; Fb	12	50	EA	Bx	Ps/C	set-nov	jan-mar	Zoo	Bx	-
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	umbuzeiro	T	5	40	EA	Bx	Ps/C	set-nov	jan-mar	Zoo	Bx	-
Annonaceae												
<i>Annona glabra</i> L.	araticum-do-brejo	Fb	7	25	C	Me	Ps	nov-fev	out-mar	Zoo	Bx	NA
<i>Annona montana</i> Macfad.	araticum	D; A; F	6	30	C	Bx	Ps	set-nov	jan-mar	Zoo	Bx	-
<i>Duguetia</i> sp.	mium	D; A; F; Fb	4	15	C	Al	Ps	mar-maio	jun-jul	Zoo	Md	-
<i>Ephedranthus piscarpus</i> R.E.Fr.	cunduru	D; A; F; Td; Ta	6	15	C	Al	Ps	set-nov	fev-maio	Zoo	Md	-
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	imbiriba	D; A; F	6	25	C	Me	Ps	out-dez	jul-set	Zoo	Al	-
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	imbiriba	T; Fb	7	15	C	Bx	Ps	jul-ago	out-dez	Zoo	Al	-
Apocynaceae												
<i>Aspidosperma castroanum</i> A.C.D.Castello	piquiá	T; Td; Ta	12	18	C	Al	Ps	jan-maio	set-dez	Ane	Bx	-
<i>Aspidosperma multijlorum</i> A.DC.	piquiá-preto	T; Td; Ta	12	16	C	Al	Ps	set-dez	fev-maio	Ane	Bx	-
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	pereiro	T; Td; Ta; Fb	9	28	C	Al	C	jan-mar	ago-out	Ane	Bx	-
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	piquiá	T; Td; Ta	12	25	C	Al	Ps	jan-mar	ago-out	Ane	Me	-
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	mangaba	T; Fb	6	20	C	Bx	Ps	set-dez	dez-fev	Zoo	Me	-
Araliaceae												
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	morototó	D; A; F	15	40	EA	Me	Ps	mar-maio	ago-out	Zoo/Aut	Me	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFI	EFr	D	DPr	SC
Areaceae												
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	macaúba	D; A; F	10	30	EA	Bx	Ps	abr-jun	nov-fev	Zoo/Aut	Me	-
<i>Acrocomia intumescens</i> Drude	macaúba	D; A; F; Fb	8	40	EA	Bx	Ps	abr-jun	out-jan	Zoo	Me	-
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	babaçu	D; A; F; Td; Ta; Fb	8	40	EA	Bx	Ps	abr-jun	out-jan	Zoo/Aut	Bx	-
<i>Copernicia pruriifera</i> (Mill.) H.E.Moore	carnaúba	T; D; A; F; Fb	8	28	C	Al	Ps	jul-set	nov-mar	Zoo/Aut	Bx	-
<i>Geonoma pohlana</i> Mart.	guaricana	D; A	3	15	C	Al	Ps	-	-	Zoo	Al	-
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	buriti	D; A; F; Td; Ta; Fb	10	45	EA	Al	Ps	jul-ago	nov-fev	Zoo/Aut	Me	-
<i>Syagrus cearensis</i> Noblick	coco-babão	D; A; F; Td; Ta; Fb	7	14	C	Bx	Ps	set-nov	dez-fev	Zoo	Bx	-
Bignoniaceae												
<i>Cybistax antipathitica</i> (Mart.) Mart.	caroba-verde	T	9	30	C	Me	Sc	set-nov	dez-fev	Ane	Bx	-
<i>Godmania dardanoi</i> (J.C.Gomes) A.H.Gentry	chifre-de-carneiro	T; Td; Ta	6	20	C	Me	Sc	jun-jul	jul-ago	Ane	Me	NA
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	pau-d'arco-taipoca	T; Td; Ta	12	35	C	Me	Sc	set-nov	nov-fev	Ane	Bx	-
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	pau-d'arco-branco	T; Fb	15	35	C	Al	Sc	out-nov	dez-fev	Ane	Bx	NA
<i>Handroanthus impiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	pau-d'arco-roxo	T; D; A; F; Td; Ta; Fb;	12	60	C	Al	Sc	jun-jul	set-nov	Ane	Bx	AM
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	pau-d'arco-amarelo	T; Td; Ta	10	30	C	Al	Sc	set-nov	nov-fev	Ane	Bx	-
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	pau-d'arco-amarelo	D; A; F; Td; Ta; Fb	25	60	C	Al	Sc	nov-jan	jan-fev	Ane	Bx	-
<i>Jacaranda brasiliiana</i> (Lam.) Pers.	jacarandá	T; Fb;	7	25	C	Me	Sc	set-nov	dez-fev	Ane	Bx	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Jacaranda duckeii</i> Vattimo	carobinha	T; Td; Ta; Fb	10	30	C	Bx	Sc	mar-maio	jun-ago	Ane	Bx	-
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	caroba	D; A; F	10	35	EA	Me	Sc	jan-mar	abr-jun	Ane	Me	NA
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	caráuba	T; D; A; F; Fb	16	35	C	Al	Sc	ago-out	nov-fev	Ane	Bx	-
<i>Tabebuia roseoulba</i> (Ridl.) Sandwith	peroba	Td; Ta; Fb	11	35	C	Me	Sc	set-nov	dez-fev	Ane	Bx	-
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	pau-d'arco-sapucaia	T; D; A; F; Td; Ta	15	40	EA	Bx	Sc	jun-jul	ago-out	Ane	Bx	VU
Bixaceae												
<i>Cochlospermum nitidifolium</i> (Willd.) Spreng.	pacotê	T; Td; Ta; Fb	12	25	C	Bx	C	set-out	out-dez	Ane	Me	-
Burseraceae												
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	imburana	T; Td; Ta; Fb	8	35	EA	Bx	C	dez-fev	mar-maio	Zoo	Bx	-
Cactaceae												
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	mandacaru	T; D; A; F; Td; Ta; Fb	6	30	EA	Bx	Não se aplica	jan-abr	mar-maio	Zoo	Bx	-
<i>Pilosocereus calingicola</i> subsp. <i>salvadorensis</i> (Werderm.) Zappi.	facheiro	T; Fb	6	20	EA	Me	Não se aplica	fev-maio	mar-jun	Zoo	Bx	-
<i>Pilosocereus chrysoetele</i> subsp. <i>cearensis</i> P.J.Braun & Esteves	facheiro	T; Td; Ta	6	20	EA	Me	Não se aplica	fev-maio	mar-jun	Zoo	Bx	-
<i>Pilosocereus pacycladus</i> subsp. <i>pernambucoensis</i> (Ritter) Zappi	facheiro	T; Td; Ta	6	20	EA	Me	Não se aplica	fev-maio	mar-jun	Zoo	Bx	-
Cannabaceae												
<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	periquiteira	D; A; F; Fb	8	30	EA	Bx	Ps	out-dez	dez-maio	Zoo	Bx	-
Capparaceae												
<i>Craterea tapia</i> L.	trapia	T; D; A; F; Td; Ta; Fb	8	30	C	Me	Ps/C	ago-nov	jan-maio	Zoo	Bx	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFr	D	DPr	SC
Caricaceae											
<i>Jacaratiá spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	jaracatiá	D; A; F; Td; Ta, Fb	15	60	EA	Bx	Ps	set-nov	jan-mar	Zoo	Bx NA
Caryocaraceae											
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	piqui	T	11	35	EA	Al	Ps	set-nov	dez-fev	Zoo	Bx NA
Chrysobalanaceae											
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	guajiru	D; A; F; Fb	5	20	C	Al	Ps	ago-dez	ago-fev	Zoo	Me -
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	açoita-cavalo	T; Fb	10	20	EA	Al	Ps	jul-ago	ago-set	Zoo	Me -
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	açoita-cavalo	T; D; A; F	15	40	EA	Al	Ps	nov-jan	dez-mar	Zoo	Me -
<i>Microdesmia rigida</i> (Benth.) Sothers & Prance	oitica	T; D; A; F; Fb	10	60	EA	Al	Ps	jul-out	nov-fev	Zoo	Me -
<i>Moquilha tomentosa</i> Benth.	oiti	D; A; F	12	40	C	Al	Ps	jun-ago	dez-mar	Zoo	Bx -
Clusiaceae											
<i>Clusia ibiapabensis</i> A. C. Alencar & A. S. Farias-Castro	mangue	D; A; F	5	25	EA	Me*	Ps	dez-abr	mar-maio	Zoo	Me -
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	orelha-de-burro	D; A; F	5	20	EA	Al	Ps	set-nov	jan-maio	Zoo	Me -
<i>Clusia nogueirae</i> A. C. Alencar & A. S. Farias-Castro	mangue	D; A; F	5	25	EA	Me*	Ps	dez-abr	mar-maio	Zoo	Me -
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	bacupari	D; A; F	15	20	EA	Al	Ps	set-nov	nov-fev	Zoo	Me -
Cordiaceae											
<i>Cordia bicolor</i> A.DC.	chapéu-de-sol	D; A; F	11	30	EA	Bx	Ps	set-out	dez-fev	Zoo	Bx -
<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A.DC.	frei-jorge-louro	T; Td; Ta	9	35	C	Me	Sc	jun-ago	set-nov	Ane	Bx -
<i>Cordia glazioviana</i> (Taub.) Gottschling & J.S.Mill.	pau-branco-louro	T; Td; Ta	12	35	EA	Al	Sc	mar-maio	dez-fev	Ane	Bx -

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Cordia alliodora</i> Allemão	pau-branco	T; D; A; F; Td; Ta; Fb	7	35	C	Al	Sc	mar-maio	jun-ago	Ane	Me	-
<i>Cordia toquere</i> Aubl.	jangada	D; A; F; Td; Ta; Fb	12	40	EA	Bx	Ps	jan-mar	abr-jun	Zoo	Bx	-
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	frei-jorge	T; D; A; F; Td; Ta	15	40	C	Al	Ps/C	jun-jul	ago-out	Ane	Bx	-
Combretaceae												
<i>Conocarpus erectus</i> L.	mangue-de-botão	Fb	5	20	C	Al	Sc	jun-jul	ago-fev		Me	-
<i>Terminalia corrugata</i> (Ducke) Gere & Boatwr.	mirindiba	T	8	40	EA	Me	Sc	ago-out	abr-jun	Zoo	Me	-
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	chapada	T	8	40	EA	Al	Sc	ago-out	mar-jun	Ane	Me	-
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	chapada	T; D; A; F	12	45	EA	Al	Sc	jul-set	mar-maio	Ane	Me	-
<i>Terminalia mameluco</i> Pickel	mameluco	D; A; F	25	50	EA	Al	Sc	set-nov	jun-ago	Ane	Me	-
<i>Terminalia tetraphylla</i> (Aubl.) Gere & Boatwr.	mirindiba	D; A; F; Fb	13*	40*	EA	Bx*	Sc	set-nov	mar-maio	Zoo	Me	-
Ebenaceae												
<i>Diospyros inonstans</i> subsp. <i>obovata</i> (Mart. ex Miq.) B.Walln.	fruta-de-cabra	T; Td; Ta; Fb	7	30	C	Al	Ps	jul-nov	out-dez	Zoo	Me	-
Fabaceae												
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	camunzé-bravo	D; A; F	20	45	EA	Al	Ps	set-nov	jan-abr	Aut	Bx	-
<i>Albizia inudata</i> (Mart.) Barneby & J.W.Grimes	muquém, canafistula	T; D; A; F	6	40	EA	Me	Ps	jul-set	nov-fev	Aut	Bx	-
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	angico-branco	D; A; F	15	50	EA	Bx	Ps	out-jan	set-out	Aut	Bx	NA
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	camunzé	D; A; F; Td; Ta	14	40	EA	Bx*	Ps	jun-ago	nov-jan	Aut	Bx	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFi	EFr	D	DPr	SC
<i>Amburana cearensis</i> (Allenão) A.C.Sm.	cumaru	T; Td; Ta	8	40	EA	Me	C	jun-jul	ago-out	Ane	Bx	AM
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cébil</i> (Griseb.) Altschul	angico	T; Td; Ta	9	40	EA	Al	Sc	set-nov	mar-maio	Aut	Bx	-
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	angelim	D; A; F	12	35	EA	Al	Ps	maio-jul	out-dez	Zoo	Al	-
<i>Andira inermis</i> (W.Wright) DC.	angelim	D; A; F; Fb	12	35	EA	Al	Ps	maio-jul	out-jan	Zoo	Al	-
<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Amshoff	angelim	D; A; F; Fb	13	40	EA	Al	Ps	abr-ago	dez-fev	Zoo	Al	-
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	jataí	Fb	9	25	C	Al*	Ps	set-nov	dez-fev	Ane	Me	VU
<i>Bauhinia chellantha</i> (Bong.) Steud.	mororó	T; Td; Ta	5	20	C	Me*	C	fev-abr	maio-jun	Aut	Bx	-
<i>Bauhinia forficata</i> Link	mororó	D; A; F	7	30	C	Me	Ps	jan-mar	maio-jun	Aut	Bx	-
<i>Bomdichia virgilioides</i> Kunth	sucupira	T	12	30	C	Al	Sc	set-nov	dez-fev	Ane	Me	AM
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrاد.) Schrad. ex DC.	chorão	D; A; F	11	40	EA	Bx	Ps	dez-fev	mar-maio	Aut	Me	-
<i>Cassia grandis</i> L.f.	canafístula	D; A; F	12	50	EA	Me	Sc	jun-set	out-dez	Aut	Bx	-
<i>Cenostigma bracteosum</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	catingueira	T; Td; Ta; Fb	11	32	EA	Al*	C	jan-jul	jun-ago	Aut	Bx	-
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	canela-de-velho; caneleiro	T; Td; Ta	12	40	EA	Me	Sc	jan-maio	jul-set	Aut	Bx	-
<i>Cenostigma nordestinum</i> Gagnon & G.P. Lewis	catingueira	T; Td; Ta	11	32	EA	Al*	C	jan-jul	jun-ago	Aut	Bx	-
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	catingueira	T; Td; Ta	7	32	EA	Al	C	jan-jul	jun-ago	Aut	Bx	-
<i>Centrobium microchaete</i> (Mart. ex Benth.) H.C.Lima	pitiniju; pitinijuba	D; A; F	14	40	EA	Al	Ps	mar-maio	set-dez	Ane	Me	-
<i>Chloroleucon acacioides</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	arapiraca	D; A; F; Td; Ta; Fb	9	25	EA	Bx	C	jan-maio	jun-ago	Aut	Bx	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G.P.Lewis	arapiraca	T; D; A; F	9	25	EA	Bx	C	jan-maio	jun-ago	Aut	Bx	-
<i>Copaifera arenicola</i> (Ducke) J.Costa & L.P. Queiroz	pau-d'óleo	Fb	7	40	EA	Me	Ps	dez-fev	jun-ago	Aut	Al	-
<i>Copaifera duckei</i> Dwyer	pau-d'óleo	D; A; F	10	40	EA	Me	Ps	nov-fev	set-dez	Zoo	Al	-
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	pau-d'óleo	D; A; F	12	65	EA	Me	Ps	nov-fev	set-dez	Zoo	Al	-
<i>Copaifera martii</i> var. <i>rigida</i> (Benth.) Ducke	pau-d'óleo	T; Fb	12	40	C	Me	Ps	nov-fev	set-dez	Aut	Al	-
<i>Dalsteddia araripensis</i> (Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	angelim	T; Fb	6	25	C	Al	Sc	ago-nov	dez-jun	Ane	Me	-
<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke	pau-violeta	T; Td; Ta	6	20	C	Al	C	jan-mar	jun-ago	Ane	Al	-
<i>Dinorphanandra garthneriana</i> Tul.	favela; faveira	T	12	35	EA	Al	Ps	nov-fev	jun-ago	Aut	Me	-
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	tamboril	D; A; F; Td; Ta	20	100	EA	Bx	Sc	set-nov	jun-jul	Aut	Bx	-
<i>Enterolobium timbouma</i> Mart.	timbaúba	T; D; A; F; Td; Ta; Fb	12	80	EA	Bx	Sc	maio-nov	maio-nov	Aut	Bx	-
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	mulungu	T; D; A; F; Td; Ta; Fb	10	55	C	Bx	Sc	set-nov	dez-fev	Aut	Bx	-
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	marizeira	T; Fb; Fs; Fb	9	40	EA	Al	Ps/C	nov-jan	mar-maio	Zoo	Bx	-
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	D; A; F; Fb	13	50	EA	Al	Ps	set-fev	nov-abr	Aut	Bx	NA
<i>Hymenaea eriogone</i> Benth.	jatobá	T; D; A; F	10	30	EA	Al	Ps	mar-maio	jun-ago	Aut	Bx	-
<i>Hymenaea maritima</i> Hayne	jatobá	T; D; A; F; Fb	13	65	EA	Al	Ps	mar-maio	jun-ago	Aut	Bx	NA
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	jatobá	T	8	40	EA	Al	Ps	set-fev	nov-fev	Aut	Bx	-
<i>Inga affinis</i> DC.	ingazeira	D; A; F; Fb	7	25	EA	Me	Ps	set-mar	abr-jun	Zoo	Bx	-
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	ingazeira	D; A; F	8	45	EA	Bx	Ps	set-mar	abr-jun	Zoo	Bx	-
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	ingai	D; A; F; Td; Ta; Fb	15	45	EA	Me	Ps	ago-dez	nov-fev	Zoo	Bx	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFl	EFr	D	DPr	SC
<i>Inga marginata</i> Willd.	ingazeira	D; A; F	10	40	EA	Bx	Ps	jul-set	nov-fev	Zoo	Bx	-
<i>Leptolobium dasy carpum</i> Vogel	milhomens	T; Fb	5	25	C	Me	Ps	fev-abr	maio-ago	Ane	Al	-
<i>Lilidibia juca</i> (Glaz.) F.G.Oliveira & L.P.Queiroz	jucá	T; Fb; Fs; Td; Ta; Fb	7	25	C	Al	Ps/C	fev-maio	ago-jan	Aut	Bx	-
<i>Lilidibia parvifolia</i> (Benth.) F.G.Oliveira & L.P.Queiroz	pau-ferro	D; A; F	15	40	C		Ps	nov-jan	maio-ago	Aut	Bx	-
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	ingá-de-bucha	T; D; A; F; Td; Ta	15	50	EA	Me	Ps	out-fev	jun-ago	Aut	Bx	-
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	violete	T; D; A; F	11	45	EA	Al	Ps	nov-jan	mar-maio	Ane	Me	-
<i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	angelim	D; A; F	9	20	C	Al	Sc	out-dez	jun-jul	Ane	Me	-
<i>Muelleria obtusa</i> (Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	coção	Td; Ta	8	25	C		Sc	mar-maio	ago-nov	Ane	Me	-
<i>Myroxylon peruijerum</i> L.f.	bálsamo	T; D; A; F	15	40	EA	Al	Sc	set-nov	jan-mar	Ane	Me	NA
<i>Ormoxia stipularis</i> Ducke	cajarana-brava	D; A; F	10	35	EA	Me	Ps	jul-ago	out-dez	Aut	Me	-
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M.P.Lima & H.C.Lima	angico-bravo	Td; Ta	10	35	EA	Al	Sc	set-dez	jun-ago	Aut	Bx	-
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	visgueiro	D; A; F	25	90	EA	Al	Ps	ago-out	dez-mar	Aut	Me	-
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	visgueiro; faveira	T; Fb	13	45	EA	Al	Ps	jul-jan	out-mar	Aut	Me	-
<i>Peltogyne confertiflora</i> (Mart. ex Hayne) Benth.	miolo-roxo	T; Td; Ta	15	40	EA	Al	Ps	jun-jul	set-nov	Aut	Bx	NA
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	catanduba	T; Td; Ta; Fb	8	30	C	Al	Ps	nov-jan	maio-ago	Aut	Bx	-
<i>Platymenia reticulata</i> Benth.	acende-candeia	T; Fb	7	30	EA	Me	Sc	nov-jan	mar-maio	Aut	Me	NA
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	rabugeira	D; A; F	15	40	C	Al	Ps	ago-out	mar-maio	Ane	Bx	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFi	EFr	D	DPr	SC
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	correia-de-peba	T; Td; Ta	10	40	C	Al	Sc	set-nov	maio-ago	Ane	Me	-
<i>Poeppigia densiflora</i> Tul.	pau-de-inchó	T; D; A; F; Td; Ta	5	20	C	Al	Sc	out-jan	fev-maio	Ane	Me	-
<i>Pterocarpus villosus</i> (Mart. ex Benth.) Benth.	pau-de-sangue	Td; Ta	5	20	C	Me	Sc	dez-fev	jul-out	Ane	Me	-
<i>Pterocarpus zehntneri</i> Harms	pau-de-sangue	T; Td; Ta	8	30	C	Me	Sc	out-fev	jul-out	Ane	Me	-
<i>Pterodon abruptus</i> (Moric.) Benth.	amarelo	T; Td; Ta	8	30	C	Al	Sc	mar-maio	jul-set	Ane	Me	-
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	sucupira-branca	T; Td; Ta	12	35	C	Al	Sc	set-nov	mar-maio	Ane	Me	-
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	madeira-nova	T; Fb; Fs	10	40	EA	Al	Ps	dez-mar	out-dez	Ane	Bx	NA
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	bordão-de-velho	D; A; F; Td; Ta; Fb	11	25	EA	Al	Sc	dez-fev	mar-maio	Zoo	Bx	-
<i>Sema spectabilis</i> var. <i>exelsa</i> (Schrad.) H.S.Irwin & Barneby	canafistula	T; Td; Ta	7	25	EA	Me	Ps	fev-maio	jun-ago	Aut	Me	-
<i>Snartzia psilonema</i> Harms	banha-de-galinha	T; ; Td; Ta	10	35	EA	Al	Sc	nov-fev	mar-maio	Aut	Me	-
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	carvoeiro	T	7	30	EA	Al	Ps	jul-ago	out-dez	Ane	Me	-
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	amargoso	T; Fb	10	40	EA	Al	Sc	jul-set	nov-dez	Ane	Me	-

Humiriaceae

<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) A.St.-Hil.	umiri	T; D; A; F; Fb	12	35	C	Al	Ps	maio-set	out-jan	Zoo	Me	-

Lamiaceae

<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	orelha-de-onça	T; Td; Ta	6	25	EA	Bx	Ps	out-jan	fev-maio	Zoo	Me	-
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	tamanqueira	T; Fb	4	15	C	Bx	Ps	out-jan	fev-maio	Zoo	Me	-
<i>Vitex capitata</i> Vahl	tarumã	D; A; F; Td; Ta; Fb	6	25	EA	Me	Ps	nov-jan	fev-maio	Zoo	Bx	-
<i>Vitex panshiniana</i> Moldenke	tarumã	D; A; F	8	30	EA	Me	Ps	ago-nov	nov-mar	Zoo	Bx	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Vitex polygama</i> Cham.	tatumã	T; D; A; F; Fb	9	35	EA	Me	Ps	maio-jul	ago-nov	Zoo	Bx	-
Lauraceae												
<i>Aionia saligna</i> Meisn.	louro	D; A; F	12	40	EA	Bx	Ps	ago-nov	dez-fev	Zoo	Al	-
<i>Ocotea candelulata</i> (Rich.) Mez	louro	D; A; F; Fb	8	30	EA	Bx	Ps	mar-maio	dez-fev	Zoo	Al	-
<i>Ocotea fasciculata</i> (Nees) Mez	louro	Fb; Fs	8	28	EA	Bx	Ps	ago-dez	mar-maio	Zoo	Al	-
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	abacate-bravo	D; A	14	40	EA	Bx	Ps	maio-out	ago-mar	Zoo	Al	-
<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	louro	D; A; F	7	30	EA	Bx	Ps	out-jan	maio-jul	Zoo	Al	-
<i>Ocotea nitida</i> (Meisn.) Rohwer	louro	D; A; F;	8	30	EA	Bx	Ps	dez-mar	jul-nov	Zoo	Al	-
Lecythidaceae												
<i>Gustavia augusta</i> L.	juparana	D; A; F	8	25	EA	Me	Ps	ago-nov	dez-maio	Zoo	Me	-
Lythraceae												
<i>Lafouisia leptocarpa</i> Koehne	romã-do-mato	D; A; F; Fb	8	28	C	Me	Ps	jun-ago	set-nov	Aut	Me	-
Malpighiaceae												
<i>Byrsonima crista</i> A.Juss.	murici-de-porco	D; A; F	12	35	EA	Me	Ps	jun-ago	set-nov	Zoo	Al	-
<i>Byrsonima gardneriana</i> A.Juss.	murici-pitanga	T; Fb	7	25	C	Me	Ps	set-dez	jan-abr	Zoo	Al	-
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	murici-pitanga	T; D; A; F; Fb	13	40	C	Al	Ps	out-fev	fev-maio	Zoo	Al	-
Malvaceae												
<i>Apeiba tiburbon</i> Aubl.	piúba; jangada	D; A; F	13	40	EA	Bx	Ps	fev-maio	set-dez	Aut	Me	-
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K.Schum.	barriguda	D; A; F; Td; Ta	16	50	EA	Me	Sc	jul-set	nov-jan	Ane	Bx	-
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	mutamba	T; D; A; F; Td; Ta; Fb	12	40	C	Bx	Ps	set-dez	set-mar	Zoo	Bx	-
<i>Laebea paniculata</i> Mart.	açoita-cavalo	Fb	10	30	EA	Me	Ps	set-dez	mar-maio	Ane	Me	-
<i>Pachira cearensis</i> (Ducke) Carv.-Sobr. & Dorr	paineira	D; A; F; Fb	12	40	EA	Bx	Ps	jun-jul	set-dez	Ane	Bx	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A.Robyns	embiratanha	T; Td; Ta; Fb	9	35	EA	Bx	Ps/C	jun-jul	set-nov	Ane	Bx	NA
<i>Pseudobombax parvifolium</i> Carv.-Sobr. & L.P.Queiroz	embiratanha	T	8	35	EA	Bx	Ps/C	maio-jan	abr-jul	Ane	Bx	-
<i>Ptergota brasiliensis</i> Allemão	piroá	D; A; F	25	65	EA	Bx	Ps	set-nov	maio-jul	Ane	Bx	-
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	xixá	T; Td; Ta; Fb	11	45	EA	Me	Sc	jul-set	nov-mar	Zoo	Bx	-
Melastomataceae												
<i>Mouriri carensis</i> Huber	manipuçá	Fb	7	25	C	Al	Ps	out-fev	jan-set	Zoo	Al	-
<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.	gurguri	D; A; F; Fb	6	20	C	Al	Ps	set-fev	nov-abr	Zoo	Al	-
<i>Mouriri pusa</i> Gardner	puçá	T	6	25	C	Me	Ps	jul-out	out-fev	Zoo	Al	-
Meliaceae												
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	D; A; F	27	75	EA	Me	Ps	ago-set	jun-ago	Ane	Bx	VU
<i>Cedrela odorata</i> L.	cedro	D; A; F; Fb	20	60	EA	Me	C	dez-fev	fev-jun	Ane	Bx	VU
<i>Gnarcus guidonia</i> (L.) Sleumer	jító	D; A; F	12	50	EA	Al	Ps	jul-out	out-jan	Zoo	Me	-
Moraceae												
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	inharé	T; T; Td; Ta; Fb	7	30	EA	Me	Sc	ago-nov	out-jan	Zoo	Me	-
<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	inharé-preto	D; A; F	7	30	EA	Me	Ps	ago-nov	out-jan	Zoo	Me	NA
<i>Ficus caatingae</i> R.M.Castro	gameleira	T; Fb	10	45	EA	Bx	Ps	maio-jul	ago-fev	Zoo	Me	-
<i>Ficus elliptica</i> S.Moore	gameleira	D; A; F; Fb	8	40	EA	Bx	Ps	maio-jul	ago-fev	Zoo	Me	-
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth	gameleira	D; A; F; Td; Ta	13	60	EA	Bx	Ps	maio-jul	ago-fev	Zoo	Me	-
<i>Machra tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	tatajuba	T; D; A; F; Td; Ta; Fb	12	30	EA	Al	Ps	dez-mar	dez-mar	Zoo	Me	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFi	EFr	D	DPr	SC
Myrtaceae												
<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	guabiraba	T; Fb	6	18	C	Al	Ps/C	jan-mar	abr-jun	Zoo	Me	NA
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	guabiraba	D; A; F	9	35	EA	Al	Ps	jan-mar	abr-jun	Zoo	Me	-
<i>Eugenia azeda</i> Sobral	ubaia-de-cachorro	Fb	8	25	C	Al	Ps	jun-ago	nov-mar	Zoo	Bx	-
<i>Eugenia florida</i> DC.	guamirim	D; A; F	7	20	C	Al	Ps	jan-set	abr-dez	Zoo	Bx	NA
<i>Eugenia luschnathiana</i> (O.Berg) Klotzsch ex B.D.Jacks.	ubaia	Fb	7	20	C	Me	Ps	jan-mar	mar-maio	Zoo	Bx	-
<i>Eugenia stictopetala</i> Mart. ex DC.	maria-preta	Td; Ta; Fb	5	20	C	Al	Ps	fev-maio	jun-ago	Zoo	Me	-
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	tigilinga	D; A; F; Fb	5	20	C	Al	Ps	nov-jan	jan-maio	Zoo	Bx	NA
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	fárias; goiabinha	D; A; F; Fb	5	20	C	Al	Ps	set-nov	jan-maio	Zoo	Bx	-
<i>Myrcianthes cruciata</i> M.Ibrahim & Proença	mameluco-louro; vermelhão	D; A; F	10	40	EA	Me	Ps	jan-mar	abr-jun	Zoo	Me	-
<i>Psidium oligospermum</i> Mart. ex DC.	goiaba-de-jacu	Fb	4	16	C	Al	Ps	mar-maio	set-dez	Zoo	Me	-
<i>Psidium sartorianum</i> (O.Berg) Nied.	araçá	D; A; F	12	30	C	Me	Ps	jun-ago	set-nov	Zoo	Me	NA
Nyctaginaceae												
<i>Guapira darwinii</i> (Hemsl.) E.C.O.Chagas & Costa-Lima	joão-mole	T; Td; Ta; Fb	8	30	EA	Bx	Ps/C	set-nov	jan-mar	Zoo	Me	-
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	pau-piranha	T; D; A; F; Td; Ta; Fb	10	30	C	Al	Ps	dez-fev	jan-abr	Zoo	Me	-
Opiliaceae												
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miels ex Benth. & Hook.f.	pau-marfim	T; Fb	8	20	EA	Al	Sc	jul-set	dez-mar	Zoo	Me	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFI	EFr	D	DPr	SC
Phytolaccaceae												
<i>Galleia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	pau-d'alho; bodeiro	D; A; F	13	80	EA	Me	Ps	mar-maio	ago-out	Ane	Me	-
Podocarpaceae												
<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch ex Endl.	pinheiro	D; A; F	8	40	EA	Bx	Ps	-	-	Zoo	Al	NA
Polygonaceae												
<i>Raprechtia laxiflora</i> Meisn.	tubibeira	Fb; Fs; Td; Ta	12	55	EA	Me	Ps	nov-jan	abr-jun	Ane	Me	-
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	pajú	D; A; F; Td; Ta	8	35	C	Me	Sc	jun-ago	set-dez	Ane	Bx	-
Primulaceae												
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	pororoca, mium-de-sangue	D; A; F	10	30	EA	Al	Ps	nov-jan	abr-jun	Zoo	Me	-
Proteaceae												
<i>Roupala montana</i> Aubl.	carne-de-lata	T	8	30	C	Al	Ps	set-dez	dez-mar	Ane	Me	-
<i>Roupala paulensis</i> Sleumer	carne-de-lata	D; A; F	12	35	EA	Al	Ps	out-jan	dez-fev	Ane	Me	-
Rhamnaceae												
<i>Colubrina glandulosa</i> subsp. <i>reitzii</i> (M.C.Johnst.) Borhidi	sabiá-da-serra	D; A; F; Td; Ta	13	40	EA	Al / Me	Ps	jun-ago	dez-fev	Zoo	Bx	-
<i>Sarcomphalus juazeiro</i> (Mart.) Hausschild	juazeiro	T; D; A; F; Td; Ta; Fb	7	40	C	Me	Ps	set-dez	mar-maio	Zoo	Bx	-
Rubiaceae												
<i>Akeis pickelii</i> Pilg. & Schmale	coção	Fb	10	40	EA	Me	Ps	nov-fev	abr-set	Ane	Me	-
<i>Genipa americana</i> L.	jenipapo	Fb; D; A; F	10	50	EA	Me	Ps	set-fev	nov-maio	Zoo	Bx	NA
<i>Guetaria platypoda</i> DC.	angelca	T; ; Td; Ta; Fb	4	18	C	Al	Ps	nov-fev	maio-jul	Zoo	Me	-
<i>Guetardia viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	angelca, bamboneira	D; A; F; T	5	20	C	Al	Ps	nov-fev	maio-jul	Zoo	Me	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFl	EFr	D	DPr	SC
<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	erva-de-rato	D; A; F	4	12	EA	Bx	Ps	dez-maio	mar-ago	Zoo	Me	-
<i>Simira gardneriana</i> M.R.V.Barbosa & Peixoto	pereiro-de-tinta	T; Td; Ta	5	20	C	Me	Ps	dez-mar	maio-jul	Ane	Me	AM
<i>Toocyna formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	jenipapo-bravo	T; Td; Ta; Fb	4	12	C	Me	Ps	dez-mar	maio-jul	Zoo	Bx	-
<i>Toocyna sellowiana</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	jenipapo-bravo	D; A; F; Td; Ta; Fb	4	12	C	Me	Ps	jan-abr	jun-out	Zoo	Bx	NA
Rutaceae												
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	coção	D; A; F	5	25	EA	Me	Ps	mar-maio	jul-set	Aut	Me	-
<i>Pilocarpus trachylophus</i> Holmes	jaborandi	D; A; F; Td; Ta	4	15	C	Me	Ps	mar-maio	jul-set	Aut	Me	AM
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	limãozinho	D; A; F; Fb	9	30	EA	Bx	Ps	out-fev	abr-jun	Zoo	Me	-
<i>Zanthoxylum synarpum</i> Tul.	limãozinho	Td; Ta; Fb	4	20	EA	Me	Ps	out-fev	abr-jun	Zoo	Me	-
Salicaceae												
<i>Banana guianensis</i> Aubl.	farinha-seca	D; A; F; Td; Ta	7	30	C	Me	Sc	nov-fev	mar-maio	Zoo	Bx	-
Sapindaceae												
<i>Capania impressinervis</i> Acev.-Rodr.	cajuero-bravo	D; A; F	12	35	EA	Me	Ps	set-nov	jan-mar	Aut	Me	-
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	mangue	Fb	5	25	C	Al	Ps	maio-jul	ago-out	Ane	Me	-
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	tingui-de-bola	T; Fb	8	35	EA	Me	Sc	jun-set	jul-out	Aut	Me	NA
<i>Sapindus saponaria</i> L.	sabonete	D; A; F; Td; Ta	8	35	C	Me	Ps	jun-ago	set-dez	Zoo	Bx	-
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	pitomba	T; Td; Ta; Fb	9	35	C	Al	Ps/C	ago-out	jan-mar	Zoo	Bx	-
Sapotaceae												
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	aguaí	Td; Ta	15	45	EA	Me	Ps	set-dez	nov-fev	Zoo	Me	-
<i>Manilkara ripula</i> (Miq.) H.J.Lam	massaranduba	D; A; F	15	45	EA	Al	Ps	ago-nov	dez-fev	Zoo	Me	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	PF	EFi	EFr	D	DPr	SC
<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma	tuturubá	D; A; F; Td; Ta	15	32	EA	Al	Ps	out-dez	mar-maio	Zoo	Me	-
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	bacumixá	T; Td; Ta; Fb	10	40	EA	Me	Ps	set-nov	dez-fev	Zoo	Me	-
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	quixabeira	T; D; A; F; Fb	8	35	EA	Al	Ps	set-nov	dez-fev	Zoo	Me	NA
Simaroubaceae												
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	praíba	T; Fb	8	40	C	Bx	Sc	jul-nov	out-dez	Zoo	Bx	-
Solanaceae												
<i>Ichroma arborescens</i> (L.) J.M.H. Shaw	fruta-de-sabiá; burdão	D; A; F	4	15	EA		Ps	dez-fev	mar-maio	Zoo	Bx	-
Urticaceae												
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	torém; gargaúba	D; A; F; Td; Ta; Fb	10	30	EA	Bx	Ps	-	-	Zoo	Bx	-
<i>Cecropia palmata</i> Willd.	torém; gargaúba	D; A; F; Td; Ta; Fb	10	30	EA	Bx	Ps	-	-	Zoo	Bx	-
Verbenaceae												
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	pau-de-arara	D; A; F; Td; Ta	8	30	C	Me	Ps	nov-fev	dez-abr	Zoo	Me	-
Vochysiaceae												
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	capitão-do-campo	T; Fb	12	40	EA	Al	Sc	dez-fev	set-nov	Ane	Me	-
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	pau-terra	T	6	30	C	Me	Ps	dez-mar	maio-jul	Ane	Me	-
<i>Salvertia comallartidora</i> A.St.-Hil.	folha-larga	T	10	35	EA	Me	Ps	maio-jun	jul-set	Ane	Me	-
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	gomeira	T	7	30	EA	Me	Ps	nov-dez	ago-set	Ane	Me	-

Fonte: Autores.

Nota: Unidades Fitoecológica(s) do estado – IBGE, 2009 (**UF**); **AM:** altura típica para a espécie; Altura média (**AM**); Diâmetro na altura do peito (**DAP**); adequada para (**AP**), **C:** Calçadas; **EA:** Espaços abertos; Densidade da madeira (**DM**), **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); Perenidade Foliar (**PF**); Época de florescimento (**EFi**); Época de frutificação (**EFr**); Dispersão (**D**), **Zoo:** Zoocórica; **Ane:** Anemocórica; **Aut:** Autocórica; 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.

18.15. Aspectos técnicos a considerar em uma lista de espécies adequadas (porte, conflitos urbanos, dimensões das calçadas)

Da perspectiva da implantação de espécies vegetais no meio urbano, sejam elas nativas ou exóticas, é essencial lembrar que as plantas são seres vivos, cujas dinâmicas e características específicas devem ser consideradas quando de sua escolha para arborizar espaços livres, sejam eles calçadas, praças, parques, espaços residuais e outros.

Compatibilização do porte às infraestruturas aéreas, tais como fiação e iluminação: Árvores de médio ou grande porte (alturas maiores que 6 m e 8 m) necessitarão de podas de condução, até que ultrapassem a fiação de baixa tensão. Uma opção seria a implantação de árvores de pequeno porte (até 4 m), mas elas podem se tornar obstáculos para pedestres e isso também precisa ser levado em consideração. Quanto à iluminação, é importante verificar o tipo de luminária e o distanciamento delas com relação às copas das árvores a serem implantadas, para não gerar áreas escuras. Em praças e parques, tem-se maior flexibilidade do uso de espécies de grande porte em relação às calçadas.

Adequação do sistema radicular à infraestrutura subterrânea: As redes de abastecimento de água, coleta de esgoto e drenagem devem ser levados em consideração, para que as raízes possam se desenvolver sem empecilhos e não causem danos à infraestrutura, caso elas sejam muito robustas. Sistemas radiculares tabulares ou muito vigorosos, como de algumas gameleiras (figueiras), podem danificar a pavimentação e reduzir a acessibilidade de pedestres, no caso de não possuírem espaço suficiente para sua acomodação. No entanto, tais espécies podem ser indicadas em parques e praças, distantes de edificações e infraestruturas, onde seriam adequadas.

Localização que garanta visibilidade e acessibilidade: É essencial prever o distanciamento de esquinas, placas e sinalização, hidrantes e outras infraestruturas, para não comprometer sua funcionalidade. Além do mais, o dimensionamento do canteiro deve ser adequado ao porte de cada árvore, de modo que quanto maior o porte da espécie, maior deve ser o canteiro. Quanto maior o porte, mais largas deverão ser as calçadas. Destaca-se o dimensionamento referente ao acesso adequado para pedestres, com espaço livre para deslocamento de no mínimo de 1,20 m de largura. Quando não houver espaço de calçada e passeio suficiente, pode-se considerar a possibilidade da abertura do canteiro na via, em local destinado a estacionamento de veículos, desde que de acordo com os órgãos responsáveis pela gestão da via em questão. É preciso ter atenção ao projeto de sinalização viária necessário e sua compatibilização com a infraestrutura local pré-existente.

Tempo de crescimento e tempo de vida: É importante especificar árvores que se desenvolvam mais rapidamente, embora isto também deva ser visto com cuidado, pois no caso de árvores pioneiras, seu tempo de vida também será menor, ocasionando a necessidade de substituição em tempo menor. Do mesmo modo, árvores que crescem devagar podem ser incorporadas à arborização em um planejamento de longo prazo, dado que normalmente têm grande longevidade, podendo viver por séculos. O conjunto de árvores cultivadas deve prever esses diferentes tempos de crescimento e de longevidade.

Custos de manutenção no processo de desenvolvimento até a vida adulta: No caso de espécies muito ramificadas, ou com intensa brotação na base do caule, isto implicará constantes podas de condução, para garantir o melhor desenvolvimento e evitar o comprometimento do espaço de circulação de pedestres, especialmente em calçadas mais estreitas.

Características de caule e galhos: Espécies com troncos muito ramificados ou mesmo de troncos baixos e resistentes, podem ser implantadas em espaços que permitam seu uso, e até como brinquedos naturais para crianças (Ex: *Coccoloba latifolia*, e *Anacardium occidentale*), desde que haja espaço adequado ao redor. Já espécies com espinhos agressivos no caule ou galhos baixos devem ser evitadas em espaços de dimensões reduzidas, de modo a não provocar acidentes com pedestres. Neste caso poderiam ser utilizadas em parques ou praças em situações protegidas de acesso ou em jardins privados, e mesmo como cercas vivas, com a função de delimitação e proteção.

Esses são apenas alguns pontos que necessitam atenção quando da escolha de uma espécie vegetal e servem como um breve panorama da complexidade que é a escolha adequada para implantação em espaços livres, necessitando profissionais com amplo conhecimento técnico, preferencialmente de diferentes áreas de formação e atuação, traduzindo a interdisciplinaridade que o tema exige.

As plantas incorporadas ao ambiente urbano trazem inúmeros benefícios aos seres humanos, como sombreamento e criação de microclimas amenos, aumento da permeabilidade do solo, oferta de alimentos, legibilidade de diferentes situações (marcação de cruzamentos, estacionamentos ou destaques diversos), orientação de percursos, melhorias estéticas, etc.

Quando valorizamos as espécies nativas, juntamente com os todos esses benefícios, também temos maior suporte na educação ambiental, criação e reforço da identidade de um lugar, e ainda aumento da biodiversidade nativa e maior presença da fauna no meio urbano.

Nesse sentido, é essencial ressaltar a importância do uso ornamental de plantas nativas, seja pelos agentes públicos ou privados. No caso dos agentes públicos, isto vai desde o estabelecimento de diretrizes na legislação e outros normativos, montagem de equipes técnicas multidisciplinares qualificadas, até a definição de critérios que orientem tais escolhas em suas próprias ações, com a indicação de espécies nativas a serem cultivadas, promovendo a educação e sensibilização dos cidadãos. Os agentes privados devem ser estimulados a explorar novas oportunidades de produção e comercialização, empreendendo de modo sustentável, se considerarmos questões de menor custo de manutenção de espécies nativas, em função de uma melhor adaptabilidade, resistência e redução de custos com logística, apenas para citar alguns benefícios.

18.16. Considerações finais

Consideramos que o conhecimento aprofundado do contexto natural do Ceará, a partir de suas unidades fitoecológicas e respectivas floras, oferece um amplo quadro, capaz de subsidiar a utilização de espécies nativas na arborização urbana de diferentes cidades do estado, considerando suas especificidades, além de reforçar as identidades e promover os benefícios anteriormente listados.

Destacamos a importância fundamental das pesquisas de campo para identificação e aprofundamento do conhecimento das características e comportamento (desenvolvimento e disseminação) dessas espécies e o investimento para sua produção comercial. Além disso, deve haver por parte do poder público municipal a formação adequada de equipes multidisciplinares para atuação em paisagismo, além da ampliação de perspectivas do setor privado, sendo esses alguns desafios que podem contribuir com o paisagismo biodiverso.

Atualmente, a arborização urbana do Ceará apresenta grandes deficiências. Há poucas árvores, especialmente de espécies nativas, e as existentes estão mutiladas por procedimentos incorretos de podas. Em um país de flora tão rica como o Brasil, é um contrassenso que haja tão poucas árvores nativas em nossas cidades, reduzindo a biodiversidade urbana.

As cidades geraram ao longo da história grandes impactos ambientais. Agora é chegado o momento de perceber que, com planejamento, conhecimento científico e sensibilidade, é possível aumentar a biodiversidade das zonas urbanas. Arborizar com espécies nativas não é a única medida necessária para isso, mas certamente é uma das prioridades que devemos considerar se queremos contar com cidades agradáveis, sustentáveis e biodiversas.

18.17. Referências

- [1] Milano M, Dalcin E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light; 2000.
- [2] Van den Berg M, Wendel-Vos W, van Poppel M, Kemper H, van Mechelen W, Maas J. Health benefits of green spaces in the living environment: a systematic review of epidemiological studies. *Urban For Urban Green*. 2015;14(4):806-16. [acesso 22 set. 2024]. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1618866715001016>
- [3] Wolch JR, Byrne J, Newell JP. Urban green space, public health, and environmental justice: the challenge of making cities “just green enough”. *Landsc Urban Plan*. 2014;125:234-44. [acesso 22 set. 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>
- [4] 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. [acesso 22 set. 2024]. Disponível em: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0174484>
- [5] 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;234:187-94. [acesso 22 set. 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.12.012>
- [6] Silva PA. Bird-flower interactions in an urban area: *Ceiba pubiflora* provides nectar and promotes biodiversity in the city. *Urban For Urban Green*. 2018;36:42-49. [acesso 27 set. 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.10.003>
- [7] Nascimento VT, Agostini K, Souza CS, Maruyama PK. Tropical urban areas support highly diverse plant-pollinator interactions: an assessment from Brazil. *Landsc Urban Plan*. 2020;198:103801. [acesso 13 out. 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103801>
- [8] Ruzsczyk A, Nascimento ES. Biologia dos adultos de *Methona themisto* (Hübner, 1818) (Lepidoptera, Nymphalidae, Ithomiinae) em praças públicas de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. *Rev Bras Biol*. 1999;59(4):577-83. [acesso 13 out. 2024]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71081999000400007>
- [9] Reis NR, Lima IP, Peracchi AL. Morcegos (Chiroptera) da área urbana de Londrina, Paraná, Brasil. *Rev Bras Zool*. 2002;19(3):739-46.
- [10] 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(4):991-9. [acesso 13 out. 2024]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062012000400029>
- [11] Moro MF, Castro ASF. A check list of plant species in the urban forestry of Fortaleza, Brazil: where are the native species in the country of megadiversity? *Urban Ecosyst*. 2015;18(1):47-71. [acesso 25 out. 2024]. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11252-014-0380-1>

- [12] Moro MF, Westerkamp C, Araújo FS. How much importance is given to native plants in cities' treescape? a case study in Fortaleza, Brazil. *Urban For Urban Green*. 2014;13(2): 365-74. [acesso 25 out. 2024]. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1618866714000090>
- [13] Rufino MR, Silvino AS, Moro MF. Exóticas, exóticas, exóticas: reflexões sobre a monótona arborização de uma cidade brasileira. *Rodriguésia*. 2019;70:e03562017. [acesso 25 out. 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201970051>
- [14] Moro MF, Westerkamp C, Martins FR. Naturalization and potential impact of the exotic tree *Azadirachta indica* A.Juss. in Northeastern Brazil. *Check List*. 2013;9(1):153-6. [acesso 25 out. 2024]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15560/9.1.153>
- [15] Moro MF, Westerkamp C. The alien street trees of Fortaleza (NE Brazil): qualitative observations and the inventory of two districts. *Ciênc Florest*. 2011;21(4):789-98. [acesso 30 out. 2024]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/198050984524>
- [16] Edson-Chaves B, Dantas AGB, Lima NS, Pantoja LDM, Mendes RMS. Avaliação qualitativa da arborização da sede dos municípios de Beberibe e Cascavel, Ceará, Brasil. *Ciênc Florest*. 2019;29(1):403. [acesso 30 out. 2024]. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/29939>
- [17] Moro MF, Macedo MB, Moura-Fé MM, Castro ASF, Costa RC. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. *Rodriguésia*. 2015;66(3):717-43. [acesso 30 out. 2024]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201566305>
- [18] Nepomuceno I, Nepomuceno Á, Souza EB, Zappi DC, Moro MF. Savannas of the Brazilian semiarid region: what do we learn from floristics? *Acta Bot Bras*. 2021;35(3):361-80.
- [19] Costa IR, Araújo FS. Organização comunitária de um enclave de cerrado sensu stricto no bioma Caatinga, chapada do Araripe, Barbalha, Ceará. *Acta Bot Bras*. 2007;21(2):281-91. [acesso 30 out. 2024]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062007000200004>
- [20] Moro MF, Castro ASF, Araújo FS. Composição florística e estrutura de um fragmento de vegetação savânica sobre os tabuleiros pré-litorâneos na zona urbana de Fortaleza, Ceará. *Rodriguésia*. 2011;62(2):407-23. [acesso 30 out. 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566305>
- [21] Silva PA, Silva LL, Brito L. Using bird-flower interactions to select native tree resources for urban afforestation: the case of *Erythrina velutina*. *Urban For Urban Green*. 2020;126677. [acesso 12 nov. 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126677>
- [22] Pereira MS. Manual técnico: conhecendo e produzindo sementes e mudas da Caatinga. Fortaleza: Associação Caatinga; 2011.
- [23] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 1. Nova Odessa: Plantarum; 2002.
- [24] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 3. Nova Odessa: Plantarum; 2009.
- [25] Maia GN. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D&Z; 2004.
- [26] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 2. Nova Odessa: Plantarum; 2002.
- [27] Carvalho PEP. Espécies arbóreas brasileiras. v. 2. Colombo: Embrapa; 2006.
- [28] Carvalho PEP. Espécies arbóreas brasileiras. v. 3. Colombo: Embrapa; 2008.
- [29] Carvalho PEP. Espécies arbóreas brasileiras. v. 4. Colombo: Embrapa; 2010.
- [30] Carvalho PEP. Espécies arbóreas brasileiras. v. 5. Colombo: Embrapa; 2014.

Capítulo 19

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO MARANHÃO E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

*Por Regis Catarino da Hora, Eduardo Bezerra de Almeida Jr,
Ariadne Enês Rocha, Alessandro Oliveira Silva e Luann Brendo da Silva Costa*

19.1. Destaques deste capítulo

1. O estado do Maranhão abriga uma rica composição florística, com a influência dos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga;
2. Apesar da rica biodiversidade, ainda são utilizadas muitas espécies exóticas na arborização das cidades maranhenses;
3. São apresentadas neste capítulo uma indicação de 91 espécies nativas com potencial paisagístico e ecológico para uso urbano no estado do Maranhão;
4. As espécies foram selecionadas com base em porte, raiz, fenologia e adequação aos espaços urbanos;
5. É necessária a implementação de políticas eficazes para a arborização urbana, por exemplo a adoção de planos municipais de arborização com espécies nativas e produção local de mudas.

19.2. Introdução

A indicação de plantas para serem utilizadas na arborização urbana é vista como um desafio para os profissionais que atuam nessa área, como biólogos, engenheiros florestais e arquitetos. Essa dificuldade decorre, principalmente, da elevada riqueza e diversidade de espécies vegetais presentes no Brasil, um dos países com maior biodiversidade no mundo. Apesar disso, as espécies selecionadas para arborização costumam ser exóticas e ter uma fenologia pouco conhecida, cujo plantio ocorre exclusivamente por desconhecimento das espécies nativas [1].

Considerando a região Nordeste do Brasil, o Maranhão destaca-se como o segundo maior estado em extensão territorial, com uma área de 331.935 km², sendo superado apenas pela Bahia, que possui 332.173 km² [2]. Situado estrategicamente entre as regiões Nordeste e Norte, sua grande extensão, tanto latitudinal quanto longitudinal, abrange uma diversidade significativa de ecossistemas. O estado do Maranhão abriga até cinco diferentes domínios fitogeográficos: Amazônia, Cerrado, Mata de Cocais, Baixada Maranhense e Manguezais [2].

Em razão da exuberância dos ecossistemas do Maranhão, observa-se uma ampla variação na composição florística do estado, que se distribui entre diferentes formações fitofisionômicas. Além disso, a região é marcada pela presença de grandes bacias hidrográficas. Entre elas, destacam-se as bacias do Parnaíba, a leste, e do Tocantins, a sudoeste, além da bacia do Gurupi, ao noroeste. No interior do estado, destacam-se as bacias do Itapecuru e do Mearim. Esta última, localizada na “Baixada maranhense”, desempenha uma grande influência no ciclo hidrológico local, pois trata de uma área de constante inundação, com dinâmicas semelhantes às do Pantanal Mato-Grossense [2-5]. A localização estratégica do Maranhão, em uma zona de transição entre os climas semiáridos do interior do Nordeste e os úmidos equatoriais de origem amazônica, influencia diretamente a composição das formações vegetais que se desenvolvem na transição do Cerrado, que domina a maior parte ao sul do estado, mesclado às Florestas Estacionais no centro e na parte leste, à Floresta Ombrófila no noroeste do estado [2,6].

Embora haja um aumento dos trabalhos de levantamentos de dados acerca da vegetação do Maranhão, ainda são incipientes diante de tamanha diversidade de ecossistemas e habitats. Conhecer a vegetação de cada local é fundamental para que se faça planejamentos de conservação ou sejam organizados e executados projetos de recuperação de áreas degradadas. A exemplo do Cerrado, localizado de maneira estratégica, e sendo o maior ecossistema presente no território, está diretamente inserido no processo de avanço de exploração do Maranhão, em que é alvo de grande procura para uso do solo na agricultura do agronegócio. Nas últimas décadas, ao sul e ao leste maranhense se desenvolveram grandes fazendas de plantações de monoculturas, sendo a soja a cultura com maior área de plantio. Além disso, tem-se o registro de grandes áreas ao oeste destinadas à criação de gado [7-9].

O avanço e o aumento da exploração de florestas, matas, fragmentos e outras áreas naturais vegetadas no Maranhão tem se tornado muito mais preocupante no que se refere ao conhecimento das espécies nativas presentes nesses locais.

Cabendo ressaltar que a destruição das áreas florestais tem sido um fator complicador quanto diante dos baixos registros sobre a flora em comparação com a extensão territorial do estado.

19.3. Fitofisionomias do estado do Maranhão

O estado do Maranhão apresenta 64% de seu território dentro do bioma Cerrado, outros 35% no bioma Amazônico e somente 1% pertencente à Caatinga [10]. Do total de área do estado, 76% são considerados área de vegetação, sendo que 19% estão em unidades de conservação, sendo que menos de 5% são de proteção integral, localizados fora do bioma Amazônico e da Amazônia Legal [11]. Embora o Cerrado seja o bioma predominante, é também o mais visado atualmente pelo agronegócio, que tem a soja como principal lavoura plantada nessa área. O Cerrado apresenta uma grande “heterogeneidade em suas formações por ser uma região ecotonal, com ocorrência de manchas de Caatinga na sua porção leste, vegetação amazônica na região Oeste e campos inundáveis na região Central, além das restingas e manguezais” [8]. Além disso, apresenta várias subdivisões, como a Floresta Arborizada, a Savana Estépica, com subcategoria de Estépica Arborizada, o Parque e a Gramíneo-Lenhosa [11].

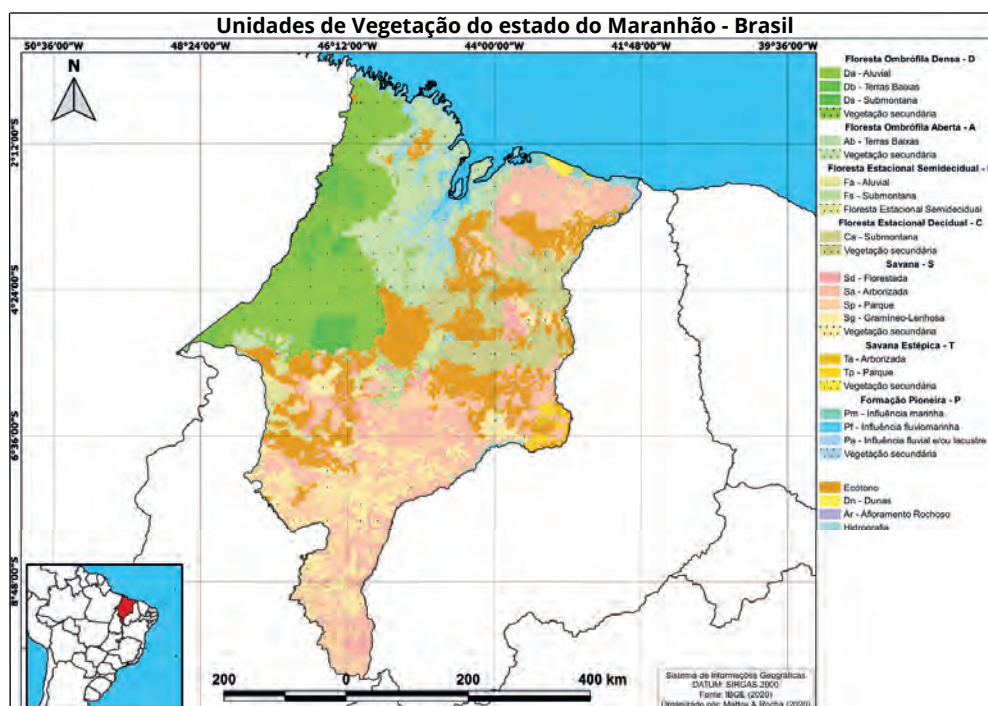
No estado do Maranhão se destaca também a Mata de Cocais, uma formação que se situa como uma área de transição entre os Campos, Cerrado e Floresta Amazônica. Nessa mata é predominante a presença do babaçu (*Attalea speciosa*) e da carnaúba (*Copernicia prunifera*).

A área do bioma Amazônico no Maranhão é predominantemente composta de Floresta Ombrófila Densa, ou Floresta Úmida Amazônica [11]. Contudo, as terras dessa área já sofreram grandes alterações, sendo que 9,50% tem uso agrícola, outros 12,47% estão alteradas por intervenção humana e somente cerca de 3% são de vegetação secundária em recuperação florestal. Alguns estudos descreveram a influência da flora amazônica na zona costeira do litoral do Maranhão e apontam grande similaridade da flora deste bioma com a composição das espécies encontradas no município de São José do Ribamar, cidade vizinha da grande São Luís [12,13].

19.4. Vegetação primária e secundária do Maranhão

O estado do Maranhão é predominantemente composto pelos biomas Amazônia e Cerrado (Figura 1), apresentando 44 classes de uso e cobertura do solo. Destas, 225.650,17 km², correspondentes a 66,55% do território estadual, estão ocupadas por classes de vegetação distribuídas em 35 categorias (Tabela 1). Considerando essa composição, torna-se imprescindível adotar critérios rigorosos na seleção de espécies para a arborização urbana, assegurando que sejam apropriadas tanto às condições locais de inserção quanto às especificidades ecológicas dos biomas presentes na região.

Figura 19.1 – Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado do Maranhão, região Nordeste do Brasil.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

As classes de vegetação mais expressivas no território maranhense são a Savana Arborizada sem floresta-de-galeria (17,89% do território maranhense), Vegetação Secundária com palmeiras (15,02%), Savana Parque sem floresta-de-galeria 6,72%) e Floresta Estacional Decidual Submontana (4,33%). O uso da terra compreende um território de 113.421,59 km² (33,45%) conforme Tabela 1.

Tabela 19.1 – Descrição das classes de vegetação no Estado do Maranhão de acordo com o IBGE.

Classes de vegetação	Área (km ²)	%
Sas - Savana Arborizada sem floresta-de-galeria	60653,37	17,89
Vsp - Vegetação Secundária com palmeiras	50930,34	15,02
Sps - Savana Parque sem floresta-de-galeria	22771,55	6,72
Spf - Savana Parque com floresta-de-galeria	14678,8	4,33
Cs - Floresta Estacional Decidual Submontana	10384,45	3,06
Db - Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas	7676,8	2,26
Saf - Savana Arborizada com floresta-de-galeria	7475,4	2,20
Fs - Floresta Estacional Semidecidual Submontana	7328,41	2,16
Vss - Vegetação Secundária sem palmeiras	6589,59	1,94
Pfm - Formação Pioneira com influência fluviomarinha arbórea	6125,94	1,81
Ds - Floresta Ombrófila Densa Submontana	5899,61	1,74
Sd - Savana Florestada	5241,21	1,55
Dse - Floresta Ombrófila Densa Submontana com dossel emergente	4520,9	1,33
Pfh - Formação Pioneira com influência fluviomarinha herbácea	2851,72	0,84
Paap - Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre arbustiva com palmeiras	2216,55	0,65
Sgf - Savana Gramíneo-Lenhosa com floresta-de-galeria	1936,91	0,57
Da - Floresta Ombrófila Densa Aluvial	1893,68	0,56
Pahs - Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre herbácea sem palmeiras	1767,32	0,52
Tpf - Savana-Estépica Parque com floresta-de-galeria	1048,77	0,31
Tas - Savana Estépica Arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria	673,19	0,20

(continua)

(continuação)

Classes de vegetação	Área (km ²)	%
Fa - Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	600,94	0,18
Fae - Floresta Estacional Semidecidual Aluvial com dossel emergente	582,44	0,17
Sgs - Savana Gramíneo-Lenhosa sem floresta-de-galeria	482,9	0,14
Pmb - Formação Pioneira com influência marinha arbustiva	424,16	0,13
Pah - Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre herbácea	306,39	0,09
Tps - Savana Estépica Parque sem palmeiras e sem floresta-de-galeria	187,61	0,06
Pmh - Formação Pioneira com influência marinha herbácea	134,33	0,04
Paas - Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre arbustiva sem palmeiras	126,77	0,04
SPt - Contato Savana/Formações Pioneiras - Ecótono	54,74	0,02
Abp - Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas com palmeiras	39,04	0,01
Dau - Floresta Ombrófila Densa Aluvial com dossel uniforme	30,98	0,01
Dae - Floresta Ombrófila Densa Aluvial com dossel emergente	11,67	0,00
Pf - Formação Pioneira com influência fluviomarinha	2,67	0,00
Abc - Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas com cipós	0,91	0,00
Dbe - Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas com dossel emergente	0,11	0,00
Área com vegetação primária e secundária	225650,17	66,55
Percentual da área com uso	-	33,45

Fonte: IBGE [4].

19.5. As árvores nativas no ambiente urbano

Assim como nos ambientes naturais, os ambientes urbanos são compostos de espécies vegetais de grande beleza e com diferentes funções, oferecendo aos cidadãos muitas utilidades onde estão inseridas. Mas, com o crescimento dos espaços urbanos, percebe-se a diminuição das formas vegetais nas cidades e é nesse cenário que o paisagismo ganha papel fundamental. Paisagismo é o termo utilizado para designar as várias escalas e formas de ação e estudo a respeito de paisagem [14]. O paisagismo pode compor desde o plantio de um jardim, até a execução de projetos complexos de arquitetura paisagística [15].

A arborização tem papel fundamental dentro do paisagismo em projetos urbanos. A arborização urbana envolve um conjunto da vegetação de porte arbóreo que se desenvolve em uma cidade, seja natural ou cultivado. Este conjunto vegetal abrange vias e canteiros centrais de avenidas, praças, parques, áreas de proteção ambiental, bosques, escolas, universidades, estacionamentos, jardins, calçadas, áreas privadas e a vegetação nativa residual [16]. A arborização urbana é fundamental para a qualidade de vida das pessoas, e tem várias funções, por exemplo a captação de CO₂, podendo ainda influenciar diretamente no macro e microclima das cidades, auxiliando assim no equilíbrio térmico e como barreira física, proporcionando resistência aos ventos e fixando a poeira dispersa no ar [17,18]. Nesses locais, as formações arbóreas podem auxiliar ainda na redução da poluição sonora e atmosférica e podem dar suporte para habitação e nidificação de espécies animais adaptadas aos ambientes urbanos. Também melhoram visualmente os ambientes, influenciando na saúde física e mental dos seres humanos, pois agem contra o estresse comum nas cidades, principalmente nos grandes centros urbanos [19-21].

Além disso, os espaços verdes podem prover serviços ecossistêmicos que influenciam na saúde da população e na economia local, por meio da obtenção de recursos naturais e fomento ao turismo, por exemplo [21]. Vale ressaltar que espaços arborizados proporcionam ainda o restabelecimento da relação entre o homem e a natureza, promovendo benefícios ecológicos, paisagísticos, econômicos e educativos, pois esses espaços podem ser utilizados para ações de educação ambiental, oficinas, minicursos e atividades de lazer ao ar livre [18,21-23].

Embora sejam apontados todos esses fatores positivos, geralmente se observa que não existem critérios muito bem estabelecidos para a escolha das espécies que são inseridas nos ambientes urbanos, critérios esses que devem levar em consideração a origem da espécie (se nativa ou exótica). As características morfológicas, fisiológicas, anatômicas e fenológicas formam uma base científica que pode ser associada a uma base paisagística, gerando resultados satisfatórios e coerentes às necessidades de cada lugar e à cultura local [24-27].

Além das características das espécies que serão utilizadas, deve-se considerar também o conhecimento acerca das estruturas das cidades e de suas funções, tendo em vista a ótica econômica, social e ambiental, que são pré-requisitos fundamentais para o planejamento e administração das áreas urbanas [25]. Nesse contexto, alterações que visam a melhoria dos espaços urbanos só serão possíveis quando baseadas em escolhas acertadas pelos tomadores de decisões e responsáveis políticos pelos municípios com um bom planejamento de arborização urbana e por meio de parcerias com instituições de ensino, pesquisa e extensão, bem como com a participação da comunidade civil [26,28].

Nesse contexto, a escolha correta das espécies que irão compor a arborização desses espaços urbanos deve ser prioritária, principalmente no quesito origem (nativa ou exótica), pois faz muita diferença se a planta errada for escolhida para o espaço errado [26].

Uma espécie é considerada nativa quando ocorre naturalmente em um dado local, devendo sua presença na área à sua própria capacidade dispersiva e competência ecológica. As espécies nativas estão em dado local ou porque evoluíram ali, ou porque evoluíram em outros locais e se dispersaram sem ajuda humana até atingir sua atual distribuição geográfica [29]. Ou seja, a sua presença naquele ambiente não foi condicionada pela ação humana. Por outro lado, uma espécie exótica é aquela que não ocorreria naturalmente em uma região geográfica sem o transporte

humano, seja de forma intencional ou de forma acidental, para a nova região [29]. Boa parte das espécies exóticas que são introduzidas em uma nova região não se estabelecem e, dessa forma, não geram impactos ecológicos nesse novo ambiente. No entanto, algumas delas têm capacidade de estabelecimento e de reprodução, sendo denominadas “plantas invasoras” [30].

Diante disso, é importante ressaltar que o uso de espécies nativas em projetos paisagísticos urbanos deve sempre ser incentivado, pois do ponto de vista ecológico essas espécies podem propiciar a atração da fauna silvestre para aquela formação vegetal, bem como valorizar ainda mais a flora local [31]. Já as espécies exóticas que se tornam invasoras são as principais responsáveis pela perda da biodiversidade em todo o planeta, pois competem com as espécies nativas, podendo levá-las à extinção desde uma escala local até uma escala global. Dessa forma, a escolha das espécies influenciará diretamente no sucesso ou no fracasso dos objetivos esperados da arborização de espaços urbanos, pois cada espécie possui características únicas que podem influenciar seu crescimento, sua floração, frutificação, queda foliar como agressividade do sistema radicular, diâmetro do fuste e da copa, intensidade e tamanho dos frutos, dentre outros problemas [22].

Outro quesito que deve ser levado em consideração, de forma prioritária, é o habitat ocupado naturalmente pela espécie. As plantas possuem uma grande variedade de adaptação aos mais diferentes ambientes, importante para a sua presença e manutenção natural nos centros urbanos [32]. Assim, o conhecimento a respeito do local onde as plantas serão inseridas é de extrema importância, pois, dessa forma, será possível a escolha das espécies certas e que melhor se adaptam ao ambiente urbano, garantindo com isso seu desenvolvimento e longevidade [25].

Pesquisas que visam a levantamentos florísticos com base em metodologias amplamente utilizadas contribuem com importantes informações para elaboração de projetos de manejo, projetos paisagísticos e escolha de espécies para arborização de áreas urbanas, servindo de base para elaboração de um plano diretor para arborizar as áreas de forma segura com a escolha de plantas adequadas para as cidades do Maranhão [33], levando em consideração os diferentes biomas.

19.6. As espécies nativas do Maranhão e seu valor de importância na arborização

Muitos dos plantios ou organização das vias urbanas no que se refere à arborização, são feitos sem um devido cuidado, começando com a escolha das mudas até a própria utilidade e finalidade para qual a espécie foi direcionada. A intensificação dos plantios de espécies exóticas é algo muito presente em cidades do Maranhão. Sem uma avaliação, muitas dessas espécies causam mais danos que benefícios, com problemas desde a rachadura de calçadas até problemas com a fiação elétrica. Também é notável a falta de instrumentos técnicos que orientem prefeituras e cidadãos comuns acerca da melhor espécie para se plantar no local escolhido.

Este capítulo reúne uma lista com espécies arbóreas, arbustivas ou subarbustivas, com as características físicas, fenológicas e estado de importância às quais tem potencial uso em ambientes urbanos para arborização e ornamentação no paisagismo das cidades, levando em consideração as diferentes influências e os diferentes biomas que compõem o estado do Maranhão.

Ao todo foram selecionadas 88 espécies, 73 gêneros, distribuídos em 25 famílias. A listagem inclui espécies que foram consultadas em levantamentos fitossociológicos, florísticos e demais estudos publicados que apresentavam listas de plantas identificadas no território maranhense, contendo informações acerca de dados específicos de cada espécie (Tabela 2).

Tabela 19.2 – Lista das espécies arbustiva e arbórea indicadas para serem utilizadas na arborização urbana no estado do Maranhão.

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPt	SC
Anacardiaceae														
<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajueiro	S, Tp, Sd, As, Pm	10 m	10 cm	EA	Al	A	Ps	AP	jul-nov	set-jan	Zoo	Md	NA
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	gonçalo-alves	F	10 m	22 cm	EA	Al	A	C	AP	jul-ago	set-out	Ane	Bx	NA
<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	aroeira	D, Ta	20 m	60 cm	EA	Al	A	C	AP	jun-jul	set-out	Ane	Bx	–
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira	S, F, Da, Pf, Pm	8 m	14 cm	C	Me	A	Ps	AP	set-jan	jan-jul	Zoo	Bx	NA
<i>Spondias mombin</i> L.	cajazeiro	F	20 m	15 cm	EA	Bx	A	Sc	AP	ago-dez	out-jan	Zoo	Bx	NA
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	tamanca, pau-pombo	Db	14 m	50 cm	EA	Bx	L	Ps, Sc	AP	ago-dez	jan-mar	Zoo	Bx	–
Annonaceae														
<i>Duguetia echinophora</i> R.E.Fr.	ameiju	D	–	25 cm	EA	Al	A	–	AP	ago-jan	jan-dez	Zoo	Bx	–
Apocynaceae														
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	janaúba	Pm, Ta	3-7 m	30 cm	EA	Bx	L	C	AP	ago-out	nov-dez	Ane	Al	–
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	janaúba	Pm, Ta	4 m	10 cm	EA	Me	L, A	C	AP	out-dez	jul-set	Ane	Al	–
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	jasmim	F, D, S	8 m	–	EA	Al	A	Ps	AP	–	–	Zoo	Al	NA
<i>Therea peruviana</i> (Pers.) K.Schum.	chapéu de napoleão	F, S	7-10 m	–	EA	Al	L	Sc	AP	nov-maio	–	–	–	NA
Arecaceae														
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	macaúba	F, S	10-15 m	20-30 cm	EA	–	A	Ps	NA	ago-nov	set-jan	Zoo	Al	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular		UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Atalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	inajá	D, A	7-24 m	20-40 cm	EA	–	L	Ps	AP	–	–	–	Zoo	Me	–
<i>Atalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	babaçu	D, S	10-30m	30-60 cm	EA	–	A	Ps	NA	jan-abril	ago-dez		Zoo	Bx	NA
<i>Copernicia pruriifera</i> (Mill.) H.E.Moore	carnaúba	S, Tp	10-15 m	15-25 cm	EA	–	A	Ps	NA	jul-out	nov-mar		Zoo	Bx	NA
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	juçara	D, Sd	3-20 m	7-18cm	EA	–	L	Ps	NA	jan-maio	jun-out		Zoo	Bx	NA
<i>Syagris covoides</i> Mart.	coco-ariri	D, Ar	2-9 m	6-12 cm	EA	–	L	Ps	NA	–	–		–	Me	NA
Bignoniaceae															
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-amarelo	A, F	10 m	25 cm	C	AL	A	C	AP	set-nov	nov-dez		Ane	Bx	–
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	ipê-rosa	F, A	20 m	60 cm	EA	AL	L	C	NA	jul-set	set-out		Ane	Bx	–
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-roxo	F, D	10 m	80 cm	EA	AL	L	C	NA	jul-ago	set-out		Ane	Bx	–
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	ipê-amarelo	D, C, S, T	20 m	60 cm	EA	AL	A	C	NA	ago-nov	out-nov		Ane	Md	–
<i>Jacaranda</i> sp.	jacarandá	D	15 m	40 cm	C	AL	L	C	AP	ago-nov	nov-dez		Ane	Md	–
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	ipê-amarelo	D, S, C, T	15 m	30 cm	Sc	AL	A	C	AP	ago-set	set-nov		Ane	Md	–
Bixaceae															
<i>Bixa orellana</i> L.	urucum	D	6 m	15 cm	C	Bx	L	Ps	AP	set-dez	set-dez		Aut	Bx	–

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DP†	SC
Burseraceae														
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	amescla-de-cheiro	F	10-20 m	40-60 cm	EA	Al	L	Ps	AP	ago-set	nov-dez	ZOO	Md	NA
Caryocaraceae														
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	pequi	S	10 M	83	–	Me	A	C	NA	jun-out	out-jan	Zoo	Bx	VU
Combretaceae														
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	catinga-de-porco	D	8-16 m	40-50 cm	–	Al	L	C	AP	jul-set	set-out	Ane	Bx	–
<i>Terminalia lucida</i> Hoffmanns. ex Mart. & Zucc.	cororombeira, cuiarana	D	15 m	60 cm	C	Al	L	Ps	AP	out-abr	jan-out	Ane	Al	
Chrysobalanaceae														
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	pau-pombo	S	8-12 m	–	Sc	Al	L	Sc	AP	jul-ago	ago-set	Zoo	Bx	–
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	pitomba-de-leite	S	6 m	–	Sc	Al	L	–	AP	ago	–	Zoo	–	NA
<i>Microdesmia rigida</i> (Benth.) Sothers & Prance	oiticica	D	12 m	80 cm	C	Al	L	Ps	AP	jul-dez	jan-mar	Zoo	Bx	–
<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	oiti	D	12 m	80 cm	C	Al	L	Ps	AP	jul-dez	jan-mar	Zoo	Bx	–
Clusiaceae														
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	bacupari	D, S	7 m	15 cm	C	Me	L	Sc	AP	jun-jul	set-nov	Zoo	Bx	–
<i>Platonia insignis</i> Mart.	bacuri	D, S	15 m	100 cm	EA	Me	L	Sc	NA	jul-set	jan-mar	Zoo	Al	–

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Fabaceae														
<i>Albizia inudata</i> (Mart.) Barneby & J.W.Grimes	biguazeiro	D, S	10 m	50 cm	C	Me	L	Ps	AP	ago-out	nov-dez	Zoo	Bx	-
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	angico-preto	D, S	20 m	60 cm	C	Al	L	Ps	AP	set-dez	jul-nov	Aut	Bx	NA
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	angico-branco	S, C	15 m	50 cm	C	Al	L	Ps	AP	set-out	mar-abr	Aut	Bx	-
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.	mata-batata	D, C	20 m	75 cm	C	Al	L	Ps	AP	ago	dez	Zoo	Bx	-
<i>Bondelia virgiltoides</i> Kunth	sucupira	F	8-16 m	30-50 cm	C, EA	Al	L	C	AP	ago-set	out-dez	Aut	Bx	NA
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	canafistula	C, F, D, A	11 m	60 cm	C, EA	Me	L	C, Sc	AP	set-dez	ago-out	Zoo, Aut	Md	NA
<i>Cenostigma bracteosum</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	catingueira	S, T, F	7 m	-	-	-	L	-	-	-	-	-	-	NA
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	caneleiro	S, T, D	15 m	-	-	-	L	-	-	-	-	-	-	NA
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis var. <i>pluviosum</i>	sibipiruna	S, T, D, C, Ar	9 m	60,4 cm	C, EA	-	L	-	AP	ago-jan	ago-jan	-	Bx	NA
<i>Centrobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	araribá	F, F, D	12 m	50 cm	EA	-	L	C	NA	dez-jun	abr-out	Ane	Md	NA
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	sombreiro	S, C, F, D, A	15 m	20-100 cm	EA	Md	L	Sc, C	NA	dez-mar	ago-out	Hid, Zoo	Md	NA
<i>Dalbergia spruceana</i> Benth.	jacarandá	Pm, Pa	8 m	30 cm	C, EA	-	L	C	AP	mar-maio	maio-jun	Ane	Bx	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DP+	SC
<i>Dimorphanthera gardneriana</i> Tul.	faveira	S, Sd	14-18 m	30-40 cm	EA	Al	L	Ps	AP	jan-mar	jun-jul	Aut	Al	NA
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	baru	S, Pa, F, Sd	10 m	15-70 cm		Al	L	Ps	-	out-fev	set-mar	Aut, Zoo	Md	VU
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	tamboril	Tp, S, Pa, F, D	20 m	40-300 cm	EA	-	L	C	NA	ago-jan	maio-out	Aut, Zoo	Al	NA
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	S, F, Pa, D, Pm	15 m	40-80 cm		Al	L	Sc	-	jan-fev	mar-jul	Aut, Zoo	Bx	NA
<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	ingá-cabeludo	S, Sp, F, D	10 m		C, EA	-	L	Ps	AP	ago-out	abr-maio	Aut, Zoo	Bx	NA
<i>Inga edulis</i> Mart.	ingá-de-metro	Pa, Sp, F, D, Sm	10 m		C, EA	-	L	Ps	AP	out-jan	abr-jun	Aut, Zoo	Bx	NA
<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>laioleuca</i> (Benth.) L.P. Queiroz	pau-ferro / jucá	Pa, D	15 m	40-150 cm	C, EA	Bx	L	Sc	AP	out-maio	maio-dez	Aut, Zoo	Md	NA
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	ingá-bravo	T, S, Pa, D, Pm	15 m	-	-	-	A	-	-	jan	-	Aut	-	NA
<i>Mariodendron mediterraneum</i> (Mart. ex Benth.) R.C. Koepfen	violeta	T, Sg, Pa, C, F	12 m	30 cm	-	-	L	-	-	-	-	-	-	NA
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	jurema-preta	T	6 m	-	C, EA	-	L	C	AP	set-jan	fev-abr	Aut	-	NA
<i>Parkea platycephala</i> Benth.	faveira, fava de bolota	T, S, F, D	8 m	30-40 cm	C, EA	Me	L	Sc	AP	jul-set	out-dez	Aut, Zoo	Al	NA
<i>Pithecollobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	mata-fome	D, F, C	12 m	30-100 cm	C, EA	-	A	Ps	AP	nov-mar	abr-maio	Zoo	Bx	NA
<i>Platymenia reticulata</i> Benth.	pau-amarelo, pacari	F, Fa	6-12 m	30-50 cm	EA	Bx	L	C	AP	set-out	ago-set	Ane	Al	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	sucupira	Pa, F, S	8 m	30-90 cm	C, EA	Al	L	C	AP	jul-set	set	Ane	Md	NA
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	fedegoso	Ecótono, C, S, Pa, C, F, A, D, Pm, Ar	10 m	20-40 cm	C, EA	Bx	L	C, Sc	AP	maio	jan	Aut, Zoo	Bx	NA
<i>Senegalia riparia</i> (Kunth) Britton & Rose ex Britton & Killip	jequiri	Ecótono, S, C, F, D	–	–	–	L	–	–	–	jan	–	–	–	NA
Hypericaceae														
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	lacre, pau-lacre	–	17 m	–	–	L	–	Ps	–	abr-mar	jul-set	Zoo	–	–
Lecythidaceae														
<i>Couroupita guianensis</i> Aubl.	abricó-de-macaco	D, A, F, D, Pm	10 m 12 m	20-50 cm 40-60 cm	EA C, EA	– Al	L L	C C	NA AP	out-nov set-dez	dez-mar mar-jun	Zoo Zoo	– Md	NA NA
<i>Echmeilera ovata</i> (Cambess.) Mart. Ex Miers	sapucainha	D, Ds, Pm,	15 m	50-90 cm	EA	Md	L	C	NA	nov-dez	jun-out	Zoo	–	NA
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	sapucaia	D, A, F	12 m	20-50 cm	EA	–	L	C	NA	out-nov	dez-mar	Zoo	–	NA
Malpighiaceae														
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	murici	S, C, Pa, D, Pm	5 m	–	C, EA	Bx	L	Sc	AP	set-jan	set-jun	Zoo	Bx	NA
<i>Spaheea lactescens</i> (Ducke) R.F.Almeida & M.Pell.	chuveiro-de-ouro	D	10 m	–	C, EA	Md	L	Sc	AP	fev-maio	set-out	Ane	Bx	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPt	SC
Malvaceae														
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	pau-de-jangada, pente-de-macaco	S, Pa, D, A, Pm	8 m	40-80 cm	C, EA	Al	A	C	AP	ago-set	out-nov	Ane	Md	NA
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	barrigudeira	Ab, Pa, Db	15 m	50-200 cm	C, EA	Al	L	–	AP	–	–	–	Bx	NA
<i>Gnaphalium ulmifolia</i> Lam.	mutamba	Ecótono, S, D, C, F, A	12 m	20-60 cm	C, EA	–	A	C	AP	set-out	nov-set	Zoo	Md	NA
<i>Lachea paniculata</i> Mart.	açoita-cavalo	Ecótono, S, Pa, C, D	10 m	40 cm	C, EA	–	A	C	AP	jul-out	nov-dez	Ane	Al	NA
<i>Paclira aquatica</i> Aubl.	mamorana	Ab, D	7 m	20-50 cm	EA	–	L	Ps	NA	set-nov	abr-jun	Aut, Zoo	Bx	NA
<i>Pachira glabra</i> Pasq.	castanha-do-maranhão, mamuí	S	12 m	30 cm	EA	Me	A	Sc	NA	set-out	jan-mar	Aut	Bx	NA
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	chichá	D	20 m	20 cm	AP	Me	A	Sc	AP	nov-fev	mar-jul	Aut	Bx	NA
Melastomataceae														
<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.	puçá, criviri-miudo, criuri	–	4-9 m	15-25 cm	–	Al	L	Ps	–	set-fev	dez-abr	Zoo	Bx	–
Meliaceae														
<i>Sinisetia macrophylla</i> King	mogno brasileiro	D	30 m	1 cm	EA	Al	A	Sc	NA	ago-out	nov-jan	Ane	Md	VU

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPt	SC
Polygonaceae														
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	pajéú	S	9 m	25 cm	EA	Bx	A	C	NA	jun-ago	nov-jan	Ane	Bx	NA
Rubiaceae														
<i>Genipa americana</i> L.	jenipapo	S	15 m	90 cm	EA	AL	L	C	NA	nov-dez	jun-jul	Aut-Zoo-Hid	Bx	NA
<i>Calyptophyllum sprucanum</i> (Benth.) K.Schum.	pau-mulato, escorrega-macaco	D, Da	20-30 m	30-40 cm	EA	Al	L	Ps	AP	jun-jul	out-nov	Ane	Md	–
Rhamnaceae														
<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) Hausschild	juá	S	12 m	20 cm	EA	Me	A	Sc	NA	set-out	jan-mar	Aut	Bx	NA
Simaroubaceae														
<i>Homalopsis ferruginea</i> (A.St.-Hil.) Devecchi & Pirani	cajurana-de-macaco	–	10 m	–	–	–	A	–	–	–	–	–	–	NA
Sapindaceae														
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	pitomba	D, S	10 m	40 cm	EA	Me	A	Sc	NA	ago-out	jan-mar	Zoo	Bx	NA
Sapotaceae														
<i>Chrysophyllum arenarium</i> Allemão	caretinha	–	–	–	–	–	L	–	–	–	–	–	–	–

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFI	EFr	D	DPt	SC
<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev.	maçaranduba	D, S	20 m	50 cm	EA	Al	A	Sc	NA	maio-jun	set-dez	Aut	Bx	NA
<i>Manilkara triflora</i> (Allemao) Monach.	maçaranduba	–	30-50 m	300 cm	–	–	L	Ps	–	–	–	–	–	–
Vochysiaceae														
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	pau-terra da folha larga	S, Sg	8 m	20-30 cm	EA	Bx	L	C, Sc	AP	nov-dez	set-out	Ane	Al	–
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	pau-terra	S	7-12 m	30-40 cm	EA	Bx	A	C	AP	nov-jan	ago-set	Ane	Al	–

Fonte: Autores.

Nota: Unidades Fitoecológica(s) do estado – IBGE, 2009 (**UF**); Altura média (**AM**); Diâmetro na altura do peito (**DAP**); adequada para (**AP**), **C**: Calçadas; **EA**: Espaços abertos; Densidade da madeira (**DM**), **Bx**: Baixa ($< 0,550 \text{ g.cm}^{-3}$); **Me**: Média (entre $0,550$ e $0,720 \text{ g.cm}^{-3}$) e **Al**: Alta ($> 0,730 \text{ g.cm}^{-3}$); Textura de folha (**TexF**), **A**: Áspera; **L**: Lisa. (*característica importante para definir espécies locais com maiores índices de poluição*); Persistência das folhas (**PF**), **Ps**: Persistente (*perenifolia*); **C**: Caduca (*caducifolia*); **Sc**: semicaduca (*semidecídua*); Raiz (**R**), **AP**: Apropriada para plantio em calçadas; **NA**: não apropriada para plantio em calçadas. (*lembrar que a cona/berço precisa ser executado corretamente para quaisquer plantios de árvores urbanas*); Época de florescimento (**EFI**); Época de frutificação (**EFr**); Dispersão (**D**), **Zoo**: Zoocórica; **Ane**: Anemocórica; **Aut**: Autocórica; **Hid**: Hidrocórica; Dificuldade de produção em viveiro (**DPt**), **Bx**: Baixa; **Md**: Média; **Al**: Alta; Status de conservação, segundo IUCN/Raridade (**SC**), **NA**: Não ameaçada; **VU**: Vulnerável; **AM**: Ameaçada.

19.7. Aplicações das espécies nativas no uso na arborização urbana em cidades do Maranhão

Diante desse contexto, algumas espécies são comentadas como exemplos para uso preferencial em praças, parques, canteiros e vias centrais. É importante destacar que, no caso de canteiros e vias centrais, a escolha das plantas deve ser criteriosa, considerando características como porte, espessura do caule, frequência de queda de folhas e tamanho dos frutos, de modo a evitar possíveis prejuízos e/ou acidentes. Esses fatores devem ser analisados também em outros tipos de espaços para garantir segurança e funcionalidade.

A carnaúba (*Copernicia prunifera*) é uma espécie nativa e típica do Maranhão, adaptada ao clima seco da região [34]. A planta apresenta estipe solitário e reto, com dimensões aproximadas de 15 a 20 m de altura e 0,20 a 0,25 m de diâmetro, sendo mais espesso na base em razão do acúmulo das bainhas foliares. Suas folhas medem entre 40 e 60 cm de comprimento. Por suas características, é recomendada para locais abertos e com pouca movimentação humana, especialmente em estágios iniciais de crescimento.

Seus frutos, amplamente utilizados na culinária nordestina para a produção de doces, geleias e biscoitos [35,36], também são importantes na alimentação de aves e morcegos. A espécie possui raízes finas e superficiais, adaptando-se bem a espaços estreitos, como canteiros centrais. Contudo, em decorrência de sua copa pouco densa, não é indicada para sombreamento, mas sim como elemento decorativo, o que a torna ideal para avenidas.

O ipê-branco (*Tabebuia roseoalba*) apresenta ampla distribuição geográfica na região Nordeste do Brasil [37]. É decídua, perde suas folhas durante o período seco, e tem sementes aladas, facilmente dispersadas pelo vento. Destaca-se pelo seu potencial em projetos de regeneração ecológica e sistemas silvipastoris, além de atuar como facilitadora em processos sucessionais [38]. *Tabebuia roseoalba* também possui grande plasticidade quanto à adaptação a diferentes condições de luz.

A espécie apresenta um crescimento vigoroso que pode trazer desafios para sua inserção em canteiros estreitos. O desenvolvimento das raízes, que tendem a emergir à superfície, pode danificar calçadas e comprometer o trânsito local. Adicionalmente, a formação de uma copa densa e pesada aumenta o risco de queda durante ventos fortes. Outro ponto crítico é o plantio em proximidade com redes elétricas, já que galhos maiores podem futuramente causar danos à infraestrutura da rede.

O bordão-de-velho (*Samanea tubulosa*) ocorre no Maranhão e em outros estados da região Norte. É uma árvore grande, formando copa ampla e de folhagem vistosa. Apesar do tamanho, possui muitas raízes superficiais, sendo assim adequada para jardins espaçosos e campos abertos. Em razão da sombra e beleza das flores, é uma planta ideal para o paisagismo, devendo-se observar a época seca, estação em que a planta perde as folhas. É preciso considerar essa fase da planta que, embora seja por pouco tempo, permite a passagem de mais raios de sol até o chão, desprotegendo outras plantas menores caso estejam embaixo da copa. Os frutos são carnosos, doces e perfumados, sendo assim muito procurado por animais, que se alimentam deles quando maduros [19].

O babaçu (*Attalea speciosa*), espécie nativa do Maranhão, encontra-se presente no bioma Amazônia e no Cerrado. A palmeira pode alcançar altura total de até 20 m [39] e apresenta frutos duros, pode pesar até 350 g [40], e seu uso é recomendado em espaços abertos, como praças e parques, e deve-se evitar inseri-los em calçadas. Deve-se evitar também o uso dessa palmeira em ambientes de passagens de pedestres e automóveis, e ainda, colocar bancos ou acentos em um raio de 5 m do caule, para livrar-se de acidentes com a queda de frutos, folhas ou palhas.

A mamorana, ou castanha-do-Maranhão (*Pachira aquatica*) tem ampla distribuição nas regiões Nordeste e Norte do Brasil. Tem folhagem verde-escura, densa, com flores vistosas. É indicada para áreas abertas, como praças e jardins amplos, por suas características de crescimento e porte. Nesse mesmo tipo de ambiente é indicada a presença de ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus*), que também atinge porte grande e grande beleza em razão de sua floração vistosa. Também de grande porte, a orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum*) tem elevado potencial de crescimento. Suas raízes são grossas e superficiais, o que exige seu plantio em áreas amplas, bem afastadas de construções e outras estruturas, como fiações elétricas. Trata-se de uma espécie decídua, com os frutos tornando-se visíveis e aptos para dispersão durante o período de queda das folhas.

19.8. Considerações finais

Para o planejamento do plantio de árvores em espaços urbanos, é imprescindível analisar a área, considerando fatores como presença de calçadas, fiação elétrica, locais de passagem de pedestres, trânsito de veículos e estacionamentos. Também é necessário avaliar as características das espécies, incluindo tamanho das raízes e do caule, formato da copa, tipo e tamanho das folhas, cor e odor das flores, além do tamanho dos frutos, a fim de selecionar as mais adequadas. Ademais, é fundamental considerar o bioma da região ou município e priorizar o uso de plantas nativas, cuja diversidade é elevada, sendo apresentadas neste estudo algumas espécies indicadas para os espaços urbanos do Maranhão.

Outro ponto fundamental é a elaboração de projetos para arborização urbana e o monitoramento das árvores, a fim de permitir uma avaliação do crescimento de seus troncos, galhos e raízes, bem como o seu manejo, como podas ou retiradas de sementes. Para isso, é fundamental a necessidade de ações e políticas públicas para apoiar a implantação de planos de arborização urbana em cada cidade e que sejam listadas as espécies nativas da região para serem utilizadas. Além disso, é necessário incentivar a produção local de mudas de plantas nativas em viveiros para garantir os exemplares a serem utilizados neste plantio de forma adequada ao ambiente escolhido.

19.9. Referências

- [1] Lorenzi H, Souza HM. Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 2. ed. v. 3. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2016.
- [2] Azevedo ACG. Ecossistemas maranhenses. Série Ecológica. São Luís: UEMA Editora; 2002.
- [3] Feitosa AC, Trovão JR, editores. Atlas escolar do Maranhão: espaço geo-histórico e cultural. João Pessoa: Grafset; 2006.
- [4] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades e estados. 2020. [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>
- [5] Junk WJ, Piedade MTF, Lourival R, Wittmann F, Kandus P, Lacerda LD, et al. Definição e classificação das áreas úmidas (AUs) brasileiras: base científica para uma nova política de proteção e manejo sustentável. In: Cunha CN, Piedade MTF, Junk WJ, organizadores. Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macro-habitats. Cuiabá: Ed UFMT; 2015.

- [6] Jacomine PKT, coordenador. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Maranhão. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS/SUDENE-DRN; 1986. (Boletim de Pesquisa, 35; Série Recursos de Solos, 17).
- [7] Oliveira AD, et al. Avaliação econômica da regeneração da vegetação de cerrado sob diferentes regimes de manejo. *Rev Árvore*. 2002;26(6):715-26.
- [8] Silva HG, Figueiredo N, Andrade GV. Estrutura da vegetação de um cerradão e a heterogeneidade regional do Cerrado no Maranhão, Brasil. *Rev Árvore*. 2008;32(5):921-30.
- [9] Saraiva RVC, Leonel LV, Reis FF, Figueiredo FAMMA, Reis FO, Sousa JRP, et al. Cerrado physiognomies in Chapada das Mesas National Park (Maranhão, Brazil) revealed by patterns of floristic similarity and relationships in a transition zone. *An Acad Bras Cienc*. 2020;92(2):e20181109.
- [10] Spinelli-Araujo L, et al. Conservação da biodiversidade do Estado do Maranhão: cenário atual em dados geoespaciais. Jaguaruina: Embrapa Meio Ambiente; 2016. (Documentos, 108).
- [11] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Relatório do diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão. Campinas (SP): Embrapa Monitoramento por Satélite; 2013. (Relatório técnico, v. 2).
- [12] Amorim GS, Amorim IFF, Almeida Jr EB. Flora de uma área de dunas antropizadas na praia de Araçagi, Maranhão. *Rev Biociências*. 2016;22(2):18-29.
- [13] Amorim IFF, Lima PB, Santos-Filho FS, Almeida Jr EB. Diversity and richness of the herbaceous plants on urbanized and non-urbanized dunes on the Brazilian Amazonian coast. *Urban Ecosyst*. 2023;26(2):447-57. doi:10.1007/s11252-023-01341-z.
- [14] Rocha AE, organizador. Arborização urbana: centro histórico e praças de São Luís, Maranhão. São Luís: Eduema; 2018.
- [15] Bayerl SH, Backes FAAL. Produção de mudas de camélia (*Camellia sinensis*) através de alporquia para uso em micropaisagismo. *Ágora Rev Divulg Cient*. 2009;16(2):45-51.
- [16] Mendes EN, Figueredo MF, Braga PET. Flora arbustiva/arbórea nos bairros Betânia e Derby na cidade de Sobral, Ceará. *Rev Homem Espaço Tempo*. 2012;—.
- [17] Lopes RB, Miola DTB. Sequestro de carbono em diferentes fitofisionomias do Cerrado. *Rev Digit FAPAM*. 2010;2(2):127-43.
- [18] Jähnäll S. Review on urban vegetation and particle air pollution: deposition and dispersion. *Atmos Environ*. 2015;105:130-37.
- [19] Carvalho GM, Roque N, Guedes MLS. Levantamento das espécies arbóreas da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. *Sitientibus Sér Ciênc Biol*. 2007;7(4):377-87.
- [20] Castro ASF, Moro MF, Rocha FCL. Plantas dos espaços livres da Reitoria da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), Ceará, Brasil. *Rev Bras Biociências*. 2011;9(1):—.
- [21] Melo AD, Carvalho DD, Castro GD, Machado ELM. Fragmentos florestais urbanos. *Rev Cient Eletr Eng Florestal*. 2011;17(1):58-79.
- [22] Ribeiro FABS. Arborização urbana em Uberlândia: percepção da população. *Rev da Católica*. 2009;1(1):224-37.
- [23] Escobedo FJ, Kroeger T, Wagner JE. Urban forests and pollution mitigation: analyzing ecosystem services and disservices. *Environ Pollut*. 2011;159:2078-87.
- [24] Franco MAR. Desenho ambiental: uma introdução à arquitetura da paisagem com o paradigma ecológico. 1. ed. São Paulo: Fapesp; 2006.

- [25] Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Manual de arborização. Belo Horizonte: CEMIG; 2011.
- [26] Costa CF, Fonseca RS, Almeida DB, Oliveira MS, Oliveira DS, Braga JHP. Espécies utilizadas na arborização em praças do município de Caxias, Maranhão. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2017;12(1):65-78.
- [27] Costa LBS, Almeida Jr EB. Checklist da flora fanerogâmica e mapeamento das áreas de fragmentos florestais urbanos em São Luís, Maranhão. *Rev Equador.* 2020;9(3):26-39.
- [28] Loliola MIB, Silva MAP, Ribeiro RTM, Sampaio VS, Soares Neto RL, Souza EB. Lista de angiospermas do Ceará. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará; 2021.
- [29] 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(4):991-99.
- [30] Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Divers Distrib.* 2000;6:93-107.
- [31] Coletto EP, Müller NG, Wolski SS. Diagnóstico da arborização das vias públicas do município de Sete de Setembro, RS. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2008;3(2):110-22.
- [32] Stringheta ACO. Plantas ornamentais e paisagismo: a história da arte dos jardins. Viçosa (MG): Ed UFV; 2014.
- [33] Costa LBS, Pires CS, Anjos JS, Correia BEF, Almeida Jr EB. Floristic survey of ornamental plants used in Dom Delgado University City at the Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão State, Brazil. *Ornamental Hortic.* 2017;23(4):451-59.
- [34] Nogueira DH. Qualidade e potencial de utilização de frutos de genótipos de carnaubeira (*Copernicia prunifera*) oriundos do estado do Ceará [tese]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2009.
- [35] Gomes AMJ, Santos BK, Silva SM. Cadeia produtiva da cera de carnaúba: diagnóstico e cenários. Teresina: EDUFPI; 2006.
- [36] Crespo MFV. Estratégia de desenvolvimento do arranjo produtivo local da carnaúba em Ilha Grande de Santa Isabel (PI) – Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba [dissertação]. Teresina: Universidade Federal do Piauí; 2007.
- [37] Lohmann LG. Bignoniaceae. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [acesso 8 set. 2014]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/>
- [38] Oliveira IKS, Maneschy RQ, Guimarães TP, Castro AA. Regeneração natural abaixo da copa de árvores dispersas em pastagens no P.A. Belo Horizonte I, São Domingos do Araguaia, PA. *Agroecossistemas.* 2010;2(1):22-31.
- [39] Silva MR, Carvalho Junior OA, Martins ES, Mitja D, Chaib Filho H. Análise fatorial multivariada aplicada à caracterização de áreas de ocorrência de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) na bacia do rio Cocal. *Soc Nat.* 2012;24(2):267-82.
- [40] Reis JAM. Dinâmica populacional de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) em pastagens na Amazônia oriental [dissertação]. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia; 2019.

Capítulo 20

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DA PARAÍBA E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Maria Regina de Vasconcellos Barbosa, Laís Angélica de Andrade Pinheiro Borges, Thiago Pereira de Brito, Pedro da Costa Gadelha Neto, Ely Ewerton Amorim Lopes e Pedro Paulo de Almeida Cavalcanti Mello

20.1. Destaques deste capítulo

1. A arborização urbana na Paraíba ainda utiliza majoritariamente espécies exóticas, sendo pouco aproveitada a diversidade de espécies da flora nativa;
2. Este capítulo traz uma lista com 145 espécies nativas com potencial para arborização urbana na Paraíba;
3. A Paraíba abriga Mata Atlântica e Caatinga, onde ocorrem, predominantemente, a Floresta Estacional Semidecidual e a Savana Estépica Arborizada, respectivamente;
4. A família Fabaceae tem a maior diversidade, com 50 espécies, com presença tanto nas fitofisionomias da Caatinga como da Mata Atlântica.

20.2. Introdução

A Paraíba está localizada no extremo oriental do Nordeste brasileiro, apresentando cerca de 130 km de extensão ao longo do litoral e mais de 400 km da costa até o limite com o Ceará, no extremo oeste do estado. São ao todo 56.467,242 km² de extensão territorial [1], dos quais 90% estão sob o domínio da Caatinga. Apenas uma estreita faixa próxima ao litoral está no domínio da Mata Atlântica, englobando 45 do total de 223 municípios paraibanos [2].

Atualmente, a Paraíba apresenta 45% de seu território com cobertura vegetal natural, sendo 94% desse total cobertos pela vegetação de Caatinga [3]. Considerando as quatro mesorregiões do estado, a Mata Paraibana é aquela que apresenta, atualmente, a menor cobertura vegetal, com 19% de sua área original, seguida pelo Agreste, com 27%. A Borborema e o Sertão apresentam maior cobertura de vegetação nativa, com respectivamente 56% e 53% [3].

A Mata Paraibana compreende a parte leste do estado, onde predominam as planícies litorâneas e os tabuleiros costeiros. É a região onde as chuvas são mais abundantes, especialmente nos meses de março a julho. O relevo é representado por três unidades geomorfológicas: os Baixos Planaltos Costeiros (ou Tabuleiros), predominantes; a Baixada Litorânea, com suas dunas,

restingas e lagoas; e as Planícies Aluviais, Fluviomarinhas e Estuarinas dos rios que deságuam no Oceano Atlântico.

O Baixo Planalto Costeiro paraibano tem sua origem na Formação Barreiras, que se estende desde o sul do Amazonas até o norte do Rio de Janeiro, ao longo do litoral brasileiro. No Nordeste, os Tabuleiros Costeiros correspondem a 5,92% da região, estendendo-se desde o Maranhão até o extremo sul da Bahia, sempre acompanhando o litoral [4,5]. Originalmente, o termo tabuleiro referia-se apenas à formação geomorfológica com seu relevo plano, mas acabou estendendo-se para a vegetação que recobre a Formação Barreiras na Mata Atlântica nordestina [6]. Esta vegetação varia de florestas, conhecidas como florestas de tabuleiro, a formações abertas, savânicas, chamadas apenas de tabuleiros [5]. A Floresta de Tabuleiro compreende, dependendo de sua localização, florestas ombrófilas ou florestas estacionais semi-decíduais, ambas de terras baixas [7].

Na Mata Atlântica paraibana estão presentes florestas ombrófilas, florestas estacionais, restingas, manguezais, e enclaves de savanas [8]. Entretanto, das florestas, quase totalmente destruídas, restam hoje apenas pequenas manchas esparsas no litoral. Os atuais remanescentes são poucos e isolados e, desde a década de 1990, inexistiu um único fragmento com mais de 1.500 hectares contínuos [9]. Além disso, todos os remanescentes apresentam sinais de retirada seletiva de madeira. De acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica [10], dos 45 municípios do estado inseridos no domínio, 29 possuem menos de 10% de sua área com remanescentes de vegetação nativa, e um está completamente desmatado.

Os maiores fragmentos dessa Floresta Costeira podem ser observados nas proximidades de João Pessoa e no litoral norte do estado. Contudo, em sua maioria, a floresta está transformada em uma capoeira (floresta secundária) densa. Nesses fragmentos, as árvores estão espaçadas, mas as copas ainda formam um dossel, e são finas, com troncos com 30 cm de diâmetro, em média. O sub-bosque é pouco denso, com estrato herbáceo ralo. Essas áreas são principalmente remanescentes de florestas estacionais semidecíduais de terras baixas, que ocupam o Baixo Planalto Costeiro paraibano. Na Floresta Estacional Semidecidual, em decorrência do clima, entre 20% e 50% das árvores perdem suas folhas durante o período de seca [8].

As savanas costeiras na Paraíba apresentam tanto fisionomias arborizadas quanto gramíneo-lenhosa. Quando arborizadas, apresentam árvores de pequeno porte, esparsas, e um estrato gramínoide contínuo, sujeito ao fogo natural anual. Podem ser mais ou menos abertas, dependendo da densidade de árvores e arbustos. Na Savana Gramíneo-lenhosa, prevalece o estrato herbáceo formado por gramíneas, entremeado por plantas sublenhosas ou lenhosas raquíticas. A composição florística é bastante diversificada, sendo as plantas lenhosas mais representativas: *Hirtella ciliata* (angola), *Byrsonima crassifolia* (murici-da-praia), *Ouratea hexasperma* (batiputã), *Curatella americana* (lixeira) e *Himatanthus bracteatus* (leiteira) [11].

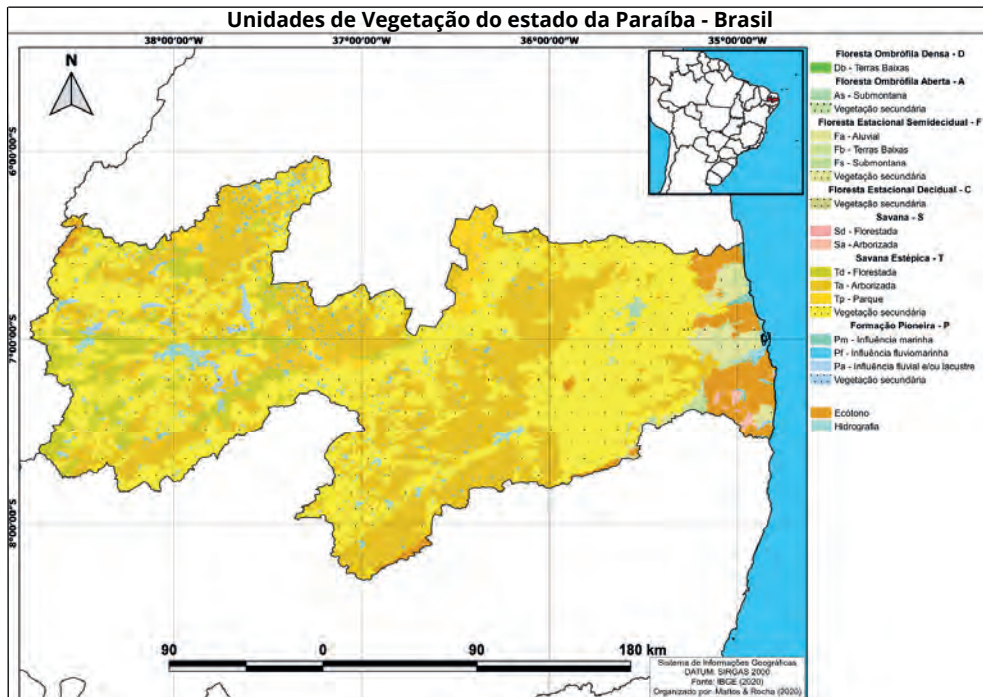
Os municípios paraibanos com maior cobertura vegetal atualmente estão todos no domínio Caatinga, que ocupa a maior parte das mesorregiões do Agreste, da Borborema e do Sertão. Dentre esses municípios, 11 deles destacam-se por possuir mais de 80% de cobertura natural: Gurjão, São José de Espinharas, Catolé do Rocha, São João do Cariri, Mato Grosso, Cabaceiras, Barra de São Miguel, Quixaba, São Domingos do Cariri, São Mamede e Riacho dos Cavalos. O município de Gurjão é aquele com o maior percentual (85%) de cobertura vegetal [3].

Na classificação oficial da vegetação brasileira [7], a vegetação da Caatinga é tratada como Savana Estépica, apresentando fisionomias Gramíneo-lenhosa, Parque, Arborizada, e Florestada,

dependendo da quantidade de árvores na paisagem. Na Caatinga paraibana, predomina a fisionomia SavanaEstépica Arborizada, que corresponde a 81% de toda a cobertura nativa remanescente no estado [3].

A Figura 1 apresenta o mapa das regiões fitoecológicas do estado da Paraíba, destacando as principais formações vegetais e suas respectivas distribuições espaciais. Observa-se a predominância das fitofisionomias de Savana Estépica e Floresta Estacional Decidual, com variações associadas às condições edafoclimáticas e à transição entre biomas, além de áreas de ecótono e influência pioneira nas zonas litorâneas e fluviais.

Figura 20.1 – Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

São reconhecidas na Paraíba pelo menos quatro regiões distintas no domínio da Caatinga: Cariri, Curimataú, Seridó e Sertão. A precipitação é o principal fator ambiental condicionante das diferenças encontradas na vegetação [12,13]. O **Cariri** é a região de menor densidade demográfica no estado da Paraíba e um dos polos xéricos do Nordeste brasileiro. Contudo, autores anteriores [14,15] demonstraram que a flora do Cariri paraibano não é tão pobre quanto se considerava e, em áreas bem preservadas, pode ser bem diversa e rica. Dentre as espécies arbustivo-arbóreas mais frequentes no Cariri, estão: *Astronium urundeuva* (aroeira-do-sertão), *Spondias tuberosa* (umbuzeiro), *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro), *Commiphora leptophloeos* (imburana-de-espinho), *Bauhinia cheilantha* (mororó), *Cenostigma pyramidale* (catingueira), *Croton blanchetianus* (marmeleiro), *Manihot carthagenensis* (maniçoba), *Amburana cearensis* (cumarú), *Tocoyena formosa* (jenipapo-bravo), *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta) e *Jatropha mollissima* (pinhão) [14,16]. A Caatinga do **Curimataú** apresenta semelhanças com a do Cariri. No Curimataú, até 1970, o algodão arbóreo e o sisal

partilhavam o espaço agrário com a criação extensiva de gado [17]. O **Seridó** paraibano, localizado no rebordo ocidental do Planalto da Borborema, é uma das regiões do semiárido brasileiro mais afetadas pelos processos de desertificação – fenômeno causado pelas variações climáticas e intensificado pela intervenção humana no ambiente [18]. A Paraíba é o estado brasileiro que possui o maior percentual de áreas com nível de desertificação muito grave (29%), sendo mais de 70% do território paraibano e cerca de 50% de sua população afetados pelo problema [19]. No **Sertão**, está a maior área absoluta de vegetação natural remanescente na Paraíba, com cerca de 1,2 milhão de hectares, predominantemente do tipo Savana Estépica Arborizada [3]. A microrregião de Patos é aquela que apresenta a maior cobertura florestal do estado, com 73% de seu território com vegetação natural.

Alterações na Caatinga tiveram início com o processo de colonização do Brasil, como consequência da pecuária bovina, associada às práticas agrícolas rudimentares [20]. Ao longo do tempo, o processo se acelerou, com a diversificação da agricultura e da pecuária, caça, aumento da extração de lenha para produção de carvão, dentre outros usos da terra [21]. O sistema agropastoril apresenta-se como o fator que maior pressão exerce sobre a cobertura vegetal no semiárido nordestino, e essa pressão varia de intensidade em função da localização, estrutura e tamanho dos remanescentes [20].

20.3. Arborização urbana na Paraíba: o que sabemos?

Embora a Paraíba apresente uma considerável diversidade de espécies arbóreas, registrada nos diversos levantamentos florísticos e fitossociológicos já realizados, a arborização urbana em cidades do estado apresenta elevado uso de espécies exóticas. Observa-se também, de um modo geral, ausência ou falha de planejamento e execução inadequada [22-24] dos projetos.

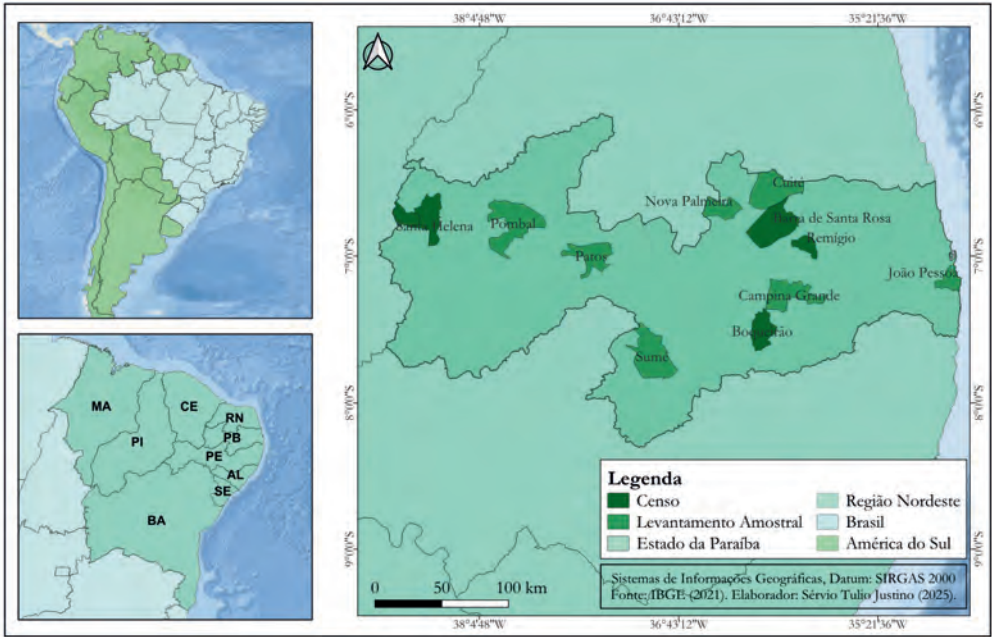
Como resultado de uma pesquisa bibliográfica sobre arborização urbana no estado, utilizando as plataformas *online* Google Scholar, Portal de Periódicos da CAPES e Web of Science, elaborou-se uma planilha com as seguintes categorias: município do estudo, período do levantamento, tipo de levantamento (censo ou amostragem), abundância (número) dos indivíduos de cada espécie, origem das espécies inventariadas (exóticas ou nativas do Brasil) e tipo de publicação (artigo em periódico científico ou monografia). Os nomes científicos foram verificados e atualizados de acordo com Flora e Funga do Brasil [25].

Foram encontrados 17 estudos sobre arborização urbana na Paraíba [26-43], realizados entre 2003 e 2017, em 12 municípios paraibanos, distribuídos do litoral ao sertão, em todas as mesorregiões do estado (Figura 2). A maior parte dos trabalhos utilizou amostragem (65%), avaliou a abundância (82%) e a origem (71%) das espécies e 35% realizaram censos. Quanto ao tipo de publicação, 76% dos dados estão disponíveis em periódicos científicos, enquanto 24% encontram-se em monografias de Cursos de Graduação ou Pós-Graduação *Lato Sensu* (Especialização).

Considerando todos os levantamentos analisados, foram registradas 150 espécies, sendo 36% nativas e 64% exóticas, distribuídas em 23 famílias botânicas, das quais destacam-se Fabaceae, Anacardiaceae e Bignoniaceae com maior representatividade. Ao todo, 27 espécies (Tabela 1) foram observadas em pelo menos seis dos municípios avaliados, sendo consideradas as mais frequentes. Desse total, cerca de dois terços são espécies exóticas, destacando-se *Azadirachta indica* (nim), *Terminalia catappa* (castanhola), *Ficus benjamina* (figueira), *Prosopis juliflora* (algaroba) e *Senna*

siamea (Tabela 2). As espécies nativas que se destacaram foram *Schinus terebinthifolia* (aroeira-da-praia, aroeira-vermelha), *Tabebuia aurea* (craibeira) e *Talipariti pernambucense* (algodão-da-praia). Vale ressaltar que, dentre as espécies nativas utilizadas, algumas não são autóctones da Paraíba, a exemplo da *Clitoria fairchildiana* e *Pachira aquatica* que, embora nativas do Brasil, são originárias da região amazônica.

Figura 20.2 – Municípios paraibanos onde foram realizados levantamentos sobre a arborização urbana.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

Em parte dos trabalhos analisados, foram observados problemas que podem comprometer a confiabilidade dos dados, como a identificação errônea de espécies, como a “linhaça”, citada como *Linum usitatissimum*, o “linho”. É possível que, nesse caso, a espécie observada fosse a “leucena” (*Leucaena leucocephala*), que é chamada de linhaça em alguns locais da Paraíba. Além disso, ressalta-se que nenhum dos levantamentos fez menção à coleta de material botânico e confecção de exsicatas para depósito em herbário como material-testemunho, impossibilitando a conferência da identificação deste por especialistas.

Tabela 20.1 – Lista das espécies mais frequentes observadas em levantamentos sobre a arborização urbana em 12 municípios paraibanos.

Família/Espécie	Origem ¹	Municípios
Anacardiaceae		
<i>Anacardium occidentale</i> L.	N	7
<i>Mangifera indica</i> L.	E	8
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	N	9

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Origem ¹	Municípios
Arecaceae		
<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook	E	7
Bignoniaceae		
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	N	6
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	N	6
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	N	8
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	E	8
Chrysabalaceae		
<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	N	7
Combretaceae		
<i>Terminalia catappa</i> L.	E	12
Fabaceae		
<i>Adenanthera pavonina</i> L.	E	6
<i>Bauhinia monandra</i> Kurz.	E	6
<i>Cassia fistula</i> L.	E	9
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	N	6
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	E	8
<i>Erythrina variegata</i> L.	E	8
<i>Lencaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	E	6
<i>Paubrasiliea echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	N	7
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	E	6
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	E	12
<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	E	10
<i>Tamarindus indica</i> L.	E	7
Malvaceae		
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	N	6
<i>Talipariti pernambucense</i> (Arruda) Bovini	N	8
Meliaceae		
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	E	12
Moraceae		
<i>Ficus benjamina</i> L.	E	12
Myrtaceae		
<i>Psidium guajava</i> L.	E	6

1. Origem: N – Nativa do Brasil; E – Exótica ao Brasil.

Fonte: Autores.

Tabela 20.2 – Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado da Paraíba.

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Anacardiaceae														
<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajuieiro	SN	10	40	EA	Bx	L	C	NA	jun-nov	set-jan	Zoo	Bx	NE
		Ta												
		Td	16	60	C	Al	L	C	AP	jun-jul	set-out	Ane	Bx	LC
		TN												
		As												
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	baraúna	Ta	12	60	C	Al	L	C	AP	nov-fev	ago-set	Ane	Md	LC
		Td												
		TN												
		As												
		Fb												
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira-da-praia	SN	7	30	C	Al	L	Ps	AP	set-jan	jan-jul	Zoo	Md	NE
		Td												
		TN												
		Ta												
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	umbuzeiro	Td	6	40	EA	Me	L	C	NA	out-fev	nov-mar	Zoo	Md	NE
		Ta												
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	cupiúba	Fb	17	60	EA	Me	L	Ps	-	dez-fev	fev-jun	Zoo	Bx	NE
		As												
		Fb												
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	caboatã-de-leite	SN	10	60	C	Al	A	Sc	AP	nov-mar	jan-abr	Zoo	Al	NE
		As												
		Fb												
Annonaceae														
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	semente-de-embira	Fb	9	30	C	Al	A	Sc	AP	nov-fev	set-dez	Zoo	Md	NE
		As												

(continua)

(continuação)																
Família / Espécie	Nome popular			UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Apocynaceae																
<i>Allamanda blanchetii</i> A.DC.	alamanda-roxa	Ta	3	10	C	Bx	L	Ps	AP	jan-dez	jan-dez	Zoo	Bx	NE		
		Td														
		TN														
		As														
<i>Aspidosperma pyriformis</i> Mart. & Zucc.	perceiro	Ta	8	30	C	Al	L	C	AP	dez-mar	ago-out	Ane	Bx	NE		
		Td														
		TN														
		As														
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	mangabeira	SN	4	18	C	Me	L	Ps	AP	set-dez	nov-mar	Zoo	Al	NE		
<i>Himantanthus bracteatus</i> (A.DC.) Woodson	lagarteiro	Fb	7	25	C	Bx	L	Ps	AP	out-maio	mar-nov	Ane	Bx	NE		
		SN														
		As														
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	jasmim-cata-vento	As	7	30	C	Bx	L	Ps	AP	set-dez	mar-jun	Zoo	Bx	NE		
Araliaceae																
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	sambaquim	Fb	27	45	EA	Me	L	Ps	-	maio-jul	jun-out	Zoo	Md	NE		
		As														
Arecaceae																
<i>Acrocomia intumescens</i> Drude	macaíba	Ta	8	30	C	Me	L	Ps	AP	mar-ago	mar-ago	Aut Zoo	Al	LC		
		Td														
		TN														
		Fb														
		As														
<i>Attalea oleifera</i> Barb.Rodr.	pindoba	As	25	40	EA	Me	L	Ps	-	dez-fev	mar-jul	Zoo	Md	NE		(continua)

(continua)

(continuação)																
Família / Espécie	Nome popular			UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E.Moore	carnaúba	Ta	10	20	C	Al	L	Ps	AP	jul-out	nov-mar	Aut Zoo	Md	NE		
		Td														
		TN														
<i>Syagrus cearensis</i> Noblick	coco-católé	Ta	9	15	EA	Me	L	Ps	-	jan-dez	set-dez	Aut Zoo	Md	NE		
		TN														
		Fb														
		As														
		TN														
Bignoniaceae																
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-amarelo	Fb	16	66	C	Al	A	C	AP	ago-dez	fev-abr	Ane	Bx	NE		
		As														
		Ta														
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-roxo	Td	12	70	C	Al	L	C	AP	ago-dez	ago-nov	Ane	Bx	NT		
		TN														
		As														
		Fb														
		Ta														
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	ipê-amarelo	Fb	12	90	AE	Al	L	C	AP	dez-fev	jan-mar	Ane	Md	NE		
		As														
		Ta														
<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	caroba	Td	6	25	C	Me	L	C	AP	jul-out	ago-out	Ane	Bx	NE		
		TN														
		Ta														
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	craibeira	Td	16	80	EA	Al	L	C	NA	ago-out	set-nov	Ane	Md	NE		
		Ta														
<i>Tabebuia elliptica</i> (DC.) Sandwith	ipê-branco	Fb	9	30	C	Al	L	C	AP	jan-fev	fev-mar	Ane	Md	NE		
		SN													(continua)	

(continua)

(continuação)																	
Família / Espécie		Nome popular		UF		AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith		ipê-rosa	Fb	SN	7	40	C	Me	L	C	AP	jan-abr	jan-abr	Ane	Bx	NE	
Bixaceae																	
Cochlospermum regium (Mart. ex Schrank) Pilg.		algodão-do-mato	Ta	9	2	C	Bx	L	C	AP	maio-set	jun-out	Zoo	Al	LC		
			Td														
			TN														
			As														
			SN														
Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.		algodão-do-mato	Ta	3	12	C	Bx	L	C	AP	out-jan	ago-dez	Zoo	Al	NE		
			Td														
			TN														
			As														
			SN														
Burseraceae																	
Commiphora leptophloeos (Mart.) J.B.Gillett		imburana-de-espinho	Ta	12	60	EA	Bx	L	C	-	nov-dez	mar-maio	Zoo	Md	NE		
			Td														
			TN														
			As														
Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand		amescla	Fb	15	40	C	Me	L	Ps	AP	set-dez	fev-abr	Zoo	Al	DD		
			As														
Capparaceae																	
Cratena tapia L.		trapiá	Ta	9	30	C	Me	L	C	AP	ago-nov	jan-maio	Zoo	Al	NE		
			Td														
			TN														
			Fb														
			As														

(continua)

(continuação)														
Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
Chrysobalanaceae														
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	angola	SN	8	25	C	Al	L	Sc	AP	maio-jan	set-jan	Zoo	Al	NE
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	azeitona-do-mato	Fb												
		SN	4	7	C	Bx	L	Ps	AP	jun-abr	jun-abr	Zoo	Bx	LC
		As												
<i>Leptobalanus octandrus</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Sothers & Prance subsp. <i>octandrus</i>	pau-cinza	Fb												
		SN	10	70	EA	Al	L	Ps	-	set-jan	nov-fev	Zoo	Al	NE
		As												
<i>Microdesmia rigida</i> (Benth.) Sothers & Prance	oitica	Ta												
		Td	11	30	EA	Al	A	Ps	-	jan-out	nov-fev	Zoo Hid	Md	NE
		TN												
<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	oiti	TN												
		As	14	45	C	Al	L	Ps	AP	set-out	jan-mar	Aut Zoo	Bx	NE
		Fb												
		SN												
Clusiaceae														
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	pororoca	Fb	6	20	C	Al	L	Ps	AP	set-jan	fev-jun	Zoo	Al	NE
Combretaceae														
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	mofumbo	Ta												
		Td	3	30	C	Me	L	Sc	AP	jan-jul	dez-set	Ane	Bx	NE
		TN												
<i>Terminalia tetraphylla</i> (Aubl.) Gere & Boatwr.	imbridiba	Fb												
		SN	15	60	EA	Me	L	C	-	dez-jan	mar-ago	Zoo	Md	NE
		As												
(continua)														

(continua)

(continuação)																
Família / Espécie	Nome popular			UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DP+	SC
Cordiaceae																
<i>Cordia oncodyx</i> Allemão	pau-branco	Ta	8	40	C	Me	L	C	AP	jan-mar	jun-ago	Ane	Md			NE
		Td														
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	freijó	Ta														
		Td														
		TN	11	60	EA	Me	A	C	-	maio-set	jul-dez	Ane	Md			NE
		As														
		Fb														
Dilleniaceae																
<i>Curatella americana</i> L.	cajuero-bravo	Ta														
		Td														
		TN	6	40	EA	Me	A	C	-	ago-out	out-nov	Aut Zoo	Al			NE
		Fb														
		SN														
Euphorbiaceae																
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	pinhão	Ta	3	3	C	Bx	L	C	AP	dez-fev	jan-maio	Aut	Bx			NE
		Td														
		TN														
<i>Manihot carthagenensis</i> (Jacq.) Müll.Arg.	maniçoba	Ta														
		Td	7	20	C	Bx	L	C	AP	dez-fev	jan-abr	Zoo	Bx		NE	
		TN														
		As														
Fabaceae																
<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier	barbatimão-branco	Fb	2	17	C	Al	L	Ps	AP	nov-maio	jan-maio	Aut	Md			LC
		SN														(continua)

(continua)

(continuação)															
Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC	
<i>Albizia inundata</i> (Mart.) Barneby & J.W.Grimes	muquém	Ta	7	40	EA	Me	L	Ps	-	jun-set	set-abr	Aut	Bx	NE	
		Td													
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	camunzé	Ta	15	60	EA	Me	L	Sc	-	dez-abr	jan-jul	Aut	Md	NE	
		TN													
		Fb													
		As													
<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A.C.Sm.	cumaru	Ta	9	50	EA	Me	L	C	-	mar-jun	abr-ago	Ane	Bx	NT	
		Td													
		TN													
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	angico	Ta	11	30	EA	Al	L	C	-	ago-jan	nov-abr	Aut	Bx	NE	
		Td													
		TN													
		As													
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	angelim	Fb	9	40	EA	Al	L	Ps	-	set-nov	abr-jul	Zoo	Al	NE	
As															
<i>Andira humilis</i> Mart. ex Benth.	angelim-rasteiro	SN	1	10			L	C	-	set-nov	jan-mar	Zoo	Al	LC	
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	jitaí	Fb	15	90	EA	Al	L	C	-	out-nov	jan-fev	Aut Ane	Md	VU	
<i>Bauhinia chilantha</i> (Bong.) Steud.	mororó	Ta	4	10	C	Al	L	C	AP	jan-ago	jan-jul	Aut	Md	NE	
		Td													
		TN													
		As													
<i>Bondichia virgilioides</i> Kunth	sucupira	Fb	13	60	EA	Al	L	C	AP	set-dez	nov-abr	Ane	Al	NT	
		As													
		SN													
(continua)															

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	chuva-de-ouro	Fb	8	60	C	Me	L	Sc	AP	mar-jul	jul-set	Zoo	Md	NE
		TN												
		As												
<i>Cassia grandis</i> L.f.	cássia-rosea	As	15	40	C	Me	L	C	-	out-nov	nov-dez	Aut Zoo	Bx	NE
<i>Cenostigma nordesitum</i> E. Gagnon & G.P. Lewis	catingueira	Ta	5	20	C	Al	L	C	AP	set-jul	jan-set	Aut	Bx	NE
		Td												
		As												
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P. Lewis	sibipiruna	Fb	7	25	C	Me	L	Sc	AP	out-abr	fev-abr	Aut Ane	Bx	NE
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis	catingueira	Ta	5	30	C	Al	L	C	AP	nov-jul	jan-ago	Aut	Bx	NE
		Td												
		TN												
<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	pau-ferro	Fb	6	20	C*	Al	L	Sc	-	ago-jan	set-jan	Aut	Al	NE
<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G.P.Lewis	arapiraca	SN												
		Ta												
		Td												
		TN	5	8	C*	Me	L	C	-	jan-jun	ago-dez	Aut	Bx	NE
		As												
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaiba	Fb												
		TN	10	40	EA	Me	L	Sc	-	dez-mar	ago-out	Zoo	Md	NE
		Fb												

(continua)

(continuação)																
Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC		
<i>Dalstedtia araripensis</i> (Benth.) M.J.Silva & A.M.G.Azevedo	sucupira-branca	Ta	7	30	C	Al	L	C	AP	set-fev	mar-set	Ane	Bx	NE		
		Td														
		TN														
		As														
<i>Enterobium timbouva</i> Mart.	tambor	Ta	12	60	EA	Me	L	C	-	jun-out	jun-nov	Aut Zoo	Bx	NE		
		Td														
		TN														
		As														
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	mulungu	Ta	11	80	C-EA	Bx	L	C	-	set-dez	jan-mar	Ane Zoo Aut	Bx	NE		
		Td														
		As														
		Ta														
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	marizeiro	Td	11	30	EA	Me	L	C	-	nov-fev	abr-jun	Aut Zoo Hid	Md	NE		
		TN														
		Ta														
		Td														
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	TN	10	35	EA	Al	L	Sc	-	nov-fev	fev-set	Zoo	Md	LC		
		Fb														
		As														
		Ta														
		Td														
<i>Hymenaea rubriflora</i> Ducke	jatobá-vermelho	Fb	7	15	EA*	Al	L	Sc	-	fev-abr	ago-set	Zoo	Al	NE		
		SN														
		As														
		Ta														
<i>Inga blanchetiana</i> Benth.	ingá-cabeludo	Fb	5	20	EA*	Bx	L	Ps	-	nov-abr	mar-maio	Zoo	Md	LC		
		SN														
(continua)																

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Inga capitata</i> Desv.	ingá	Fb	5	20	EA*	Bx	L	Ps	-	ago-jan	dez-maio	Zoo	Md	NE
		SN												
		As												
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	ingá	Fb	7	30	EA*	Bx	L	Ps	-	nov-maio	fev-maio	Zoo	Md	NE
		As												
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	ingá	Fb	7	30	C-EA*	Bx	L	Ps	-	jan-dez	ago-abr	Zoo	Md	NE
		As												
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	jucá	Ta	7	30	C	Al	L	C	AP	jan-mar	mar-jul	Aut Zoo	Bx	NE
		Td												
		TN												
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	embira-de-sapo	As	14	40	EA*	Al	L	Sc	-	nov-fev	fev-maio	Ane Aut	Bx	NE
		TN												
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	ingazeiro	Ta	8	40	EA	Me	L	Ps	-	out-nov	abr-out	Ane Aut	Bx	NE
		Td												
		TN												
		As												
<i>Laetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	pau-serrote	Ta	5	50	EA*	Al	L	C	-	jun-dez	dez-jan	Ane	Bx	NE
		Td												
		TN												
<i>Mimosa caesalpinjifolia</i> Benth.	sabiá	Ta	7	25	EA	Al	L	C	-	abr-jun	set-fev	Aut	Md	LC
		Td												
		As												
		Fb												
		SN												

(continua)

(continuação)																	
Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC			
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	jurema-preta	Ta	5	25	EA	Al	L	C	-	out-dez	mar-abr	Aut	Bx	NE			
		Td															
		TN															
		As															
<i>Myroxylon peruijerum</i> L.f.	bálsamo	Ta	21	80	EA*	Al	L	C	-	jul-set	out-nov	Ane	Md	LC			
		As															
<i>Parapiptadenia zebritheri</i> (Harms) M.M.P.Lima & H.C.Lima	angico-monjolo	Ta	6	50	EA*	Al	L	C	-	dez-fev	ago-dez	Aut Ane	Bx	NE			
		Td															
		TN															
<i>Purkea pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	visgueiro	Fb	35	100	EA	Me	L	Ps	-	set-nov	out-jan	Aut	Md	NE			
<i>Paulbrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	pau-brasil	Fb	13	40	C	Al	L	Ps	AP	dez-maio	out-jan	Aut	Al	EN			
		SN															
		TN															
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taub.	madeira-nova	As	17	70	C-EA*	Al	L	C	-	nov-abr	jan-abr	Aut Ane	Bx	NE			
		Fb															
		Ta															
<i>Piptadenia retusa</i> (Jacq.) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger	jurema-branca	Ta	5	10	C	Al	L	C	-	jan-jun	abr-dez	Ane	Bx	NE			
		Td															
		TN															
		As															
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	violete	TN	12	15	C	Al	L	C	AP	set-nov	dez-jul	Aut	Bx	NE			
<i>Poecilanthæ grandiflora</i> Benth.	chorão	As	5	40	C	Al	L	Sc	AP	jul-nov	jan-dez	Aut	Md	NE			
		Ta															
		Td															
TN			(continua)														

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	pau-sangue	Fb	15	80	EA	Me	L	Ps	NA	dez-mar	maio-jun	Ane	Md	NE
<i>Samanea inopinata</i> (Harms) Barneby & J.W.Grimes	bordão-de-velho	Fb												
		SN	12	35	C	Bx	L	C	AP	dez-mar	jul-out	Aut Zoo	Al	NE
		As												
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	são-joão	Ta												
		Td	3	20	C	Bx	L	C	AP	dez-abr	abr-jun	Aut Zoo	Al	NE
		TN												
		As												
<i>Senna spectabilis</i> var. <i>excelsa</i> (Schrad.) H.S.Irwin & Barneby	canafistula	Ta	6	28	C	Bx	L	C	AP	maio-jul	dez-jul	Aut Zoo	Bx	NE
		Td												
		TN												
		As												
<i>Senna splendida</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	canudo-de-são-joão	Ta												
		Td												
		TN	3	5	C	Bx	L	Sc	AP	abr-dez	out-jan	Aut Zoo	Md	NE
		As												
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	jaguarana	Fb												
		SN	8	18	EA	Me	L	Ps	-	nov-fev	ago-jan	Zoo	Md	NE
		As												
<i>Swartzia pikeletii</i> Killip ex Ducke	jacarandá-branco	Fb	5	15	C*	Al	L	Ps	-	abr-nov	jul-mar	Zoo	Al	LC
<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel	pau-santo	SN												
		Fb	7	30	EA	Al	L	Ps	-	dez-fev	fev-jun	Zoo	Al	NE
		As												

Humiriaceae

(continua)

(continuação)																	
Família / Espécie		Nome popular		UF		AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Sacoglottis matogrossensis</i> Malme		pitomba-de-morcego	Fb	4	20	C*	Me	L	Ps	-	jan-dez	jan-dez	Zoo	Md	NE		
			SN														
Lamiaceae																	
<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.		turumã	As	6	20	C*	Me	L	C	-	out-maio	nov-maio	Zoo	Al	NE		
			Fb														
Lauraceae																	
<i>Ocotea fasciculata</i> (Nees) Mez		louro-de-cheiro	Fb	9	20	EA*	Me	L	Ps	-	fev-abr	ago-set	Zoo	Al	NE		
			SN														
			As														
<i>Ocotea notata</i> (Nees & Mart.) Mez		louro-branco	Fb	13	45	EA*	Me	L	Ps	-	fev-jun	ago-out	Zoo	Al	NE		
			SN														
Lecythidaceae																	
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers		imbiriba	Fb	13	60	EA	Al	L	Ps	-	nov-mar	dez-abr	Aut Zoo	Al	NE		
			As														
			SN														
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.		sapucaia	Fb	27	90	EA	Al	L	C	-	ago-jan	dez-abr	Zoo	Al	NE		
			As														
			SN														
Malpighiaceae																	
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth		murici-do-tabuleiro	SN	4	5	C*	Me	L	Sc	-	ago-mar	set-maio	Zoo	Al	NE	(continua)	

(continua)

(continuação)																
Família / Espécie	Nome popular	UF			AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Byrsonima gardneriana</i> A.Juss.	murici	Ta			4	12	C*	Me	L	Sc	-	jul-maio	ago-maio	Zoo	Al	NE
		TN														
		As														
		Fb														
		SN														
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	murici	Fb			14	70	EA*	Me	L	Sc	-	dez-jan	fev-maio	Zoo	Al	NE
		SN														
		As														
Malvaceae																
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	pau-de-jangada	Fb			15	40	AP	Bx	A	Sc	-	abr-ago	dez-fev	Ane	Al	NE
		SN														
		As														
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K.Schum.	barriguda	Ta			13	100	EA	Me	L	C	-	jul-out	set-nov	Ane	Bx	NE
		Td														
		As														
<i>Eriotheca macrophylla</i> (K.Schum.) A.Robyns	munguba	Fb			16	50	EA	Bx	L	Ps	-	nov-jan	dez-mar	Ane	Bx	NE
		As														
<i>Luehea ochrophylla</i> Mart.	açoita-cavalo	Fb			8	35	C	Me	A	Sc	AP	dez-abr	maio-set	Ane	Md	NE
		SN														
		As														
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A.Robyns	imbratanha	Ta			7	30	EA	Bx	A	C	-	maio-set	jul-dez	Ane	Bx	LC
		Td														
		TN														
Melastomataceae																

(continua)

(continuação)																	
Família / Espécie	Nome popular		UF		AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC	
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	cinzeiro	Fb	2	15	C*	Me	L	C	-	out-jun	out-jul	Zoo	Al	NE			
		SN															
		As															
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	pimentinha	Fb	7	9	C*	Al	L	Ps	-	maio-fev	maio-fev	Zoo	Md	NE			
		As															
		Fb															
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	-	SN	4	25	C*	Me	L	C	-	nov-jul	nov-jul	Aut Zoo	Md	NE			
		As															
Meliaceae																	
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	TN	24	80	EA	Me	L	C	-	abr-maio	maio-dez	Aut Ane	Bx	VU			
		As															
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	pitomba-de-macaco	Fb	10	30	EA*	Al	L	Ps	-	dez-mar	ago-nov	Zoo	Al	NE			
		As															
Myrtaceae																	
<i>Campananisia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	guabiraba	Fb	7	20	C	Al	Pubescente	C	AP	jan-abr	fev-mar	Zoo	Md	NE			
		As															
		TN															
<i>Eugenia punctifolia</i> (Kunth) DC.	murta	As	5	10	C*	Md	L	Sc	-	nov-maio	nov-maio	Zoo	Al	NE			
		Fb															
		SN															
		Td															
		Fb															
<i>Myrcia bergiana</i> O.Berg	purpuna	As	5	15	C	Me	Tomentosa	Sc	AP	fev-maio	abr-set	Zoo	Al	NE			
		Fb															
		SN															
(continua)																	

(continuação)															
Família / Espécie	Nome popular		UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Myrcia gylhatica</i> (G.Mey.) DC.	viuvinha	Fb	6	5	C	Al	L	Sc	AP	maio-jun	jul-set	Zoo	Md	NE	
		SN													
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	cambuí	Fb	5	15	C	Al	L	Sc	AP	mar-set	set-dez	Zoo	Al	LC	
Ochnaceae															
<i>Oncratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	batiputá	Fb	3	20	C-EA*	Me	L	Sc	-	out-jan	jan-mar	Zoo	Al	NE	
		SN													
		As													
Peraceae															
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	sete-cascas	Fb	8	40	C*	Bx	L	Ps	-	ago-jan	out-fev	Zoo	Md	NE	
		SN													
		As													
Polygonaceae															
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	cavaçu	Ta	7	20	C	Me	L	C	-	jun-out	ago-dez	Ane	Md	NE	
		Td													
		TN													
		As													
Primulaceae															
<i>Myrsine gualanensis</i> (Aubl.) Kuntze	pororoca	Fb	10	40	C*	Bx	L	Ps	-	jun-ago	out-abr	Zoo	Al	NE	
		SN													
		As													
Rhamnaceae															
<i>Colubrina glandulosa</i> subsp. <i>reizii</i> (M.C.)Johnst.) Borthidi	saguaraji	Fb	9	20	EA*	Al	L	Sc	-	jul-out	out-dez	Aut	Bx	NE	
		As												(continua)	

(continua)

(continuação)																		
Família / Espécie	Nome popular				UF		AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Sarcomphalus juazeiro</i> (Mart.) Hauenschild	juazeiro	Ta		9	50	C	Me	L	Ps	AP	out-dez	jan-maio	Zoo	Md	NE			
		Td																
		TN																
		As																
<i>Sarcomphalus platyphyllus</i> (Reissek) Hauenschild	juazeiro	TN		12	11	EA*	Me	L	Ps	-	nov-fev	jan-jul	Zoo	Md	NE			
		Fb																
		As																
Rubiaceae																		
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	quina-quina	Ta		5	15	C	Me	L	Sc	AP	nov-jun	fev-ago	Ane	Al	NE			
		Td																
		TN																
		As																
		Fb																
		SN																
<i>Genipa americana</i> L.	jenipapo	TN		16	40	C	Me	L	Sc	-	out-dez	nov-dez	Aut Zoo Hid	Md	LC			
		As																
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	veludo	Ta		7	15	C	Al	Pubescente	Sc	AP	jan-maio	fev-ago	Zoo	Md	NE			
		Td																
		TN																
		As																
		Fb																
		SN																
(continua)																		

(continua)

(continuação)																			
Família / Espécie	Nome popular					UF		AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFi	EFr	D	DPr	SC
<i>Tooyena sellowiana</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	jenipapo-bravo	Ta		4	6	C*	Bx	L	C	-	fev-jul	fev-jul	Zoo	Bx	LC				
		Td																	
		TN																	
		Fb																	
		SN																	
Rutaceae																			
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	pau-de-cotia	Fb		7	25	C*	Me	A	Ps	-	jan-maio	ago-dez	Aut	Al	NE				
		SN																	
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	limãozinho	Fb		11	40	EA	Me	L	Sc	-	mar-jun	mar-ago	Zoo	Al	NE				
		As																	
		TN																	
Salicaceae																			
<i>Prockia crucei</i> P.Browne ex L.	quebra-faca	Ta		3	20	C	Me	L	Sc	AP	out-abr	jan-abr	Zoo	Md	NE				
		Td																	
		TN																	
		As																	
		Fb																	
Sapindaceae																			
<i>Cupania impressinervia</i> Acev.-Rodr.	caboatã-de-rego	TN		8	20	EA*	Me	Tomentosa	Sc	-	jul-nov	out-maio	Zoo	Al	NE				
		As																	
		Fb																	
		SN																	
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	caboatã-de-rego	TN		8	20	EA*	Me	L	Sc	-	jun-ago	out-dez	Zoo	Al	NE				
		Fb																	
		SN																	
(continua)																			

(continuação)																
Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC		
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	pitombuçu-da-praia	Fb	6	30	EA*	Al	L	Sc	-	jan-maio	ago-dez	Zoo	Al	NE		
		SN														
<i>Sapindus saponaria</i> L.	sabonete	Ta	9	40	C	Al	L	C	-	abr-jul	set-nov	Zoo	Md	NE		
		Td														
		TN														
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	pitombeira	Fb	8	35	C-EA	Al	L	Ps	-	nov-mar	jan-jul	Zoo	Bx	NE		
		As														
		SN														
Sapotaceae																
<i>Chrysophyllum rufum</i> Mart.	lacre-branco	As	4	20	EA*	Al	L	Ps	-	jun-nov	set-jan	Zoo	Md	NE		
		Fb														
		SN														
<i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) H.J.Lam	massaranduba	Fb	14	21	EA	Al	L	Ps	-	jun-dez	nov-abr	Zoo	Al	NE		
		SN														
<i>Pouteria venosa</i> subsp. <i>amazonica</i> T.D.Penn.	goiti	Fb	10	30	EA*	Al	L	Ps	-	dez-mar	jun-nov	Zoo	Al	NE		
		SN														
		As														
Simaroubaceae																
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	praíba	TN	20	50	C*	Bx	L	Sc	-	out-dez	jan-mar	Aut Zoo	Md	NE		
		Fb														
		As														
<i>Homalolepis bahiensis</i> (Moric.) Devecchi & Pirani	jaquinha-da-mata	Fb	4	13	C*	Bx	Pubescente	Ps	-	jul-nov	nov-fev	Zoo	Md	NE		
		SN														
Solanaceae																
(continua)																

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular					UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
<i>Brumfelia uniflora</i> (Pohl) D.Don	manacá					Ta	4	13	C	Me	L	Ps	AP	set-out fev-mar	dez-fev abr-jul	Ane Zoo	Bx	NE
						Td												
						TN												
						As												
						Fb												
Urticaceae																		
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	imbaúba					Fb	12	25	EA	Bx	A	Ps	-	dez-fev	maio-jun	Zoo	Md	NE
						As												
Vochysiaceae																		
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	cipiúba					Ta	8	40	C*	Al	L	C	-	dez-fev	ago-abr	Ane	Al	NE
						Td												
						TN												
						As												
						Fb												

Fonte: Autores.

Nota: (UF) – Unidade Fitoecológica/Tipo de Vegetação: (Ta) Savana Estépica Arborizada, (Td) Savana Estépica Florestada, (TN) Área de Tensão Ecológica Savana Estépica Florestada/Floresta Estacional, (As) Floresta Ombrófila Aberta Submontana, (Fb) Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas, (SN) Área de Tensão Ecológica Savana/Floresta Estacional; (AM) – Altura média; (DAP) – Diâmetro na altura do peito; (AP) – Adequada para: (C) Calçadas, (EA) Espaços abertos; (DM) – Densidade da madeira: (Bx) Baixa, (Me) Média, (Al) Alta; (TextF) – Textura da Folha: (A) Áspera, (L) Lisa; (PF) – Persistência das folhas: (Ps) Persistente/perenifolia, (C) Caduca/decídua, (Sc) semicaduca/semidecídua; (R) – Tipo de raiz: (AP) Apropriada para plantio em calçadas, (NA) não apropriada para plantio em calçadas; (EFl) – Época de floração; (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: (NE) Não avaliada, (DD) Dados insuficientes, (LC) Pouco preocupante, (NT) Quase ameaçada, (VU) Vulnerável, (EN) Em perigo.

*indicações preliminares baseadas no seu comportamento na vegetação nativa.

20.4. Espécies selecionadas para utilização na arborização urbana dos municípios paraibanos

Considerando as mais diferentes situações para arborização de ruas, praças, parques, avenidas etc., chegamos a uma lista com 145 espécies nativas indicadas para arborização urbana no estado da Paraíba (Tabela 2). A seleção considerou espécies autóctones da Paraíba que atendessem a algum dos seguintes critérios: apresentar floração conspícua; ser atrativa para a fauna; possuir folhagem atraente ou arquitetura peculiar; apresentar troncos esguios e pouco ramificados; possuir copa frondosa e alta capacidade de sombreamento. Desta forma, se adequadamente utilizadas, essas espécies poderão agregar aspectos ecológicos, históricos, culturais, sociais, estéticos e paisagísticos, contribuindo inclusive para a promoção de serviços ecossistêmicos nas cidades.

Um número expressivo de espécies nesta lista pertence a um grupo seletivo de plantas já consagradas e/ou com potencial de uso na arborização, conforme mencionado em diversas fontes literárias [44-119], compondo praças, parques, ruas, avenidas, estradas, alamedas, rodovias e seus canteiros. Não obstante, convém mencionar que, ainda que tenhamos um elenco razoável de espécies, dificilmente uma delas preencherá todos os atributos desejados para um determinado local, ou se enquadrará perfeitamente nas condições ambientais urbanas. Nesse sentido, caberá aos gestores avaliar as características de cada espécie, a fim de realizar plantios multifuncionais.

Aspectos da arquitetura da planta, como altura média (AM), diâmetro à altura do peito (DAP), densidade da madeira (DM), textura (TextF) e persistência das folhas (PF), e tipo de raiz (R), são indicadores que visam atender a distintas condições de espaço físico e necessidade de sombreamento. Aspectos fenológicos, como época de floração (EFl), época de frutificação (EFr) e dispersão (D), são indicadores paisagísticos, contemplativos e de bem-estar. A dificuldade de produção em viveiro (DPr) é um indicativo de dificuldades para execução dos projetos, e o *status* de conservação (SC) permite a escolha de espécies ameaçadas, vulneráveis ou em perigo, valorizando o aspecto conservacionista dos projetos.

Submetidas às condições adversas de clima, solo e disponibilidade de água, um grupo seletivo de espécies apresenta peculiaridades adaptadas às áreas do Sertão e das serras interioranas. Outras, no entanto, beneficiadas pelas condições da elevada altitude e, conseqüentemente, favorecidas por uma maior umidade por meio das chuvas orográficas, se adaptam melhor na escarpa oriental do Planalto da Borborema, na região do Brejo paraibano. Dessa forma, se adequadamente utilizadas, estas espécies poderão compor paisagens urbanas em consonância com as dimensões e condições que cada local oferece. Neste cenário, destacam-se, pelo colorido da floração: craibeira (*Tabebuia aurea*), caroba (*Jacaranda brasiliana*), mulungu (*Erythrina velutina*), barriguda (*Ceiba glaziovii*) cumaru (*Amburana cearensis*), ipês (*Handroanthus* spp.), pau-serrote (*Luetzelburgia auriculata*), pau-branco (*Cordia oncocalyx*), freijó (*Cordia trichotoma*), sucupira (*Bowdichia virgilioides*), cássia-rósea (*Cassia grandis*), sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*), madeira-nova (*Peltophorum dubium*), algodão-do-mato (*Cochlospermum* spp.), canudo-de-são-jão (*Senna* spp.), cipiúba (*Callisthene fasciculata*), manacá (*Brunfelsia uniflora*), batiputá (*Ouatea hexasperma*), jacarandá (*Platymiscium floribundum*), embiriba (*Eschweilera ovata*) e sapucaia (*Lecythis pisonis*).

Estas espécies apresentam inflorescências com flores grandes e/ou vistosas, multicoloridas, que se traduzem em glamorosas aquarelas. Vale ressaltar, porém, que a sapucaia deve ter uso restrito em virtude da consistência lenhosa e dimensão de seus frutos.

São comprovadamente atrativas para a avifauna a copaíba (*Copaifera langsdorffii*), murta (*Eugenia punicifolia*), muricis (*Byrsonima* spp.), joazeiros (*Sarcomphalus* spp.), ingás (*Inga* spp.), amescla (*Protium heptaphyllum*), pitomba-de-macaco (*Guarea guidonia*), cupiúba (*Tapirira guianensis*), saguaraji (*Colubrina glandulosa*), sambaquim (*Didymopanax morototoni*), jenipapo (*Genipa americana*), pitombeira (*Talisia esculenta*), guabiraba (*Campomanesia dichotoma*), e limãozinho (*Zanthoxylum rhoifolium*). Os frutos destas espécies, embora comestíveis e usados em sucos e sorvetes pela população paraibana, também são apreciados por pássaros e morcegos, como o umbu (*Spondias tuberosa*).

Pelo aspecto atraente da folhagem e arquitetura peculiar, merecem destaque as espécies: lacre-branco (*Chrysophyllum rufum*) e semente-de-embira (*Xylopia frutescens*). Além dessas espécies, pela ótima sombra ou copa frondosa, completam este elenco: angelim (*Andira fraxinifolia*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), ingazeiro (*Lonchocarpus sericeus*), cavaçu (*Triplaris gardneriana*), oiti (*Moquilea tomentosa*), jasmim-cata-vento (*Tabernaemontana catharinensis*), timbaúba (*Enterolobium timbouva*), camunzé (*Albizia* spp.), bordão-de-velho (*Samanea inopinata*), dentre outras. Vale ressaltar que algumas destas últimas requerem um certo grau de umidade, por naturalmente estarem adaptadas e associadas a ambientes de matas ciliares.

Raízes fasciculadas são características marcantes e estruturais nos representantes da família Arecaceae, perceptíveis na macaíba (*Acrocomia intumescens*), carnaúba (*Copernicia prunifera*), pindoba (*Attalea oleifera*), e no coco-catolé (*Syagrus cearensis*). Troncos esguios, pouco ramificados, são característicos do cedro (*Cedrela fissilis*), ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius*), sambaquim (*Didymopanax morototoni*), munguba (*Eriotheca macrophylla*), goiti (*Pouteria venosa*) e praíba (*Simarouba amara*).

Um dos fatores que deve influenciar na escolha de espécies em determinados locais é o grau de proximidade física entre as pessoas e as árvores. Neste sentido, espécies que possuem estruturas perfurantes como acúleos ou espinhos, sejam eles provenientes de folhas, estípulas ou ramos modificados, para defesa física ou fisiológica da planta, devem ser analisadas com cuidado. Compreendem este grupo: imburana-de-espinho (*Commiphora leptophloeos*), arapiraca (*Chloroleucon foliolosum*), marizeiro (*Geoffroea spinosa*), jurema-branca (*Piptadenia retusa*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) e outras espécies características da Caatinga, como os diversos cactos.

A caducifolia (perda da folhagem durante um período do ano) também se faz representar em um número significativo de espécies. Esta pode ser uma adaptação das plantas do semiárido às características do meio, ou uma estratégia reprodutiva em outras, para tornarem as flores mais visíveis aos polinizadores, independentemente do ambiente. Esta característica das espécies deve ser observada com cuidado, principalmente nas situações em que amenizar os efeitos do clima, por meio do sombreamento, seja o foco da arborização.

Além disso, convém mencionar que a velocidade de crescimento das diferentes espécies varia consideravelmente entre aquelas consideradas pioneiras, secundárias ou clímax. Desta maneira, aconselha-se consultar a literatura especializada sobre as espécies selecionadas.

20.5. Espécies indicadas para os municípios localizados na Zona da Mata Paraibana

A flora litorânea revela um elevado número de espécies, com diferentes arquiteturas, capazes de fornecer distintos caracteres, desde sua exuberante beleza até o estímulo à contemplação. Alguns exemplos são: sucupira (*Bondichia virgilioides*), murici (*Byrsonima sericea*), angelim (*Andira fraxinifolia*), batiputá (*Ouratea hexasperma*), ipê-rosa (*Tabebuia roseoalba*), ipê-roxo (*Handroanthus*

impetiginosus), ipê-branco (*Tabebuia elliptica*), ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius*), azeitona-do-mato (*Hirtella racemosa*), pororoca (*Clusia nemorosa*), sapucaia (*Lecythis pisonis*), madeira-nova (*Peltophorum dubium*), quina-quina (*Contarea hexandra*), chuva-de-ouro (*Cassia ferruginea*), lagarteiro (*Himatanthus bracteatus*), sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*), pau-ferro (*Chamaecrista ensiformis*), bordão-de-velho (*Samanea inopinata*), canudo-de-são-joão (*Senna splendida*), turumã (*Vitex rufescens*), imbiriba (*Eschweilera ovata*), pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), dentre outras espécies que, se adequadamente utilizadas, propiciam uma verdadeira festa visual.

Com abrangência histórica/cultural, o pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), ou ainda aibirapitanga, como era chamada pelos índios, teve a sua exploração atrelada ao início da colonização do Brasil, entrando oficialmente em 2004 na lista de árvores ameaçadas de extinção. Devido ao grande valor comercial da sua madeira, consagrada como a mais apropriada para a fabricação de arcos de violinos, o pau-brasil foi muito explorado comercialmente e tornou-se ameaçado de extinção. Contudo, essa espécie ainda pode ser encontrada em forma silvestre nos remanescentes de Mata Atlântica paraibana, e se adapta muito bem à arborização nos municípios dessa região.

Uma flora diversificada na arborização é sempre muito apreciada pela avifauna, funcionando como um verdadeiro restaurante para os frugívoros. Desta forma, com o propósito de atrair a fauna, sugerimos: muricis (*Byrsonima* spp.), aroeira-da-praia (*Schinus terebinthifolia*), cambuí (*Myrcia floribunda*), ingás (*Inga* spp.), amescla (*Protium heptaphyllum*), pitomba-de-macaco (*Guarea guidonia*), pitomba-de-morcego (*Sacoglottis mattogrossensis*), cupiúba (*Tapirira guianensis*), saguaraji (*Colubrina glandulosa*), sambaquim (*Didymopanax morototoni*), caboatã-de-leite (*Thyrsodium spruceanum*), cajueiro-bravo (*Curatella americana*), lacre-branco (*Chrysophyllum rufum*), guabiraba (*Campomanesia dichotoma*), murta (*Eugenia puniceifolia*), limãozinho (*Zanthoxylum rhoifolium*), imbaúba (*Cecropia pachystachya*), cajueiro (*Anacardium occidentale*), mangabeira (*Hancornia speciosa*), jatobás (*Hymenaea* spp.), jaquinha-da-mata (*Homalolepis babiensis*), massaranduba (*Manilkara salzmannii*) e pitombeira (*Talisia esculenta*). Algumas destas espécies são também utilizadas em forma de sucos, geleias, sorvetes ou consumidos *innatura* pelas populações locais.

Pelo aspecto atraente da folhagem, formato da copa e/ou capacidade de sombreamento, merecem destaque as espécies: semente-de-embira (*Xylopia frutescens*), purpuna (*Myrcia bergiana*), viuvinha (*Myrcia sylvatica*), lacre-branco (*Chrysophyllum rufum*), imbiridiba (*Terminalia tetraphylla*), visgueiro (*Parkia pendula*), jaguarana (*Stryphnodendron pulcherrimum*), pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), oiti (*Moquilea tomentosa*), angelim (*Andira fraxinifolia*), jitaí (*Apuleia leiocarpa*), sete-cascas (*Pera glabrata*), cupiúba (*Tapirira guianensis*), dentre outras não menos interessantes. No entanto, vale mencionar que o formato da copa varia em virtude da competição por luz, sendo muitas vezes distinto quando a árvore se desenvolve isoladamente.

Troncos com formato esguio e pouco ramificado são característicos das espécies: pau-sangue (*Pterocarpus robrii*), cedro (*Cedrela fissilis*), ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius*), sambaquim (*Didymopanax morototoni*), munguba (*Eriotheca macrophylla*), goiti (*Pouteria venosa*), praíba (*Simarouba amara*), caboatã-de-rego (*Cupania impressinervia*), açoita-cavalo (*Luehea ochrophylla*) e pitombuçu-da-praia (*Matayba guianensis*).

Locais com pouco espaço para crescimento podem ser ocupados por arvoretas, como angelim-rasteiro (*Andira humilis*), batiputá (*Ouratea hexasperma*), jacarandá-branco (*Swartzia pickelii*), jenipapo-bravo (*Tocoyena sellowiana*) e cinzeiro (*Miconia albicans*). Adaptadas a ambientes salinos, as espécies popularmente conhecidas como lagarteiro (*Himatanthus bracteatus*), ipê-branco (*Tabebuia elliptica*) e louro-branco (*Ocotea notata*) podem compor o paisagismo da orla das praias.

20.6. Considerações finais

Diante da pouca utilização de espécies nativas na arborização das cidades paraibanas, a presente seleção e caracterização de 145 espécies presentes nos diferentes domínios fitogeográficos da Paraíba constitui uma promissora ferramenta para planejamento e execução de projetos de arborização urbana no estado. Desse modo será possível criar diversas composições de espécies visando atender às diversas tipologias do espaço urbano.

Além disso, convém mencionar que a presença na lista de espécies de representantes de distintos estratos florestais arbóreos (baixo, médio, alto ou emergente) e estágios da sucessão ecológica (pioneiras, secundárias ou clímax) é uma indicação relevante para o planejamento da evolução dos plantios a longo prazo. A utilização de espécies de diferentes estratos da vegetação natural permite o aumento do adensamento e da diversidade de espécies em uma mesma área. Já ao considerar a sucessão ecológica, incluindo o tempo de crescimento e de senescência das espécies, será possível prever a variação da composição vegetal e planejar introduções e substituições.

Iniciativas para a produção de mudas e realização de plantios urbanos, sejam governamentais ou não, deverão considerar a evolução do conhecimento sobre a arborização urbana com espécies autóctones e, principalmente, promover os diversos benefícios socioambientais associados ao aumento da arborização nativa nas cidades.

20.7. Referências

- [1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades e estados. [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>
- [2] Brasil. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.428%2C%20DE%2022%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202006.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20e,Atl%C3%A2ntica%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias
- [3] Serviço Florestal Brasileiro. Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Paraíba. Brasília (DF): MAPA; 2019.
- [4] Silva Filho AF, Guimarães IP, Thompson RN. Shoshonitic and ultrapotassic Proterozoic intrusive suites in the Cachoeirinha-Salgueiro belt, NE Brazil: a transition from collisional to post-collisional magmatism. *Precambrian Res.* 1993;62:323-342.
- [5] Thomas WW, Barbosa MRV. Natural vegetation types in the Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil. In: Thomas WW, editor. *The Atlantic coastal forest of Northeastern Brazil*. New York: Botanical Garden Press; 2008. cap. 2.
- [6] Oliveira-Filho AT, Carvalho C. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. *Rev Bras Bot.* 1993;16:115-130.
- [7] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Manuais Técnicos em Geociências: Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.
- [8] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas. Rio de Janeiro: IBGE; 2019.

- [9] Pontes-Lins JR; Medeiros AN. Mapeamento da cobertura florestal nativa lenhosa do estado da Paraíba. João Pessoa (PB): PNUD/FAO/IBAMA/Governo da Paraíba; 1994.
- [10] Fundação SOS Mata Atlântica; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: relatório técnico 2017-2018. São Paulo: SOSMA/INPE; 2019.
- [11] Mello PPAC. Análise florística e estrutural das savanas costeiras no Nordeste brasileiro [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2018.
- [12] Gomes MAF. Padrões de Caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 1979.
- [13] Sampaio EVSB, Andrade-Lima D, Gomes MAF. O gradiente vegetacional das caatingas e áreas anexas. *Rev Bras Bot.* 1981;4(1):27-30.
- [14] Barbosa MRV, Lima IB, Lima JR, Cunha JP, Agra MF, Thomas WW. Vegetação e flora no Cariri Paraibano. *Oecol Bras.* 2007;11(3):313-322.
- [15] Lima IB, Barbosa MRV. Composição florística da RPPN Fazenda Almas, no Cariri Paraibano, Paraíba, Brasil. *Rev Nordestina Biol.* 2014;23:49-67.
- [16] Barbosa MRV, Agra MF, Lima RB, Cunha JP. Biodiversidade na Caatinga paraibana. In: Jardim MAG, Bastos MNC, Silva JUM, editores. *Desafios da botânica brasileira no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal.* Belém: MPEG; UFRA; Embrapa; 2003. p. 91-92.
- [17] Monteiro HSC. Estudo da formação e características da situação socioeconômica e física da microrregião do Curimataú [monografia]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2014.
- [18] Alves JJA, Nascimento SS. Avaliação ecoclimática do Seridó paraibano. *Climatol Estud Paisagem.* 2010;5(2). [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/3914>
- [19] Cândido HG, Barbosa MP, Silva MJ. Avaliação da degradação ambiental de parte do Seridó paraibano. *Rev Bras Eng Agríc Ambient.* 2002;6(2):368-371.
- [20] Andrade LA, Pereira IM, Leite UT, Barbosa MRV. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga com diferentes históricos de uso no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. *Cerne.* 2005;11(3):253-262.
- [21] Zanetti R. Análise fitossociológica e alternativas de manejo sustentável da Mata da Agro-nomia, Viçosa, Minas Gerais. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Ciências Florestais; 1994.
- [22] Andrade MNMM, Jeronimo CEM. Diagnóstico da arborização do espaço urbano da cidade de João Pessoa, PB. *Rev Eletr Gestão Educ Tecnol Ambient.* 2015;19(3):194-208.
- [23] Dantas IC, et al. Arborização dos bairros Alto Branco, Lauritzen e Santo Antônio, Campina Grande, PB: um estudo comparativo. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2011;6(2):76-89.
- [24] Silva ST, Sousa BH. Diagnóstico da arborização urbana do município de Guarabira, Paraíba. *Paisag Ambiente Ensaio.* 2018;(41):167-184.
- [25] Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [acesso 31 jan. 2025]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- [26] Alencar LS, et al. Inventário qualiquantitativo da arborização urbana em São João do Rio do Peixe, PB. *Agropecuária Cient Semiárido.* 2014;10(2):117-124.
- [27] Almeida Neto JX, et al. Levantamento quantitativo e qualitativo de plantas arbóreas na cidade de Barra de Santa Rosa, PB. *Rev Biol Ciênc Terra.* 2005;5(2):0.

- [28] Araújo AC, et al. Análise qualiquantitativa da arborização no bairro Presidente Médici, Campina Grande, PB. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2009;4(1):133-144.
- [29] Araújo YRV, et al. Avaliação da arborização viária da cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Sci For.* 2019;47(121):71-82.
- [30] Batista FA. Inventário qualiquantitativo da arborização urbana na cidade de Remígio, Paraíba [trabalho de conclusão de curso]. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba; 2012.
- [31] Camaño JZ, Barroso RF, Souto PC, Souto JS. Levantamento e diversidade da arborização urbana de Santa Helena, no semiárido da Paraíba. *Agropecuária Cient Semiárido.* 2015;11(4):53-62.
- [32] Carlos ETR. Avaliação qualiquantitativa da arborização do Bairro Várzea Redonda, Sumé, PB [trabalho de conclusão de curso]. Sumé: Universidade Federal de Campina Grande; 2017.
- [33] Dantas IC, et al. Arborização dos bairros Alto Branco, Lauritzen e Santo Antônio, Campina Grande, PB: um estudo comparativo. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2011;6(2):76-89.
- [34] Figueiredo MG. Arborização do Campus I da UFPB: espécies nativas x espécies exóticas [trabalho de conclusão de curso]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2018.
- [35] Gomes SEM, Barbosa MRV, Quirino ZGM. Inventário arbóreo das vias públicas do Centro de João Pessoa, Paraíba. *Rev Ibero-Am Ciênc Ambient.* 2019;10(1):351-362.
- [36] Justino STP, et al. Composição e georreferenciamento da arborização urbana no Distrito de Santa Gertrudes, em Patos, PB. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2018;13(3):24-35.
- [37] Lucena JN, et al. Arborização em canteiros centrais na cidade de Patos, Paraíba. *Rev Verde Agroecol Desenv Sustent.* 2015;10(4):20-26.
- [38] Melo RR, Lira Filho JA, Rodolfo Júnior F. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana no Bairro Bivar Olinto, Patos, Paraíba. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2007;2(1):64-80.
- [39] Meneses CHSG, et al. Análise da arborização dos bairros do Mirante e Vila Cabral na cidade de Campina Grande, PB. *Rev Biol Ciênc Terra.* 2003;3(2):6.
- [40] Rodolfo Júnior F, et al. Análise da arborização urbana em bairros da cidade de Pombal no estado da Paraíba. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2008;3(4):3-19.
- [41] Santos HC. Arborização urbana no município de Cuité, PB: levantamento florístico e percepção ambiental dos moradores [monografia de especialização]. Picuí: Instituto Federal da Paraíba; 2018. 54 f.
- [42] Santos JA, et al. Levantamento botânico de plantas utilizadas na arborização urbana de Nova Palmeira, Paraíba. *Rev Verde Agroecol Desenv Sustent.* 2017;12(5):866-73.
- [43] Silva MVKF. Inventário qualiquantitativo da arborização urbana em Boqueirão, Paraíba [trabalho de conclusão de curso]. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba; 2013.
- [44] Agra MF, Barbosa MRV, Stevens WD. Levantamento florístico preliminar do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil. In: Pôrto KC, Cabral JJP, Tabarelli M, editores. *Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação.* Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2004. p. 123-38. (Série Biodiversidade; 9).
- [45] Amazonas NT, Barbosa MRV. Levantamento florístico das angiospermas em um remanescente de Floresta Atlântica estacional na Microbacia Hidrográfica do Rio Timbó, João Pessoa, Paraíba. *Rev Nordestina Biol.* 2011;20(2):67-78.

- [46] Andrade LA; Oliveira FX; Nascimento IS; Fabricante JR; Sampaio EVSB; Barbosa MRV. Análise florística e estrutural de matas ciliares ocorrentes em brejo de altitude no município de Areia, Paraíba. Rev Bras Ciênc Agrár. 2006;1(1):31-40.
- [47] Andrade LA, et al. Análise florística e estrutural de matas ciliares ocorrentes em brejo de altitude no município de Areia, Paraíba. Rev Bras Ciênc Agrár. 2006;1:31-40.
- [48] Andrade LA, Pereira IM, Dornelas GV. Análise da vegetação arbóreo-arbustiva espontânea ocorrente em taludes íngremes no município de Areia, estado da Paraíba. Rev Árvore. 2002;26(2):165-72.
- [49] Araújo AAM. As famílias Clusiaceae Lindl. e Hypericaceae Juss. na Paraíba, Brasil [trabalho de conclusão de curso]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2010.
- [50] Araújo AGA. Taxonomia e filogenia de *Pouteria* Aubl. (Sapotaceae) na Mata Atlântica setentrional [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2012.
- [51] Araújo CMLR, Lima RB. Melastomataceae na Área de Proteção Ambiental Tambaba, litoral sul da Paraíba, Brasil. Rodriguésia. 2013;64(1):137-49.
- [52] Araújo LDA. Variação espacial e temporal da diversidade funcional a partir de atributos reprodutivos em floresta de brejo de altitude, Nordeste do Brasil [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2016.
- [53] Araújo LVC. Levantamento fitossociológico da Reserva Particular do Patrimônio Natural da Fazenda Tamanduá, Santa Teresinha, Paraíba. Patos: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; 2000.
- [54] Barbosa MRV. Estudo florístico e fitossociológico da Mata do Buraquinho, remanescente de Mata Atlântica em João Pessoa, PB [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 1996.
- [55] Barbosa MRV. Floristic composition of a remnant of Atlantic coastal forest in João Pessoa, Paraíba, Brazil. In: Thomas WW, editor. The Atlantic coastal forest of Northeastern Brazil. New York: New York Botanical Garden; 2008. p. 439-57. (Memoirs of the New York Botanical Garden; 100).
- [56] Barbosa MRV, Agra MF, Lima RB, Cunha JP. Biodiversidade na Caatinga paraibana. In: Jardim MAG, Bastos MNC, Silva JUM, editores. Desafios da botânica brasileira no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal. Belém: MPEG; UFRA; Embrapa; 2003. p. 91-2.
- [57] Barbosa MRV, Agra MF, Sampaio EVSB, Cunha JP, Andrade LA. Diversidade florística na Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba. In: Pôrto KC, Cabral JJP, Tabarelli M, editores. Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2004. p. 111-22. (Série Biodiversidade; 9).
- [58] Barbosa MRV, Lima IB, Lima JR, Cunha JP, Agra MF, Thomas WW. Vegetação e flora no Cariri paraibano. Oecol Bras. 2007;11(3):313-22.
- [59] Barbosa MRV, Lima RB, Agra MF, Cunha JP, Pessoa MCR. Vegetação e flora fanerogâmica do Curimataú, Paraíba. In: Araújo FS, Rodal MJN; Barbosa MRV, organizadores. Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2005. v. 1, p. 121-38.
- [60] Barbosa MRV, Thomas WW, et al. Checklist of the vascular plants of the Guaribas Biological Reserve, Paraíba, Brazil. Rev Nordestina Biol. 2011;20(2):79-106.

- [61] Barreto LL. Síndromes de polinização e recursos florais ocorrentes em brejo de altitude, Paraíba, Brasil [trabalho de conclusão de curso]. Areia: Universidade Federal da Paraíba; 2011.
- [62] Bulhões AA, Chaves ADCG, Almeida RRP, Ramos IAN, Silva RA, Andrade ABA, Silva FT. Levantamento florístico e fitossociológico das espécies arbóreas do bioma Caatinga realizado na Fazenda Várzea da Fé no município de Pombal, PB. Informativo Técnico do Semiárido. 2015;9(1):51-6.
- [63] Cabral GAL. Fitossociologia em diferentes estádios sucessionais de Caatinga, Santa Terezinha, PB [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2014.
- [64] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. v. 1. Colombo: Embrapa Florestas; 2003.
- [65] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. v. 2. Colombo: Embrapa Florestas; 2006.
- [66] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. v. 3. Colombo: Embrapa Florestas; 2008.
- [67] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. v. 4. Colombo: Embrapa Florestas; 2010.
- [68] Carvalho PER. Espécies arbóreas brasileiras. v. 5. Colombo: Embrapa Florestas; 2014.
- [69] Castro AS, Cavalcante A. Flores da Caatinga. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido; 2010.
- [70] Chagas ECO. O gênero *Miconia* Ruiz & Pav. (Melastomataceae) na Floresta Atlântica do Nordeste Oriental [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2012.
- [71] Cunha MCL, Silva Júnior MC. Estrutura diamétrica e hipsométrica na Floresta Estacional Semidecidual Montana do Pico do Jabre, PB. Rev Bras Ciênc Agrár. 2012;7(2):292-300.
- [72] Cunha MCL, Silva Júnior MC, Lima RB. A flora lenhosa na Floresta Estacional Semidecidual Montana do Pico do Jabre, PB. Rev Bras Ciênc Agrár. 2013;8(1):130-6.
- [73] Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [acesso 8 jan. 2021]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- [74] Gadelha Neto PC, Barbosa MRV. Levantamento florístico e fitossociológico em um remanescente de Caatinga no município de Sousa, Paraíba. Iniciados (UFPB). 2000;5:64-87.
- [75] Gadelha Neto PC, Barbosa MRV, Lima IB, Lima JR. Avaliação da reabilitação de dunas litorâneas de rejeito quanto à diversidade e estrutura de plantas lenhosas na área de lavra da Millennium Inorganic Chemicals Mineração Ltda., Mataraca, PB. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2011. Relatório de pesquisa.
- [76] Gadelha Neto PC, Borges LA, Araújo LDA. Angiospermas do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro: atualização florística e dados para conservação. In: Santos HA, Costa EG, Araújo HF, Mendonça JDL, Silva TCF, organizadores. Plano de manejo do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro. Cabedelo: Editora UNIESP; 2020. p. 30-54. *E-book*. [acesso 8 jan. 2021]. Disponível em: <http://editora.iesp.edu.br/index.php/UNIESP/catalog/book/95>
- [77] Gadelha Neto PC, Costa RMT, Barbosa MRV. Vegetação e flora da Serra de Santa Catarina. In: Araújo HFP, Vieira Filho AH, organizadores. Biodiversidade na Serra de Santa Catarina, PB: uma proposta de criação do Parque Estadual Serra das Águas Sertanejas. João Pessoa: Editora UFPB; 2018. p. 43-77.
- [78] Guedes RS, Zanella FCV, Júnior JEVC, Santana GM, Silva JA. Caracterização florístico-fitosociológica do componente lenhoso de um trecho de Caatinga no semiárido paraibano. Rev Caatinga. 2012;25(2):99-108.
- [79] Holanda AC, Lima FTD, Silva BM, Dourado RG, Alves AR. Estrutura da vegetação em remanescentes de Caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazeirinhas, PB. Rev Caatinga. 2015;28(4):142-50.

- [80] Loiola MIB, Rocha EA, Baracho GS, Agra MF. Flora da Paraíba, Brasil: Combretaceae. *Acta Bot Bras.* 2009;23(2):330-42.
- [81] Lopes-Silva RF, Rodrigues JS, Gomes-Silva F, Lucena DS, Lucena MFA. Composição florística de um *inselberg* no semiárido paraibano, Nordeste brasileiro. *Rodriguésia.* 2019;70:e02812017. [acesso 14 jan. 2021]. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602019000100275&lng=en&nrm=iso
- [82] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. v. 1. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2002.
- [83] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. v. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2002.
- [84] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1. ed. v. 3. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2009.
- [85] Lorenzi H, Noblick LR, Kahn F, Ferreira E. Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras). Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2010.
- [86] Lourenço ARL, Barbosa MRV. Myrtaceae em restingas no limite norte de distribuição da Mata Atlântica, Brasil. *Rodriguésia.* 2012;63(2):373-93.
- [87] Lucena DS, Lucena MFA, Sousa JM, Silva RFL, Souza PF. Flora vascular de um inselbergue na mesorregião do Sertão paraibano, Nordeste do Brasil. *Scientia Plena.* 2015;11(1):2-11.
- [88] Maia GN. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. 1. ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora; 2004.
- [89] Medeiros FS, Souza MP, Cerqueira CL, Alves AR, Souza MS, Borges CHA. Florística, fitossociologia e modelagem da distribuição diamétrica em um fragmento de Caatinga em São Mamede, PB. *Agropecuária Cient Semiárido.* 2018;14(2):85-9.
- [90] Moreira FTA. Florística, fitossociologia e corte seletivo pelo método BDq em uma área de Caatinga, no município de São José de Espinharas, PB [dissertação]. Patos: Universidade Federal de Campina Grande; 2014.
- [91] Moreira HM. Estudos fenológicos em um remanescente de Caatinga no Sertão paraibano [trabalho de conclusão de curso]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 1996.
- [92] Oliveira FX, Andrade LA, Félix LP. Comparações florísticas e estruturais entre comunidades de Floresta Ombrófila Aberta com diferentes idades no município de Areia, PB, Brasil. *Acta Bot Bras.* 2006;20(4):861-73.
- [93] Pereira IM, Andrade LA, Barbosa MRV, Sampaio EVSB. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no Agreste paraibano. *Acta Bot Bras.* 2002;16(3):357-69.
- [94] Pereira IM, Andrade LA, Costa JRM, Dias JM. Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação no Agreste paraibano. *Acta Bot Bras.* 2001;15(3):413-26.
- [95] Pereira MS, Barbosa MRV. A família Rubiaceae na Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil: subfamílias Antirheoideae, Cinchonoideae e Ixoroideae. *Acta Bot Bras.* 2004;18(2):305-18.
- [96] Pessoa MCR, Barbosa MRV. A família Rubiaceae Juss. no Cariri paraibano. *Rodriguésia.* 2012;63(4):1019-37.
- [97] Pinto RB. Systematic studies in the *Hymenaea* clade and a taxonomic revision of the genus *Hymenaea* L. (Leguminosae, Detarioideae) [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2017.

- [98] Pontes AF, Barbosa MRV. Floristic survey of the AMEM Forest, Cabedelo, Paraíba, Brazil. In: Thomas WW, editor. The Atlantic coastal forest of Northeastern Brazil. New York: New York Botanical Garden; 2008. p. 458-73. (Memoirs of the New York Botanical Garden; 100).
- [99] Pontes AF, Barbosa MRV, Maas PJM. Flora paraibana: Annonaceae Juss. Acta Bot Bras. 2004;18(2):281-93.
- [100] Queiroga IS, Silva DO, Lucena MFA. Florística de uma área de mata ciliar no Semiárido paraibano, Nordeste do Brasil. Rev Bras Biol Farm. 2013;9(2):8-25.
- [101] Queiroz LP. Leguminosas da Caatinga. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana; 2009.
- [102] Rocha FV. Caracterização e estado de conservação de espécies lenhosas utilizadas em um quilombo no litoral da Paraíba, Nordeste do Brasil [dissertação]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2017.
- [103] Sabino FGS, Cunha MCL, Santana GM. Estrutura da vegetação em dois fragmentos de Caatinga antropizada na Paraíba. Floresta Ambient. 2016;23(4):487-97.
- [104] Sampaio EVSB, Giulietti AM, Virgínio J, Gamarra-Rojas CFL. Vegetação e flora da Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste; 2002.
- [105] Sampaio EVSB, Pareyn FGC, Figueirôa JM, Santos Júnior AG. Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial. Recife: Associação Plantas do Nordeste; 2005.
- [106] Santos JL. Diversidade funcional em uma comunidade de floresta úmida: testando fatores abióticos locais como filtros ambientais [dissertação]. Areia: Universidade Federal da Paraíba; 2018.
- [107] Santos SO. Lauraceae Juss. ao norte da Floresta Atlântica [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2012.
- [108] Santos WS, Souza MP, Santos WS, Medeiros FS, Alves AR. Estudo fitossociológico em fragmento de Caatinga em dois estágios de conservação, Patos, Paraíba. Agropecuária Cient Semiárido. 2017;13(4):315-21.
- [109] Saueressig D. Plantas do Brasil: árvores nativas. 1. ed. v. 1. Irati: Editora Plantas do Brasil; 2014.
- [110] Silva FG, Silva RH, Araújo RM, Lucena MFA, Sousa JM. Levantamento florístico de um trecho de mata ciliar na mesorregião do Sertão paraibano. Rev Bras Biociências. 2015; 13(4):250-8.
- [111] Silva FO. *Ouretea* Aubl. (Ochnaceae) na porção norte da Floresta Atlântica, Brasil [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2015.
- [112] Souza PF. Análise da vegetação de um fragmento de Caatinga na microbacia hidrográfica do Açude Jatobá, Paraíba [trabalho de conclusão de curso]. Patos: Universidade Federal de Campina Grande; 2009.
- [113] Tölke EEAD, Silva JB, Pereira ARL, Melo JIM. Flora vascular de um inselbergue no estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. Biotemas. 2011;24(4):39-48.
- [114] Vasconcelos GCL. A tribo Ingeae Benth. (Mimosoideae, Leguminosae) no estado da Paraíba, Brasil [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2014.
- [115] Vicente A, Almeida Jr EB, Santos-Filho FS, Zickel CS. Composição estrutural da vegetação lenhosa da Restinga de Cabedelo, Paraíba. Rev Geografia (Recife). 2014;31(3):183-96.

- [116] Xavier KRF. Análise florística e fitossociológica em dois fragmentos de floresta serrana no município de Dona Inês, Paraíba [dissertação]. Areia: Universidade Federal da Paraíba; 2009.
- [117] Xavier KRF, Andrade LA, Coelho MSE, Assis FNM, Fabricante JR. Impactos do fogo sobre o componente arbustivo-arbóreo de um remanescente de Floresta Ombrófila Aberta, Areia, Estado da Paraíba. *Acta Sci Biol Sci*. 2009;31(4):407-13.
- [118] Xavier KRF, Andrade LA, Fabricante JR, Coelho MSE, Assis FNM. Impactos pós-fogo na regeneração natural em um fragmento de Floresta Ombrófila Aberta no município de Areia, Paraíba, Brasil. *Rev Bras Biociências*. 2011;9(3):257-64.
- [119] Zanne AE, Lopez-Gonzalez G, Coomes DA, Ilic J, Jansen S, Lewis SL, et al. Global wood density database. Dryad; 2009. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.

Capítulo 21

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DE PERNAMBUCO E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Carmen Silvia Zickel, Renata Gabriela Vila Nova de Lima, Angelica Candida Ferreira, Maria Rita de Cabral Sales de Melo e Rita de Cássia Araújo Pereira

21.1. Destaques deste capítulo

1. A arborização urbana adequada evita acidentes, reduz custos e promove a biodiversidade na cidade;
2. Foram identificadas e listadas espécies nativas de Pernambuco com potencial para arborização urbana;
3. O levantamento foi realizado em herbários locais, literatura especializada e sites de referência;
4. Foram considerados critérios como a origem climática, a necessidade hídrica, o solo, a periculosidade e o crescimento das espécies para a elaboração da lista;
5. Foram identificadas e listadas 93 espécies viáveis, em 63 gêneros e 29 famílias, com destaque para a família Fabaceae, com maior diversidade de gêneros e espécies.

21.2. Introdução

O processo de arborização dos espaços públicos em Pernambuco foi iniciado na cidade do Recife. Em meados do século XIX, sob o governo de Francisco Rego Barros, foi implantado um programa de modernização de espaços públicos, baseado nos moldes europeus [1]. O Recife foi uma das primeiras cidades brasileiras a receber jardins públicos de caráter moderno, projetados pelo paisagista Roberto Burle Marx, em um total de treze projetos [2]. A tradição de jardins europeus não priorizava a utilização de espécies nativas do Brasil. Um dos interesses do paisagista era proporcionar à população a oportunidade de aprender a observar as diferenças existentes entre a flora nativa e a exótica e, com isso, despertar o amor da população pela natureza [2]. No entanto, a introdução de exóticas na arborização urbana naquela época, ainda hoje reflete uma desassociação em relação às espécies naturalmente encontradas na região.

Um marco importante na arborização urbana de Pernambuco foi a criação do Jardim Botânico de Olinda em 1811, que tinha como finalidade aclimatar, produzir e distribuir mudas,

geralmente úteis para o comércio, e agregar conhecimento sobre a flora nativa. Esse Jardim Botânico recebia muitas plantas oriundas de Caiena, capital da Guiana Francesa, e do Jardim Botânico do Pará, dentre elas: caneleira, pimenta, cacauieiro, cana-de-caiena, girofleiro, moscadeira, baunilha, gengibre, salsaparrilha e ipecacuanha, além de muitas outras espécies [3]. As mudas produzidas no Jardim Botânico de Olinda eram distribuídas para sítios recifenses e propriedades rurais de Pernambuco, num constante e expressivo movimento de transferências de vegetais.

Durante muito tempo não houve uma preocupação na escolha das espécies adequadas para a arborização urbana de Pernambuco. As espécies eram frequentemente escolhidas por sua exuberância e beleza, priorizando aquelas mais frondosas, como: aroeira (*Astronium urundeuva*), castanhola (*Terminalia catappa*), ficus (*Ficus adhatodifolia* e *Ficus cestrifolia*), palmeira-imperial (*Roystonea oleracea*), palmeira-de-leque (*Coccothrinax barbadensis*), visgueiro (*Parkia pendula*), entre outras [1]. Essas espécies ainda são frequentemente encontradas nas calçadas de Pernambuco, e por serem de grande porte ocasionam problemas na fiação elétrica e no calçamento, dificultando a circulação de pedestres.

O planejamento de arborização urbana ajuda na conservação das árvores, na prevenção de possíveis acidentes, visa reduzir gastos de manutenção e evita futuras remoções de árvores inseridas em locais inapropriados. Para tal, é necessário definir as espécies adequadas às condições específicas de cada local, levando em consideração o seu uso, a sua função e morfologia. Intervenções de plantio e de manutenção devem ser assistidas pelo poder público, e fundamentadas em técnicas científicas. No estado de Pernambuco, apenas a prefeitura do Recife fornece um manual de arborização urbana [4], nele são encontradas orientações técnicas para implantação, produção de mudas, plantio de mudas e manutenção das árvores. Além disso, o manual fornece uma lista florística organizada de acordo com o porte das espécies, incluindo espécies nativas e exóticas, sem levar em consideração se ocorrem no estado de Pernambuco.

O viveiro florestal do Jardim Botânico do Recife, em parceria com a prefeitura, tem como objetivo suprir a necessidade de mudas para plantios em arborização urbana, paisagismo e recuperação de áreas degradadas da cidade do Recife. Possui área própria de produção de mudas, com aproximadamente 3.000 m² e capacidade de alojar 5 mil mudas, predominantemente de espécies nativas da Floresta Atlântica, sendo os principais exemplares: ipês, pau-brasil, pau-de-jangada, pau-ferro e sibipiruna. Cabe destacar a Estação Ecológica do Tapacurá, que é uma base importante de pesquisas em Pernambuco, com estudos realizados sobre os mais diferentes grupos taxonômicos. Essa Estação produz e fornece mudas de diversas espécies de árvores nativas para projetos de reflorestamento e restauração ecológica.

A vegetação urbana tem um papel fundamental em áreas com forte rigor climático, como nas regiões semiáridas, pois promove um microclima mais agradável e uma melhor qualidade de vida para a população [5]. Um estudo evidenciou que paisagens urbanas de algumas cidades do Agreste (Calçado, Canhotinho, Correntes, Garanhuns, Jupi, São João e Venturosa) não possuem um prévio planejamento de arborização e carecem de árvores nas ruas [6]. Um marco para essa região foi a introdução da algaroba (*Prosopis juliflora*) em 1942. Acreditava-se que a algarobeira era útil para regiões inóspitas, sendo uma alternativa para o aproveitamento de solos pobres, desenvolvimento da apicultura, alimentação de animais e utilização de suas partes lenhosas [6]. Atualmente, a espécie tem sido identificada

como potencialmente invasora, capaz de alterar a composição de espécies de ecossistemas naturais, além de apresentar características radiculares e de porte inadequadas para a arborização urbana.

Diversas cidades do sertão pernambucano são carentes de espaços verdes com uso da vegetação nativa com potencial paisagístico. Na cidade de Serra Talhada, estima-se que 91% das árvores urbanas correspondem a apenas três espécies: *Azadirachta indica*, *Acacia podalyriifolia* e *Ficus benjamina*, todas exóticas, indicando pouca variabilidade [7]. Atualmente, a prefeitura de Serra Talhada sancionou a Lei N° 1.732/2019, que institui o Plano Municipal de Arborização Urbana. O município de Cabrobó, no Sertão do São Francisco, começou em 2020 um projeto de arborização com apenas duas espécies nativas da flora da Caatinga, o ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) e a caraibeira ou ipê-amarelo (*Tabebuia aurea*).

Mudas dessas espécies serão plantadas em toda a cidade, ornamentando as principais avenidas, praças e canteiros centrais. Logo, podemos observar que a preocupação do poder público com a paisagem urbana é algo muito recente no estado de Pernambuco e que as medidas tomadas ainda carecem de estudos prévios, o que é evidenciado, entre outros fatores, pela baixa diversidade de espécies utilizadas e pela rara preocupação com as condições físicas e ambientais dos locais em que as mudas serão inseridas.

Diante do exposto, constatamos que a maioria das cidades pernambucanas ainda precisa de um planejamento adequado para a arborização urbana. O Brasil dispõe de muitas espécies nativas conhecidas; contudo, predomina o uso de espécies exóticas, o que leva à repetição das paisagens urbanas brasileiras. A arborização urbana poderia, então, minimizar o conflito com a infraestrutura, facilitar o manejo, integrar-se com a biodiversidade local e proporcionar conforto ambiental.

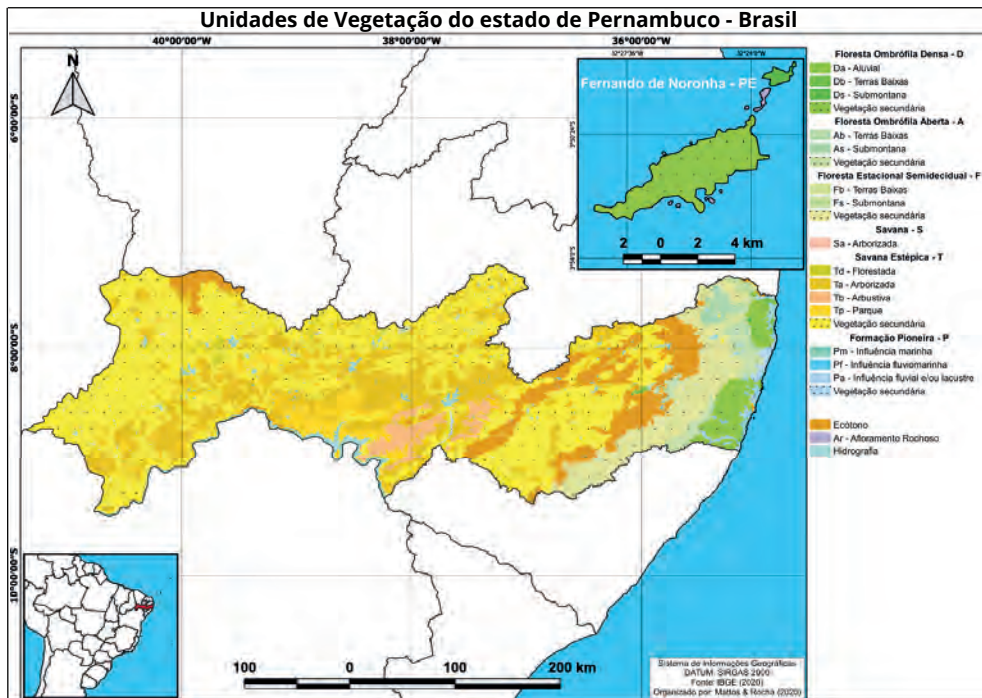
21.3. Características político-geográficas e ambientais de Pernambuco

Pernambuco é uma das 27 unidades federativas do Brasil e compreende 185 municípios, incluindo o arquipélago de Fernando de Noronha. O estado possui a 19ª maior área territorial e o sétimo contingente populacional, com aproximadamente 9 milhões de pessoas, dentre os estados do Brasil, o que representa 4,6% da população brasileira.

O estado tem relevo modesto e de altitudes pouco elevadas, predomínio da topografia plana, sendo representado por três unidades geomorfológicas: Baixa Litorânea, Planalto da Borborema e o Pediplano Cristalino.

Pernambuco é caracterizado por dois tipos de clima: o tropical quente e úmido (predominante no litoral) e o semiárido (predominante no interior), respectivamente As e BSh na classificação climática de Köppen [8]. O território pernambucano tem dois biomas predominantes: Caatinga e Floresta Atlântica, e podem ser distinguidas seis regiões fitoecológicas, segundo a classificação do IBGE [9] (Figura 1).

Figura 21.1 – Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado de Pernambuco, região Nordeste do Brasil.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

21.4. Visão geral da Caatinga

A Caatinga ou Savana Estépica [9] é a vegetação típica no Semiárido nordestino. A Caatinga é considerada uma floresta sazonalmente seca, com clima muito irregular, apresentando valores extremos com altas médias de temperatura, entre 25 °C e 30 °C, elevadas taxas de evaporação e baixos índices de chuvas, com médias entre 400-700 mm anuais, com dois períodos secos ao longo do ano, contrastando secas prolongadas, com chuvas torrenciais passageiras, variando em espaço e tempo em toda a região. Existe uma heterogenicidade estrutural na Caatinga com espécies mais altas, onde o déficit hídrico é menor e os solos mais profundos. Em outros casos é bem comum a predominância de espécies arbustivas em solos mais rasos e pedregosos, onde, consequentemente, esse tipo de solo não consegue reter as águas das chuvas. Em geral, a vegetação é formada por uma flora adaptada às condições edáficas e climáticas, com árvores e arbustos predominantemente decíduos, com copas abertas, galhos retorcidos, muitas vezes ricos em espinhos, entre os quais crescem Cactaceae, Bromeliaceae e inúmeras plantas herbáceas. A ocorrência de gêneros monotípicos é evidenciada, por exemplo, na família Malpighiaceae com os gêneros *Barnebya* e *Macvaughia*. Há também inúmeras espécies vegetais endêmicas, algumas delas com características morfológicas peculiares como a redução da superfície foliar, ocorrendo pela ausência de folhas ou transformação em espinhos, além de espécies suculentas armazenadoras de água, espécies não suculentas como os troncos das “barrigudas” (subfamília Bombacoideae), entre outras.

A Caatinga vem sofrendo ao longo do tempo um processo de exploração desordenada, resultando em áreas antropizadas, estando mais sujeita a intempéries e oscilações climáticas, propiciando o surgimento de ambientes com características desérticas. Este cenário dificulta o estabelecimento de cobertura vegetal, que atua como uma camada protetora do solo, controlando a erosão e minimizando, entre outros fatores, a ação dos raios solares e o impacto das chuvas.

21.5. Caatinga em Pernambuco

A zona da Caatinga é a mais extensa das zonas fitogeográficas do estado de Pernambuco, ocupando 80% do território, representada pelo Agreste e pelo Sertão. O termo *Agreste* se refere a uma sub-região que se estende entre a Zona da Mata e o Sertão. O Agreste é uma área de transição, com características físicas de ambas as regiões [10,11].

A Caatinga possui alto grau de endemismo florístico, já que existem algumas combinações de condições ambientais mais favoráveis, bem como da geomorfologia, dos relevos e solos da região. Estudos demonstram que as áreas de Caatinga sobre embasamento sedimentar têm uma riqueza florística maior que áreas de Caatinga situadas sobre embasamento cristalino. Os solos mais férteis tendem a apresentar maior riqueza de angiospermas, com uma maior abundância de indivíduos por espécies [12,13], bem como as maiores altitudes [14,15].

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas na Caatinga com enfoque na parte reprodutiva da flora, para o conhecimento da dispersão de suas espécies. Estes estudos indicam a predominância de espécies dispersas de forma abiótica (espécies anemocóricas e autocóricas) [16]. Os dados também indicam uma diminuição de 18% na riqueza de espécies dispersas por vertebrados da região mais úmida da Caatinga (Agreste, acima de 600 mm/ano) em relação à região mais seca (Sertão, abaixo de 600 mm/ano) [17]. Esses estudos sugerem um aumento da degradação ambiental e a consequente diminuição dos dispersores e das espécies.

Apesar da importância de sua flora, a criação de Unidades de Conservação na região ainda é limitada. No âmbito federal, há três Unidades de Conservação de acordo com ICM-Bio: a APA da Chapada do Araripe, que abrange 12 municípios de Pernambuco, além de áreas no Ceará e Piauí; o Parque Nacional do Catimbau (62.294 ha), distribuído entre Buíque, Tupanatinga e Ibimirim; e a Reserva Biológica de Serra Negra (1.044 ha), entre Tacaratu, Floresta e Inajá. Embora essas áreas protegidas sejam fundamentais para a preservação dos ecossistemas locais, a extensão delas ainda é bastante reduzida em comparação às Unidades de Conservação da Floresta Atlântica. A Caatinga, um bioma único e de grande relevância ecológica, continua subvalorizada e necessita de maior atenção e proteção por parte dos órgãos ambientais.

As áreas de Caatinga de Pernambuco encontram-se bastante modificadas devido à ação antrópica, principalmente pelo longo histórico de corte para produção de carvão e lenha. Contribuiu também a criação extensiva de bovinos e, principalmente, de caprinos, interferindo na vegetação por meio do desmatamento das áreas para o cultivo de espécies exóticas forrageiras, como a palma (*Tacinga palmadora*) e o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*) [18].

21.6. Visão geral da Floresta Atlântica no Brasil

A Floresta Atlântica abrange uma área de 1,1 milhão de km², estendendo-se ao longo da cadeia montanhosa e das terras baixas que margeiam o Oceano Atlântico, desde o Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte, no Nordeste, o que corresponde a 13% do território nacional [19]. No entanto, a Floresta Atlântica foi submetida à mais extensa mudança de uso e cobertura do solo, iniciada desde a desastrosa época da colonização europeia no século XVI [20].

A maior parte da cobertura remanescente da Floresta Atlântica está nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, especialmente em áreas de difícil acesso, como a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira. Estima-se que apenas 14,6% (50.830,44 km²) dos remanescentes da Floresta Atlântica estão distribuídos nos estados nordestinos de Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, o que corresponde a 21,9% da cobertura original (231.740 km²) estimada para esses seis estados [19].

21.7. A Floresta Atlântica de Pernambuco

Pernambuco possui uma extensão de 98.150,22 km², dos quais 18% (17.849,24 km²) eram originalmente cobertos pela vegetação nativa da Floresta Atlântica. Atualmente, restam aproximadamente 3.300,00 km² de vegetação nativa [19], representada, em sua maioria, por pequenos fragmentos florestais, circundados por áreas urbanas, culturas as mais diversas e pastagens, representando cerca de 19% da sua área de Floresta Atlântica original do estado. Este domínio fitogeográfico está situado em uma região tropical, onde predomina o clima Am e As, segundo a classificação de Köppen [8], caracterizado como tropical úmido ou subúmido e tropical quente e úmido. A precipitação anual varia de 1.900 mm a 2.200 mm nas regiões costeiras e de 700 mm a 1.000 mm na fronteira oeste, com temperatura média anual variando de 24 °C a 26 °C.

A Floresta Atlântica em Pernambuco abrange uma grande parte dos municípios do litoral, alcançando os limites com os estados de Alagoas, ao sul, e da Paraíba, ao norte, de modo praticamente contínuo, o que corresponde à maior parcela dessa Floresta no estado [21]. De modo descontínuo, encontram-se as Florestas Ombrófilas de Altitude, a oeste do estado. As Florestas Ombrófilas de Altitude são consideradas encaves florestais que integram a Floresta Atlântica, encontrados nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte [22]. Da Floresta Atlântica nordestina, estima-se que 25% (18.589 km²) eram representantes de Florestas Ombrófilas de Altitude (conhecidos regionalmente como Brejos de Altitude), em última estimativa, reduzidos a 2.626,68 km² da sua área original.

Das 43 Florestas Ombrófilas de Altitude reconhecidas, 23 estão no estado de Pernambuco, distribuídas em 20 municípios do Agreste e Sertão. Estudos da composição florística encontrada nessas florestas pernambucanas revelam que as famílias botânicas Fabaceae e Myrtaceae contribuem com a maior riqueza de espécies arbóreas, com variações na composição das espécies [23-25]. Como mencionado anteriormente, grande parte do que resta da Floresta Atlântica pernambucana, incluindo as Florestas Ombrófilas de Altitude ou Florestas Serranas, tem sido convertida em áreas de cultivo agrícola e pastagem; além disso, a grande maioria das principais cidades situadas na região do Semiárido nordestino está localizada nessas áreas. Apesar disso, essas florestas nordestinas ainda abrigam espécies arbóreas endêmicas como a munguba (*Eriotheca macrophylla*), uma das principais hospedeiras de comunidades de bromélias, orquídeas, samambaias,

dentre outras epífitas, encontrada em uma área de Florestas Ombrófilas de Altitude, situada na Reserva Biológica de Serra Negra, no sertão de Pernambuco.

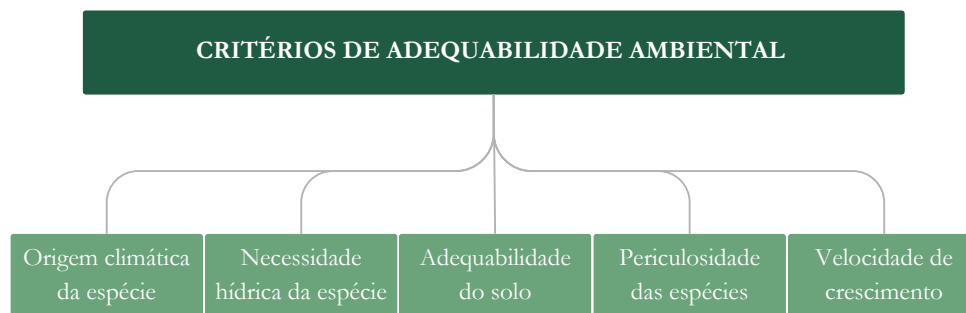
O estado de Pernambuco possui 104 municípios em área de Floresta Atlântica, com destaque para Abreu e Lima, município localizado na Região Metropolitana do Recife, que hoje conserva 61,45% da vegetação original, o maior percentual registrado entre os municípios pernambucanos. Muitos dos maiores remanescentes da Floresta Atlântica pernambucana estão localizados nos municípios que integram a Região Metropolitana do Recife.

A grande maioria das Unidades de Conservação não possui Conselho Gestor e nem Plano de Manejo. Mesmo apresentando alta taxa de destruição e baixo percentual de proteção legal, a Floresta Atlântica de Pernambuco, integrante do Centro de Endemismo Pernambuco, ainda abriga uma elevada riqueza biológica, incluindo muitas espécies vegetais nativas com alto potencial de utilização na arborização urbana. Logo, o uso prioritário de espécies nativas na arborização das cidades é uma estratégia que deve ser incentivada para impedir o uso indiscriminado de espécies exóticas, considerado um dos grandes problemas da arborização urbana, além de figurar como uma forma de conhecimento, valorização e manutenção da biodiversidade local, neste caso, representada pela Floresta Atlântica pernambucana.

21.8. Critérios para a seleção de espécies nativas para arborização urbana em Pernambuco

Em consulta bibliográfica, foram levados em consideração *sites* de depositários, avaliação dos espécimes depositados nos herbários de Pernambuco (IPA, PEUFR, HST, HVASF e UFP) sobre a flora da Caatinga e Floresta Atlântica de Pernambuco, estudos de identificação taxonômica por especialistas. Foram considerados os seguintes critérios de adequabilidade ambiental para a escolha das espécies indicadas (Figura 2).

Figura 21.2 – Diagrama dos critérios de adequabilidade ambiental para a escolha das espécies indicadas.



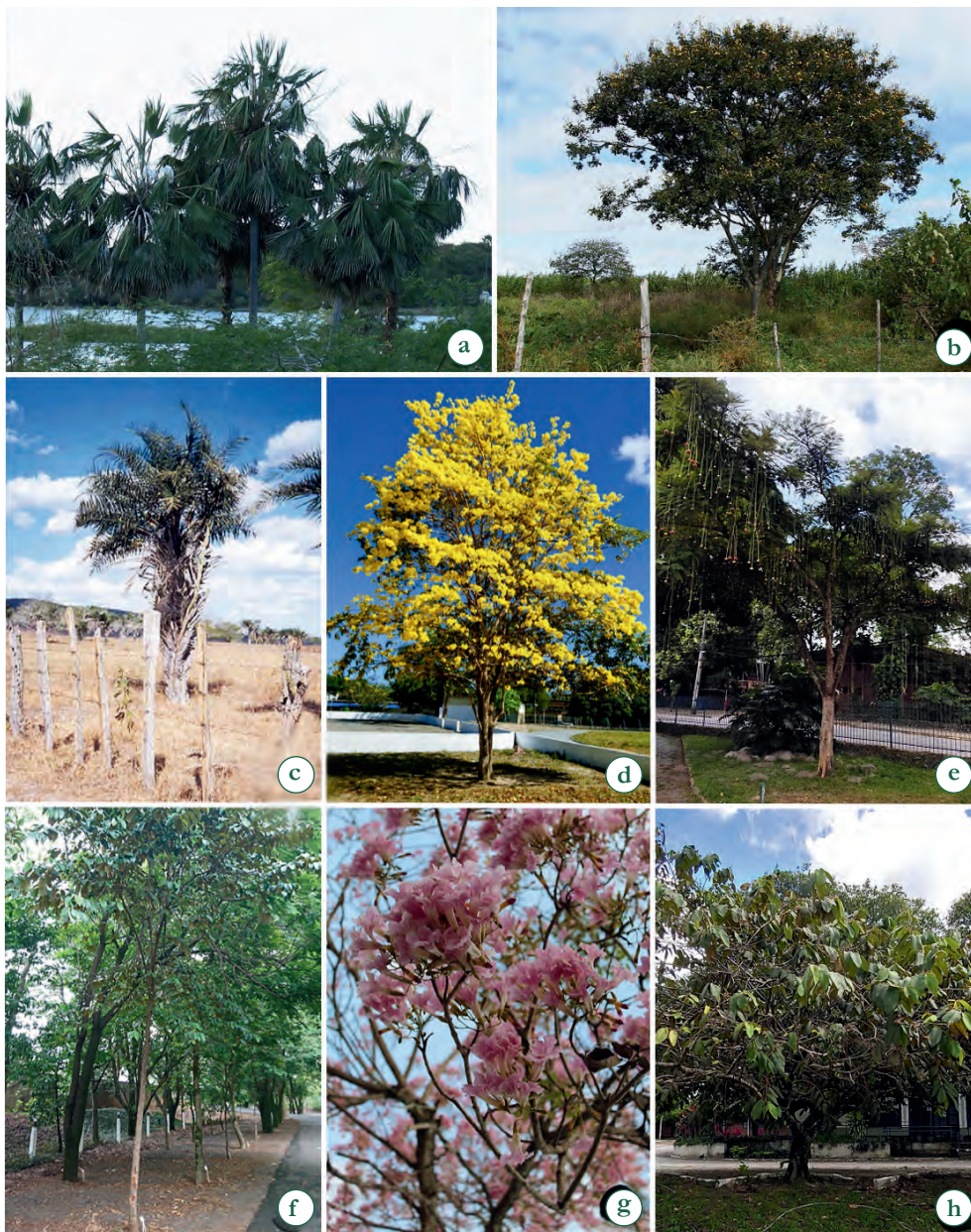
Fonte: Autoras; Zabotto Ambiental.

Além disso, só foram selecionadas espécies nativas que ocorrem naturalmente em Pernambuco com base no *website* Flora e Funga do Brasil (Figura 3). Ressalta-se a importância de os materiais analisados estarem depositados em herbários, garantindo a preservação, registro e acessibilidade futura das informações taxonômicas e morfológicas. A disponibilização desses dados por meio de plataformas digitais, como a Flora e Funga do Brasil, também desempenha

um papel essencial na democratização do conhecimento e na ampliação do acesso às informações sobre a biodiversidade regional e nacional.

Figura 21.3 – Espécies nativas indicadas para a arborização urbana do estado de Pernambuco:

a) *Copernicia prunifera*; b) *Cenostigma nordestinum*; c) *Syagrus coronata*; d) *Handroanthus serratifolius*; e) *Parkia pendula*; f) *Chrysophyllum splendens*; g) *Handroanthus impetiginosus*; h) *Apeiba tibourbou*.



Fonte: Autoras.

Na lista de espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Pernambuco são fornecidos para cada espécie os atributos ecológicos, morfológicos, fenológicos, reprodutivos e de adequação de plantio às cidades (Tabela 1).

Tabela 21.1 – Espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado de Pernambuco – Lista Aberta, organizadas por ordem alfabética da família botânica, e seus atributos ecológicos, morfológicos, fenológicos, reprodutivos e de adequação de plantio às cidades.

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DP+	SC
Anacardiaceae														
<i>Astronium urundeuva</i> (Allemão) Engl	aroeira	Fb	10 m	60 cm	C/EA	Al	L	C	AP	jun-jul	ago-set	Ane	Md	NE
		Fs												
		T												
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	baraúna	T	6 m	50 cm	EA	Al	L	C	AP	set-jan	set-mar	Ane/Zoo	Md	VU
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	imbuzeiro	T	6 m	80 cm	EA	Bx	L	C	NA	set-mar	jan-maio	Zoo	Md	VU
Apocynaceae														
<i>Allamanda blanchetii</i> A.DC.	dedal	T	4 m	20 cm	C/EA	-	L	C	AP	jan-jun	fev-ago	Ane	Bx	NE
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	pereiro	T	4 m	90 cm	C/EA	Al	L	C	AP	jun-dez	jul-jan	Ane	Bx	NE
		Ta												
<i>Tabernaemontana calbarinensis</i> A.DC.	jasmim-cata-vento	A	6 m	40 cm	C	Bx	L	Ps	AP	out-dez	abr-jun	Zoo	Bx	VU
		Db												
		Ds												
Araliaceae														
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	matataúba	A	30 m	110 cm	EA	Bx	L	Ps	NP	jan-ago	abr-nov	Zoo	Al	VU
		Db												
		Ds												
Areaceae														
<i>Acrocomia intumescens</i> Drude	macaíba	Db	5 m	30 cm	EA	-	L	Ps	NA	fev-abr	abr-jun	Zoo	Bx	NE
<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E.Moore	carnaúba	T	6 m	20 cm	EA	Al	L	Ps	NA	maio-jun	jun-set	Zoo	Bx	NE
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	licuri (palmeira)	T	3 m	30 cm	EA	-	L	Ps	NA	nov-jul	nov-jul	Zoo	Bx	VU

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DP+	SC
Bignoniaceae														
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-de-morro	Db	10 m	35 cm	C	Al	L	C	AP	ago-set	set-nov	Ane	Bx	NE
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-roxo	D	20 m	80 cm	C/EA	Al	L	C	AP	jul-ago	set-out	Ane	Bx	VU
		F												
		T												
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	ipê-amarelo	Db Fb	16 m	70 cm	C/EA	Al	L	C	Ap	ago-nov	out-dez	Ane	Bx	NE
<i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S.Grose	ipê-amarelo	T	4 m	15 cm	C/EA	Al	L	C	AP	ago-nov	set-nov	Ane	Bx	EN
<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	jacarandá-mimoso	Ds T	4 m	15 cm	C/EA	Me	L	C	AP	out-dez	jan-mar	Ane	Bx	NE
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	craibeira	Db Fb	12 m	20 cm	C/EA	Me	L	Sc	AP	ago-out	set-nov	Ane	Bx	NE
<i>Tabebuia elliptica</i> (DC.) Sandwith	pau-d'arco- branco	Pm	13 m	30 cm	C/EA	Me	L	Ps	AP	jan-fev	fev-mar	Ane	Md	NE
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	ipê-branco	Db	12 m	60 cm	C/EA	Me	L	C	AP	set	out-jan	Ane	Md	NE
Cordiaceae														
<i>Cordia oncovalyx</i> Allemão	pau-branco	T	2 m	10 cm	C/EA	Bx	L	C	AP	jan-jun	fev-jul	Ane	Md	NE
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	freijó/frei-jorge	D	4 m	30 cm	C/EA	Bx	L	C	AP	maio-set	jun-out	Ane	Md	VU
		F												
		T												

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFl	EFr	D	DP _r	SC
Burseraceae														
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillet	umburana-de-cambão	T	8 m	40 cm	EA	Bx	L	C	AP	dez-mar	fev-jun	Zoo	Md	VU
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	amescla-de-cheiro	D Pm	15 m	50 cm	EA	Me	L	Ps	AP	ago-set	nov-dez	Zoo	Md	NE
Cannabaceae														
<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	pau-pólvora	D F	15 m	40 cm	C/EA	Bx	A	Sc	AP	out-jan	jun-ago	Zoo	Md	VU
Capparaceae														
<i>Cratena tapia</i> L.	trapiazeiro	T	5 m	30 cm	C/EA	Bx	L	Sc	AP	out-dez	nov-jan	Zoo	Bx	NE
Caricaceae														
<i>Jacardia corumbensis</i> Kuntze	mamãozinho	F T	3 m	10 cm	EA	Bx	L	C	AP	set-fev	out-fev	Zoo	Md	NE
Celastraceae														
<i>Frambojera multiflora</i> Mart.	pau-branco	T	5 m	20 cm	C/EA		L	C	AP	mar-jul	abr-jul	Zoo	Md	LC
Chrysobalanaceae														
<i>Licania littoralis</i> Warm.	birro	D Pm	5 m	30 cm	C	Me	L	Ps	AP	out-nov	abr-maio	Zoo	Md	VU
<i>Microdesmia rigida</i> (Benth.) Sothers & Prance	oitica	T	6 m	30 cm	EA	-	L	C	AP	set-nov	out-dez	Zoo	Md	VU
Clusiaceae														
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	mucugê-bravo	D F Pm	6 m	20 m	C	Al	L	Ps	AP	set-nov	jan-mar	Zoo	Bx	NE

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPt	SC
Combretaceae														
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	mufumbo	T	3 m	15 cm	C/EA	Me	L	Sc	AP	maio-jul	set-out	Ane	Bx	VU
<i>Combretum monclaria</i> Mart.	mofumbo	T	4 m	15 cm	C/EA	Me	L	Sc	AP	jan-mar	jan-abr	Ane	Bx	NE
Cordiaceae														
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	mata-fome	D F	10 m	-	EA	Bx	A	Sc	AP	jun-set	set-jan	Zoo	Md	VU
<i>Cordia superba</i> Cham.	baba-de-boi	A	8 m	25 cm	C	Me	L	Ps	AP	abr	ago	Zoo	Md	NE
Erythroxylaceae														
<i>Erythroxylum caatingae</i> Plowman	imbuzeiro-bravo	T	4 m	15 cm	EA	Me	L	C	NA	fev-maio	abr-set	Zoo	Bx	VU
<i>Erythroxylum pungens</i> O.E.Schulz	rompe-gibão	T	3 m	15 cm	EA	Me	L	C	NA	nov-jan	jan-fev	Zoo	Bx	VU
<i>Erythroxylum revolutum</i> Mart.	quebra-facão	F Pm T	2 m	15 cm	EA	Me	L	C	NA	set-jan	jan-mar	Zoo	Bx	VU
Euphorbiaceae														
<i>Sapium argutum</i> (Müll.Arg.) Huber.	burra-leiteira	Pm T	3 m	20 cm	C/EA	Bx	L	C	NA	jan-maio	fev-jun	Aut	Bx	VU
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	leiteiro	D T	15 m	-	EA	Bx	L	Ps	AP	set-dez	jan-maio	Aut/Zoo	Md	NE
Fabaceae (Caesalpinioideae)														
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	monzê	D F T	3 m	50 cm	C/EA	Me	L	C	AP	dez-abr	jan-maio	Ane	Bx	VU

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul.	angico-de- carçoço	D	6 m	12,4 cm	EA	Al	L	C	AP	mar-ago	abr-set	Aut	Bx	VU
		F												
		T												
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>colubrina</i>	angico-branco	D	15 m	50 cm	EA	Al	L	Sc	AP	set-dez	ago-out	Aut	Bx	NE
		F												
		T												
<i>Calliandra depauperata</i> Benth.	carqueijo	T	2 m	-	C/EA	Al	L	Sc	AP	jan-mar	abr-jul	Aut	Bx	VU
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	são-joão-preto	D	12 m	50 cm	C/EA	Me	L	Ps	AP	set-nov	abr-set	Aut/Zoo	Al	NE
		F												
<i>Cenostigma laxiflorum</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	catinga-de-porco	T	3 m	10 cm	EA	Al	L	Sc	AP	mar-abr	maio-jul	Aut	Bx	VU
<i>Cenostigma nordstinum</i> Gagnon & G.P.Lewis	catingueira	T	5 m	20 cm	EA	Al	L	C	AP	fev-jun	ago-out	Aut	Bx	VU
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis	sibipiruna	D	12 m	40 cm	EA	Me	L	Sc	AP	set-nov	abr-ago	Aut	Bx	NE
		F												
		Pm												
		T												
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis	catingueira	D	3 m	39 cm	EA	Al	L	C	NA	mar-maio	jun-ago	Ane	Bx	VU
		T												
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	pau-ferro	D	10 m	35 cm	C/EA	Al	L	Sc	AP	nov-fev	jul-set	Aut	Md	VU
		F												
		T												
<i>Mimosa caesalpinhiifolia</i> Benth.	sabiá	T	6 m	30 cm	C/EA	Al	L	Sc	NA	abri-jul	out-ian	Aut	Bx	NE
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	visgueiro	Db	30 m	150 cm	EA		L		NA	ago-out	nov-mar	Aut	-	VU

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DP+	SC
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula	D	25 m	120 cm	EA	Me	L	Sc	AP	dez-mar	mar-maio	Ane/Aut	Bx	NE
		F												
		T												
<i>Piptadenia retusa</i> (Jacq) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger	calumbi	T	4 m	20 cm	C/EA	Al	L	C	NA	mar-maio	jun-ago	Aut	Bx	NE
<i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth.	brinco-de- saium	T	5 m	10 cm	C/EA	Me	L	C	AP	ago-set	nov-jan	-	Bx	VU
<i>Sengalia piauhiensis</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	jurema-branca	F	4 m	10 cm	EA	Bx	L	C	NA	jan-mar	mar-jun	Aut	Bx	NE
<i>Senna cana</i> (Nees & Mart.) H.S.Irwin & Barneby var. <i>cana</i>	fedegoso-do-mato	T												
<i>Senna lechriosperma</i> H.S.Irwin & Barneby		Fs	6 m	15 cm	C/EA	Bx	L	C	AP	fev-jul	mar-ago	Zoo	Bx	NE
		T												
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	manduirana	D	8 m	20 cm	EA	Bx	L	Sc	AP	jan-abr	ago-out	Zoo	Md	VU
		F												
		Pm												
<i>Senna maritima</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	canafístula	T	2 m	10 cm	C/EA	Bx	L	C	AP	jan-dez	jan-dez	Zoo	Bx	NE
Fabaceae – Detarioideae														
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba	D	8 m	-	C	Me	L	-	-	dez-mar	ago-set	Zoo	-	NE
		F												
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	D	8 m	30 cm	EA	Al	L	C	AP	jan-fev	ago-out	Zoo	Bx	VU
		Pm												

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFi	EFr	D	DP _r	SC
<i>Hymenaea eriogone</i> Benth.	jatobá	T	3 m	10 cm	EA	AL	L	C	AP	nov-fev	dez-mar	Zoo	Bx	VU
<i>Hymenaea maritima</i> Hayne	jatobá	Db T	11 m	-	EA	Al	L	C	AP	out-dez	dez-maio	Zoo	Bx	VU
Fabaceae – Papilionoideae														
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	angelim-doce	Db	9 m	-	C	Al	L	Ps	AP	nov-dez	maio-jun	Zoo	Bx	NE
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	angelim-doce	Db Pm	8 m	37 cm	C/EA	Al	L	Ps	AP	nov-dez	maio-jun	Zoo	Bx	NE
<i>Bondibchia virgilioides</i> Kunth	sucupira	Ab Ds T	14 m	40 cm	EA	Al	L	C	AP	ago-out	out-jan	Ane	Al	VU
<i>Dalstedtia araripensis</i> (Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	rabo-de-cavalo	Tb	4 m	8 cm	C/EA	Al	L	C	AP	nov-dez	fev-maio	Ane	Bx	VU
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	jacarandá-da-bahia	D	20 m	60 cm	C/EA	Al	L	C	AP	set-nov	ago-set	Aut	Md	VU
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	marizeiro	T	5 m	90 cm	C/EA	-	L	C	NA	out-fev	nov-fev	Ane	Bx	VU
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	ingazeira-do-sertão	Tb	6 m	9 cm	C/EA	Al	L	C	NA	out-jan	nov-fev	Ane	Bx	VU
<i>Laetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	pau-mocó	Tb	4 m	60 cm	C/EA	-	L	C	NA	ago-set	out-nov	Ane	Bx	NE
<i>Myroxylon peruijerum</i> L.f.	cabreúva-vermelha	T	15 m	70 cm	C	Al	L	C	AP	jul-set	out-nov	Zoo	Bx	NE
<i>Poeclanthus ulia</i> (Harms) Arroyo & Rudd	carrancudo	T	6 m	20 cm	EA	Al	L	C	NA	jul-out	ago-out	Aut	Bx	VU
<i>Trichidium molle</i> (Benth.) H.F.Ireland	brinquinho	Tb	2 m	10 cm	C/EA	Al	L	C	AP	set-jan	out-fev	Aut	Bx	VU
Lamiaceae														
<i>Vitex gardneriana</i> Schauer.	salgueiro	Ta	3 m	15 cm	C/EA	Bx	L	C	AP	out-jan	out-fev	Zoo	Bx	VU

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DP+	SC
Lecythidaceae														
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	biriba	Db	11 m	50 cm	C/EA	Al	L	Ps	AP	set-dez	mar-jun	Aut	Al	VU
		F												
Malpighiaceae														
<i>Barnebya harleyi</i> W.R. Anderson & B. Gates		Ta	4 m	10 cm	EA	-	L	C	NA	jan-jul	fev-set	Ane	Md	NE
		Ab												
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	murici-da-praia	Db	11 m	50 cm	C/EA	Al	L	Sc	AP	set-nov	mar-abr	Zoo	Al	NE
		Fb												
		Pm												
Malvaceae														
<i>Apeiba tiburbou</i> Aubl.	pau-de-jangada	Db	10 m	40 cm	EA	Bx	A	Ps	NA	dez-mar	jul-dez	Aut	Md	VU
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	barriguda	D	8 m	60 cm	EA	Me	L	C	NA	jul-nov	ago-dez	Ane	Bx	VU
		Ta												
<i>Pseudobombax simplicifolium</i> A. Robyns	barriguda	Ta	6 m	50 cm	EA	Bx	L	C	NA	jun-out	set-jan	Ane	Bx	VU
Myrtaceae														
<i>Eugenia florida</i> DC.	guamirim	Db	7 m	30 cm	C	Al	L	Ps	AP	jul-ago	dez-jan	Zoo	Md	NE
		Tb												
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	cambuí	Db	5 m	-	C	-	-	-	-	jun-out	nov	-	-	NE
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	guamirim	Db	8 m	25 cm	C	Al	L	Sc	AP	nov-jan	jan-mar	Zoo	Bx	NE
Polygonaceae														
<i>Raprechtia laxiflora</i> Meisn.	pau-caixão	Ta	7 m	25 cm	EA	Me	L	C	NA	fev-jul	mar-ago	Ane	Bx	NE
		Tb												

(continua)

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EFl	EFr	D	DP _r	SC
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	pajéu	Ta	8 m	25 cm	EA	Me	L	C	NA	jul-nov	ago-dez	Ane	Bx	NE
Rhammaceae														
<i>Sarcomphalus juazeiro</i> Mart.	juazeiro	Ta	4 m	20 cm	EA	Me	L	C	NA	nov-abr	jan-abr	Zoo	Md	NE
Rubiaceae														
<i>Contarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	quina	Ds	5 m	20 cm	EA	Me	L	Sc	NA	jul-ago	set-out	Zoo	Md	VU
		Ta												
<i>Galettarda angelica</i> Mart. ex Müll.Arg.	angélica	Ta	2 m	10 cm	C/EA	Me	L	C	AP	fev-abr	fev-maio	Zoo	Md	VU
Rutaceae														
<i>Balfouriodendron molle</i> (Miq.) Pirani	pau-marfim	Ta	4 m	10 cm	EA	Me	L	C	AP	fev-maio	abr-jun	Ane	Md	VU
		Tb												
<i>Zanthoxylum hamadryadicum</i> Pirani	laranjinha	Tp	-	10 cm	C/EA	Me	L	C	AP	mar-abr	abr-maio	Zoo	Md	NE
Sapindaceae														
<i>Matyba discolor</i> (Spreng.) Radlk.	camboatá-branco	Pm	6 m	20 cm	C	Al	L	Ps	AP	out-dez	jan-fev	Zoo	Md	NE
		Ta												
<i>Sapindus saponaria</i> L.	saboneteira	Ta	7 m	30 cm	C	Me	L	Ps	AP	abr-jul	set-nov	Hid/Zoo	Md	VU
Sapotaceae														
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng.	bapeba	Db	12 m	40 cm	C/EA	Al	L	Ps	AP	jan-abr	ago-nov	Zoo	Md	VU

(continua)

(continuação)

Família/Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TextF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC
<i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) H.J.Lam	maçaranduba	Db												
		Ab	16 m	55 cm	EA	Al	L	Ps	AP	out-nov	jan-fev	Zoo	Al	NE
		Fb												
		Pm												
Simaroubaceae														
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	pau-paraíba	Db	20 m	65 cm	EA	Bx	L	Sc	AP	ago-set	nov-dez	Zoo	Md	VU
		Ds												
		Fs												

Fonte: Autoras.

Nota: **UF** – Região fitoecológica em Pernambuco – **IBGE, 2019**; **D** – Floresta Ombrófila Densa, **Da** – Floresta Ombrófila Densa Aluvial, **Db** – Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, **Ds** – Floresta Ombrófila Densa Submontana, **A** – Floresta Ombrófila Aberta, **Ab** – Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas, **F** – Floresta Estacional Semidecidual, **Fb** – Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas, **Fs** – Floresta Estacional Semidecidual Submontana, **T** – Savana Estépica, **Ta** – Savana Estépica Arborizada, **Tb** – Savana Estépica Arbustiva e **Pm** – Formação pioneira com influência marinha; **AM** – **Altura média (metros); DAP** – **Diâmetro na altura do peito na fase adulta; AP** – **Adequada para:** C: Calçadas e EA: Espaços abertos; **DM** – **Densidade da madeira:** Bx – Baixa ($\leq 0,550 \text{ g cm}^{-3}$); Me – Média (entre $0,550$ e $0,720 \text{ g cm}^{-3}$) e Al – Alta ($> 0,730 \text{ g cm}^{-3}$); **TextF** – **Textura Foliar:** A – Áspera ou L – Lisa; **PF** – **Persistência das folhas:** Ps: Persistente (*perennifolia*), C: Caduca (*caducifolia*) e Sc: Semicaduca (*semidecidua*); **R** – **Tipo de raiz:** AP – Apropriada para plantio em calçadas ou NA – não apropriada para plantio em calçadas; **EF1** – **Época de florescimento: meses do ano; EFr** – **Época de frutificação: meses do ano; D** – **Dispersão:** Ane – Anemocórica, Aut – Autocórica, Hid – Hidrocórica e Zoo – Zoocórica; **DPr** – **Dificuldade de produção em viveiro:** Bx – Baixa, Md – Média e Al – Alta; **SC** – **Status de conservação, segundo IUCN:** NE – Não avaliada, LC – Menos Preocupante, VU – Vulnerável, EN – Em Perigo e CR – Criticamente em Perigo.

21.9. Considerações finais

A utilização de espécies exóticas é um dos grandes problemas da arborização urbana de Pernambuco. Isso ocorre porque, na maioria dos casos, além de apresentarem características morfológicas inadequadas para os ambientes onde foram introduzidas, essas espécies são potencialmente invasoras. Ou seja, elas se adaptam facilmente ao novo ambiente e podem rapidamente se dispersar e colonizar fragmentos naturais próximos, diminuindo a riqueza de espécies nativas e, conseqüentemente, alterando processos ecológicos autóctones nessas áreas.

Neste contexto, todas as espécies recomendadas para uso na arborização urbana neste capítulo são nativas e apresentam registro de ocorrência natural confirmado para o estado de Pernambuco. Este capítulo é parte de um esforço coletivo para sensibilizar todos os atores envolvidos no processo de arborização das cidades brasileiras quanto à importância do uso da flora nativa em projetos de arborização urbana, considerando que as cidades brasileiras ainda são predominantemente arborizadas com espécies exóticas.

Ainda existem muitas lacunas de conhecimento sobre as técnicas de germinação e cultivo das espécies nativas, o que constitui um fator limitante durante o processo de seleção dessas espécies, considerando a sua adequabilidade ambiental. Avanços nesta área do conhecimento possibilitam a escolha mais acertada das espécies a serem utilizadas na arborização urbana, além de contribuírem positivamente para a conservação da biodiversidade local.

21.10. Referências

- [1] Hora LPL. “A praça é do povo como o céu é do condor”: arborização no Recife no século XIX (1840-1880) [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2015.
- [2] Silva JM. Arqueologia botânica dos jardins de Burle Marx: a Praça de Casa Forte e a Praça Euclides da Cunha, Recife/PE [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2012.
- [3] Meunier IMJ, Silva HCG. Horto d’El Rey de Olinda, Pernambuco: história, estado atual e potencialidades da cobertura vegetal de uma área verde urbana (quase) esquecida. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2009;4(2):62-81.
- [4] Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (SDSMA). Manual de arborização urbana: orientações e procedimentos técnicos básicos para implantação e manutenção da arborização da cidade do Recife. 2. ed. Recife: SDSMA; 2017.
- [5] Borges DAB. Arborização na cidade de Patos, PB: diagnóstico, benefícios térmicos da vegetação urbana e potencialidades paisagísticas de espécies nativas da Caatinga [tese]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2019.
- [6] Amador MBM, organizador. O verde na paisagem agreste de Pernambuco: urbano e rural. 1. ed. Tupã: ANAP; 2014.
- [7] Lundgren WJC, Silva LF, Almeida AQ. Influência das espécies exóticas arbóreas urbanas na área de cobertura da cidade de Serra Talhada, PE. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2013;8(3):96-107.
- [8] Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. Köppen’s climate classification map for Brazil. *Meteorol Z.* 2013;22(6):711-28.
- [9] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (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.

- [10] Lima DA. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *An Acad Pernamb Ciênc Agron.* 2007; 4:243-74.
- [11] Prado DE. As Caatingas da América do Sul. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC, editores. *Ecologia e conservação da Caatinga.* Recife: Editora UFPE; 2003. p. 3-74.
- [12] Rodal MJN. Fitossociologia do componente arbustivo-arbóreo em quatro áreas de Caatinga em Pernambuco [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 1992.
- [13] Lemos JH. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho de vegetação arbustiva caducifólia espinhosa no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 1999.
- [14] Lyra ALRT. A condição de “brejo”: efeito do relevo na vegetação de duas áreas do município do Brejo de Madre de Deus, PE [dissertação]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 1982.
- [15] Jacomine PKT, Almeida JC, Medeiros LAR. Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do estado do Ceará. v. 2: descrições de perfis de solos e análises. *Boletim Técnico* 28. Série Pedologia 16. Recife: SUDENE-DRN; Brasília: Divisão de Pesquisa Pedológica; 1973. [acesso 10 nov. 2020]. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/331170>
- [16] Griz LMS, Machado ICS. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in Caatinga, a tropical dry forest in northeast of Brazil. *J Trop Ecol.* 2001;17(2):303-21.
- [17] Barbosa DCA, Barbosa MCA, Lima LCM. Fenologia de espécies lenhosas de Caatinga. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC, editores. *Ecologia e conservação da Caatinga.* Recife: Editora UFPE; 2003. p. 657-94.
- [18] Santos AM, Tabarelli M. Distance from roads and cities as a predictor of habitat loss and fragmentation in the Caatinga vegetation of Brazil. *Braz J Biol.* 2002;62(4B):897-905.
- [19] Fundação SOS Mata Atlântica; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2019-2020. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; 2021.
- [20] Morellato LPC, Haddad CFB. Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica.* 2000; 32(4B):786-92.
- [21] Lima MLFC. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica em Pernambuco: situação atual, ações e perspectivas. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, caderno 12. São Paulo: Instituto Florestal; 1998. [acesso 10 nov. 2020]. Disponível em: https://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_12.pdf
- [22] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitogeológicas. Rio de Janeiro: IBGE; 2019.
- [23] Rodal MJN, Sales MF, Silva MJ, Silva AG. Flora de um Brejo de Altitude na escarpa oriental do Planalto da Borborema, PE, Brasil. *Acta Bot Bras.* 2005;19(4):845-60.
- [24] Rodal MJN, Sales MF. Composição da flora vascular em um remanescente de Floresta Montana no Semiárido do Nordeste do Brasil. *Hoehnea.* 2007;34(4):433-46.
- [25] Nascimento LM, Silva AG, Rodal MJN. Florística de uma floresta estacional no Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil. *Rodriguésia.* 2012;63:429-40.

Capítulo 22

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO PIAUÍ E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

*Por Francisco Soares Santos Filho, Sheila Milena Neves de Araújo Soares,
Maura Rejane de Araújo Mendes, Josiane Silva Araújo e Maria Carolina de Abreu*

22.1. Destaques deste capítulo

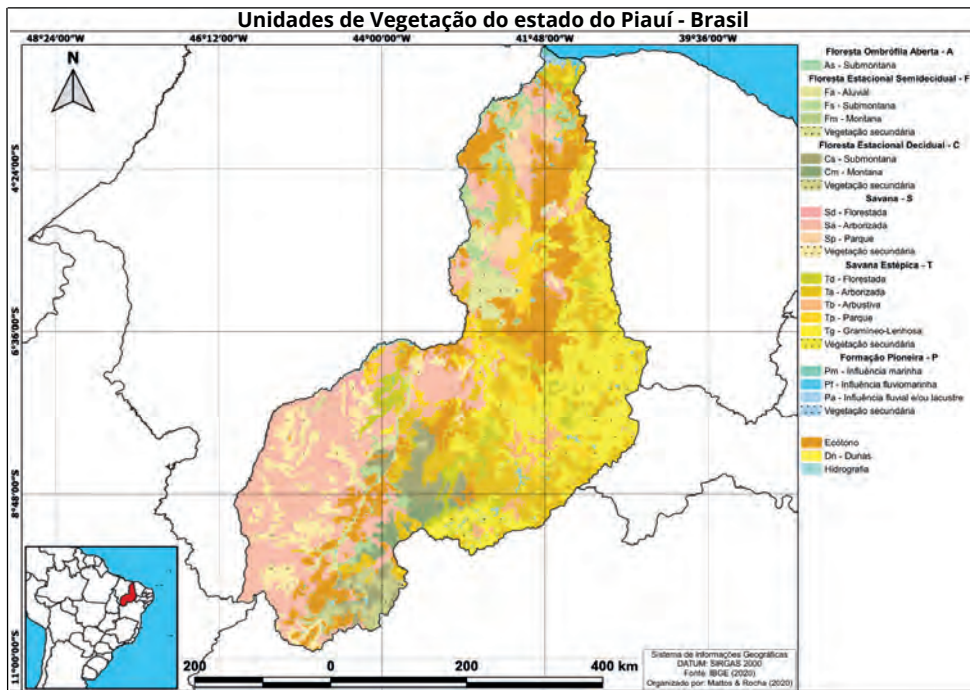
1. As cidades do estado do Piauí seguem o modelo de Teresina, com predomínio de espécies nativas;
2. O Piauí apresenta grande diversidade de ecossistemas, com um mosaico de Cerrado, Caatinga, Florestas Estacionais e áreas de transição, com destaque para as palmeiras da Zona dos Cocais;
3. São apresentadas espécies arbóreas nativas do Piauí, já utilizadas e com potencial para inserção na arborização urbana do estado;
4. Trabalhos associados destacam a importância cultural da arborização e sua relevância para o conforto térmico urbano.

22.2. Introdução

O estado do Piauí apresenta algumas peculiaridades geográficas que o fazem único. Tem uma disposição territorial longilínea com área de 251.755,499 km² [1] limitando-se em 66 km com o Oceano Atlântico ao norte; em 592 km com o Ceará e 241 km com Pernambuco, ambos a leste; em 816 km com a Bahia a sudeste e sul; em 21 km com o Tocantins a sudoeste e em 1.492 km a oeste com o Maranhão [2].

A feição geográfica do estado o coloca como uma paisagem com grande diversidade de ecossistemas ou variações fisionômicas, tendo em vista que há uma variação climática provocada pelo encontro do subúmido amazônico em contato com o semiárido nordestino [3-5]. Tal diversidade (Figura 1) pode ser resumida na presença de subtipos dos ecossistemas da Caatinga, do Cerrado e as áreas de Transição entre estes, com a influência de áreas mais úmidas, com forte presença de espécies de palmeiras, em especial o babaçu (*Attalea speciosa*) e a carnaúba (*Copernicia prunifera*), conhecidas regionalmente como Zona dos Cocais [4].

Figura 22.1 – Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado do Piauí, região Nordeste do Brasil.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

No que se refere ao processo de arborização urbana, é importante observar que, pouco a pouco, as cidades vêm mantendo a premissa de modificar sua arborização, substituindo espécies exóticas por espécies nativas [6]. Um dado interessante é que as variações na escolha de espécies que já são naturalmente aclimatadas seguem observadas pelos segmentos que atuam no processo de recomposição da arborização das cidades, o que acontece, por exemplo na cidade de Teresina. Chamada de “Cidade Verde” (Figura 2) pelo poeta maranhense Coelho Neto, a capital do Piauí apresenta um histórico de planejamento da sua arborização [7,8]. Teresina é uma cidade moderna e foi a primeira capital planejada do Brasil [7]. Sua arborização já seguiu vários ciclos.

Nas primeiras fases, os órgãos responsáveis pela arborização, ligados à Prefeitura, não levavam em consideração critérios ecológicos. A partir da década de 1980, foi priorizada a adoção do uso de espécies nativas, especialmente aquelas encontradas em remanescentes florestais da cidade, que é cercada por florestas estacionais decíduais classificadas como pertencentes ao domínio da Mata Atlântica, embora não apresentem espécies e nem fisionomias típicas daquele ecossistema [9], com uma composição de espécies de Cerrado e Caatinga nas suas matas residuais. É válido frisar que Teresina, em um raio de pelo menos 20 km partindo do seu bairro mais central, não apresenta florestas primárias desde a década de 1950 até 1960, dado que neste período a eletricidade era gerada por uma termelétrica, alimentada por lenha.

Figura 22.2 – Praça Pedro II em Teresina (PI), década de 1940.



Fonte: Souza PGC [10].

Na arborização, a tendência de uso de espécies nativas foi copiada em muitas cidades do estado, em função da influência do processo de urbanização da capital nos demais núcleos urbanos [11-16]. Em algumas cidades mais antigas, há forte presença de remanescentes de arborização inspirados em diferentes cidades, onde se adotou fortemente o uso de espécimes exóticos, em especial árvores com frutos comestíveis, como é o caso da mangueira (*Mangifera indica*), adotada por muitas cidades do estado como um dos elementos principais da arborização [14,15].

Neste capítulo é publicada uma lista das espécies nativas utilizadas na arborização de cinco das mais importantes cidades do Piauí: a) Teresina, a capital, situada na região centro-norte, b) Parnaíba e c) Campo Maior, situadas mais ao norte, d) Picos, situada na região centro-sul e e) São Raimundo Nonato, situada na região sudeste do estado. É um esforço conjunto de pesquisadores radicados nas respectivas cidades supramencionadas.

22.3. Caracterização das cidades de Teresina, Parnaíba, Campo Maior, Picos e São Raimundo Nonato

A cidade de Teresina está situada na foz do Rio Poti, margem direita do Rio Parnaíba, que separa os estados do Piauí e Maranhão. Possui uma área de 1.673 km² e está a 81 metros acima do nível do mar. Possui um clima caracterizado por apresentar duas estações (seca e chuvosa), temperatura média anual de 27,6 °C e pluviosidade média anual de 307 mm [17]. De acordo com Köppen, o clima é Aw [18]. Apresenta como vegetação predominante áreas de transição entre

Cerrado e Caatinga com predomínio da chamada Mata de Cocais, com forte presença da palmeira *Attalea speciosa*, o babaçu, espécie pioneira que cresce em áreas com um pouco de umidade.

Dadas as suas características vegetacionais, são muito presentes as espécies típicas de Cerrado. O caneleiro (*Cenostigma macrophyllum*) (Figura 3) é considerado a árvore-símbolo da cidade [19]. Teresina possui uma população de 866.300 habitantes [1] e é considerada um centro de excelência nas áreas de Saúde e Educação do estado.

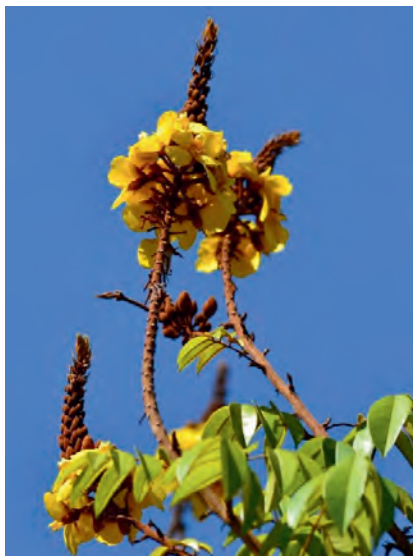
A cidade de Parnaíba está situada no litoral do Piauí e é a segunda mais populosa do estado. Possui uma área de 436 km² e está a cinco metros acima do nível do mar. Possui um clima caracterizado por apresentar duas estações (seca e chuvosa), temperatura média anual de 27 °C e pluviosidade média anual de 107 mm [17]. De acordo com Köppen, o clima é Aw [18]. Apresenta como vegetação predominante áreas de transição entre Cerrado e Caatinga, especialmente nas áreas de tabuleiros litorâneos. Mas apresenta também muitas áreas de Manguezal e de Restinga. Parnaíba possui uma população de 162.159 habitantes [1].

A cidade de Campo Maior está situada na região norte do Piauí, apresentando uma área de 1.681 km² [1] e está a 125 metros acima do nível do mar. Possui um clima caracterizado por apresentar duas estações (seca e chuvosa), temperatura média anual de 26,8 °C e pluviosidade média anual de 113,3 mm [17]. De acordo com Köppen, o clima é Aw [18]. Apresenta como vegetação predominante áreas de transição entre Cerrado, formando especialmente campos limpos ou com a forte presença da palmeira carnaúba (*Copernicia prunifera*). Campo Maior possui uma população de 47.119 habitantes [1].

A cidade de Picos está situada na região centro-sul do estado do Piauí, apresentando uma área de 577,3 km² [1] e está a 206 metros acima do nível do mar. Possui um clima caracterizado por apresentar duas estações (seca e chuvosa), temperatura média anual de 27,9 °C e pluviosidade média anual de 66,3 mm [17]. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é BSh [18]. Apresenta como vegetação predominante áreas de Caatinga, tendo como fisionomia principal caatinga de porte arbustivo. Picos possui uma população de 83.090 habitantes [1].

A cidade de São Raimundo Nonato está situada na região sudeste do Piauí, apresentando uma área de 2.415,6 km² [1] e está a 332 metros acima do nível do mar. Possui um clima caracterizado por apresentar duas estações (seca e chuvosa), temperatura média anual de 27,9 °C e pluviosidade média anual de 66,3 mm [17]. De acordo com Köppen, o clima é BSh [18]. Apresenta como vegetação predominante áreas de Caatinga, tendo como fisionomia principal caatinga de porte arbustivo. São Raimundo Nonato possui uma população de 38.934 habitantes [1].

Figura 22.3 – Floração de caneleiro (*Cenostigma macrophyllum*).



Fonte: Autores.

22.4. Arborização urbana nas cidades piauienses

As cidades piauienses pesquisadas apresentam semelhanças com relação ao uso mais massivo de espécies nativas. Todavia, espécies exóticas são comumente usadas na arborização, seja porque estejam aclimatadas, seja porque possuem algum requisito que as tornam favoritas. Dentre os critérios de escolha estão: a) boa capacidade de adaptação ao ambiente urbano; b) crescimento da copa que permite um sombreamento mais rápido; c) produção de frutos comestíveis, o que serve tanto para saciar humanos quanto animais, como morcegos e aves; d) beleza cênica de sua floração. Dentre os problemas levantados para o mesmo conjunto de árvores, estão: a) conflito com aparelhos urbanos como fiação aérea e postes de iluminação pública; b) quebra de calçadas e guias; c) mortalidade vinculada ao baixo nível de cuidados dispensados.

A cidade de Teresina apresentou ao longo de sua história ciclos de arborização, representados por algumas espécies utilizadas mais comumente em determinadas épocas. Podem ser definidos pelos menos quatro ciclos distintos: i) Ciclo dos oitizeiros; ii) Ciclo das algarobeiras; iii) Ciclo das amendoeiras e acácias; e o iv) Ciclo das figueiras [8]. Com o esforço do setor próprio, a Prefeitura de Teresina passou a produzir mudas de plantas nativas e adotá-las no plantio das grandes avenidas (Figura 4) e nos processos de revegetação, especialmente de áreas degradadas como as margens dos rios. Ultimamente, como em muitas cidades brasileiras, tem sido adotado o plantio do nim indiano (*Azadirachta indica*), espécie de crescimento rápido e que tem sido alvo de estudos sobre os impactos que causa sobre a fauna de espécies fitófagas de insetos e de aves.

Ao analisar estudos relacionados ao processo de arborização de Teresina, verificou-se que a atividade de recomposição da flora arborizada demonstra ser uma atividade do planejamento da cidade inclusive com recursos destinados especificamente para este fim [20], talvez incentivado por ações de Educação Ambiental como o projeto “Teresina mais verde”, desenvolvido pela Prefeitura Municipal com a finalidade de sensibilizar a população.

Pesquisa realizada na cidade mostrou a efetividade de ações deste tipo visando dar visibilidade ao processo de arborização, constando que as pessoas percebem a importância da arborização como fator de amenização dos efeitos do clima, como mecanismo de resgate da identidade e autoestima [21]. A implementação de uma atividade permanente na cidade só se permitiu devido à criação de viveiros de mudas que, além de serem percebidos como importantes pela população [22], são um importante fomentador da política de criação de áreas verdes e do processo de arborização nos logradouros públicos e nos ambientes privados [23].

A cidade de Parnaíba carrega traços de uma arborização focada em espécies exóticas [14], demonstrando alguma falta de planejamento neste processo, embora tenha, nos logradouros mais antigos e tradicionais, traços de uma arborização similar à cidade de Teresina [13]. Levantamentos realizados na cidade de Picos revelaram uma quantidade significativa de plantas exóticas participando da arborização dos pontos centrais da cidade, com destaque para o nimindiano (*Azadirachta indica*), com pouquíssimas espécies da flora nativa [24]. Outras cidades piauienses apresentam elementos da sua arborização focados em espécies da Caatinga [25].

Para a composição da lista de espécies presente neste capítulo foram coletadas informações em listas florísticas de trabalhos publicados em periódicos e livros especializados com as principais plantas utilizadas na arborização urbana das cinco cidades incluídas nesta pesquisa, além de pesquisa feita *in loco* nos órgãos municipais responsáveis pelo planejamento e pela execução da arborização. A grafia dos nomes foi conferida de acordo com o *site* do Projeto Reflora [26], e as famílias botânicas foram listadas segundo a abordagem proposta pelo APG IV [27].

Figura 22.4 – Exemplos de grandes avenidas em Teresina (PI) com suas espécies nativas na arborização:
a) Av. Presidente Kennedy, prioritariamente arborizada com caneleiros (*Cenostigma machophyllum*);
b) Av. Mal. Castelo Branco e suas carnaubeiras (*Copernicia prunifera*); e
c) Av. Dom Severino, arborizada com pau-ferro (*Libidibia ferrea* var. *ferrea*).



Fonte: Autores.

O levantamento de espécies adotadas na arborização de cinco cidades do Piauí é expresso na Tabela 1. A lista apresentada reúne 47 espécies, pertencentes a 39 gêneros, e 15 famílias botânicas utilizadas na arborização de cinco cidades do Piauí, prioritariamente escolhidas pelos entes públicos responsáveis pela manutenção das ações de arborização e conservação. Dentre as plantas mais comumente usadas, estão árvores, principalmente, mas é relativamente comum o uso de palmeiras e arbustos. A adoção de espécies arbustivas denota que o objetivo da arborização não é somente o sombreamento, mas também a composição de uma paisagem mais harmoniosa. A lista presente neste estudo apresenta espécies que também aparecem em estudos similares de áreas situadas em Teresina [6,28-30].

Tabela 22.1 – Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nos municípios do estado do Piauí – 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	EF1	EFr	D	DPt	SC
Anacardiaceae														
<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajueiro	Caa.	5-10 m	30-40 cm	EA	Bx.	Asp.	Ps.	NA	jun-nov	set-jan	Zoo.	Al.	NA
<i>Astrocium graveolens</i> Jacq.	gonçalo-alves	Caa.	15-25 m	25 cm	EA	Al.	Asp.	Ps.	NA	ago-set	out-nov	Aut.	SI	LC
<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	aroeira	Caa.	15-20 m	20 cm	EA	Al.	Asp.	Ps.	NA	jul-set	set-out	Aut.	Md.	LC
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	umbu	Caa.	5 m	50 cm	C	Md.	Asp.	Ps.	AP	nov-fev	mar-abr	Zoo.	Al.	NA
Apocynaceae														
<i>Himatanthus dracicus</i> (Mart.) Plumel	janaguba	Cer.	15 m	20 cm	EA	Md.	Asp.	Ps.	NA	contínua	contínua	Aut.	Al.	NA
Arecaceae														
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lood. ex Mart	macaúba	Cer.	8 m	12 cm	EA	Bx.	Asp.	Ps.	NA	jan-maio	mar-jun	Zoo.	Al.	NA
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	babaçu	Cer.	10-20 m	25 cm	EA	Bx.	Asp.	Ps.	NA	jan-abr	ago-jan	Aut./Zoo.	Al.	NA
<i>Copernicia pruriifera</i> (Mill.) H.E.Moore	carnaúba	Caa.	7-10 m	20 cm	C	Md.	Asp.	Ps.	AP	jul-out	nov-mar	Zoo.	Al.	NA
<i>Mauritia flexuosa</i> Mart.	buriti	Cer.	8-10 m	30 cm	EA	Md.	Asp.	Ps.	NA	abr-ago	jan-abr	Zoo.	Al.	NA
Bignoniaceae														
<i>Handroanthus avellanadae</i> (Lorentz ex Griseb.) Mattos	ipê-roxo	Cer.	8-12 m	60-70 cm	EA	Al.	Asp.	C	NA	jul-out	ago-out	Ane.	Bx.	NA
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-amarelo	Cer.	8-12 m	60-70 cm	EA	Al.	Asp.	C	NA	set-nov	out-dez	Ane.	Bx.	NA
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	ipê-rosa	Cer.	8-12 m	60-70 cm	EA	Al.	Asp.	C	NA	set-nov	out-dez	Ane.	Bx.	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DP+	SC
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-rosa	Cer.	8-12 m	60-70 cm	EA	Al.	Asp.	C	NA	set-nov	out-dez	Ane.	Bx.	VU
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	ipê-amarelo	Cer.	8-12 m	60-70 cm	EA	Al.	Asp.	C	NA	set-nov	out-dez	Ane.	Bx.	VU
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	ipê-branco	Cer.	8-10 m	60-70 cm	EA	Al.	Asp.	C	NA	set-nov	out-dez	Ane.	Bx.	NA
Burseraceae														
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	imburana-de-cambão	Caa.	3-5 m	10-20 cm	EA	Al.	Asp.	SC	NA	nov-dez	mar-abr	Zoo.	Al.	VU
Cactaceae														
<i>Cereus jamacaru</i> D.C.	mandacaru	Caa.	2-5 m	10 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	dez-maio	jan-jun	Aut. / Zoo.	Al.	NA
<i>Pilosocereus pachycladus</i> F.Ritter	facheiro	Caa.	1-3 m	6 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	out-nov	dez-fev	Aut. / Zoo.	Al.	NA
Capparaceae														
<i>Cratena tapia</i> L.	trapiá	Cer.	4-6 m	10-20 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	contínua	contínua	Aut. / Zoo.	Al.	NA
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl.	feijão-bravo	Cer.	2-4 m	6 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	contínua	contínua	Aut. / Zoo.	Al.	NA
Chrysobalanaceae														
<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	oiti	Cer.	15 m	20-60 cm	EA	Al.	Asp.	Ps.	NA	jun-set	nov-fev	Aut. / Zoo.	Al.	NA
Combretaceae														
<i>Terminalia dichotoma</i> G.Mey.	pau-d'água	Caa.	8-10 m	12-30 cm	EA	Al.	Asp.	Ps.	NA	ago-dez	dez-fev	Aut. / Zoo.	Al.	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DP _r	SC
Fabaceae														
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	angico	Cer.	10-12 m	12-30 cm	E/A	Al.	Asp.	Ps.	NA	jun-nov	ago-dez	Aut.	Al.	NA
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	angico	Cer.	8-12 m	10-25 cm	E/A	Al.	Asp.	Ps.	NA	ago-out	set-dez	Aut.	Al.	NA
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	angico-branco	Cer.	6-10 m	10-25 cm	E/A	Al.	Asp.	Ps.	NA	set-nov	out-jan	Aut.	Al.	NA
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Spreng	angico-branco	Cer.	8-12 m	10-25 cm	E/A	Al.	Asp.	Ps.	NA	set-dez	out-jan	Aut.	Al.	NA
<i>Bauhinia forficata</i> Link	pata-de-vaca	Cer.	4-6 m	6-15 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	set-dez	out-jan	Aut.	Al.	NA
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	caneleiro	Cer.	10-15 m	10-30 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	contínua	contínua	Aut.	Al.	NA
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	catingueira	Caa.	2-5 m	6-25 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	contínua	contínua	Aut.	Al.	NA
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	acácia-azul	Cer.	15 m	10-25 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	mar-jun	maio-jul	Aut./ Zoo.	Al.	NA
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	orelha-de-macaco, tamboril	Cer.	12-20 m	30-60 cm	E/A	Al.	Asp.	Ps.	NA	jun-set	ago-dez	Aut.	Al.	NA
<i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y.T. Lee & Langenh.	jatobá	Cer.	8-12 m	20-50 cm	E/A	Al.	Asp.	Ps.	NA	jan-fev	ago-out	Aut./ Zoo.	Al.	VU
<i>Liquidia ferrea</i> var. <i>ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	pau-ferro	Cer.	4-12 m	6-30 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	dez-mai	jan-jun	Aut.	Al.	NA
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	unha-de-gato	Caa.	3-8 m	3-15 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	jul-fev	ago-fev	Aut.	Al.	NA
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	faveira-de-bolota	Cer.	4-8 m	20-50 cm	E/A	Al.	Asp.	Ps.	NA	jun-jul	ago-set	Aut.	Al.	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DPt	SC
<i>Peltophorum dalbium</i> (Spreng.) Taub	canafistula	Caa.	4-10 m	10-25 cm	E/A	Al.	Asp.	Ps.	NA	dez-fev	jan-mar	Aut.	Al.	NA
<i>Pithecolobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	mata-fome	Caa.	10-15 m	6-20 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	dez-mar	jan-abr	Aut./Zoo.	Al.	NA
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	bordão-de-velho	Caa.	4-8 m	10-30 cm	E/A	Al.	Asp.	Ps.	NA	ago-nov	dez-fev	Aut.	Al.	NA
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC) Britton & Rose	angiquinho	Caa.	4-7 m	10-20 cm	E/A	Al.	Asp.	Ps.	NA	set-dez	out-fev	Aut.	Al.	NA
Lecythidaceae														
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	cumbuca-de-macaco	Amaz.	12-18 m	30-60 cm	E/A	Md.	Asp.	Ps.	NA	set-out	ago-set	Aut./Zoo.	Al.	NA
Malvaceae														
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	barriguda	Caa.	6-15 m	30-80 cm	E/A	Bx.	Asp.	Ps.	NA	dez-abr	ago-set	Anc.	Al.	VU
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Rob.	embiratanha	Cer.	10-15 m	20-40 cm	E/A	Bx.	Asp.	Ps.	NA	set-nov	abr-jul	Aut./Ane.	Al.	NA
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	munguba, mamorana	Cer.	20 m	6-10 cm	C	Md.	Asp.	Ps.	AP	set-nov	abr-jul	Aut.	Al.	NA
Rhamnaceae														
<i>Sarcophalus juazeiro</i> (Mart.) Hausschild	juazeiro	Caa.	3-6 m	10-25 cm	E/A	Al.	Asp.	Ps.	NA	jan-jun	ago-out	Zoo.	Al.	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DP _r	SC
Rubiaceae														
<i>Genipa americana</i> L.	jenipapo-bravo	Cer.	2-5 m	10-20 cm	C	Al.	Asp.	Ps.	AP	dez-fev	jan-abr	Zoo.	Al.	NA
Sapindaceae														
<i>Megonia pubescens</i> A.St.-Hil.	tingui	Cer.	6-10 m	10-20 cm	EA	Al.	Asp.	Ps.	NA	jun-out	maio-ago	Aut./Ane.	Al.	NA
<i>Talisia esculenta</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	pitomba	Cer.	6-12 m	10-15 cm	EA	Al.	Asp.	Ps.	NA	ago-out	jan-mar	Aut./Zoo.	Al.	NA

Fonte: Autores.

Nota: Unidade(s) Fitoecológica(s) do estado – IBGE, 2009 (**UF**); Altura média (**AM**); Diâmetro na altura do peito (**DAP**); adequada para (**AP**); **C:** Calçadas; **EA:** Espaços abertos; Densidade da madeira (**DM**); **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); Textura de folha (**TexF**); **A:** Áspera; **L:** Lisa; Persistência das folhas (**PF**); **Ps.:** Persistente (*perenifolia*); **C:** Caduca (*caducifolia*); **Sc:** semicaduca (*semidecídua*); Raiz (**R**); **AP:** Apropriada para plantio em calçadas; **NA:** Não apropriada para plantio em calçadas (*lembrar que a cons/berço precisa ser executada corretamente para quaisquer plantios de árvores urbanas*); Época de florescimento (**EF1**); Época de frutificação (**EFr**); Dispersão (**D**); **Zoo.:** Zoocórica; **Ane.:** Anemocórica; **Aut.:** Autocórica; **Hid.:** Hidrocórica; Dificuldade de produção em viveiro (**DP_r**); **Bx.:** Baixa; **Md.:** Média; **Al.:** Alta; *Status* de conservação, segundo IUCN/Raridade (**SC**); **NA:** Não ameaçada; **VU:** Vulnerável; **AM:** Ameaçada.

Siglas das Unidades Fitoecológicas brasileiras em: <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/vegetacao.html> e em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101648.pdf>

22.5. Encaminhamentos para a gestão municipal

A arborização de uma cidade, sem qualquer dúvida, reflete uma série de benefícios para a sua população. Seja porque consegue minimizar os efeitos do calor [32], seja porque consegue sensibilizar sua população sobre a importância de existir como um meio de reforçar sua identidade cultural [21] ou uma forma de contribuir com a composição da paisagem [33].

A ciência já reconhece que uma arborização bem estabelecida contribui de forma veemente para a melhoria da qualidade de vida nas cidades. O uso de espécies nativas na composição da arborização reflete a necessidade de recriação de ambientes e paisagens mais saudáveis [33], o que já é percebido pelas populações [22], incluindo ambientes acadêmicos [30]. Outro aspecto relevante é que a pesquisa já identifica como uma prática importante o uso de espécies nativas na composição da arborização urbana, incluindo espécies típicas dos ambientes semiáridos, como a Caatinga, por exemplo [6,25], especialmente em cidades que ficam dentro do polígono da Caatinga, como é o caso de Picos e São Raimundo Nonato, cidades incluídas como objeto deste trabalho.

Outro aspecto importante é a existência de viveiros próprios como uma política de adoção de espécies nativas na arborização. A cidade de Teresina exibe dois grandes viveiros mantidos pela Prefeitura Municipal, que contribuem para testar novas espécies para uso na arborização urbana e são reconhecidos pela população como importantes neste papel [22,23].

22.6. Considerações finais

Algumas das principais cidades do Piauí utilizam na sua arborização, prioritariamente, espécies nativas. Como o Piauí é um imenso mosaico que combina áreas de Cerrado, Caatinga ou transição entre Cerrado e Caatinga, as espécies utilizadas mostram-se bastante adequadas para a arborização das cidades. Todavia, em todas as cidades existem considerável número de espécies exóticas utilizadas na arborização. Trata-se de espécies que eram muito utilizadas nas décadas de 1970 e 1980, e ainda hoje é comum a sua utilização, como é o caso da amendoeira (*Terminalia catappa*) e, em período mais recente, do nimindiano (*Azadirachta indica*), espécie amplamente usada em muitas cidades, sobretudo por iniciativa de particulares que desconhecem os malefícios trazidos pelo uso de espécies exóticas os impactos com relação à vegetação nativa. A exemplo de outras capitais, Teresina também adota o uso de espécies exóticas frutíferas na arborização urbana, como a *Mangifera indica*, presente em alguns logradouros.

Nossa pesquisa alcançou uma lista mínima de espécies nativas com amplo uso nas cidades pesquisadas e que podem ser adotadas em cidades situadas nas mesmas regiões das escolhidas para a pesquisa.

22.7. Referências

- [1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Perfil dos estados *online*. 2014. [acesso 6 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma.html>
- [2] Baptista JG. Geografia física do Piauí. Teresina: COMEPI; 1981.

- [3] Farias RRS, Castro AAJF. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. *Acta Bot Bras.* 2004;18(4):949-63.
- [4] Castro AAJF. Unidades de planejamento: uma proposta para o estado do Piauí com base na dimensão diversidade de ecossistemas. *Publ Avul Conserv Ecosist.* 2007;(18):1-31.
- [5] Santos-Filho FS, Zickel CS. Origem e estrutura da costa e a vegetação de restinga: o caso do litoral do Piauí. In: Santos-Filho FS, Soares AFCL, Almeida Jr EB, organizadores. *Biodiversidade do Piauí: pesquisas & perspectivas.* v. 2. Curitiba (PR): Ed CRV; 2013. p. 11-36.
- [6] Machado RRB, Meunier IMJ, Silva JAA, Castro AAJF. Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. *Rev Soc Bras Arbor Urb.* 2006;1(1).
- [7] Lima IMMF. Revalorizando o verde em Teresina: o papel das unidades ambientais. In: *Cadernos de Teresina.* Teresina: Fundação Mons. Chaves; 1996. Ano X, n. 24.
- [8] Santos-Filho FS, Freitas Jr CA. Arborização em Teresina: uma experiência utilizando espécimes nativos. In: *XXI Reunião Nordestina de Botânica;* 1997; Caxias (MA). *Anais...* 1997.
- [9] Santos-Filho FS, Almeida Jr EB, Soares CJRS. Cocais: zona ecotonal natural ou artificial? *Rev Equador (UFPI).* 2013;1(1):2-13.
- [10] Souza PGC. Guilherme Müller e a invenção visual de Teresina. Teresina (PI): Livraria e Editora Nova Aliança; 2017.
- [11] Brito DRS, Raabe J, Sousa WC, Melo RR, Pedrosa TD. Diagnóstico da arborização das praças públicas no município de Bom Jesus, Piauí. *Scientia Plena.* 2012;8:047312.
- [12] Carvalho LA, Nogueira JF, Lemos JR. Inventário da arborização de um bairro da cidade de Parnaíba, Piauí, com a utilização de um sistema de informação geográfica. *Rev Casa Geogr Sobral.* 2016;18(1):100-17.
- [13] Costa LS, Marques TL, Aguiar GA, Costa JB, Balduino RV, Iwata BF. Arborização da Avenida Adolfo John Terry e os conflitos com equipamentos urbanos, Corrente-PI. *Cadernos Cajuína.* 2017;2(2):134-44.
- [14] 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):24-40.
- [15] Coelho Jr WP, Leite CEAM, Barbosa FSQ, Bendini JN, Pacheco ACL, Abreu MC. Espécies utilizadas na arborização das vias públicas do bairro Centro na cidade de Picos-PI. *J Environ Anal Prog.* 2019;4(3):209-15.
- [16] Lago LS, Parlandim LS, Reis LO, Pereira BC, Abreu LP. Análise quali-quantitativa da arborização de um condomínio horizontal na cidade de Corrente, Piauí, Brasil. *Rev Bras Meio Ambiente.* 2019;7(2):29-39.
- [17] Climatempo. [acesso 25 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br>
- [18] Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Z.* 2013;22(6):711-28. doi:10.1127/0941-2948/2013/0507
- [19] Santos-Filho FS. Você sabe por que o Caneleiro é a árvore-símbolo de Teresina? In: *Ciência Viva: a aventura de fazer divulgação científica.* Teresina (PI): Ed The Lab; 2023. p. 99-100.
- [20] Nascimento SMMG, Gomes JMA. Planejamento e orçamento municipal de Teresina para o crescimento econômico e meio ambiente no período de 2014 a 2016. *Urbe Rev Bras Gest Urb.* 2018;10(3):695-707.
- [21] Silva SL, Moraes MVAR. Percepção ambiental e arborização urbana em Teresina, Piauí. *Rev Equador (UFPI).* 2016a;5(3, Esp. 02):320-39.

- [22] Silva SL, Moraes MVAR. Arborização urbana: percepção ambiental dos residentes do entorno do viveiro de mudas da Zona Norte, Teresina, Piauí. *Espaço Aberto (UFRJ)*. 2016b;6(2):127-45.
- [23] Barradas MTT, Nunes PB, Lopes LC. A importância do viveiro de plantas do Jardim Botânico de Teresina (PI) como instrumento criador de áreas verdes. *Fórum Ambient Alta Paulista*. 2018;14(5).
- [24] Alvarez IA, Oliveira UR, Mattos PP, Braz EM, Canetti A. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga. Colombo (PR): Embrapa Florestas; 2012.
- [25] Barbosa RP, Portela MGT, Machado RRB, Sá AS. Arborização da Avenida Deputado Ulisses Guimarães, Bairro Promorar, Zona Sul de Teresina-PI. *Rev Soc Bras Arbor Urb*. 2015;10(2):78-89.
- [26] Reflora – Herbario Virtual. [acesso 11 fev. 2021]. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>
- [27] 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.
- [28] Portela MGT, Barbosa RP, Machado RRB. Arborização e estrutura urbana nas praças do Bairro Três Andares, Teresina, PI. *Rev Cient Fac Educ Meio Ambiente (FAEMA)*. 2019;10(2):27-42.
- [29] Pereira JDC, Moraes LA, Ribeiro KV, Sousa GM, Santos-Filho FS. Arborização, paisagismo e ornamentação: composição vegetal no Campus Ministro Petrônio Portela da Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil. *Rev Equador (UFPI)*. 2020;9(3):252-84.
- [30] Ibiapino TR, Nääs IA. O efeito de resfriamento causado pela arborização como uma solução para o aquecimento urbano: um estudo de caso em Teresina, estado do Piauí, Brasil. *Res Soc Dev*. 2020;9(11):e2969119870.
- [31] Vieira AS, Moraes LA, Lima AS, Santos LA, Batista WFM. Parque Estação da Cidadania, Teresina, Piauí, Brasil: processo de criação, implantação e evolução temporal da paisagem. *Res Soc Dev*. 2020;9(8):e86984814.
- [32] Gonçalves LM, Monteiro PHS, Santos LS, Maia NJC, Rosal LF. Arborização urbana: a importância do seu planejamento para qualidade de vida nas cidades. *Ensaio Ciênc*. 2018;22(2):128-36.
- [33] Machado RRB. Diversidade arbóreo-arbustiva da Caatinga e Cerrado piauienses: uma aplicação ao meio urbano [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2010.

Capítulo 23

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO RIO GRANDE DO NORTE E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Luiz Antonio Cestaro

23.1. Destaques deste capítulo

1. A arborização urbana no Rio Grande do Norte ainda é baseada principalmente em espécies exóticas, havendo pouca utilização de espécies nativas;
2. Apresentam-se aqui 143 espécies nativas arbóreas com potencial para a arborização das cidades potiguares;
3. As espécies são descritas quanto ao porte, época de floração e frutificação, relação com a fauna e indicação dos espaços urbanos mais adequados;
4. A maior diversidade de espécies potenciais está na Floresta Estacional Semidecidual, seguida pela Savana Estépica/Caatinga;
5. As espécies estão contidas em 43 famílias, com destaque para a Fabaceae (42 espécies), ofertando importante biodiversidade, incluindo várias de ampla distribuição e de importância para atração à fauna.

23.2. Introdução

A função estética e as respostas imediatas têm orientado, de maneira geral, o processo de arborização urbana, determinando a escolha por espécies com floração destacada, de crescimento rápido e prontamente disponíveis no mercado em grandes quantidades. Esses quesitos geralmente conduzem à opção por espécies exóticas, utilizadas amplamente nas vias públicas e nos espaços abertos como praças e jardins [1]. Assim como na maior parte das cidades brasileiras, no Rio Grande do Norte esse padrão se repete, com as espécies exóticas predominando fortemente nas cidades, tanto em diversidade como em quantidade de indivíduos, como apontam alguns levantamentos que tratam do tema [2-5].

Mesmo quando o órgão público gestor se sensibiliza com a necessidade de executar uma arborização urbana mais diversificada e apoiada em espécies melhor adaptadas às condições ecológicas do sítio urbano, diversas são as dificuldades que se impõem. Dentre

elas se destacam a baixa diversidade de mudas e árvores jovens de espécies nativas ofertadas no mercado e o pouco conhecimento a respeito do comportamento dessas espécies em ambiente urbano.

O emprego de espécies nativas na arborização urbana é insistentemente defendido por especialistas e pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), pois potencializa o papel da arborização, transcendendo as funções estéticas e ampliando o bem-estar do cidadão. São várias as funções associadas às espécies nativas na arborização urbana, dentre as quais se destacam: aumento da biodiversidade urbana, conservação da flora e do patrimônio genético natural locais, atração da fauna nativa local, especialmente os pássaros, melhor adaptabilidade às condições climáticas e edáficas locais, aumento da tolerância e/ou resistência a pragas e doenças e oferta de sementes para programas de arborização e de reflorestamento [1]. Some-se a isto a amplificação do bem-estar do cidadão, pelo acesso à maior diversidade de formas, cores e perfumes, pela sensação de sazonalidade associada às floradas e à periodicidade da folhagem, além da diversidade de sons proporcionada pelo canto dos pássaros e do acesso ao conhecimento relativo à flora e fauna original e local.

Para o Rio Grande do Norte, conforme já foi destacado anteriormente, poucas são as espécies nativas utilizadas na arborização urbana, embora algum esforço tenha sido feito no sentido de divulgar espécies e práticas de boa arborização [2,6]. O objetivo deste capítulo, portanto, é trazer informações a respeito de espécies nativas com potencial para a arborização das cidades potiguaras.

23.3. Seleção de espécies e informações complementares

Neste trabalho, é considerada como espécie nativa ou autóctone toda espécie original que ocorre espontaneamente em um tipo de vegetação natural dentro do Rio Grande do Norte com populações autossustentadas ao longo do tempo.

Inicialmente foi realizada uma consulta ao banco de dados da Flora do Brasil 2020 [7], filtrando-se 350 espécies arbóreas com ocorrência indicada para o Rio Grande do Norte. As espécies e respectivas famílias foram incluídas numa planilha à qual foram acrescentadas espécies com registro de coleta no Herbário UFRN (Herbário da Universidade Federal do Rio Grande do Norte) e presentes em levantamentos florísticos e/ou fitossociológicos publicados ou que fazem parte de relatórios de mestrado e de doutorado. A primeira intervenção na lista bruta visou atualizar o nome científico das espécies e eliminar os sinônimos, utilizando como referência o banco de dados da Flora do Brasil 2020 [7].

Informações complementares para cada espécie foram acrescentadas à lista. As informações incluem: nome popular, vegetação de ocorrência, de acordo com o IBGE [8,9], altura média em metros, diâmetro na altura do peito em centímetros; adequação de plantio para calçada e/ou espaços abertos, densidade da madeira, classificada em baixa ($< 0,550 \text{ g.cm}^{-3}$), média (entre $0,550$ e $0,720 \text{ g.cm}^{-3}$) e alta ($> 0,730 \text{ g.cm}^{-3}$), textura de folha (áspera ou lisa), persistência das folhas (perenifólia, semidecídua ou caducifólia), adequação ao plantio em calçadas,

época de florescimento, época de frutificação, tipo de dispersão de sementes (anemocórica, autocórica ou zoocórica), dificuldade de produção em viveiro (baixa, média ou alta) e *status* de conservação, de acordo com o Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora) (vulnerável, em perigo, quase ameaçada, menos preocupante ou dados insuficientes). A maior parte das informações complementares foi obtida por consulta aos registros associados às coletas realizadas dentro do Rio Grande do Norte e que fazem parte das bases de dados da Flora do Brasil 2000, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e da rede SpeciesLink. Foram consultados também os materiais de Lorenzi [10-12], Maia [13] e Mattos e Queiroz [1], além da literatura produzida sobre a flora local. Outras informações, como presença de espinhos, presença de partes venenosas, causa de reações alérgicas, atração preferencial por insetos ou outro tipo de animal perigoso não foram incluídas, tendo em vista a dificuldade em se obter essas informações para a grande maioria das espécies. Essas informações, entretanto, deverão ser buscadas quando da seleção efetiva de espécies por parte de viveiristas e do gestor público responsável pela arborização.

As espécies consideradas inadequadas em função do porte, da presença abundante de espinhos, do crescimento demasiadamente lento e pouco conhecidas por serem raras localmente foram excluídas da lista. Não foram consideradas também as espécies que compõem os manguezais. Várias espécies, mesmo que não apresentem características arquitetônicas atraentes, foram selecionadas em razão do potencial que apresentam para a integração do ambiente urbano com o ambiente natural externo às cidades, pois atraem a fauna silvestre e todas as funções a ela associadas.

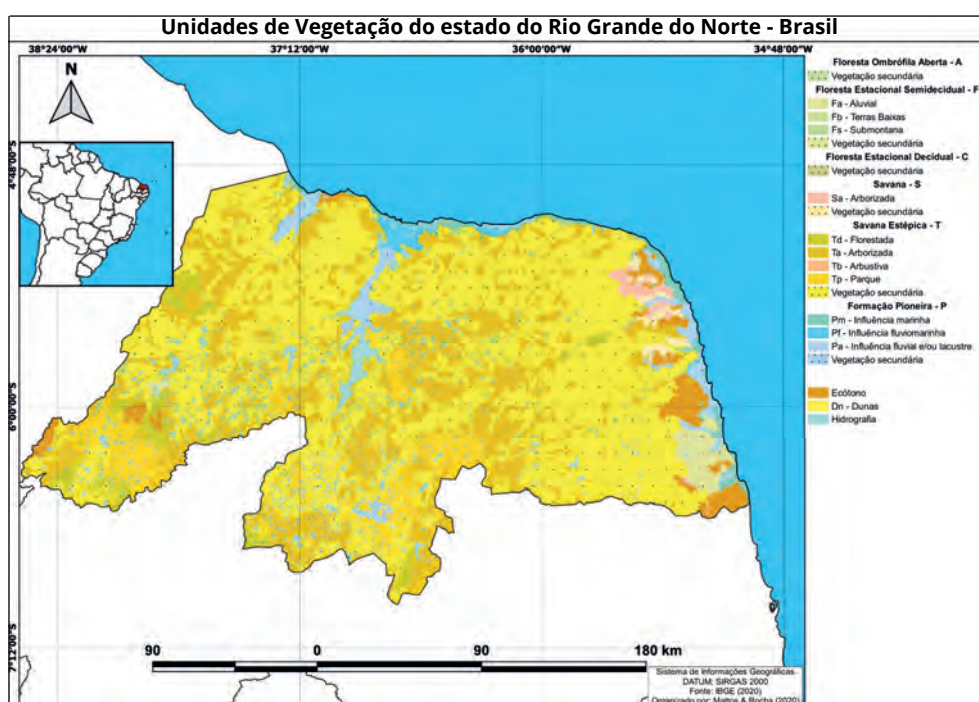
23.4. O ambiente das árvores

O clima é o principal condicionante da vegetação natural, tendo no comportamento da temperatura do ar e na distribuição das chuvas seus principais elementos determinantes [14,15]. No Rio Grande do Norte as temperaturas são elevadas ao longo de todo o ano, com as médias anuais raramente descendo abaixo de 25 °C. Temperaturas mínimas absolutas abaixo de 20 °C também são raras. Termicamente, portanto, não existem limitações diretas ao desenvolvimento das plantas. Temperaturas elevadas, entretanto, implicam em perdas acentuadas de água por evapotranspiração, isto quando existe água disponível no solo, o que no Rio Grande do Norte se restringe a períodos anuais bastante restritos. Se as temperaturas do ar são relativamente homogêneas no estado, o mesmo não acontece com as precipitações, melhor distribuídas numa estreita faixa ao longo do litoral oriental, onde os totais anuais atingem entre 1.000 mm e 1.500 mm, enquanto na maior parte do território potiguar a média anual está entre 500 mm e 800 mm [16]. Próximo ao litoral oriental a duração do período úmido (com precipitações médias mensais acima de 100 mm) é de 5 a 7 meses, enquanto que na porção central do estado é inferior a 3 meses e, na porção oeste, entre 3 e 4 meses úmidos por ano. Desta maneira, o clima da porção central do estado é semiárido muito quente (BSH'),

e nas porções leste e oeste predomina o clima tropical com verão seco (As), segundo a classificação climática de Köppen [17].

As condições climáticas, mais do que as condições edáficas, determinam a vegetação natural potiguar, que se apresenta relativamente homogênea quanto à distribuição espacial. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [9], estão representadas no espaço potiguar quatro regiões fitoecológicas: Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Savana (Cerrado) e Savana Estépica (Caatinga). Estão presentes também as Formações Pioneiras com Influência Marinha (Restingas), Fluviomarinha (Manguezais) e Fluvial e/ou Lacustre. Cada região fitoecológica apresenta tipos de vegetação distintos, descritos e especializados pelo IBGE [9,18-20]. A maior diversidade de tipos de vegetação é encontrada ao longo da faixa litorânea oriental, enquanto no interior predomina a Savana Estépica, conforme pode ser observado na Figura 1. Este tipo de vegetação, segundo o IBGE [9], ocupava originalmente 87,2% do território potiguar, enquanto que a Floresta Estacional Semidecidual ocupava 1,8%, a Savana, outro tanto e o restante, 10,9%, se distribuía entre Formações Pioneiras, Áreas de Tensão Ecológica e Água. Muito dessa vegetação natural foi destruída. Segundo o Serviço Florestal Brasileiro [21], restam no Rio Grande do Norte 42% da vegetação lenhosa original. Alguns autores consideram que a devastação da vegetação natural vem de longa data, de maneira que a maior parte do que hoje ainda existe seria composta de vegetação secundária, sobretudo na Caatinga.

Figura 23.1 – Tipos de vegetação natural presentes no Rio Grande do Norte. Classificação e espacialização segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE [8,9].



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

Uma relação entre os tipos de vegetação e os territórios biogeográficos brasileiros indica que existem no Rio Grande do Norte três domínios fitogeográficos. A Caatinga, envolvendo a vegetação do tipo Savana Estépica que, como já visto, ocupa a maior parte do estado; o Cerrado, com vegetação do tipo Savana, que ocorre nos Tabuleiros Costeiros orientais, onde as precipitações médias anuais estão entre 1.000 mm e 1.200 mm; e, instalado ao longo da costa oriental, está o domínio Mata Atlântica, envolvendo a Floresta Estacional Semidecidual, a Floresta Estacional Decidual, as Restingas e também os Manguezais, estes ocorrendo nos estuários ao longo de toda a costa potiguar.

Quantas espécies de árvores nativas ocorrem no Rio Grande do Norte? Não existe um levantamento geral para a flora local que permita responder a essa pergunta. É possível afirmar, entretanto, apoiado em levantamentos realizados em porções de diferentes regiões fitoecológicas, que a Floresta Estacional Semidecidual é mais diversa, quando comparada com a Floresta Estacional Decidual [22]. A diversidade da Savana Estépica é menor do que as Florestas Estacionais [23-26], e na Savana a diversidade de árvores é ainda menor [27]. O levantamento preliminar na base de dados da Flora do Brasil 2020 [7], revelou que as 350 espécies arbóreas são pertencentes a 251 gêneros e 84 famílias. Trata-se de um número razoável de espécies, especialmente ao se considerar que as condições climáticas potiguares não são tão úmidas quanto as florestas equatoriais, e, além disso, as florestas estacionais existentes estão quase totalmente dizimadas [28].

23.5. Espécies arbóreas selecionadas

Foram escolhidas 143 espécies de árvores nativas com potencial para utilização em arborização urbana no Rio Grande do Norte. As espécies, agrupadas por família botânica e acompanhadas de suas características principais, estão apresentadas na Tabela 1. Foram incluídas também três espécies de palmeiras (*Bactris ferruginea*, *Copernicia prunifera* e *Syagrus cearensis*) com grande apelo ornamental e importância ecológica.

A família botânica Fabaceae é a que contribui com o maior número de espécies para a lista (42), seguida por Myrtaceae, com 11 espécies.

Tabela 23.1 – Famílias e espécies nativas sugeridas para uso em arborização urbana nas cidades do estado do Rio Grande do Norte. Atributos ecológicos, morfológicos, fenológicos, reprodutivos e de adequação de plantio às cidades.

Família / Espécie	Nome popular	UF		AM (m)	DAP (cm)	AP	DM	TextF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Anacardiaceae															
<i>Anacardium occidentale</i> L. <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott <i>Astronium urundeu</i> a (M.Allemão) Engl. <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi. <i>Spondias mombin</i> L. <i>Spondias tuberosa</i> Arruda <i>Tapirina guianensis</i> Aubl.	cajeiro	F	C	7	30	EA	Bx	L	Sc	AP	out-dez	dez-jan	Zoo	Bx	–
	gonçalo-alves	F	C	7	20	C, EA	Al	L	C	AP	out-dez	dez-jan	Zoo	Bx	LC
	aroëira	C	T	10	40	C, EA	Al	L	C	AP	jul-dez	ago-dez	Ane	Md	LC
	braúna	T		8	30	C, EA	Al	L	C	AP	ago-out	out-nov	Ane	Al	LC
	aroëirinha	F		5	10	C, EA	Me	L	Ps	AP	maio-out	maio-out	Zoo	Bx	–
	cajarana	C	T	7	30	EA	Bx	L	Sc	NA	jan-mar	mar-maio	Zoo	Md	–
	umbuzeiro	C	T	6	50	EA	Bx	L	C	NA	out-jan	dez-mar	Zoo	Bx	–
	cupiúba	F	Fa	10	30	C, EA	Bx	L	Sc	AP	nov-mar	fev-ago	Zoo	Bx	–
	Annonaceae														
<i>Xylopia laeigata</i> (Mart.) R.E.Fr.	pindaíba	F		7	15	C, EA	Bx	L	Ps	AP	nov-fev	dez-fev	Zoo	Al	–
Apocynaceae															
<i>Aspidosperma discolor</i> A.DC. <i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc. <i>Hancornia speciosa</i> Gomes <i>Himatanthus bracteatus</i> (A.DC.) Woodson	pau-pereiro	F		15	50	C, EA	Me	L	Sc	AP	jul-set	set-out	Ane	Bx	–
	pereiro	T		7	25	C, EA	Al	L	C	AP	set-mar	out-jun	Ane	Md	–
	mangabeira	F	S	4	10	EA	Bx	L	Ps	AP	jul-dez	jul-dez	Zoo	Al	–
	banana-de-papagaio	F		8	20	EA	Me	L	C	AP	dez-maio	maio-ago	Ane	Al	–
Araliaceae															
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	sambacum	F		15	40	EA	Bx	L	Ps	AP	nov-maio	dez-ago	Zoo	Bx	–
Arecaceae															
<i>Bactris ferruginea</i> Burret	coquinho	F		7	15	EA	Bx	L	Ps	AP	ago-nov	out-fev	Zoo	Al	NT
<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E.Moore	carnaubeira	T		7	20	C, EA	Bx	L	Ps	AP	jun-ago	ago-nov	Zoo	Md	–

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular			UF		AM (m)	DAP (cm)	AP	DM	TextF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC
<i>Spargus cearensis</i> Noblick		catolé	F	C	T	5	15	C, EA	Bx	L	Ps	AP	fev-jul	maio-nov	Zoo		Md
Bignoniaceae																	
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos		pau-d'arco-roxo	F	C	T	8	25	C, EA	Al	A	C	AP	out-jan	dez-fev	Ane	Bx	NT
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore		craibeira	C		T	10	25	C, EA	Al	L	Sc	AP	ago-dez	out-dez	Ane	Bx	-
<i>Tabebuia elliptica</i> (DC.) Sandwith		pau-d'arco-branco			F	8	20	C, EA	Al	L	Sc	AP	dez-jan	jan-mar	Ane	Md	-
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith		peroba	F	C	Pm	10	20	C, EA	Me	L	C	AP	nov-mar	jan-abr	Ane	Bx	-
Bixaceae																	
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.		pacotê	T	C	F	6	15	C, EA	Bx	L	C	AP	jul-jan	ago-jan	Ane	Md	-
Bursaceae																	
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett		emburana-de-espinho	T	C	S	6	30	EA	Bx	L	C	AP	dez-abr	fev-maio	Zoo	Al	-
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand		amescla-de-cheiro	F	C	Fa	12	25	EA	Al	L	Sc	AP	out-mar	nov-mar	Zoo	Al	-
Cannabaceae																	
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume		periquiteira	F	C	C	6	10	EA	Bx	L	Ps	AP	jan-jun	jan-set	Zoo	Bx	-
Capparaceae																	
<i>Cratogeomys</i> L.		trapiá	C	T	T	6	15	EA	Me	L	C	AP	jul-mar	out-mar	Zoo	Bx	-
Celastraceae																	
<i>Monteverdia distichophylla</i> (Mart. ex Reiss.) Biral		pau-mondé		F		5	15	EA	Me	L	Sc	AP	out-fev	out-mar	Zoo	Md	-
<i>Monteverdia rigida</i> (Mart.) Biral		bom-nome	C	T	T	5	10	C, EA	Me	L	Sc	AP	jul-dez	out-jan	Zoo	Md	-

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM (m)	DAP (cm)	AP	DM	TextF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
Chrysobalanaceae														
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	campineiro	S	5	8	C, EA	Bx	L	Sc	AP	out-jan	out-jan	Zoo	Md	–
<i>Leptobalanus octandrus</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Sothers & Prance	cega-machado	F	10	20	C, EA	Al	L	Sc	AP	set-dez	nov-jan	Zoo	Md	–
<i>Microdesmia rigida</i> (Benth.) Sothers & Prance	oitica	T	12	50	EA	Al	L	Ps	AP	ago-out	out-jan	Zoo	Md	–
Clusiaceae														
<i>Clusia parvicola</i> G. Mariz	pororoca	F	8	20	EA	Me	L	Sc	AP	fev-jul	abr-set	Aut	Md	–
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	bulandi	F	10	25	C, EA	Me	L	Sc	AP	fev-set	jun-nov	Zoo	Al	–
Combretaceae														
<i>Combretum glaucocarpum</i> Mart.	sipaúba	T	4	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	mar-abr	abr-maio	Ane	Md	–
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	mofumbo	T	4	10	EA	Me	L	Sc	AP	fev-ago	maio-set	Ane	Bx	–
<i>Terminalia tetraphylla</i> (Aubl.) Gere & Boatwr.	mirindiba	F	15	30	C, EA	Me	L	Sc	AP	nov-jan	fev-ago	Zoo	Md	–
Cordiaceae														
<i>Cordia glazioviana</i> (Taub.) Gottschling & J.S. Mill.	pau-branco	T	6	15	C, EA	Me	A	Sc	AP	mar-ago	abr-ago	Zoo	Md	–
<i>Cordia insignis</i> Cham.	louro-preto	T	6	15	C, EA	Me	A	Sc	AP	jun-dez	set-jan	Zoo	Al	–
<i>Cordia vasperba</i> Cham.	grão-de-galo	F	7	15	C, EA	Me	A	Ps	AP	set-mar	set-abr	Zoo	Bx	–
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud	freijó, louro	C	6	16	C, EA	Me	L	Sc	AP	jun-ago	jul-set	Aut	Al	–
Dilleniaceae														
<i>Caratella americana</i> L.	lixeria	S	5	10	EA	Al	A	Ps	AP	set-fev	out-fev	Zoo	Al	–
Ebenaceae														
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	marmelinho	F	5	10	C, EA	Al	L	Ps	AP	dez-abr	ago-dez	Zoo	Md	LC

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF		AM (m)	DAP (cm)	AP	DM	TextF	PF	R	EFl	EFr	D	DP _r	SC
Euphorbiaceae															
<i>Manihot carthagenensis</i> (Jacq.) Müll. Arg.	maniçoba	C	T	5	10	E/A	Bx	L	C	AP	fev-mar	abr-jun	Zoo	Md	–
<i>Sapium argutum</i> (Müll.Arg.) Huber	burra-leiteira	C	T	7	10	C, E/A	Bx	L	C	AP	nov-fev	mar-jul	Zoo	Bx	–
Fabaceae															
<i>Abarema cochliacarpus</i> (Gomes) Barneby & J.W.Grimes	barbatimão	F		8	30	E/A	Al	L	Sc	AP	jul-set	ago-fev	Aut	Md	LC
<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier	barbatimão	F	Fa	6	20	E/A	Al	L	Sc	AP	jan-ago	mar-set	Aut	Md	–
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	monzé, angico-branco	F	C	10	20	C, E/A	Bx	L	Sc	AP	nov-dez	mar-abr	Aut	Bx	–
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	cumaru	T		8	30	C, E/A	Me	L	C	AP	maio-jun	jul-set	Aut	Md	NT
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	angico	C	F	15	30	E/A	Al	L	C	AP	set-fev	out-mar	Aut	Md	–
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	angelim	F	Fa	5	20	C, E/A	Al	L	Ps	AP	out-dez	dez-fev	Zoo	Md	–
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	angelim	F		8	20	C, E/A	Al	L	Sc	AP	ago-out	out-jan	Zoo	Md	–
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) J.F.Macbr.	jitaí	F	C	8	25	C, E/A	Al	L	C	AP	set-dez	fev-jun	Aut	Md	VU
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	mororó	T	C	4	10	C, E/A	Al	L	C	AP	fev-jul	jul-set	Aut	Md	–
<i>Bondichia virgilioides</i> Kunth	sucupira	F	Fa	12	40	C, E/A	Al	L	C	AP	set-dez	out-fev	Ane	Md	NT
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	canafistula	F		10	20	C, E/A	Bx	L	C	AP	abr-maio	ago-set	Aut	Bx	–
<i>Cenostigma bracteosum</i> (Tul.) E.Gagnon & G.P.Lewis	catíngueira	T		6	15	C, E/A	Al	L	C	AP	mar-jul	maio-jul	Aut	Md	–
<i>Cenostigma nordesitum</i> Gagnon & G.P.Lewis	catíngueira	T		7	16	C, E/A	Al	L	C	AP	fev-ago	maio-ago	Aut	Md	–

(continua)

(continuação)																(continua)
Família / Espécie	Nome popular	UF		AM (m)	DAP (cm)	AP	DM	TextF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC	
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	catingueira	T	C	8	20	C, EA	Al	L	C	AP	dez-maio	fev-jun	Aut	Md	—	
				12	40	C, EA	Al	L	C	AP	jul-dez	out-fev	Al	—		
<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	pau-ferro	F	Pm	7	30	EA	Me	L	C	NA	dez-mar	mar-abr	Aut	Bx	—	
				8	30	EA	Me	L	C	NA	abr-jun	jun-set	Bx	—		
<i>Chloroleucon acacioides</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	espinhoiro-branco	C	T	15	30	C, EA	Me	L	Sc	AP	nov-jan	jan-mar	Zoo	Bx	—	
				10	20	C, EA	Al	L	C	AP	out-dez	nov-jan	Bx	—		
<i>Copaifera arenicola</i> (Ducke) J.Costa & L.P.Queiroz	pau-d'óleo	F	C	20	50	EA	Bx	L	C	NA	ago-set	out-dez	Aut	Md	—	
				8	40	EA	Bx	L	C	AP	set-dez	out-jan	Bx	—		
<i>Dalstedtia araripensis</i> (Benth.) M. J. Silva & A.M.G. Azevedo	sucupira-de-concha	C	T	5	15	EA	Al	L	Sc	AP	nov-fev	jan-mar	Zoo	Al	—	
				12	30	EA	Al	L	Sc	AP	dez-maio	jan-set	Bx	LC		
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	timbaúba	T	C	8	30	EA	Al	L	Sc	AP	fev-ago	abr-set	Zoo	Md	—	
				8	20	C, EA	Bx	L	Sc	AP	out-nov	fev-jun	Zoo	Md	—	
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	mulungu	T	F	8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	out-dez	dez-abr	Zoo	Md	LC	
				6	15	C, EA	Me	L	Sc	AP	fev-jun	abr-ago	Zoo	Bx	—	
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	marizeiro	C	T	8	20	C, EA	Al	L	Sc	AP	jan-maio	maio-set	Aut	Md	—	
				8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	out-dez	dez-abr	Zoo	Md	LC	
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	F	C	6	15	C, EA	Me	L	Sc	AP	fev-jun	abr-ago	Zoo	Bx	—	
				8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	jan-maio	maio-set	Aut	Md	—	
<i>Hymenaea rubriflora</i> Ducke	jatobá-vermelho	F	C	8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	fev-jun	abr-ago	Zoo	Bx	—	
				8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	jan-maio	maio-set	Aut	Md	—	
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	ingá-tripa	F	Fa	8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	jan-maio	maio-set	Aut	Md	—	
				8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	out-dez	dez-abr	Zoo	Md	LC	
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	ingazeira	F	T	8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	fev-jun	abr-ago	Zoo	Bx	—	
				6	15	C, EA	Me	L	Sc	AP	fev-jun	abr-ago	Zoo	Bx	—	
<i>Inga vera</i> Willd.	ingá	F	Fa	8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	jan-maio	maio-set	Aut	Md	—	
				8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	jan-maio	maio-set	Aut	Md	—	
<i>Labiidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	júcá	C	T	8	20	C, EA	Al	L	Sc	AP	jan-maio	maio-set	Aut	Md	—	
				8	20	C, EA	Me	L	Ps	AP	dez-fev	abr-maio	Aut	Bx	—	
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) DC.	ingazeiro	T	T	8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	dez-fev	abr-maio	Aut	Bx	—	
				8	20	C, EA	Al	L	Sc	AP	jul-set	jul-set	Ane	Md	—	
<i>Laetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	pau-mocó, pau-pedra	C	T	8	20	C, EA	Al	L	Sc	AP	jul-set	jul-set	Ane	Md	—	
				8	20	C, EA	Al	L	Sc	AP	jul-set	jul-set	Ane	Md	—	

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF		AM (m)	DAP (cm)	AP	DM	TextF	PF	R	EF1	EFr	D	DP _r	SC
<i>Machaerium birtum</i> (Vell.) Stellfeld	violeta	T	F	C	7	EA	Bx	L	Ps	AP	nov-fev	fev-abr	Ane	Bx	—
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	sabiá				6	EA	Al	L	C	AP	jan-ago	jul-ago	Aut	Bx	LC
<i>Myroxylon perujerum</i> L.f.	brejuí, bálsamo	T		Fa	6	C, EA	Al	L	C	AP	jul-ago	out-nov	Ane	Al	LC
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	visgueiro	F	15		EA	Al	L	Ps	NA	jul-set	out-jan	Aut	Al	—	
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	turco	T		Pm	5	C, EA	Me	L	Ps	AP	maio-dez	out-jan	Aut	Bx	—
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) E.Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	pau-brasil	F	8		C, EA	Al	L	Ps	AP	nov-mar	fev-jun	Aut	Bx	EN	
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	catanduba	T	C	F	8	C, EA	Al	L	C	AP	set-dez	dez-fev	Aut	Bx	—
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	pau-sangue	F		T	15	C, EA	Me	L	Ps	AP	out-dez	nov-fev	Ane	Bx	—
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	canafistula	5	10		C, EA	Bx	L	Sc	AP	maio-out	ago-set	Aut	Bx	—	
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	canafistula	T	F	F	5	C, EA	Me	L	C	AP	mar-maio	ago-nov	Aut	Md	—
<i>Snartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	jacarandá-branco	F			6	C, EA	Al	L	Ps	AP	nov-dez	dez-fev	Aut	Bx	LC
<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brong.) Vogel	coração-de-negro	F	C	C	15	EA	Al	L	Ps	AP	mar-ago	out-dez	Aut	Md	—
Humiriaceae															
<i>Sacoglottis matogrossensis</i> Malme	pitomba-brava	F		10	20	C, EA	Me	L	Ps	AP	fev-mar	abr-jun	Zoo	Al	—
Hypericaceae															
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	pau-de-lacre	F		4	10	C, EA	Bx	L	Sc	AP	nov-jan	dez-fev	Zoo	Md	—
Lamiaceae															
<i>Vitex garberiana</i> Schauer	jaramataia	T		C	4	C, EA	Bx	A	C	AP	out-jan	fev-mar	Zoo	Md	—
<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.	maria-preta	F	C		5	20	C, EA	Bx	A	Sc	AP	ago-nov	set-fev	Zoo	Bx
Lauraceae															
<i>Ocotea notata</i> (Nees & Mart.) Mez	louro-cetim	F	fa	5	20	C, EA	Md	L	Ps	AP	fev-jul	jun-ago	Zoo	Al	—

(continua)

(continuação)																
Família / Espécie	Nome popular	UF		AM (m)	DAP (cm)	AP	DM	TextF	PF	R	EF1	EFr	D	DP ^r	SC	
Lecythidaceae																
<i>Eschweilera ouata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	sapucainha	F		12	30	C, EA	Al	L	Ps	AP	out-abr	fev-maio	Zoo	Al	–	
	sapucaia	F	Pm	12	30	C, EA	Al	L	C	AP	set-fev	out-jan	Zoo	Md	–	
Malpighiaceae																
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth. <i>Byrsonima gardneriana</i> A.Juss. <i>Byrsonima sericea</i> DC.	murici-de-tabuleiro	S	F	4	10	EA	Me	A	Ps	AP	nov-fev	jan-mar	Zoo	Md	–	
	murici-pitanga	F	C	Pm	4	10	EA	Me	L	Ps	set-mar	nov-jun	Zoo	Md	–	
	murici-da-mata	F		6	15	C, EA	Al	L	Sc	AP	dez-maio	fev-maio	Zoo	Md	–	
Malvaceae																
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K.Schum. <i>Eriotheca macrophylla</i> (K.Schum.) A.Robyns <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. <i>Luehea ochrophylla</i> Mart. <i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. & Cambes.) A.Robyns	barriguda	C		12	60	EA	Bx	L	C	AP	set-dez	out-jan	Ane	Bx	–	
	munguba	F		12	50	EA	Bx	L	Sc	AP	out-dez	nov-fev	Ane	Md	–	
	mutamba	F	C	T	8	20	C, EA	Bx	L	Sc	AP	set-fev	dez-ago	Aut	Md	–
	açoita-cavalo	F	C		10	25	C, EA	Me	A	Sc	AP	out-fev	dez-mar	Aut	Md	–
	embiratanha	T		7	30	C, EA	Bx	L	C	AP	jun-jul	jul-set	Ane	Bx	LC	
Moraceae																
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul <i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber <i>Ficus cyclophylla</i> (Miq.) Miq. <i>Machura tinctoria</i> (L.) DDon ex Steud.	inharé	T	C	F	8	20	C, EA	Me	L	Sc	AP	fev-mar	mar-abr	Zoo	Al	–
	quiri	F		10	40	C, EA	Al	L	Sc	AP	set-out	out-dez	Zoo	Bx	–	
	gameleira	F	Pm	15	90	EA	Bx	L	Ps	NA	dez-jan	fev-mar	Zoo	Md	VU	
	–	F	Pm	8	20	C, EA	Al	L	Sc	NA	fev-mar	abr-jun	Zoo	Md	–	
Myrtaceae																
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	guabiraba-de-pau	F	Fa	12	40	EA	Me	L	C	NA	dez-mar	jan-abr	Zoo	Md	–	
<i>Eugenia azeda</i> Sobral	–	F	Pm	4	5	C, EA	Me	L	Ps	NA	set-maio	jan-maio	Zoo	Md	–	
(continuação)																

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF			AM (m)	DAP (cm)	AP	DM	TextF	PF	R	EF1	EFr	D	DP+	SC	
<i>Eugenia flavescens</i> DC.	–	T	C	4	10	EA	Me	L	Ps	NA	maio-jun	jun-dez	Zoo	Bx	–		
				5	8	C, EA	Me	L	Ps	AP	nov-jul	fev-dez	Zoo	Md	–		
				7	15	C, EA	Me	L	Ps	AP	set-abr	jan-jun	Zoo	Md	–		
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	–	F	S	T	4	8	C, EA	Me	L	Ps	AP	jul-abr	set-jun	Zoo	Md	–	
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	pau-mulato	F	C	Pm	Fa	7	C, EA	Al	L	Sc	AP	dez-ago	mar-ago	Zoo	Md	LC	
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	–	F			7	20	C, EA	Al	L	Sc	AP	set-mar	dez-mar	Zoo	Md	–	
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	–	F			6	15	C, EA	Al	L	Sc	AP	fev-jun	fev-ago	Zoo	Md	LC	
<i>Myrciaria tenella</i> (DC) O.Berg	camboim	F	S	Pm	4	8	C, EA	Al	L	Ps	AP	fev-jul	nov-set	Zoo	Md	DD	
<i>Psidium oligospermum</i> Mart. ex DC.	araçá-de-jacu	F	C	S	8	20	C, EA	Al	L	Ps	AP	dez-mar	fev-dez	Zoo	Md	–	
Nyctaginaceae																	
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan	joão-mole	F	C	T	Fa	5	C, EA	Al	L	Sc	AP	jan-fev	jan-mar	Zoo	Md	–	
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	joão-mole	F	T	Pm	6	20	C, EA	Al	L	Sc	AP	dez-fev	fev-abr	Zoo	Md	–	
Ochnaceae																	
<i>Oouratea cearensis</i> (Tiegh.) Sastre & Offroy	bati	F	C			10	C, EA	Me	L	Sc	AP	out-dez	jan-fev	Zoo	Bx	–	
Olacaceae																	
<i>Ximenia americana</i> L.	ameixa-de-espinho	F	C	T	S	Pm	5	20	EA	Al	C	AP	out-dez	nov-jan	Zoo	Bx	–
Opiliaceae																	
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	pau-marfim	F	C	Fa	8	20	EA	Al	L	C	AP	nov-mar	dez-mar	Zoo	Md	–	
Peraceae																	
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	sete-cascos	C			10	40	EA	Bx	L	Ps	AP	dez-abr	fev-ago	Zoo	Bx	–	

(continua)

(continuação)																
Família / Espécie	Nome popular		UF		AM (m)	DAP (cm)	AP	DM	TextF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC	
Polygonaceae																
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	pajeú, cuaçu		F	C	T	5	10	C, Ea	Me	L	C	AP	jul-ago	ago-dez	Bx	–
Primulaceae																
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	capororoca		F	Pm		5	10	C, Ea	Me	L	Sc	AP	abr-jun	jun-ago	Zoo	Bx
Proteaceae																
<i>Roupala montana</i> Aubl.	castanheiro		C	F	6	15	C, Ea	Al	L	C	AP	set-nov	nov-dez	Ane	Md	–
Rhamnaceae																
<i>Sarcophalus joazeiro</i> Mart.	joazeiro		T	C	F	6	30	C, Ea	Al	L	Ps	AP	nov-dez	jan-fev	Zoo	Md
Rubiaceae																
<i>Alseis pickelii</i> Pilger & Schmale	pau-candeia, cuité		F	C	8	20	C, Ea	Al	L	C	AP	dez-mar	fev-jun	Aut	Md	–
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	quina-quina		F		5	10	C, Ea	Al	L	Sc	AP	jan-abr	fev-maio	Ane	Al	–
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	genipapo-bravo		F	C	T	4	8	C, Ea	Me	L	Sc	AP	jan-mar	mar-maio	Zoo	Md
<i>Tocoyena sellowiana</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	genipapo-bravo		F	C	T	5	10	C, Ea	Bx	L	Ps	AP	dez-mar	mar-jun	Aut	Md
Rutaceae																
<i>Zanthoxylum syncarpum</i> Tul.	limãozinho		C	T	6	15	Ea	Me	L	C	AP	jan-mar	mar-maio	Aut	Md	–
Salicaceae																
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	ramo-de-carne		F		4	10	C, Ea	Me	L	C	AP	ago-mar	out-abr	Zoo	Al	–
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	espinho-de-agulha		C	T	5	10	Ea	Al	L	Sc	AP	ago-set	nov-dez	Zoo	Md	–
Sapindaceae																
<i>Allophylus puberulus</i> (Cambess.) Radlk.	cumichá-branco		F		10	25	C, Ea	Me	L	Sc	AP	jan-fev	fev-mar	Zoo	Bx	LC
<i>Cupania impressinervia</i> Acev.-Rodr.	cabuatã		F	Fa	10	25	Ea	Me	L	C	AP	set-out	nov-dez	Zoo	Bx	–
(continua)																

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF			AM (m)	DAP (cm)	AP	DM	TextF	PF	R	EFI	EFr	D	DPr	SC
<i>Matayba guianensis</i> Aubl. <i>Sapindus saponaria</i> L. <i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	– sabonete pitombeira	F			8	20	C, Ea	Al	L	Sc	AP	nov-jan	dez-fev	Zoo	Md	–
					Fa	T	F	7	20	C, Ea	Al	L	Sc	AP	abr-maio	jun-set
		F	T	T	8	20	C, Ea	Al	L	Sc	AP	set-out	out-dez	Zoo	Bx	–
Sapotaceae																
<i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) H.J.Lam <i>Pouteria grandiflora</i> (A.DC.) Baehni <i>Pradosia restingae</i> Terra-Araujo <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	maçaranduba goiti-trubá mamãozinho quixabeira	F	Pm	8	30	C, Ea	Al	L	Ps	AP	set-out	jan-mar	Zoo	Al	–	
				12	50	Ea	Al	L	Sc	AP	out-nov	jan-mar	Zoo	Md	LC	
				6	15	C, Ea	Me	L	Sc	AP	out-dez	fev-jun	Zoo	Md	–	
				8	30	Ea	Al	L	C	AP	maio-ago	set-maio	Zoo	Md	LC	
Simaroubaceae																
<i>Homalolepis bahiensis</i> (Moric.) Devecchi & Pirani	cajarana	F	C	Pm	Fa	7	20	Ca, Ea	Al	L	Ps	set-out	dez-fev	Zoo	Md	–

Fonte: Autor.

Notas: **UF** - Unidades fitoecológicas do Rio Grande do Norte (**F** - Florestas Estacionais Semidecíduais de Terras Baixas e Submontana, **Fa** - Floresta Estacional Decidual, **Pm** - Formação Pioneira com Influência Marinha, **S** - Savana, **T** - Savana Estépica); **AM (m)** - Altura média, em metros; **DAP (cm)** - Diâmetro na altura do peito, em centímetros; **AP** - Adequada para (**C**: Calçadas, **Ea**: Espaços abertos); **DM** - Densidade da madeira (**Bx**: Baixa (< 0,550 g.cm⁻³), **Me**: Média (entre 0,550 e 0,720 g.cm⁻³), **Al**: Alta (> 0,730 g.cm⁻³); **TextF** - Textura de folha (**A**: Áspera, **L**: Lisa); **PF** - Persistência das folhas (**Ps**: Persistente (perenifolia), **Sc**: Semicaduca (semidecídua), **C**: Caduca (caducifolia)); **R** - Raiz (**AP**: Apropriada para plantio em calçadas, **NA**: não apropriada para plantio em calçadas); **EFI**: Época de florescimento; **EFR** - Época de frutificação; **D** - Dispersão (**Ane**: Anemocórica, **Aut**: Autocórica, **Zoo**: Zoocórica); **DPr** - Dificuldade de produção em viveiro (**Bx**: Baixa, **Md**: Média, **Al**: Alta); **SC** - *Status* de conservação (**EN**: Em perigo, **VU**: Vulnerável, **NT**: Quase ameaçada, **LC**: Menos preocupante, **DD**: Dados insuficientes). O traço (-) indica ausência de informação.

Como era de se esperar, a maior parte das espécies arbóreas selecionadas é indicada para as cidades que ocorrem no domínio fitogeográfico Mata Atlântica, com as distribuições espaciais associadas aos diferentes tipos de vegetação (Tabela 2).

Tabela 23.2 – Quantidade de espécies arbóreas com potencial para arborização urbana no Rio Grande do Norte, selecionadas por unidade fitoecológica e por domínio fitogeográfico.

Unidade fitoecológica de ocorrência (tipo de vegetação)	Domínio fitogeográfico	Símbolo na Tabela 1	Nº de espécies selecionadas	Porcentagem do total
Florestas Estacionais Semidecíduais de Terras Baixas e Submontana	Mata Atlântica	F	102	71,3
Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	Mata Atlântica	Fa	17	11,9
Floresta Estacional Decidual	Mata Atlântica	C	65	45,5
Formação Pioneira com Influência Marinha	Mata Atlântica	Pm	18	12,6
Savana Estépica	Caatinga	T	65	45,5
Savana	Cerrado	S	10	7,0
Total de espécies selecionadas			143	

Fonte: Autor.

Do total de espécies apresentadas na Tabela 1 poucas são utilizadas na arborização urbana no Rio Grande do Norte, se destacando *Anacardium occidentale* (cajeiro), *Spondias mombin* (cajarana), *Copernicia prunifera* (carnaubeira), *Syagrus cearensis* (catolé), *Handroanthus impetiginosus* (pau-d'arco-roxo), *Tabebuia aurea* (craibeira), *Tabebuia roseoalba* (peroba), *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (angico), *Libidibia ferrea* (jucá), *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá), *Paubrasilia echinata* (pau-brasil), *Sarcomphalus joazeiro* (joazeiro), *Sapindus saponaria* (sabonete) e *Talisia esculenta* (pitombeira). Todas elas, porém, aparecem em proporções muito pequenas no interior das cidades. Uma espécie, entretanto, merece destaque. Trata-se do pau-brasil, utilizado com frequência na arborização da cidade de Natal, tanto em calçadas quanto em praças, parques e espaços particulares.

Diversas são as espécies com amplitude ecológica elevada e que podem ser utilizadas em todas as cidades potiguares que ocorrem nos domínios fitogeográficos Mata Atlântica e Caatinga. Dentre elas de destacam: *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (angico), *Bauhinia cheilantha* (mororó), *Brosimum gaudichaudii* (inharé), *Chloroleucon acacioides* (espinheiro-branco), *Cochlospermum vitifolium* (pacotê), *Commiphora leptophloeos* (emburana-de-espinho), *Copaifera arenicola* (pau-d'óleo), *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúba), *Eugenia ligustrina* (ubaia-doce), *Guapira laxa* (joão-mole), *Guazuma ulmifolia* (mutamba), *Handroanthus impetiginosus* (pau-d'arco-roxo), *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Hymenaea rubriflora* (jatobá-vermelho), *Pityrocarpa moniliformis* (catanduba), *Syagrus cearensis* (catolé), *Tocoyena formosa* (jenipapo-bravo), *Triplaris gardneriana* (pajeu), *Ximenia americana* (ameixa) e *Sarcomphalus joazeiro* (joazeiro).

Várias espécies têm grande potencial para a arborização urbana, em função das aptidões que apresentam em ambiente natural e que podem ser exploradas nas cidades como porte, produção de sombra e conectividade ecológica com os ambientes silvestres. Nesse aspecto podem ser mencionadas, para as cidades inseridas na Mata Atlântica, *Xylopia laevigata* (pindaíba), *Terminalia tetraphylla* (mirindiba), *Albizia polycephala* (monzê), *Andira nitida* (angelim), *Pterocarpus robrii* (pau-sangue), *Sacoglottis mattogrossensis* (pitomba-brava), *Eschweilera ovata* (sapucainha), *Lecythis maripaiana* (sapucaia),

Eriotheca macrophylla (munguba), *Ouratea cearensis* (bati), *Pera glabrata* (sete-cascos), *Manilkara salzmanii* (maçaranduba) e *Pouteria grandiflora* (goiti-trubá). Para as cidades da Caatinga merecem atenção *Amburana cearensis* (cumarú) e *Savia sessiliflora*. E para todo o estado, deve ser considerada a utilização de *Cordia trichotoma* (freijó), *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúba), *Dahlstedtia arari-pensis* (sucupira-de-concha), *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Luetzelburgia auriculata* (pau-pedra), *Myroxylon peruiferum* (brejuí), *Triplaris gardneriana* (pajeu), *Sapindus saponaria* (sabonete) e *Talisia esculenta* (pitimbeira).

Embora não tenha sido indicado diretamente o poder de atração de fauna por parte das espécies, parte dessa função pode ser recuperada a partir das síndromes de dispersão de sementes utilizadas. Particularmente importantes nessa função podem ser citadas: *Schinus terebinthifolia* (aroeirinha), *Tapirira guianensis* (cupiúba), *Xylopia laevigata* (pindaíba), *Didymopanax morototoni* (sambacuí), *Protium heptaphyllum* (amescla-de-cheiro), *Trema micrantha* (periquiteira), *Symphonia globulifera* (bulandí), *Terminalia tetraphylla* (mirindiba), *Curatella americana* (lixeira), *Diospyros inconstans* (marmelinho), *Andira nitida* (angelim), *Inga cylindrica* (ingá-tripa), *Vitex rufescens* (maria-preta), *Campomanesia dichotoma* (guabiraba-de-pau), *Myrciaria tenella* (camboim), *Psidium oligospermum* (araçá-de-jacu), *Guapira laxa* (joão-mole), *Guapira opposita* (joão-mole), *Sarcomphalus joazeiro* (joazeiro), *Casearia sylvestris* (ramo-de-carne), *Allophylus puberulus* (cumichá-branco), *Manilkara salzmanii* (maçaranduba), *Pradosia restingae* (mamãozinho) e *Homalolepis bahiensis* (cajarana).

Outras espécies e funções associadas certamente existem e podem incrementar e aperfeiçoar a arborização das cidades do Rio Grande do Norte. É necessário aprofundar os levantamentos florísticos e as experimentações. Apenas isto, entretanto, não é suficiente. A conscientização do cidadão e o empenho dos gestores públicos são fundamentais para a valorização da árvore urbana.

23.6. Considerações finais

A grande maioria das espécies apresentadas aqui não é utilizada na arborização, desconhecendo-se seu comportamento em ambiente urbano. É necessário, agora, a partir desta seleção, avançar no processo de avaliação do comportamento dessas espécies nativas quando submetidas às condições urbanas. Velocidade de crescimento, vigor, taxa de mortalidade, porte, fenologia, desenvolvimento reprodutivo, suscetibilidade a pragas e doenças, interações ecológicas, longevidade, relações microclimáticas e aceitação social são apenas algumas variáveis a considerar.

O caminho até a utilização adequada dessas espécies e a sua difusão é longo, porém não é possível ignorá-lo ou dele se desviar se o objetivo é envolver não apenas as árvores, mas também os demais seres vivos no processo de tornar as cidades mais saudáveis, atraentes, sustentáveis e conectadas positivamente com o meio natural.

23.7. Referências

- [1] Matos FJA, Queiroz LG. Arborização urbana: espécies nativas e exóticas. Fortaleza: UFC; 2009.
- [2] Cestaro LA, Medeiros MB, Dantas JF. Levantamento da arborização urbana no Rio Grande do Norte. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2003a;8(2):45-58.

- [3] Cestaro LA, Medeiros MB, Dantas JF. Composição florística da arborização urbana em municípios potiguares. *Acta Bot Bras.* 2003b;17(3):421-30.
- [4] Santos JR, Costa JD, Lima R. Arborização urbana em cidades do semiárido nordestino. *Rev Árvore.* 2012;36(4):621-31.
- [5] Gurgel CML. Diagnóstico da arborização urbana em Natal [dissertação]. Natal (RN): Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2016.
- [6] Natal (Prefeitura Municipal). Manual de arborização urbana de Natal. Natal: Prefeitura Municipal; 2007.
- [7] Flora do Brasil 2020 [Internet]. Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2020 [acesso 13 set. 2025]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- [8] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.
- [9] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Mapa de biomas e de vegetação. Rio de Janeiro: IBGE; 2019.
- [10] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2009.
- [11] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2016a.
- [12] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 3. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2016b.
- [13] Maia GN. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. Fortaleza: D&Z Computação Gráfica; 2004.
- [14] Walter H. Vegetação e zonas climáticas. São Paulo: EPU; 1983.
- [15] Coutinho LM. Fitogeografia do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos; 2016.
- [16] Diniz F, Pereira T. Climatologia do Rio Grande do Norte. *Rev Bras Climatol.* 2015;11(7): 89-103.
- [17] Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JL, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Z.* 2013;22(6):711-28.
- [18] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Mapa de vegetação do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2004.
- [19] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE; 1992.
- [20] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Biomas e regiões fitoecológicas do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2008.
- [21] Serviço Florestal Brasileiro (SFB). Relatório técnico de monitoramento da vegetação nativa do Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2018.
- [22] Cestaro LA. Diversidade da Floresta Estacional no Rio Grande do Norte [tese]. Natal (RN): Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2002.
- [23] Bessa F, Medeiros MB. Diversidade de espécies arbóreas em áreas de Caatinga no Rio Grande do Norte. *Rev Caatinga.* 2011;24(1):27-36.
- [24] Dias H, Oliveira P, Silva J. Composição florística da Caatinga em municípios potiguares. *Acta Bot Bras.* 2014;28(2):321-30.
- [25] Targino M. Estrutura da vegetação lenhosa em áreas de Caatinga no semiárido potiguar [dissertação]. Mossoró (RN): Universidade Federal Rural do Semiárido; 2014.

- [26] Queiroz LG, Matos FJA, Almeida JR. Levantamento florístico da Savana Estépica do Rio Grande do Norte. *Rev Nord Bot.* 2015;5(3):77-89.
- [27] Oliveira R, Medeiros MB, Costa J. Estrutura da vegetação em áreas de Cerrado potiguar. *Rev Árvore.* 2012;36(5):843-52.
- [28] Maciel M. A devastação das florestas estacionais do Rio Grande do Norte. *Rev Geogr.* 2011; 28(2):91-106.

Capítulo 24

CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DO SERGIPE E INDICAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POTENCIAIS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Eduardo Vinícius da Silva Oliveira, José Paulo Santana Santos, Ana Cecília da Cruz Silva, Myrna Friederichs Landim e Juliano Ricardo Fabricante

24.1. Destaques deste capítulo

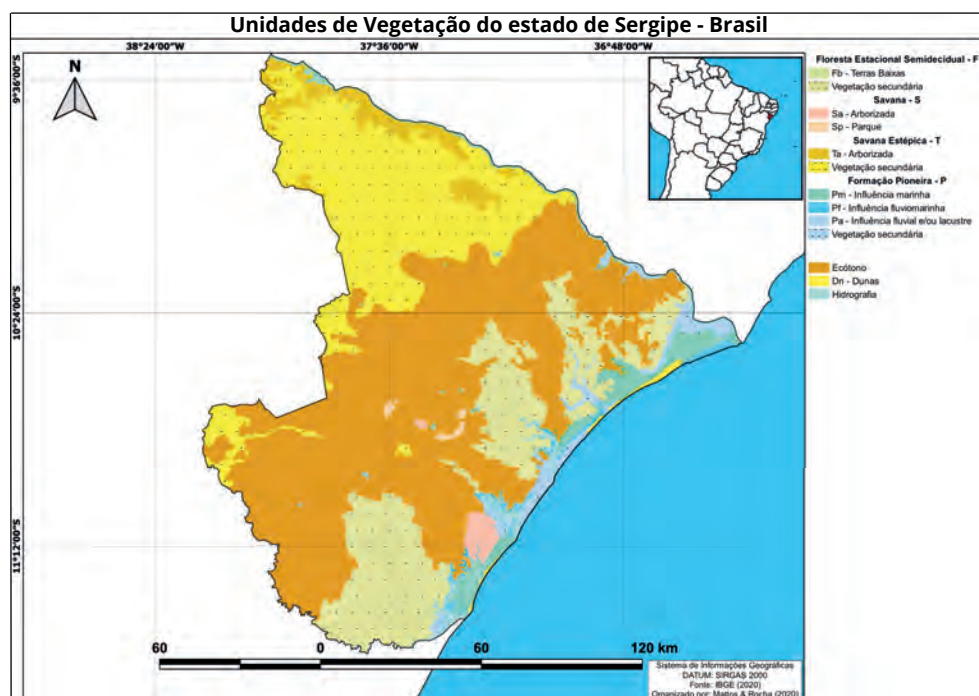
1. Sergipe apresenta quatro regiões fitoecológicas principais, incluindo as áreas de ecótonos, com ambientes que promovem grande biodiversidade;
2. As espécies nativas são importantes para a urbanização urbana, uma vez que traz benefícios ambientais relevantes para as cidades;
3. Foi realizada uma seleção das espécies com base em estudos florísticos e fitossociológicos do estado;
4. Entre as 687 espécies registradas, 96 foram indicadas como adequadas ou com potenciais para inserção em arborização urbana;
5. A divulgação da lista aberta busca estimular municípios a utilizar mais espécies nativas na arborização urbana.

24.2. Introdução

Sergipe, o menor estado da federação, possui uma extensão de 21.910 km² e engloba 75 municípios. Três zonas climáticas distintas estão presentes no estado: i) **Litoral**, com tipo Megatérmico Úmido, onde são observados os maiores valores de precipitação (ca. 1.600 mm anuais); ii) **Agreste**, com tipo Megatérmico Subúmido a Seco (ca. 1.000-1.200 mm anuais); e iii) **Semiárido**, com tipo Megatérmico Semiárido (ca. 500-800 mm anuais). O período chuvoso ocorre entre os meses de abril a agosto e a temperatura média anual varia entre 25,5 °C a 26 °C [1].

A cobertura florestal em Sergipe é estimada em 286 mil hectares, correspondendo a 13% de sua área total [2]. Neste estado, são observadas as seguintes regiões fitoecológicas: Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa, Savana-Estépica (Caatinga) e Formações Pioneiras (Figura 1) [3,4]. Além destas regiões, ainda estão presentes áreas de tensão ecológica, locais de contato onde dois ou mais tipos de vegetação se misturam, compondo uma região de ecótono [4].

Figura 24.1 – Localização das regiões fitoecológicas presentes no estado de Sergipe, região Nordeste do Brasil.



Fonte: Mattos e Rocha; IBGE.

24.3. Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Formações Pioneiras

As regiões de Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Formações Pioneiras representam tipos de vegetação associadas ao Domínio Fitogeográfico da Mata Atlântica (Figura 2) [5]. Em Sergipe, a área de Mata Atlântica é estimada em 138 mil hectares, ocupando ao menos parcialmente 64 municípios [2,6]. É composta por pequenos fragmentos isolados, distribuídos principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do estado [6,7]. Ao todo, são contabilizados 403 fragmentos, os quais perfazem cerca de 36.000 ha, formando cinco agrupamentos, Santa Luzia do Itanhy/Estância, Aracaju/São Cristóvão/Itabaiana, Rosário do Catete, Japarutuba e Pacatuba/Japoatã [8].

Na Mata Atlântica sergipana predominam duas unidades geomorfológicas: Tabuleiros Costeiros, caracterizados por superfícies dissecadas e colinas; e as Planícies Costeiras, caracterizadas por relevos planos e baixas altitudes. Enquanto os Tabuleiros Costeiros apresentam solos profundos de média fertilidade, as Planícies Costeiras possuem solos rasos de baixa fertilidade [3,9].

Em Sergipe, a Floresta Estacional Semidecidual é marcada pela perda foliar parcial de sua cobertura vegetal na estação seca (setembro a fevereiro). É caracterizada pela presença de árvores altas (aprox. 25 m), epífitas, samambaias e cipós [4,10,11]. Por sua vez, a Floresta Ombrófila Densa corresponde às formações florestais adjacentes às restingas, sendo caracterizada pela presença de árvores de grande porte (aprox. 30 m de altura). Possui vegetação densa, além da grande quantidade de samambaias, epífitas e cipós [4,10,11]. Em ambos os tipos de vegetação observa-se uma camada de serapilheira mais espessa do que a encontrada em outros tipos de vegetação no estado [4,12].

Figura 24.2 – Regiões fitoecológicas presentes no estado de Sergipe, região Nordeste do Brasil:
a) Floresta Ombrófila Densa; b) Floresta Estacional Semidecidual; c) Restinga; d) Manguezal;
e-f) Savana Estépica (Caatinga).



Fonte: Autores.

Dois tipos de vegetação compõem as formações pioneiras em Sergipe: restingas e manguezais. As restingas são encontradas ao longo da zona costeira, sobre solos arenosos [13]. Essa vegetação é formada por um conjunto de diferentes tipologias vegetais, variando de plantas herbáceas próximas ao mar até uma vegetação predominantemente lenhosa nos locais mais afastados do oceano [14]. Os manguezais ocorrem ao longo de estuários dos principais rios, sobre terrenos inundados pela água das marés [13]. Possuem uma flora característica, com modificações morfológicas, anatômicas e fisiológicas que lhes permite sobreviver às condições de salinidade e ausência de oxigênio dissolvido. Nos manguezais sergipanos são encontradas, ao menos, quatro espécies lenhosas nativas: *Avicennia schaueriana*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* [15].

24.4. Savana Estépica (Caatinga)

A Savana Estépica possui um clima decidual marcado por um período seco superior a seis meses e submetido a intensa variabilidade interanual [4,16]. Esta região fitoecológica é caracterizada por uma floresta de porte baixo com dossel descontínuo, onde predominam espécies lenhosas de troncos finos e tortuosos, além de plantas suculentas (Figura 2) [4,17]. Suas plantas apresentam características típicas de ambientes áridos e semiáridos, como espinhos ou acúleos, microfilia e xerofitismo [17,18].

Em Sergipe, 29 dos 75 municípios estão inseridos total ou parcialmente na Savana Estépica, representando 50,9% da área do estado [19]. Sua área florestal é estimada em 147 mil ha, sendo composta por pequenos fragmentos de matas secundárias [2,7]. Além disso, está situada em áreas do Pediplano Sertanejo, unidade geomorfológica formada por terrenos cristalinos e relevos planos, cujas altitudes não ultrapassam os 750 m [3,9]. Seus solos são constituídos por terrenos antigos e são, geralmente, rasos, pedregosos e secos [9,20].

A Savana Estépica sergipana pode variar com relação à densidade da vegetação (densa ou aberta), ao porte (arbórea ou arbustiva) e quanto à composição florística [12]. Considerando o

índice pluviométrico, esta vegetação pode ser classificada em hipoxerófila e hiperxerófila, alcançando oito e dez meses secos, respectivamente [9,21]. Assim, quando hiperxerófila, a vegetação apresenta um grau de xerofitismo mais acentuado, refletindo no menor porte da vegetação [12].

24.5. Estudos florísticos e fitossociológicos em Sergipe: Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa

Em Sergipe, as Florestas Estacionais Semidecíduais e Ombrófilas Densas possuem 645 e 876 espécies nativas de angiospermas, respectivamente [5]. Nos estudos florísticos realizados nestas regiões fitoecológicas, a família Fabaceae apresentou, na maioria dos casos, o maior número de espécies. A maior riqueza de espécies foi verificada no levantamento realizado no Parque Nacional (PARNA) Serra de Itabaiana, com 830 espécies [22]. Duas outras unidades de conservação também se destacam, o Refúgio de Vida Silvestre (RVS) Mata do Junco e a Floresta Nacional (FLONA) do Ibura, com 380 e 324 espécies, respectivamente [23,24]. A Mata do Crasto, uma reserva particular localizada na região Sul do estado, também apresenta uma riqueza considerável, com o registro de 324 espécies [25].

São poucos os estudos fitossociológicos em remanescentes de Florestas Estacionais Semidecíduais e Ombrófilas Densas em Sergipe. Em um destes, realizado em nascentes do rio Piauitinga, no município de Salgado, foram contabilizadas 101 espécies. Entre elas, *Byrsonima sericea* apresentou o maior Índice de Valor de Importância Ecológica (IVI) [26]. Em estudo realizado na FLONA do Ibura, no município de Nossa Senhora do Socorro, foi observada a segunda maior riqueza (84 espécies lenhosas) e o registro de *Allophylus edulis* com o maior IVI [27]. Por fim, outro levantamento registrou 83 e 41 espécies na fazenda Trapsa e no RVS Mata do Junco, respectivamente. *Adenocalymma comosum*, na Trapsa, e *Eschweilera ovata*, no RVS Mata do Junco, foram as espécies com o maior número de indivíduos [28].

24.6. Estudos florísticos e fitossociológicos em Sergipe: Formações pioneiras (restingas e manguezais)

Embora uma consulta ao banco de dados do projeto *speciesLink* (<https://specieslink.net>) tenha indicado que as primeiras coletas de material botânico realizadas nas restingas de Sergipe datam da década de 1970, estudos florísticos são relativamente recentes [29-31]. Por outro lado, não foram encontrados estudos fitossociológicos em comunidades lenhosas nas restingas sergipanas.

A revisão da flora das restingas de Sergipe realizada com base em registros de herbários encontrou, ao todo, 831 espécies pertencentes a 124 famílias. As famílias mais abundantes foram Fabaceae (99 espécies), Cyperaceae (61) e Myrtaceae (57) [32]. No litoral de Sergipe, a região Sul é a que apresenta a maior riqueza de espécies (486). No entanto, Pirambu, no litoral Norte do estado, foi o município que apresentou o maior número de espécies (275). A espécie lenhosa *Coccoloba laevis* foi a mais amplamente distribuída no litoral de Sergipe [33].

Em um levantamento florístico das restingas da Reserva Biológica (REBIO) de Santa Isabel, no litoral Norte de Sergipe, foram catalogadas 260 espécies de angiospermas [29]. Esse

valor foi superior ao contabilizado para as restingas da Zona de Expansão de Aracaju e uma área de restinga no município de Santo Amaro das Brotas, com 181 e 142 espécies, respectivamente [30,34].

No caso dos manguezais, alguns estudos fitossociológicos foram realizados em Sergipe. Nos bosques urbanos de Aracaju, duas espécies foram registradas como as mais dominantes, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*. [35]. Na região do Baixo São Francisco, nos municípios de Pacatuba e Brejo Grande, *R. mangle* obteve o maior IVI [36]. Porém, na FLONA do Ibura, *L. racemosa* obteve maior dominância, em detrimento de *R. mangle* [37].

24.7. Estudos florísticos e fitossociológicos: Savana Estépica (Caatinga)

A flora da Savana Estépica em Sergipe ainda é pouco conhecida. Dos 29 municípios sergipanos localizados nesta região fitoecológica, apenas em oito há pesquisas a respeito da florística e da estrutura da vegetação. Um maior esforço de coleta é observado nos municípios de Canindé de São Francisco e Poço Redondo. A maioria dos levantamentos enfocou apenas a análise do estrato lenhoso, sendo que muitos deles não foram publicados, dificultando a obtenção dos dados para catalogação da flora.

Considerando os estudos fitossociológicos realizados em áreas de Savana Estépica em Sergipe, foram registradas 84 espécies lenhosas pertencentes a 25 famílias. As três famílias mais ricas em espécies foram Fabaceae (22), Euphorbiaceae (13) e Myrtaceae (seis), que juntas correspondem a cerca de 50% das espécies catalogadas.

Localizada entre os municípios de Canindé de São Francisco e Poço Redondo, o Monumento Natural (MONA) Grota do Angico possui o registro de 31 espécies lenhosas, das quais *Cenostigma pyramidale* e *Commiphora leptophloeos* foram aquelas com maior IVI [38]. *C. pyramidale* também foi registrada com o maior IVI para áreas de Savana Estépica nos municípios de Frei Paulo e Nossa Senhora da Glória [39]. Dois remanescentes de Savana Estépica em Sergipe se destacam pela elevada riqueza de espécies lenhosas, um deles localizado na fazenda São Pedro, no município de Porto da Folha (69 espécies), e o outro localizado no assentamento Santa Maria da Lage, no município de Poço Verde (60 espécies). *Bauhinia cheilantha*, para a fazenda São Pedro, e *Psidium schenckianum*, para o assentamento Santa Maria da Lage, foram as espécies de maior IVI [40-42].

Outras localidades de Savana Estépica também possuem diferenças com relação à posição das espécies por IVI. Na Serra dos Macacos, no município de Tobias Barreto, *Piptadenia stipulacea* foi encontrada como a espécie de maior IVI [43]. Por outro lado, o entorno da Serra da Guia, até o limite de 600 m de altitude, possui 47 espécies lenhosas registradas, com *Syagrus coronata* apresentando o maior IVI [44].

24.8. O problema do uso de espécies exóticas na arborização em Sergipe

A arborização dos municípios sergipanos é composta essencialmente por plantas exóticas [45-48]. Das espécies mais frequentes, 13 (52%) delas tem origem na Ásia, seis (24%) na América, duas (8%) na África, duas (8%) na Oceania e duas (8%) em mais de um continente. Várias dessas

espécies exóticas apresentam alta capacidade competitiva [49,50], além de potentes aleloquímicos em seus tecidos [51-53]. Nesse contexto podemos destacar *Artocarpus heterophyllus*, *Azadirachta indica*, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis* spp., *Syzygium cumini*, *Terminalia catappa* e *Thespesia populnea*, que modificam a composição, diminuem a riqueza e diversidade de espécies autóctones e afetam a capacidade de resiliência dos sítios invadidos [54-59].

Dentre os *taxa* mais comuns na arborização em Sergipe ainda existem aqueles que são tóxicos para abelhas e outros animais, como por exemplo *A. indica* e *Spathodea campanulata* [57,60]. Também existem aquelas espécies que são capazes de afetar negativamente a agricultura e a pecuária, como *A. indica*, *L. leucocephala*, *Melia azedarach*, *Pinus* spp., *Prosopis* spp. e *Pithecellobium dulce* [50,54,56,57,61,62]. É importante destacar a elevada aptidão que muitas dessas espécies possuem de se dispersar e invadir diferentes ambientes [63]. Em face do exposto, torna-se necessário e urgente a substituição das espécies arbóreas exóticas listadas aqui por espécies autóctones (nativas).

24.9. Critérios de seleção e listagem de plantas nativas recomendadas para arborização urbana em Sergipe

O uso de plantas nativas na arborização é uma prática desejável, que confere benefícios ambientais, estéticos e culturais às cidades [64]. Estas plantas apresentam grande potencial de utilização, pois já estão adaptadas às condições edafoclimáticas do seu local de origem [65]. Apesar da importância do emprego de plantas nativas na arborização, ainda são necessários estudos e a divulgação das espécies com potencial para uso [64,66]. É fundamental que a escolha seja pautada em espécies nativas da região fitoecológica onde se realizará o plantio [67]. Além disso, deve-se considerar características morfológicas e ornamentais na seleção das espécies [68]. É preciso, ainda, avaliar a compatibilidade com a estrutura urbana em cada situação [69].

Buscando identificar espécies arbóreas de uso potencial em arborização urbana nos municípios de Sergipe, foi realizado um levantamento das espécies registradas até o momento em estudos florísticos e fitossociológicos realizados neste estado. A escolha das espécies foi pautada pelos seguintes critérios: i) elevada abundância e frequência nos remanescentes naturais; ii) elevada importância ecológica (i.e., sua capacidade em explorar os recursos de uma área, baseado no IVI); e iii) disponibilidade de informações para produção de mudas, em livros, cartilhas, websites ou outras fontes. Além disso, sempre que possível, a escolha foi pautada pela presença de características morfológicas desejáveis das espécies para o uso em cidades, considerando o porte, o tipo de raízes, a ocorrência de floração conspícua e de frutos atrativos para a fauna.

No total, foram registradas 687 espécies de plantas nativas lenhosas para o estado de Sergipe. Desse total, apresentamos uma lista com 96 espécies com potencial para utilização na arborização dos municípios deste estado (Tabela 1, Figura 3). Cabe mencionar que muitas das espécies sugeridas já são utilizadas ou recomendadas na arborização urbana nas regiões fitoecológicas presentes em Sergipe ou em outras regiões do país [70-75].

Tabela 24.1 – Famílias e espécies nativas recomendadas para uso em arborização nos municípios do estado de Sergipe, de acordo com 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														
<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajuero	F	8	40	C; EA	Bx	A	Sc	AP	out-jan	nov-fev	Zoo	Md	NA
		P												
		Fc/T												
<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	aroeira-do-sertão	T	13	30	EA	Al	L	C	NA	jun-jul	ago-dez	Ane	Bx	NA
		F												
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	braúna	Fc/T	12,5	55	EA	Al	L	C	NA	jun-set	out-nov	Ane	Md	NA
		T												
		D												
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira-da-praia	F	5	30	C; EA	Me	L	Ps	AP	set-jan	jan-jul	Zoo	Bx	NA
		P												
		D												
<i>Spondias mombin</i> L.	cajazeira	F	27,5	90	EA	Bx	L	Ps	NA	dez-jan	maio-jun*	Zoo	Md	NA
		T												
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	umbuzeiro	T	5,5	60	EA	Bx	L	C	NA	out-jan	nov-mar	Zoo	Md	NA
		D												
		F												
		P												
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	pau-pombo	Fc/T	8	40	EA	Bx	L	Ps	NA	out-maio	dez-jun	Zoo	Md	NA
		D												
		P												
Annonaceae														
<i>Annona cacans</i> Warm.	araticum	F	4	20	EA	Bx	L	Sc	NA	set-nov	jan-mar	Zoo	Al	NA
		P												
<i>Annona salzmanii</i> A.DC.	araticum-verdadeiro	D	6	30	EA	Bx	A	C	NA	set-nov	jan-mar	Zoo	Md	NA
		P												
		Fc/T												

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	pindaíba-da-mata	D	5	30	EA	Me	A	Sc	NA	out-dez	jul-set*	Zoo	Md	NA
		F												
		Fc/T												
Apocynaceae														
<i>Aspidosperma pyriformis</i> Mart.	pereiro	T	7,5	12,5	C; EA	Al	L	C	AP	maio-out	jul-dez	Ane	Bx	NA
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	mangabeira	P	5	30	C; EA	Bx	L	Sc	AP	nov/fev	dez/mar	Zoo	Md	NA
		Fc/T												
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	pau-de-leite	F	6	15	EA	Al	A	C	NA	out/dez	jul/set*	Ane	Md	NA
		P												
		Fc/T												
Arecaceae														
<i>Syagrus schizophylla</i> (Mart.) Glassman	licuriroba	P	3	11,5	EA	Bx	L	Ps	NA	mar-maio	abr-out	Zoo	Md	NA
		Fc/T												
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	licuri	T	5	60	C; EA	Bx	L	Ps	AP	set-jan	nov-mar	Zoo	Md	VU
Bignoniaceae														
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-roxo	F	5	60	C; EA	Bx	L	Ps	AP	set-jan	nov-mar	Zoo	Md	VU
		T	12,5	30	EA	Al	L	C	NA	maio-ago	jul-out	Ane	Bx	NA
		P	12	30	EA	Me	L	C	NA	nov-jan	set-out*	Ane	Md	VU
Fc/T														
<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	jacarandá	D	4,5	30	EA	Me	L	C	NA	ago-set	fev-mar*	Ane	Md	NA
<i>Jacaranda obovata</i> Cham.	carobinha	F												
		P												
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	craibeira	Fc/T	16	65	EA	Me	L	C	NA	ago-set	ago-out	Ane	Bx	NA
		F												
		T												

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC
<i>Tabebuia elliptica</i> (DC.) Sandwith	ipê-branco	F	12	30	E/A	Me	L	C	NA	jan-fev	fev-mar	Ane	Bx	NA
Bixaceae														
<i>Bixa orellana</i> L.	urucum	F P	4	15	C; E/A	Bx	A	Ps	AP	set-jan	fev-abr	Zoo	Bx	NA
Bonnetiaceae														
<i>Bonnetia stricta</i> (Nees) Nees & Mart.	falsa-camélia	P Fc/T	3,5	15	C	Al	A	C	AP	jun-jul	jul-ago	Ane	Bx	NA
Bursaceae														
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	imburana	T	7,5	40	E/A	Bx	L	C	NA	out-dez	jan-mar	Zoo	Md	NA
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	amescla	F P Fc/T	5	15	E/A	Bx	L	C	NA	nov-dez	dez-mar	Zoo	Md	NA
Calophyllaceae														
<i>Kielmeyera neglecta</i> Saddi	pau-santo	F P	7	15	C; E/A	Me	A	C	AP	nov-jun	fev-nov	Ane	Md	NA
Cannabaceae														
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	juá-mirim	F P Fc/T T	6	15	E/A	Al	-	Sc	NA	ago-out	fev-mar*	Zoo	Md	NA
Capparaceae														
<i>Colicodendron yca</i> Mart.	icó, incó	T	4	25	E/A	Me	A	Ps	NA	set-jan	nov-abr	Aut	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	feijão-bravo, feijão-de-jacu	F	7	15	C; EA	Me	L	Ps	AP	jan-mar	mar-maio	Zoo	Bx	NA
		P												
		Fc/T												
		T												
Celastraceae														
<i>Monteverdia rigida</i> (Mart.) Biral	pau-de-colher	T	5	15	C; EA	Al	A	Ps	AP	mar-maio	jul-ago*	Zoo	Md	NA
Chrysobalanaceae														
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	grageru	P	4	20	C; EA	Me	L	Ps	AP	ago-dez	ago-dez	Zoo	Md	NA
		D	8	20	EA	Al	L	Sc	NA	jul-ago	ago-set	Zoo	Bx	NA
		F												
		P												
Fc/T														
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	birro	F	13	25	EA	Al	L	-	NA	out-nov	abr-maio*	Zoo	Md	NA
P														
Clusiaceae														
<i>Clusia dardanoi</i> G.Mariz & Maguire	camaçari	F	4	15	EA	Al	L	Ps	NA	set-nov	jan-mar	Zoo	Md	NA
		T												
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	orelha-de-burro	D	6	11	C; EA	Al	L	Ps	AP	set-nov	jan-mar	Zoo	Md	NA
		F												
		Fc/T												
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	anani	P	10	20	EA	Al	L	Ps	NA	jul-set	dez-jan*	Zoo	Md	NA
Fc/T														
Cordiaceae														
<i>Cordia superba</i> Cham.	baba-de-boi	F	5	10	EA	Me	A	Sc	NA	fev-abr	mar-jun	Zoo	Md	NA
		Fc/T												
		T												

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC
Dilleniaceae														
<i>Curatella americana</i> L.	lixeira	F	4	15,5	C; EA	Al	A	Sc	AP	ago-out	out-nov	Zoo	Md	NA
		P												
		Fc/T												
Erythroxylaceae														
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart.	fruta-de-pomba	P	4,5	8	C; EA	Me	L	Sc	AP	mar-set	abr-out	Zoo	Md	VU
Euphorbiaceae														
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	pinhão-bravo	T	2,5	6	C	Bx	L	C	AP	jan-mar; jun-jul; nov-jan	fev-maio; ago-out; dez-fev	Aut	Bx	NA
Fabaceae														
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	albizia	F	8	40	EA	Me	L	Sc	NA	nov-dez	maio-jun*	Aut	Md	NA
		T												
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	imburana	T	8	70	EA	Me	L	C	NA	maio-jul	jun-out	Ane	Bx	AM
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Morong	angico-branco	F	9	25	EA	Al	L	C	NA	out-abr	jan-abr	Aut	Md	NA
		T												
		D												
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	angelim	F	8	35	EA; C	Al	L	Ps	AP	nov-dez	fev-abr*	Zoo	Bx	NA
		P												
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	pata-de-vaca	T	4	9	C; EA	Al	L	C	AP	maio-ago	jul-set	Aut	Bx	NA
<i>Bondichia virgilioides</i> Kunth	sucupira	F	10	30	EA	Al	L	C	NA	ago-set	out-dez*	Ane	Md	NA
		P												
		Fc/T												
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	catingueira	T	6	13	C; EA	Al	L	C	AP	out-fev	dez-jun	Aut	Md	NA

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
<i>Erythrina velutina</i> Wild.	mulungu	Fc/T	9	65	EA	Bx	L	C	NA	ago-out	out-jan	Aut; Zoo	Md	NA
		T												
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	F	9	20,5	EA	Al	L	Sc	NA	out-dez	jul-nov*	Aut	Md	VU
		Fc/T												
<i>Inga capitata</i> Desv.	ingá-ferro	D	5	20	C; EA	Bx	L	Ps	AP	set-nov	mar-mai*	Zoo	Md	NA
		F												
		P												
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	pau-ferro	F	6	20	EA	Al	L	Ps; Sc	NE	fev-mai; set-dez	jan-dez	Aut	Md	NA
		Fc/T												
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	jurema-preta	T												
		F	5	20	EA	Al	L	C	NA	jan-abr	jul-set*	Aut	Md	NA
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	visgueiro	Fc/T	20	80	EA	Al	L	Ps	NA	ago-out	dez-mar*	Aut	Md	NA
		T												
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	pau-brasil	F	10	40	EA	Al	L	Sc	NA	set-out	nov-jan	Aut	Bx	AM
		F												
<i>Piptadenia retusa</i> P.G.Ribeiro, Seigler & Elbing	jurema-branca	F	4	15	C; EA	Al	L	C	AP	jan-abr	jul-set*	Aut	Bx	NA
		Fc/T												
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	canafístula	T	6	15	EA	Me	L	C	NA	mar-abr	abr-mai	Aut	Md	NA
		D												
<i>Snartzia acutifolia</i> Vogel.	saco-de-bode	T	8	23	EA	Al	L	Sc	NA	jan-fev	mar-set	Zoo	Bx	VU
		F												
<i>Snartzia flamingii</i> Raddi.	gombeira-branca	Fc/T	8	13,5	EA	Al	L	Ps	NA	dez-jan	fev-jun	Zoo	Bx	VU
		F												

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC
Hernandiaceae														
<i>Sparattanthelium botocodorum</i> Mart.	ninho-de-bem-te-vi	D	4	10	EA	Me	L	Sc	NA	abr-jun	jul-set	Ane	Bx	NA
		F												
		P												
Humiriaceae														
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) A.St.-Hil.	umiri	F	7	30	EA	Al	L	Ps	NA	fev-abr; jun-nov	fev-abr; set-dez	Zoo	Md	NA
		P												
		Fc/T												
Lauraceae														
<i>Ocotea notata</i> (Nees & Mart.) Mez	canela-branca	F	10	15	EA	Al	L	Sc	NA	fev-ago	out-abr	Aut	Md	NA
		P												
Lecythidaceae														
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	biriba	D	9	20	EA	Al	L	Ps	NA	dez-fev	fev-jun	Zoo	Md	NA
		F												
		P												
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	sapucaia	D	15	20	EA	Al	L	Sc	NA	set-out	ago-set*	Zoo	Md	NA
		F												
		P												
		Fc/T												
Lythraceae														
<i>Lafouesia pacari</i> A.St.-Hil.	pacari-do-sertão	Fc/T	10	30	EA	Me	A	C	NA	out-dez	abr-jun*	Aut	Md	VU
		T												
Malpighiaceae														
<i>Byrsonima corallobifolia</i> Kunth	murici-rosa	F	5	15	EA	Me	A	C	NA	dez-jan	fev-maio	Zoo	Md	VU
		P												
		Fc/T												

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	murici	F	9	30	EA	Al	L	Sc	NA	dez-fev	fev-maio	Zoo	Md	NA
		P												
		Fc/T												
Malvaceae														
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K.Schum.	barriguda	F	12	100	EA	Me	L	C	NA	maio-out	set-dez	Ane	Bx	NA
		T												
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	mutambo	D	8	30	EA	Bx	A	Sc	NA	set-nov	ago-	Ane	Md	NA
		F												
		Fc/T												
<i>Talipariti pernambucense</i> (Arruda) Bovini	algodoeiro-da-praia	P	4,5	10	C	Bx	L	Ps	AP	ago-jan	fev-abr	Zoo; Aut	Bx	NA
Melastomataceae														
<i>Miconia amoena</i> Triana	carrasco-branco	D	3,5	11	C	Al	L	Sc	AP	fev-abr; out-dez	jan-mar; jun-set	Zoo	-	VU
		F												
		P												
		Fc/T												
<i>Pteroma francavillanum</i> (Cogn.) P.J.F.Guim. & Michelang.	quaresmeira	F	4	12,5	C; EA	Al	L	Sc	AP	dez-jun	jan-jun	Aut	-	NA
Meliaceae														
<i>Cedrela odorata</i> L.	cedro	Fc/T	30	70	EA	Me	L	C	NA	dez-fev	abr-maio	Aut	Md	VU
Moraceae														
<i>Ficus chusifolia</i> Schott	figueira-branca	P	7	50	EA	Bx	L	Ps	NA	mar-maio	jun-jul	Zoo	Md	NA
Myrtaceae														
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	guabioba-roxa	D	8	15,5	EA	Al	A	C	NA	mar-abr	mar-jul	Zoo	Md	NA
		F												
		P												

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC	
<i>Campomanesia eugenoides</i> (Cambess.) DLegrand ex Landrum	guabirobeira	F	5,5	20	C; EA	Al	L	C	AP	out-nov	dez-jan	Zoo	Md	VU	
		P													
		T													
<i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC.	murta	D	6	15,5	C; EA	Al	L	Sc	AP	abr-maio	jun-ago	Zoo	Md	NA	
		F													
		P													
		Fc/T													
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	cambuí	T	9	12	C; EA	Al	L	Sc	AP	jan-jun	mar-ago	Zoo	-	VU	
		F													
		P													
		Fc/T													
		Nyctaginaceae													
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	maria-mole	D	9	40	EA	Al	L	Ps	NA	jul-out	nov-fev	Zoo	Md	NA	
		F													
		F													
		Fc/T													
		T													
		F													
		Fc/T													
Peraceae															
<i>Chaetocarpus echinocarpus</i> (Baill.) Ducke	mamona-vermelha	F	7	20	EA	Al	A	Ps	NA	jun-jul	jan-fev*	Zoo	Md	NA	
		P													
		F													
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	tabocuva	P	8	40	C; EA	Bx	A	Ps	AP	jan-mar	out-jan*	Aut	Md	NA	
		Fc/T													

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EF1	EFr	D	DPr	SC
Polygonaceae														
<i>Coccoloba rosea</i> Meisn.	cabaçu	D	10	30	EA	Al	A	Ps	NA	jan-fev	maio-jun*	Zoo	Md	NA
		F												
		Fc/T												
		T												
Rhamnaceae														
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	saguaraji	T	8	30	EA	Al	A	C	NA	out-nov	dez-mar	Zoo	Md	NA
		F	5	50	EA	Me	L	Ps	NA	nov-mai	jan-jul	Zoo	Al	NA
		T												
<i>Alseis floribunda</i> Schott	falsa-pelada	D	6	30	EA	Al	A	C	NA	ago-set	nov-jan*	Ane	Md	NA
		F												
		T												
Rubiaceae														
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	quina	F	6	15	EA; C	Me	A	Sc	AP	jul-ago	set-out	Zoo	Md	NA
		Fc/T												
		T												
<i>Genipa americana</i> L.	genipapo	F	9	15	EA	Me	L	Sc	NA	out-dez	nov-dez	Zoo	Bx	VU
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	juruvarana	F	4	20	EA	Me	L	Ps	NA	dez-abr	maio-set*	Zoo	Md	NA
		P												
		Fc/T												
		T												

(continua)

(continuação)

Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFl	EFr	D	DPr	SC
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schldl.) K.Schum.	jenipapo-bravo	F	3,5	5,5	C; EA	Bx	A	Ps	AP	set-mar	out-ago	Zoo	Bx	NA
		P												
		Fc/T												
		T												
Rutaceae														
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	guaxupita	P	4	20	C; EA	Me	A	Ps	AP	nov-jan	jun-ago*	Aut	Md	NA
Salicaceae														
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	guaçatonga	D	5	11	C; EA	Me	L	Sc	AP	jan	jan-mar	Zoo	Md	NA
		F												
		P												
		Fc/T												
T														
Sapindaceae														
<i>Allophylus adulus</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	murta-vermelha	D	9	17	C; EA	Bx	L	Sc	AP	fev-mar	fev-jun	Zoo	Bx	NA
		F												
		Fc/T												
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	camboatá-da-mata	F	8,5	14,5	EA	Me	A	Sc	NA	ago-dez	out-fev	Zoo	Md	NA
p														
Sapotaceae														
<i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) H.J.Lam	maçaranduba	D	4	10	C; EA	Al	L	Ps	AP	out-nov	jan-fev*	Zoo	Md	NA
		F												
		P												
		Fc/T												

(continua)

(continuação)

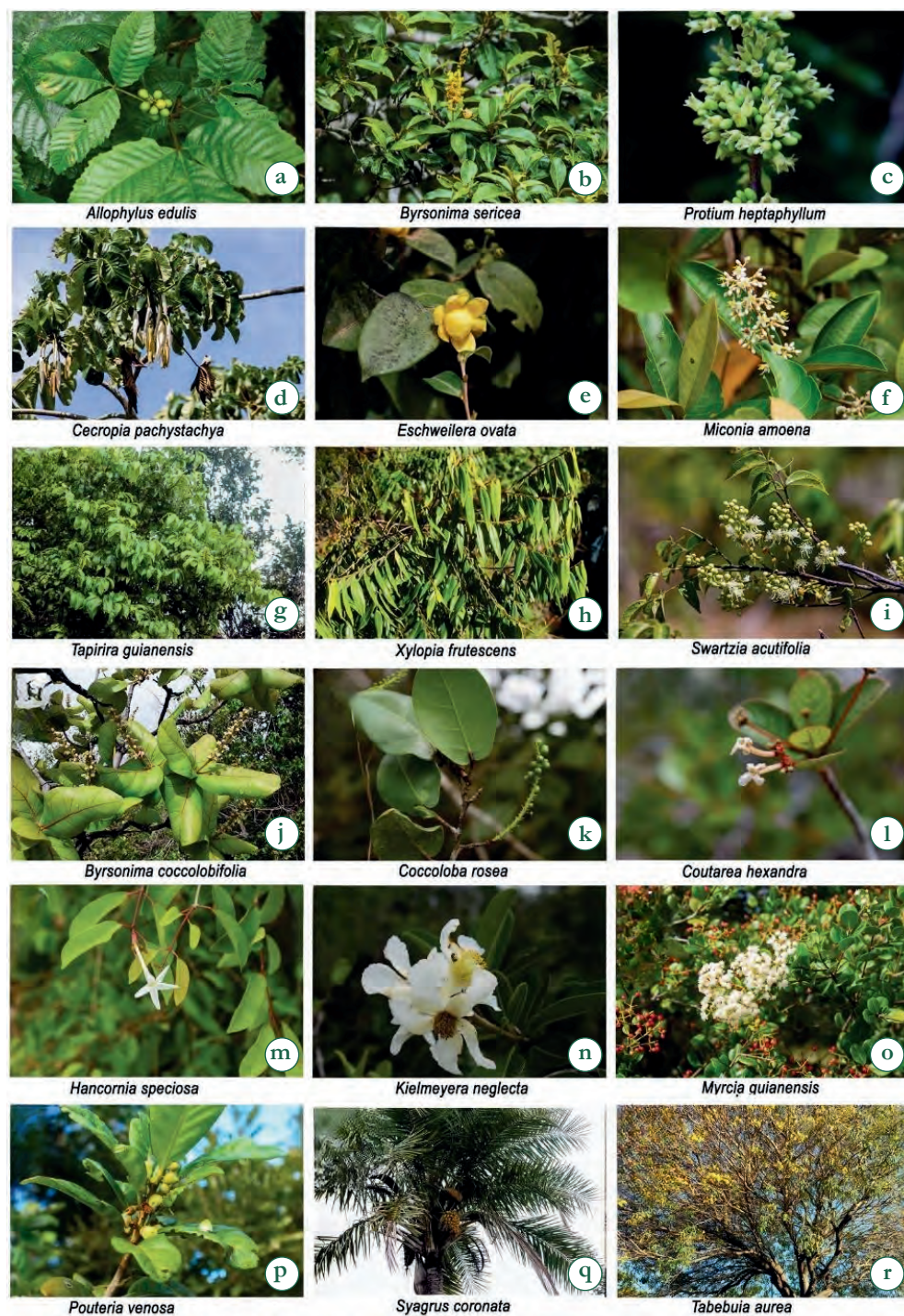
Família / Espécie	Nome popular	UF	AM	DAP	AP	DM	TexF	PF	R	EFi	EFr	D	DPr	SC
<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	bapeba	D	12	30	EA	Al	L	Ps	NA	jan-fev	ago-set*	Zoo	Bx	NA
		F												
		P												
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Rocm. & Schult.) T.D.Penn.	quixabeira	F	7	30	EA	Al	L	C; Sc	NA	out-nov	jan-fev	Zoo	Md	VU
		P												
		T												
Simaroubaceae														
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	perdiz	D	13	20,5	EA	Bx	L	Sc	NA	jul-set	nov-dez*	Zoo	Md	NA
		F												
		Fc/T												
Urticaceae														
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba	D	4	15	C	Bx	A	Ps	AP	set-out	maio-jun	Zoo	Md	NA
		F												
		P												
		Fc/T												

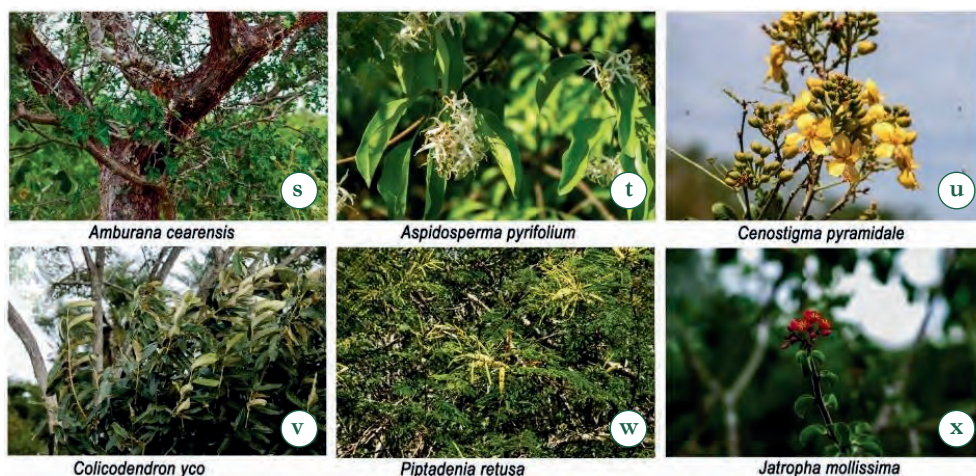
Fonte: Autores.

Nota: Unidade(s) Fitoecológica(s) do estado – IBGE, 2009 (**UF**), **F:** Floresta Estacional Semidecidual; **D:** Floresta Ombrófila Densa; **T:** Savana Estépica (Caatinga); **P:** Formações Pioneiras; **Fc/T:** Contato Floresta Estacional/Savana Estépica (Áreas de Tensão Ecológica); Altura média (**AM**), metros; Adequada para (**AP**), **C:** Calçadas; **EA:** Espaços abertos; Diâmetro na altura do peito na fase adulta (**DAP**); Densidade da madeira (**DM**), **Bx:** Baixa (< 0,550 g.cm⁻³); **Me:** Média (entre 0,550 e 0,720 g.cm⁻³); **Al:** Alta (> 0,730 g.cm⁻³); Textura de folha (**TexF**), **A:** Áspera; **L:** Lisa; Persistência das folhas (**PF**), **Ps:** Persistente (perenifolia); **C:** Caduca (caducifolia); **Sc:** Semicaduca (Semidecídua); Raiz (**R**), **AP:** Apropriada para plantio em calçadas; **NA:** Não apropriada para plantio em calçadas; Época de florescimento (**EFi**); 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.

* = maturação dos frutos.

Figura 24.3 – Exemplos de espécies de plantas nativas indicadas para arborização urbana nos municípios do estado de Sergipe. Espécies estão agrupadas de acordo com sua região fitoecológica:
a-i) Floresta Ombrófila Densa e/ou Floresta Estacional Semidecidual;
j-p) Formações Pioneiras (Restinga); q-x) Savana Estépica (Caatinga).





Fonte: Autores.

Um aspecto importante a se considerar no uso de espécies nativas em arborização urbana é a produção de mudas [76]. Na listagem de espécies sugeridas, muitas apresentam taxas de germinação superiores a 80% (por exemplo, *Byrsonima sericea*, *Cenostigma pyramidale* e *Schinus terebinthifolia*) [70,71,73,77]. Além disso, muitas dessas espécies apresentam boas taxas de sobrevivência, superiores a 70% (como *Bondichia virgilioides*, *Byrsonima sericea* e *Libidibia ferrea* [78]. No entanto, em razão da ausência de informações a respeito de técnicas de germinação de sementes e/ou propagação vegetativa de algumas espécies da lista, recomenda-se o desenvolvimento de estudos para subsidiar o conhecimento das melhores práticas na produção de mudas dessas plantas.

24.10. Considerações finais

A listagem de espécies nativas recomendadas fornece subsídio para o planejamento da arborização urbana nos municípios de Sergipe. Espécies para as quais não existam dados e/ou experiências de plantio podem, ao menos, serem utilizadas de forma experimental, de modo a monitorar o seu desenvolvimento e avaliar a sua adequação para a arborização. Por fim, recomenda-se a ampliação em Sergipe da produção de mudas das espécies nativas sugeridas aqui. Neste sentido, espera-se que a divulgação dessa lista de espécies nativas sirva como um incentivo ao seu uso na arborização urbana nos municípios sergipanos, em substituição às espécies exóticas.

24.11. Referências

- [1] SEPLAG-SE – Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão de Sergipe. Sergipe em dados. Aracaju: Supes; 2011.
- [2] Serviço Florestal Brasileiro (SFB). Inventário Florestal Nacional: Sergipe: principais resultados. Brasília: SFB; 2017.
- [3] SEMARH/SRH-SE. Atlas digital sobre recursos hídricos de Sergipe [Internet]. Aracaju; 2013 [acesso 10 dez. 2020]. Disponível em: https://www.semarh.se.gov.br/recursoshidricos/?page_id=486

- [4] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas. Rio de Janeiro: IBGE; 2019.
- [5] Flora e Funga do Brasil. Busca [Internet]. Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2025 [acesso 7 jan. 2025]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- [6] Torresan FE, Assis ACC. Análise da distribuição espacial dos remanescentes da Mata Atlântica sergipana e do seu passivo ambiental. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2019.
- [7] Sousa MC. As aves de oito localidades do Estado de Sergipe. *Atual Ornitol.* 2009;149:33-57.
- [8] Santos ALC, Carvalho CM, Carvalho TM. Importância de remanescentes florestais para conservação da biodiversidade: estudo de caso na Mata Atlântica em Sergipe através de sensoriamento remoto. *Rev Geogr Acad.* 2013;7(2):58-84.
- [9] SEPLAG-SE – Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão de Sergipe. Enciclopédia dos municípios sergipanos. Aracaju: Observatório de Sergipe; 2014.
- [10] Campanili M, Prochnow M, organizadores. Mata Atlântica: uma rede pela floresta. Brasília: RMA; 2006.
- [11] Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF). Tipologias florestais [Internet]. 2020 [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: <https://snif.florestal.gov.br/pt-br/conhecendo-sobre-florestas/168-tipologias-florestais>
- [12] Jacomine PKT, Montenegro JO, Ribeiro MR, Formiga RA. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Sergipe. Recife: EMBRAPA-CPP; 1975.
- [13] Landim MF, Siqueira ER. Caracterização florística e ecológica da Mata Atlântica de Sergipe. In: Siqueira ER, Ribeiro FE, editores. Mata Atlântica de Sergipe. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2001. p. 9-50.
- [14] Oliveira EVS, Landim MF. Caracterização fitofisionômica das restingas da Reserva Biológica de Santa Isabel, litoral norte de Sergipe. *Sci Plena.* 2014;10(10):1-10.
- [15] Landim MF, Guimarães PC. Manguezais do rio Sergipe. In: Alves JPH, organizador. Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação. Aracaju: Ós Editora; 2006. p. 195-221.
- [16] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.
- [17] Rizzini AT. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural; 1997.
- [18] Joly AB. Conheça a vegetação brasileira. São Paulo: EDUSP; 1970.
- [19] Ministério da Integração Nacional (MIN). Nova delimitação do Semiárido Brasileiro. Brasília: MIN; 2005.
- [20] SEPLAN-SE – Secretaria do Planejamento. Atlas de Sergipe. Aracaju: UFS/SEPLAN; 1979.
- [21] Farias MCV. Apresentando Sergipe. In: Prata APN, Amaral MCE, Farias MCV, Alves MV, organizadores. Flora de Sergipe. Aracaju: Gráfica e Editora Triunfo; 2013. p. 17-32.
- [22] Silva ACC, Lima JF, Santana JP, et al. Lista atualizada da flora vascular do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. *Pesqui Ensino Ciênc Exatas Nat.* 2019;3(1):40-67.
- [23] Oliveira EVS, Gomes LA, Déda RM, Melo LMS, Silva ACC, Farias MCV, et al. Floristic survey of the Mata do Junco Wildlife Refuge, Capela, Sergipe State, Brazil. *Hoehnea.* 2016;43(4):645-67.
- [24] Santana JP, Rocha PD, Silva TD, Ribeiro ADS, Prata ADN. Floristic characterization of Ibura National Forest, Sergipe, Brazil. *Biosci.* 2017;33(2):447-64.

- [25] Landim MF, Proença CEB, Sales AB, Matos IS. Floristic characterization of an Atlantic Rainforest remnant in southern Sergipe: Crasto Forest. *Biota Neotrop.* 2015;15(1):1-16.
- [26] Oliveira DG, Ferreira RA, Mello AA, Almeida ES. Estrutura diamétrica da vegetação arbustivo-arbórea no entorno de nascentes da bacia hidrográfica do rio Piauitinga, Salgado, SE, Brasil. *Biotemas.* 2013;26(2):19-31.
- [27] Santana JP, Rocha PD, Silva TD, Ribeiro ADS, Prata APN. Phytosociology of the shrub-arboreal stratum of the Ibura National Forest, Northeastern Brazil: are 35 years sufficient to promote the regeneration of a forest fragment? *Neotrop Biol Conserv.* 2020;15(2):89-106.
- [28] Souza-Alves JP, Barbosa MRV, Ferrari SF, Thomas WW. Diversity of trees and lianas in two sites in the coastal Atlantic Forest of Sergipe, northeastern Brazil. *Check List.* 2014;10(4):709-17.
- [29] Oliveira EVS, Ferreira Sobrinho ES, Landim MF. Flora from the restingas of Santa Isabel Biological Reserve, northern coast of Sergipe State, Brazil. *Check List.* 2015;11(5):1-10.
- [30] Oliveira EVS, Silva TC, Santos-Neto AM, Felix GJ, Landim MF. Expansão urbana e conservação da diversidade florística: o caso das restingas da zona de expansão de Aracaju, SE. *Gaia Sci.* 2020;14(2):27-47.
- [31] Oliveira EVS, Landim MF. Dunes in the north coast of Sergipe, Brazil: plant species and their ecological traits. *Rodriguésia.* 2020;71:1-18.
- [32] Oliveira EVS, Lima JF, Silva TC, Landim MF. Checklist of the flora of the Restingas of Sergipe State, Northeast Brazil. *Check List.* 2014;10(3):529-49.
- [33] Oliveira EVS, Landim MF. Flora das restingas de Sergipe: padrões de distribuição espacial e status de conservação de suas espécies. *Natureza Online.* 2016;14(1):23-31.
- [34] Oliveira EVS, Félix GJ, Santos Neto AM, Landim MF. Composição florística e aspectos fitogeográficos de uma área de restinga em Santo Amaro das Brotas, SE. *Rev Bras Geogr Fís.* 2023;16(3):1511-30.
- [35] Santana JP, Oliveira EVS, Dantas TVP, Landim MF, Rocha PA. Fitossociologia de manguezais em zonas urbanas: um estudo de caso em Aracaju, Sergipe. *Rev Bras Geogr Fís.* 2020;13(5):2103-13.
- [36] Santos TDO, Andrade KD, Santos HVS, Castaneda DAFG, Santana MBS, Holanda FSR, Santos MJC. Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. *Sci Plena.* 2012;8(4):1-7.
- [37] Gonçalves FB, Ferreira RA, Mello AA, Gama DC, Santos TIS, Almeida ES, Prata APN. Composição e estrutura de uma área de manguezal da Floresta Nacional do Ibura, Estado de Sergipe. *Acta Biol Catarin.* 2020;7(1):103-12.
- [38] Silva ACC, Prata APN, Mello AA. Florística, fitossociologia e caracterização sucessional em um remanescente de Caatinga em Sergipe. *Gaia Sci.* 2016;10(4):1-14.
- [39] Sousa GV. Estrutura da vegetação da Caatinga hipoxerófila do Estado de Sergipe [dissertação]. São Cristóvão: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 1983.
- [40] Oliveira DG. Análise da vegetação em um fragmento de caatinga no município de Porto da Folha, Sergipe, Brasil [dissertação]. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe; 2012.
- [41] Ferreira EVR, Prata APN, Mello AA. Floristic list from a Caatinga remnant in Poço Verde, Sergipe, Brazil. *Check List.* 2013;9(6):1354-60.
- [42] Oliveira EVS, Prata APN, Pinto ADS, Ferreira EVR. Evaluation of vegetation after four years in a Caatinga fragment in the State of Sergipe, Brazil. *Floram.* 2020;27(2):1-8.

- [43] Nogueira Júnior FC. Estrutura e composição de uma vegetação ripária, relações dendrocronológicas e climáticas na Serra dos Macacos em Tobias Barreto, Sergipe-Brasil [dissertação]. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe; 2011.
- [44] Machado WJ. Composição florística e estrutura da vegetação em área de caatinga e brejo de altitude na Serra da Guia, Poço Redondo, Sergipe, Brasil [dissertação]. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe; 2011.
- [45] Matos ECA, Nascimento Jr JE, Mariano DLS, Oliveira AL. Arborização do bairro centro da cidade de Aracaju, Sergipe, e seus organismos associados. REVSBAU. 2010;5(4):22-39.
- [46] Jesus JB, Alves JPB, Fabricante JR, Oliveira AM. Análise da arborização de praças do município de Nossa Senhora do Socorro-SE. Rev Soc Bras Arbor Urb. 2015;10(2):61-77.
- [47] Santos CZA, Ferreira RA, Santos LR, Santos LI, Graça DAS, Gomes SH, Porto Neto WB, Correia TS, Boschese ACB. Composição florística de 25 vias públicas de Aracaju-SE. REVSBAU. 2011;6(2):125-44.
- [48] Santos JPB, Fabricante JR, Oliveira AM. Espécies exóticas utilizadas na arborização urbana do município de Itabaiana, Sergipe, Brasil. Agroforestalis News. 2018;3(2):59-71.
- [49] Global Invasive Species Programme (GISP). Busca [Internet]. [acesso 25 ago. 2020]. Disponível em: <https://www.gisp.org/>
- [50] I3N Brasil; Instituto Hórus. Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras [Internet]. [acesso 10 nov. 2020]. Disponível em: <https://bd.institutohorus.org.br/>
- [51] Soares GLG, Scalón VR, Pereira TDO, Vieira DDA. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de algumas leguminosas arbóreas brasileiras. Floram. 2002;9(1):119-26.
- [52] Pasiecznik NM, Felker P, Harris PJC, Harsh LN, Cruz G, Tewari JC, Cadoret K, Maldonado LJ. The *Prosopis juliflora*–*Prosopis pallida* complex: a monograph. Coventry: HDRA; 2001.
- [53] Rickli HC, Fortes AMT, Silva PSS, Pilatti DM, Hutt DR. Efeito alelopático de extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss. em alface, soja, milho, feijão e picão-preto. Semina Ciênc Agrar. 2011;32(2):473-84.
- [54] Andrade LA, Fabricante JR, Oliveira FX. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Acta Bot Bras. 2009;23(4):935-43.
- [55] Fabricante JR, Araújo KCT, Andrade LA, Ferreira JVA. Invasão biológica de *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae) em um fragmento de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil: impactos sobre a fitodiversidade e os solos dos sítios invadidos. Acta Bot Bras. 2012;26(2):399-407.
- [56] Fabricante JR. Plantas Exóticas e Exóticas Invasoras da Caatinga. 1ª ed. Vol. 1. Florianópolis: Bookess; 2013.
- [57] Fabricante JR. Plantas Exóticas e Exóticas Invasoras da Caatinga. 1ª ed. Vol. 4. Florianópolis: Bookess; 2014.
- [58] Santos JPB, Oliveira JC, Fabricante JR. Estrutura populacional e impactos da exótica invasora *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa sobre a vegetação nativa de mangue. Hoehnea. 2021;48:1-7.
- [59] Santos JPB, Fabricante JR. Population structure and effects by the invasive exotic Indian-almond over autochthonous vegetation from a sandbank. Neotrop Biol Conserv. 2018;13(4):295-302.
- [60] Queiroz ACM, Contrera FAL, Venturieri GC. The effect of toxic nectar and pollen from *Spathodea campanulata* on the worker survival of *Melipona fasciculata* Smith and *Melipona*

- seminigra* Friese, two Amazonian stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Socio-biology. 2014;61(4):536-40.
- [61] Oelrichs PB, Hill MW, Vallely PJ, MacLeod JK, Molinski TF. Toxic tetranortriterpenes of the fruit of *Melia azedarach*. Phytochemistry. 1983;22(2):531-4.
- [62] Oliveira PB, Murakami AE, Garcia ERDM, Macari M, Scapinello C. Influência de fatores antinutricionais da leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena cunningham*) e do feijão guandu (*Cajanus cajan*) sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte. Rev Bras Zootec. 2000;29(6):1759-69.
- [63] Araújo KCT, Cruz ABS, Fabricante JR. Invasão biológica na Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu, Aracaju, Sergipe, Brasil. Biol Ciênc Terra. 2021;21:72-82.
- [64] Machado RRB, Silva JA, Castro AA. Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. REVSBAU. 2006;1(1):10-8.
- [65] Santos Neto AM, Oliveira EVS, Faiad PJB, Landim MF. Sazonalidade e estrutura da vegetação herbácea de restingas: uma análise na Reserva Biológica de Santa Isabel, SE. Braz J Ecol. 2018;1:5-21.
- [66] Vianna HD, Jacobi US. Espécies nativas para arborização urbana de municípios da planície costeira do extremo sul do Brasil. Rev Mundi Meio Ambiente Agrar. 2018;3(2):1-30.
- [67] Blum CT, Borgo M, Sampaio ACF. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. REVSBAU. 2008;3(2):78-97.
- [68] Kramer JA, Krupek RA. Caracterização florística e ecológica da arborização de praças públicas do município de Guarapuava, PR. Rev Árvore. 2012;36(4):647-58.
- [69] Boeni BO, Silveira D. Diagnóstico da arborização urbana em bairros do município de Porto Alegre, RS, Brasil. REVSBAU. 2011;6(3):189-206.
- [70] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum; 1992.
- [71] Ribeiro EF, Siqueira ER. Germinação de sementes e produção de mudas de espécies florestais nativas da Mata Atlântica de Sergipe. In: Siqueira ER, Ribeiro FE, editores. Mata Atlântica de Sergipe. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2001. p. 79-96.
- [72] Matos ECA, Nascimento Jr JE, Mariano DLS, Oliveira AL. Arborização do bairro centro da cidade de Aracaju, Sergipe, e seus organismos associados. REVSBAU. 2010;5(4):22-39.
- [73] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3ª ed. Nova Odessa: Editora Plantarum; 2011.
- [74] Alvarez IA, Oliveira UR, Mattos PP, Braz EM, Canetti A. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga. Colombo: Embrapa Florestas; 2012.
- [75] Gomes SHM, Ferreira RA, Mello AA, Santos LR, Santana NA, Gonçalves FB, Santos LRC. A vegetação do campus da Universidade Federal de Sergipe: florística e fitossociologia. REVSBAU. 2017;12(4):23-41.
- [76] Rodrigues CAG, Bezerra BC, Ishii IH, Cardoso EL, Soriano BMA, Oliveira H. Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal; 2002.
- [77] Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2ª ed. Nova Odessa: Editora Plantarum; 1998.
- [78] Siqueira ER, Ribeiro EF. Restauração florestal na região da Mata Atlântica de Sergipe. In: Siqueira ER, Ribeiro FE, editores. Mata Atlântica de Sergipe. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2001. p. 97-126.

A close-up photograph of a green leaf, showing a dense network of veins. The veins are a lighter shade of green than the leaf's surface, creating a complex, web-like pattern. The lighting is soft, highlighting the texture of the leaf. The text 'PART 3' is overlaid on the right side of the image.

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 25

POLÍTICAS PÚBLICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS PARA A ARBORIZAÇÃO URBANA NO MARANHÃO

Por Regis Catarino da Hora, Eduardo Bezerra de Almeida Jr., Barbara Irene Wasinski Prado, Brenda Hellen Izidio de Paiva e Monielle Alencar Machado

25.1. Destaques deste capítulo

1. A ausência de políticas públicas consistentes e normas atualizadas tem limitado o desenvolvimento da arborização urbana no Maranhão;
2. São Luís, Imperatriz e Chapadinha apresentam iniciativas importantes, mas ainda carecem de gestão integrada e critérios técnicos claros;
3. A urbanização desordenada, especialmente em grandes conjuntos habitacionais, tem eliminado a vegetação nativa e intensificado ilhas de calor;
4. A diversidade ecológica do estado exige planejamento com espécies nativas e adequação às características dos biomas Amazônia e Cerrado;
5. A participação da sociedade civil e a revisão urgente da legislação urbanística são essenciais para ampliar e proteger a cobertura arbórea urbana.

25.2. Introdução

A arborização urbana é uma ferramenta estratégica para melhorar a qualidade ambiental e a sustentabilidade das cidades, indo além da estética para atender às demandas ecológicas, sociais e climáticas. No Maranhão, essa questão adquire especial relevância devido à coexistência dos biomas Amazônia e Cerrado, que moldam a paisagem e impõem desafios únicos ao planejamento urbano. A ausência de políticas públicas robustas e a carência de instrumentos normativos atualizados agravam os impactos da urbanização desordenada, como o aumento das temperaturas urbanas e a perda da biodiversidade.

Este capítulo explora a relação entre políticas públicas e práticas de arborização urbana no Maranhão, analisando como municípios como São Luís, Imperatriz e Chapadinha enfrentam os desafios de integrar vegetação às suas paisagens urbanas. Além de apresentar as deficiências normativas, a discussão busca identificar práticas exemplares e propor soluções que promovam uma gestão ambiental integrada e eficiente.

A estrutura do capítulo aborda, inicialmente, os aspectos históricos e legais que influenciam a arborização no estado, seguidos pela análise de exemplos específicos de políticas e práticas em municípios-chave. Por fim, são apresentadas recomendações para fortalecer a integração entre urbanização e preservação ambiental, destacando a arborização urbana como uma estratégia central para o desenvolvimento sustentável no Maranhão.

Ao abordar um tema de tamanha relevância, este capítulo busca contribuir para o debate sobre políticas públicas voltadas à arborização urbana, com a abordagem para diferentes cidades do estado. São citados alguns exemplos de cidades que apresentam publicações de políticas públicas voltadas ao tema, como é o caso de São Luís, Imperatriz e Chapadinha. Enfatiza-se a importância não apenas do instrumento técnico, mas desse elemento transformador capaz de reconciliar os desafios do desenvolvimento urbano com a preservação da rica biodiversidade e dos ecossistemas do Maranhão.

25.3. Contexto político do verde urbano e práticas sustentáveis no Maranhão

Em cidades como São Luís, por exemplo, grandes conjuntos habitacionais foram implantados (e ainda o são) sem considerar a vegetação como elemento estrutural do espaço. Isso resultou em áreas amplamente impermeabilizadas e na eliminação de cobertura arbórea nativa, o que agrava a degradação ambiental e forma ilhas de calor com aumento das temperaturas e mudanças climáticas.

A seção sobre Imperatriz destaca os esforços de arborização urbana no município, incluindo instrumentos legais, como o Plano Diretor e leis municipais, além de tímidas iniciativas públicas e parcerias para ampliar “áreas verdes”. Da mesma forma, municípios como Chapadinha apresentam normativas que reconhecem a importância das “áreas verdes”, mas carecem de instrumentos claros para garantir sua efetiva implementação. Essa realidade destaca a necessidade de políticas públicas integradas que priorizem a arborização não apenas como um fator ambiental, mas como uma estratégia para o desenvolvimento urbano sustentável. A inserção de árvores nos espaços urbanos exige planejamento detalhado que leve em conta as especificidades locais, como o tipo de solo, as condições climáticas e a vegetação nativa.

No Maranhão, essas questões são ainda mais complexas devido à sobreposição de características dos biomas Amazônia e Cerrado. Essa combinação exige que as iniciativas de arborização considerem tanto a preservação de espécies nativas quanto a introdução de espécies adaptadas que não comprometam os ecossistemas locais. No entanto, a falta de políticas públicas consistentes e a carência de instrumentos normativos atualizados, como Planos Diretores e leis municipais complementares e as específicas, têm limitado significativamente o potencial transformador da arborização urbana no estado.

É importante destacar que, em um estado como o Maranhão, onde as características ecológicas e culturais se entrelaçam, a arborização urbana deve ser vista como uma oportunidade para integrar desenvolvimento urbano sustentável mais preparado para o futuro.

25.4. Arborização urbana

Incorporar a vegetação aos espaços urbanos vai além da questão visual; é um componente vital para promover conforto ambiental e funcionalidade nos ambientes públicos e privados. A escolha de espécies adequadas ao contexto local e o planejamento de áreas vegetadas têm implicações diretas na melhoria do microclima, na redução de impactos urbanos e na criação de uma paisagem mais equilibrada. Este texto aborda os fundamentos técnicos, históricos e normativos que sustentam a prática da arborização, explorando como ela molda nossas cidades e influencia a qualidade de vida dos seus habitantes.

A arborização urbana pode ser compreendida como um processo de formação e conservação dos tetos vegetais dos espaços livres públicos e privados das cidades, sendo composto por um conjunto arbóreo planejado ou espontâneo. É considerado como planejado quando é formado a partir de projetos paisagísticos. Conjunto arbóreo espontâneo é o formado pela prática popular, tratando-se, portanto, de uma Arborização Vernacular, que é uma plantação aleatória feita pelo povo. Embora, não sejam sinônimas, estas palavras dão a noção desse tipo de plantação, que muitas vezes impacta o ambiente urbano.

Há ainda o conjunto arbóreo espontâneo que é dado pela natureza e ocorre nos espaços livres com vegetação nativa formando as matas ciliares, manguezais, e, nesse caso, pode ser considerada como Arborização Randômica, ou seja, cresce aleatoriamente na natureza.

Há um senso comum de que as árvores são sempre positivas se plantadas em qualquer lugar, porém nas cidades é mais importante considerar a “árvore boa em bom lugar” do que a “árvore qualquer em qualquer lugar”. Do ponto de vista paisagístico, a “árvore boa em bom lugar” quer dizer que a arquitetura da árvore e a arquitetura da cidade estão em sintonia. Alguns quesitos importantes começam na escolha da árvore para plantio. As árvores precisam possuir raízes que não conflitarão com pisos, com a infraestrutura dos prédios, das fundações e construções; ou ainda copas que sombreiem onde será necessário e que quando bem escolhidas deixarão passar o ar e/ou dissiparão a poluição; além de escolher aquelas árvores que não “brigarão” com as fiações dos postes nas ruas. Deve-se pensar também no local em que serão plantadas as árvores (se em áreas ajardinadas, gramadas ou mesmo no solo nu). Se elas devem possuir folhas que caem muito ou pouco. Se as folhas permanecerão logo abaixo da copa ou se serão espalhadas pelo vento, indo parar em bueiros e galerias, ou ainda podendo ser levadas pela enxurrada no período de chuvas. As consequências do plantio também devem ser previstas durante a escolha das espécies.

Outras características da arborização urbana, como compatibilidade do plantio em calçadas, devem ser observadas. É importante verificar se as árvores farão uma sombra generosa, sem que suas folhas sujem as ruas ou que suas flores ou seus frutos não atinjam pessoas, danifiquem automóveis, ao caírem no chão, se acumulando e sujando a cidade. As mangueiras (*Mangifera indica*), muito usadas em algumas ruas, são famosas pelos estragos que causam, pelo cheiro forte e a sujeira sobre calçadas devido principalmente aos frutos maduros quando caem. A beleza de uma árvore é sem dúvida inquestionável, suas flores e seus frutos quando adequados e selecionados não somente embelezam, mas alimentam e interagem com pássaros, lagartos, abelhas, borboletas entre outros insetos e demais animais da fauna que se utilizam das espécies vegetais.

Outros cuidados se relacionam às podas mutiladoras que as árvores sofrem desnecessariamente, assim como as árvores inseridas em locais inadequados ou com estado avançado de desgaste, que são derrubadas por vendavais. A seleção de espécies deve ser cuidadosa, levando em

conta as características climáticas. Durante os temporais, muitos galhos de árvores caem sobre as ruas ou sobre a fiação elétrica, causando pane no fornecimento de energia em muitas casas e bairros de várias cidades. As companhias de energia elétrica priorizam a distribuição de energia e com isso realizam podas drásticas e mutiladoras nas árvores. Em cidades como São Luís do Maranhão, por exemplo, durante todo o ano, o vento atinge alta velocidade e intensidade, o que promove a inclinação das árvores (troncos e copas) para o lado predominante do vento afetando as fiações próximas. As árvores ficam tortas e deformadas com o vento soprando do norte para o sul e do leste para o oeste ao longo do ano, chegando a 50 km/h (27 nós) [1].

Arborização urbana que se aplica aos diversos tipos de espaços livres, para cada cidade, deve ser científica e fazer parte de um projeto paisagístico detalhado. Deve ainda considerar que o repovoamento privilegie as espécies nativas, ou mesmo a aplicação de exóticas não invasoras, buscando ainda a arquitetura e porte da árvore, como ponto importante.

A Arquitetura da Árvore é o conjunto formado pelo tipo de raiz, de tronco, de copa, da altura da planta adulta, da altura do fuste, do raio da copa, do tipo de folhagem, de frutificação e de floração. Além de outros aspectos botânicos e fitossanitários, a Arquitetura das Árvores compõe a Arquitetura da Paisagem. Note-se que o termo “área verde”, comumente usado no senso comum para designar locais com vegetação, não foi empregado. Do ponto de vista arquitetônico, “área verde” refere-se a uma superfície bidimensional coberta por vegetação, ou seja, o solo. É o chão que desenhamos no projeto e pintamos de verde para indicar uma área vegetada. Geometricamente, corresponde ao comprimento multiplicado por largura, mas isso não qualifica a arquitetura, nem indica que tipo de espaço livre compõe.

Os espaços livres que aqui são empregados são tridimensionais, compostos de pisos, vedos e tetos. Na esfera privada, formam os quintais, jardins, pomares e tantos outros tipos, onde é mais comum a intervenção popular. Na esfera pública, formam praças, parques, jardins, arborização e canteiros ao longo das vias, entre outros tipos.

O conceito de espaço livre, originalmente, foi produzido pela teórica do paisagismo brasileiro, Miranda Magnoli [2]. Espaço Livre corresponde ao que em inglês seria o *Open Space* (espaço aberto), uma contraposição ao *Closet Space* (espaço fechado). Significa que a arquitetura confinada e interior do edifício é a representação do espaço fechado. E a praça, a rua ou o quintal, por exemplo, são arquiteturas de espaço livre, aberto para o ar, o sol, o céu e a natureza. Um outro autor, Gordon Cullen, nos auxilia a compreender bem o que é paisagem urbana e a articulação dessas arquiteturas na cidade:

“Se me fosse pedido para definir o conceito de paisagem urbana, diria que um edifício é arquitetura, mas dois já seriam paisagem urbana, porque a relação entre os dois edifícios próximos é suficiente para libertar a arte da paisagem urbana. Um edifício é arquitetura; dois edifícios caracterizam uma paisagem urbana.” [3].

A paisagem urbana é formada por múltiplas arquiteturas, englobando tanto as edificações quanto os espaços livres, sejam eles construídos ou naturais. E essa composição se constitui em

arte urbana. A arborização é parte integrante dessa arte, ocupando os espaços livres e formando “tetos” naturais, seja com espécies isoladas, seja em grupos que delimitam ambientes. Na esfera pública, a arborização ocorre em praças, parques, jardins, canteiros ao longo das vias, entre outros locais.

A arborização aleatória, que se dá de modo amador, pode ocorrer a partir de mudas apresentadas ou do plantio de galhos arrancados e espalhados aqui e acolá, ou ainda acidentalmente por sementes jogadas que crescem espontaneamente, sem planejamento e sem a preocupação imediata das consequências desse tipo de arborização. Uma consequência comum pode ser o crescimento de raízes radiais que acabam penetrando em fundações e tubulações, causando rachaduras em paredes, deformando calçadas ou entupindo sistemas sanitários, por exemplo. Pode ocorrer não só dentro do próprio terreno onde se plantou mas também nos terrenos vizinhos.

Esse tipo de situação é tão conflitante entre vizinhos que precisou ser apreciada no próprio Código Civil Brasileiro, que estabeleceu a razão.

“Art. 1.283. Das árvores limítrofes: dos direitos de vizinhança e poda de ramo de árvore. As raízes e os ramos de árvore, que ultrapassem a estrema do prédio, poderão ser cortados, até o plano vertical divisório, pelo proprietário do terreno invadido.” [4].

Esse corte das raízes, assim como a poda acaba sendo de modo amador, mas não deveria ser. Para a arborização urbana, é necessária a aplicação das melhores técnicas, como a Norma Brasileira que define como se realizam as podas, neste caso a ABNT NBR 16246-1 de 07/2022 – *Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas* – Parte 1: Poda.

A poda deve ser técnica e metodológica, até porque envolve riscos à vida humana e ao patrimônio. Legalmente o Código de Processo Penal penaliza a omissão. Com base no art. 132: “Quem sabe que a árvore pode matar uma pessoa e não faz nada, pode ser processado criminalmente”, por “expor a vida ou a saúde de outrem a perigo direto e iminente”. E quem não sabe, também não se exime de culpabilidade [5].

Nesse sentido, o que precisamos é de eficiência, que é o ato de “fazer certo as coisas” e de mais eficácia, que é “fazer as coisas certas”. A inserção consciente de árvores nas áreas urbanas reflete a responsabilidade em integrar natureza e urbanismo de forma eficiente. Medidas bem-estruturadas, que considerem critérios técnicos e respeitem os aspectos locais, possibilitam transformar os centros urbanos em espaços mais humanos e saudáveis. Assim, a arborização deve ser entendida como um instrumento de planejamento estratégico, capaz de aliar benefícios ecológicos, sociais e econômicos em prol de um ambiente mais equilibrado.

A seguir vamos recordar alguns aspectos históricos da arborização urbana para ilustrar os significados dessa prática de plantio e como ela se propagou pelo mundo chegando até nossas cidades. Lembrando-nos inclusive que já tivemos épocas mais verdes e cidades embelezadas. Aliás a prática de plantar e ajardinar na cidade era denominada “obra de embelezamento”.

25.5. Historiografia da Arborização

A arborização urbana é uma prática que transcende sua função estética, desempenhando um papel estratégico na construção das cidades ao longo da história. Desde os romanos, que usavam

árvores para demarcar territórios conquistados, até os grandes projetos urbanos do século XIX, a vegetação integrada ao espaço urbano tem sido utilizada como símbolo de poder, controle social e qualidade de vida. Este texto explora os momentos marcantes da evolução da arborização urbana, destacando como diferentes períodos históricos e contextos culturais influenciaram sua implementação e impacto nos espaços livres das cidades.

A arborização ao longo de vias, desde o século V a.C, representava domínio, como foi o caso dos romanos que plantavam a *Quercus ilex* e o *Pinus pinea*, para demarcar as conquistas romanas. Quem via as aleias (fileiras) dessas árvores ao longe sabia que se adentrava em uma cidade romana.

A grande revolução urbana, por assim dizer, em relação à Arquitetura da Paisagem e especialmente à arborização urbana foi dada em Paris, durante a ascensão de Napoleão III. A ideia de embelezamento, passou a ser difundida como modo de tornar “Paris mais bela”, mas que pretendia controlar os levantes e expulsar os moradores mais pobres do centro da cidade deslocando-os para a periferia. Entregou às mãos de Georges Haussmann e do paisagista Adolphe Alphand a missão de fazer uma nova Paris [6]. Era o modo de controle social pela paz, mesmo que a vida operária daquele período fosse muito ruim [7].

Em 1853, os critérios militares dominantes do poder instituídos pelo “imperador” Napoleão III influenciaram a economia, o mercado imobiliário, os negócios e os novos projetos urbanos, que foram idealizados com os preceitos da ordem, limpeza, regularidade, simetria e visibilidade. Na economia, o acúmulo de capital era o mote. Os negócios imobiliários se estabeleciam sob concepções empresariais que prometiam lucros rápidos e um futuro ilimitado para os bancos. Nos espaços urbanos, as obras públicas começavam a substituir o formato medieval da cidade delimitada por muralhas, abrindo a cidade radial e modificando a Paris do século XIX.

A historiografia da arborização urbana, pode-se dizer, está ligada ao processo de construção de espaços livres das cidades. A importação de uma paisagem pastoril se prestava a amenizar a vida operária nas cidades industriais.

Pelo mundo afora, essa concepção francesa de controle da cidade chegou aos mais distantes rincões. Na Segunda Revolução Industrial, se os operários não podiam voltar ao campo, o campo era trazido até eles para manter o controle social. Parques, praças e jardins públicos, além de arborização de vias passaram a ser difundidas. A arborização também representava reserva estratégica de energia. A existência das árvores e a sua poda permitiam o abastecimento de carvão em tempos de carestia. Toda a lenha era bem-vinda, especialmente nos conflituosos países europeus [7].

Alguns autores consideram que a difusão de soluções que buscavam integrar aspectos do campo à vida urbana, no século XIX, estava amplamente associada às propostas de Ebenezer Howard, apresentadas em 1898. As cidades-jardim idealizadas por Howard [8] não eram totalmente utópicas ou irrealistas, mas deixavam em aberto uma questão importante: que tipo de campo seria incorporado aos espaços livres das cidades? Como observado por Hall [9], não estava claro se essas propostas visavam trazer a natureza em sua forma enigmática e caótica ou uma vegetação cultivada, organizada e facilmente reconhecível.

Entretanto, essa prática servia para amenizar a paisagem industrial inglesa e, ao mesmo tempo, era uma estratégia energética. As árvores plantadas em bosques, parques, praças e ruas

forneciam alimento colhido no outono, lenha obtida das podas no inverno, beleza na primavera e sombra para aliviar o calor no verão. Contudo, as espécies plantadas não seguiam necessariamente critérios de adequação ecológica. Quando replicados em outras partes do mundo, os jardins ingleses (grandes parques gramados com grupos de árvores formando bosques e desenhos sinuosos) e os jardins franceses (com eixos axiais grandiosos, *parterres* e bordaduras elaboradas de forma simétrica e regular) eram frequentemente implantados em grandes áreas aterradas, com espécies exóticas ao contexto local.

Essas espécies não se harmonizavam com o bioma e os ecossistemas nos quais eram inseridas. Essa prática de plantio aleatório, introduzida como uma extensão do meio rural ao urbano, persiste até os dias atuais, mas tem diminuído à medida que as cidades se tornam mais urbanizadas, seguindo o modelo das cidades-jardim. Atualmente, entende-se que os espaços livres podem amenizar o ambiente construído das cidades e torná-los locais agradáveis, do ponto de vista estético, ambiental e ecológico.

A evolução da arborização urbana reflete os desafios e as transformações enfrentados pelas cidades ao longo do tempo. De práticas associadas ao controle social e à exploração estratégica das árvores, avançamos para uma compreensão mais integrada de seu papel na sustentabilidade ecológica e na melhoria da qualidade de vida urbana. Atualmente, os espaços arborizados são valorizados não apenas por sua função estética, mas também por sua contribuição para a mitigação dos impactos climáticos, a reconexão com a natureza e a promoção de cidades mais habitáveis e saudáveis.

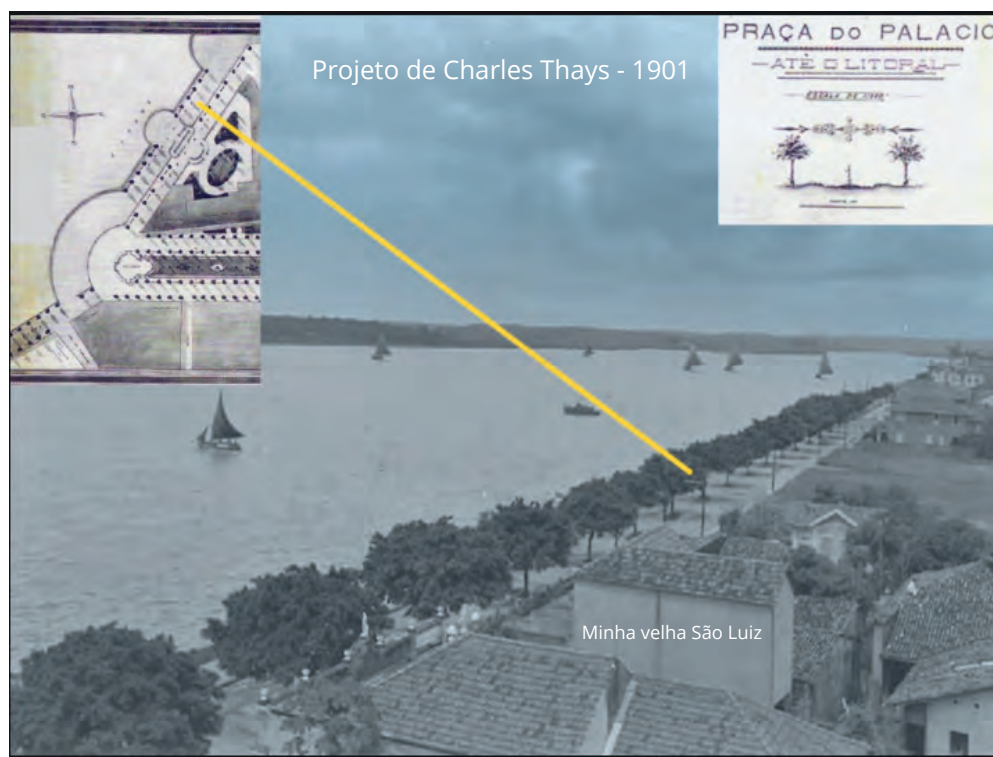
25.6. Aspectos históricos e urbanísticos da arborização em São Luís

A arborização urbana deve ser considerada como elemento central no planejamento e na organização de cidades, promovendo benefícios estéticos, ecológicos e climáticos. Em São Luís, as demandas de urbanização são desafios desde os primeiros plantios organizados no século XVII até os enfrentados no contexto atual. Este texto busca examinar a evolução da arborização na capital maranhense, abordando suas transformações históricas, as limitações das normas vigentes e as oportunidades para alinhar o desenvolvimento urbano às exigências ambientais contemporâneas.

A cidade de São Luís, localizada na Ilha de Upaon-Açu, possui, desde 1614, uma história rica e detalhada em aspectos astronômicos, geográficos, faunísticos e florísticos. É possível realizar uma arqueologia da paisagem com base em relatos, escritos entre 1625 e 1631 [10-12]. Além disso, pode-se explorar uma “arqueologia” das plantas e dos animais, abrangendo também a arborização nativa como *Inga*, *Comaru-myry*, *Urucu* e *Amonyiu*, denominações do século XVII. A pesquisa sobre as espécies vegetais e animais, bem como os primeiros plantios organizados e ornamentais na cidade de São Luís, revela que a cidade já foi sofisticadamente urbanizada.

Já o primeiro projeto paisagístico documentado para a arborização urbana foi elaborado pelo arquiteto Charles Thays, em 1901 (Figura 1), abrangendo a Avenida Beira-Mar, Avenida Maranhense, atual Praça Pedro II e as praças João Lisboa e Gonçalves Dias [13]. No entanto, o desenvolvimento da arborização organizada em São Luís teve seus primeiros registros com a criação do espaço livre público, a Praça Benedito Leite. Ela foi criada antes de 1858, possivelmente influenciada pelo renomado paisagista Auguste François Marie Glazou [14] e é um exemplo marcante da Arquitetura Paisagística de São Luís.

Figura 25.1 – Avenida Beira-Mar em 1930 e projeto de Charles Thays de 1901.



Fonte: Autores.

Com o avanço do rodoviarismo nos anos 1940, a arborização e a vegetação nativa começaram a perder protagonismo, sendo gradualmente substituídas por infraestruturas voltadas aos automóveis. Esse processo resultou na descaracterização de muitos espaços urbanos, que antes eram marcados pela presença de árvores e vegetação planejada, e extensos desmatamentos drásticos de áreas naturais arborizadas.

Nos anos 1950, essa tendência se consolidou com reformas urbanas que priorizavam a modernização das cidades. Essas intervenções focavam em adequar as áreas urbanas ao crescimento populacional e à demanda crescente por infraestrutura. Entre as décadas de 1960 e 1980, o crescimento modernista trouxe um intenso desenvolvimento urbano, expandindo as cidades em várias direções. Em São Luís, esse período foi marcado pela periferização, com grandes conjuntos habitacionais para abrigar populações crescentes e migrantes. Conjuntos, como o IAPI, adotavam o modelo modernista, com casas recuadas, sem muros e grandes gramados frontais. As laterais recuadas e cercas-vivas dividiam os lotes, enquanto os quintais tinham árvores frutíferas e as ruas eram arborizadas com espécies uniformes, valorizando o ideal de moradia da classe trabalhadora.

Em São Luís, foi de um IAPI a origem do Bairro Filipinho. Poucos conjuntos como esses foram construídos, e a maioria dos novos conjuntos, que tinham casa centrada no lote, eram entregues sem qualquer infraestrutura, arborização e vegetação. Foi, por exemplo, o caso da Cidade Operária em São Luís, que foi considerado como o maior empreendimento habitacional da América Latina, previsto para 15 mil casas sendo entregues apenas 7.500 unidades construídas.

A Lei Lehmann, como foi chamada a Lei nº 6.766 de 1979 [15], admite o parcelamento de terra considerando duas formas de parcelas – a gleba e o lote. Entretanto não previa nenhuma infraestrutura obrigatória para os loteamentos. Apenas após 1999, se passou a exigir uma infraestrutura básica dos parcelamentos, constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação, como consta na Lei nº 9.785 que alterou a Lei nº 6.766.

Vale lembrar que os 35% de áreas públicas obrigatórias para os parcelamentos, na Lei nº 6.766 de 1979, eram destinados a ruas, praças, áreas verdes entre outros espaços de uso comum do povo. Porém, os locais a eles designados, em geral, possuíam topografia acidentada ou parcelas resultantes da gleba que possuíam poligonais mais complexas para lotear. Nesse mesmo período de expansão de grandes conjuntos residenciais distantes e espalhados pelo território, grandes obras de infraestrutura viária, como avenidas de trânsito rápido, pontes e viadutos, se multiplicaram, reforçando o modelo de urbanização centrado no automóvel.

Esse processo, embora atendesse a demandas emergentes de mobilidade e habitação, agravou a fragmentação urbana e a degradação ambiental. A vegetação urbana, essencial para a qualidade ambiental e climática das cidades, foi cada vez mais relegada, resultando em impactos, como aumento da impermeabilização do solo, formação de ilhas de calor urbanas, alterações climáticas e diminuição da biodiversidade. A partir dos anos 2000, esse contexto foi destacando a necessidade de se reavaliar as práticas de planejamento urbano para equilibrar infraestrutura e sustentabilidade ecológica. Passados 25 anos, ainda há muito a se fazer.

A trajetória da arborização urbana em São Luís evidencia a necessidade urgente de políticas públicas mais consistentes e integradas. A revisão de normas anacrônicas, a inclusão de critérios específicos para proteção e ampliação da cobertura vegetal e a valorização das espécies nativas são passos fundamentais para reverter os impactos negativos de décadas de negligência. O equilíbrio entre infraestrutura urbana e conservação ambiental é essencial para que São Luís e outras cidades do Maranhão se tornem referências em planejamento e desenvolvimento urbano sustentável.

25.7. Arborização urbana e conjuntos habitacionais em São Luís: desafios e perspectivas

A expansão urbana em São Luís, impulsionada pela construção de conjuntos habitacionais, tem revelado desafios significativos para a arborização e a ecologia urbana. Embora a urbanização seja um marco de progresso, sua implementação desordenada, caracterizada pela eliminação da cobertura vegetal e pela ausência de planejamento paisagístico, tem gerado impactos climáticos e sociais preocupantes. Compreender como essas mudanças afetam a qualidade de vida nas áreas urbanas é essencial para repensar estratégias de arborização e planejamento.

Os conjuntos habitacionais são exemplos de eliminação da cobertura arbórea (Figura 2), já que nem todos os quintais estão arborizados. As casas são entregues sem muros divisórios, calçadas, arborização e outros acabamentos importantes. Os novos e antigos conjuntos são implantados com precariedade. Ao receberem as casas, os moradores preferem a impermeabilização do solo do terreno para “facilitar a limpeza”. Os cimentados acabam comportando apenas pequenas jardineiras e vasos.

Figura 25.2 – a) Conjunto Habitacional entregue em 2021, em São Luís-MA; b) Conjunto MCMV sem nenhuma vegetação inserido em mata nativa desmatada; e c) Conjunto MCMV assentado em área de 85 hectares desmatados em mata nativa na região sul de São Luís, distante quase 15 km de comércio, escolas, saúde hospitalar e outros, e isolamento com um raio de 8 quilômetros sem nenhum outro adensamento.



Fonte: Autores.

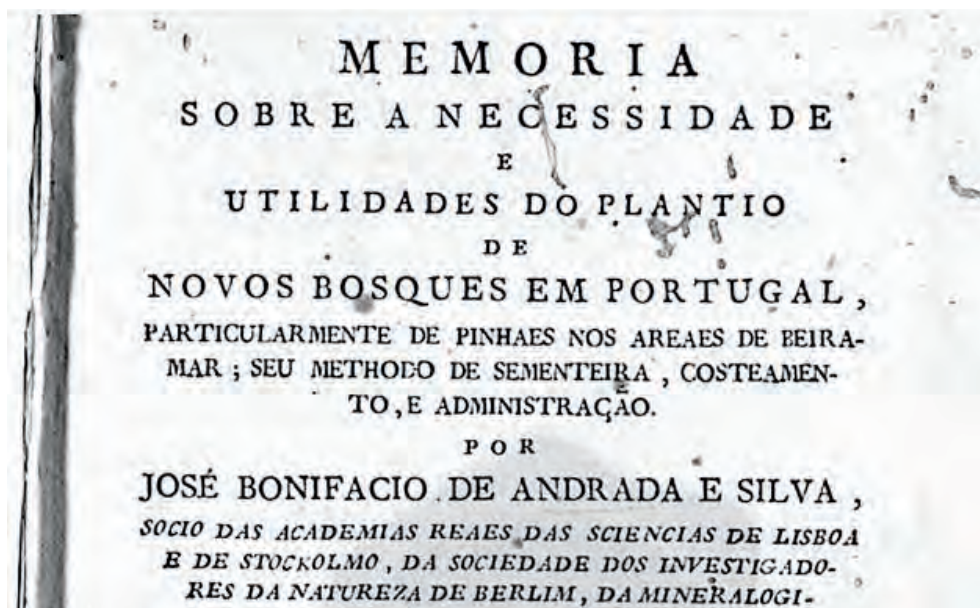
Os novos projetos Minha Casa Minha Vida têm alguma infraestrutura exigida pela linha de financiamento federal, mas os conjuntos construídos estão localizados cada vez mais distantes das infraestruturas e equipamentos urbanos da cidade, isolando seus habitantes dos serviços, comércio e empregos, e ainda associando-os a condições ambientais desfavoráveis. Esse mar de construções que substitui na totalidade a vegetação nativa não pode ficar impune, pois um dos efeitos dessa urbanização massiva é a produção de efeitos climáticos, como a elevação das temperaturas em grandes áreas, formando as chamadas Ilhas de Calor (IC).

A Ilha de Calor (IC) é o aquecimento de uma massa de ar que acaba ficando estacionada sobre um local muito urbanizado e impermeabilizado. Forma-se a partir da incidência da radiação solar sobre a superfície cimentada. O aquecimento que ocorre durante o dia irradia para a massa de ar aumentando a temperatura local. É sabido que todo ar quente sobe, e essa massa de ar quente chega à atmosfera. Ao alcançar uma camada de ar frio, ele resfria e desce, entretanto não sobre a superfície urbanizada. Ele descerá sobre uma área vegetada mais próxima num movimento circular de deslocamento [16,17].

Em algumas cidades, a diferença entre a temperatura da superfície do centro da cidade e das vizinhanças pode chegar a 8 °C, como constatou Naccarato [18], que sugeriu a formação de grandes parques municipais no interior das IC para reduzir a temperatura local nas áreas urbanizadas.

Um estudo na Ilha de Porto Rico constatou que o revestimento das superfícies resultava médias de temperaturas variadas [19]. Nas áreas mais construídas era de 33,33 °C (92 °F), nos campos agrícolas abandonados 31,11 °C (88 °F), nos campos vegetados 30 °C (86 °F) e nas florestas 28,88 °C (84 °F) [19]. A devastação de árvores e matas em margens, nascentes e cabeceiras de rios, bem como seus impactos no clima e no aumento do calor, não é uma questão recente (Figura 3).

Figura 25.3 – Título do material descrito por José Bonifácio de Andrada e Silva para relatar o uso de plantas na arborização urbana.



Fonte: Autores.

Trata-se de um problema conhecido há muito tempo, já mencionado pelo brasileiro José Bonifácio de Andrada e Silva, em 1805. Apesar de conhecido o problema, pouco se fez para amenizar a questão, até hoje no Brasil. O caso de São Luís é emblemático. A falta de arborização nas áreas periféricas da cidade não é uma exclusividade ludovicense (nascido em São Luís). Os projetos de loteamentos e construção de conjuntos habitacionais frequentemente ignoram a arborização, contrariando as diretrizes legais que regem a paisagem urbana. Esse cenário é idealizado e promovido como sinônimo de progresso, mas, na prática, serve para legitimar e proteger os interesses dos empreendedores imobiliários.

Na construção de conjuntos habitacionais, tanto o poder público autoriza como o poder privado pratica legalmente porque é autorizado. Empresas são autorizadas a devastar grandes áreas de vegetação nativa, muitas vezes protegida pela lei federal, mas que encontram uma oportunidade que as habilitam. São construções realizadas dentro de áreas chamadas de “Interesse Social-IS”, cujos projetos urbanísticos são desprovidos de projetos de paisagem e de arquitetura paisagística. Percebe-se nesses cenários locais sem árvores ou com o mínimo delas, como era explícito o Art. 180. da Lei de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano da cidade de São Luís, no Maranhão, Lei nº 3.253 de 1992 (LZUOS), que vige até hoje (33 anos) [20].

Ao se analisar o quadro das Obrigatoriedades da Lei nº 3.253 de 1992 [21], Art. 180, nota-se que a obrigatoriedade de serviços e infraestruturas urbanas necessárias aos loteamentos dos conjuntos habitacionais não são destinadas a todos os tamanhos de conjuntos. Apesar do Art. 225 da Constituição Federal [21] determinar que:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º – Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I – preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; [...]

Nesse Art. 180 da LZUOS, os Conjuntos Habitacionais de até 100 unidades não são obrigados a possuir equipamentos de lazer, recreação, saúde e educação, cultura, transporte e institucionais, além de paisagismo em toda área. À medida que os conjuntos se tornam maiores é que gradualmente vão sendo implementados esses “luxos urbanos”. São serviços e infraestruturas fundamentais, mas que, se o empreendedor imobiliário que só constrói 100 casas não oferece, ele apenas está cumprindo a lei municipal.

Figura 25.4 – Loteamento do Sítio Santa Eulália abandonado, que recebeu terraplenagem total, e a recuperação de capoeira em algumas áreas espontaneamente após quase 40 anos.



Fonte: Autores.

Este quadro descreve uma paisagem que nos faz compreender por que, em São Luís, se caminha em ruas com esgoto a céu aberto, e por que não há árvores nas ruas e quintais. O paisagismo, e dentro dele a arborização, é tratado como um luxo, que só é essencial para os compradores de casas em empreendimentos onde são construídas mais de 2.000 unidades habitacionais. Neste sentido, o questionamento é saber qual empreendedor imobiliário irá construir mais de duas mil casas de uma única vez, ou seja, num único licenciamento, se devido a essa legislação, ele não tem responsabilidades construindo menos unidades?

Assim, em São Luís, não é difícil compreender por que existem exemplos de conjuntos como Cohatrac I, II, III, IV..., Cidade Operária e outros conjuntos diversos. O fracionamento dos licenciamentos possibilita lucratividades maiores em função da transferência da responsabilidade ambiental do empreendedor imobiliário para o cidadão comum – o freguês.

A própria norma legal autoriza o empreendedor imobiliário a não fornecer infraestrutura urbana de esgoto, equipamentos de lazer, recreação, saúde, educação, cultura, transporte ou outros equipamentos institucionais. Também o desobriga da reposição da vegetação, mesmo que parcial, daquela terra que foi arrasada para o processo de construção (Figura 4).

Na mesma lei, esse tema é assim tratado:

Art. 187 - Na execução dos serviços de preparação do terreno para loteamento e arruamentos, devem ser respeitadas as árvores de porte médio e grande porte, não sendo permitida a sua derrubada, salvo quando se encontrarem nas faixas de rolamento das vias projetadas.

Mesmo que, para os serviços de terraplenagem, seja citado o respeito às dimensões de porte arbóreo, essas não são regulamentadas de forma adequada, deixando a critério de cada empreendedor interpretar o que é uma árvore de médio ou grande porte. Se as árvores estiverem na área de circulação, não haverá dúvida quanto à sua retirada, como assegura o Art. 187. A prioridade é dada à servidão da via pública em detrimento da preservação das espécies arbóreas. Essa lei não faz menção a nenhuma reposição de árvores, indicação de arborização urbana para o sistema viário ou mesmo mudança de traçado do desenho viário.

Quanto à densidade arbórea exigida, a única referência aparece no Art. 188, que estabelece uma proporção de árvores por metro quadrado.

“Art. 188 - Os novos parcelamentos devem ser arborizados de forma que haja, no mínimo, uma árvore a cada 500,00 m² (quinhentos metros quadrados) da área de lotes habitacionais.”

As menores frações de parcelamento no município são os lotes de 250 m², ou seja, uma árvore a cada dois lotes. Este dispositivo representa uma plantação mínima para a superfície desmatada de uma flora arbórea que nem sequer é indicada (pode ser qualquer árvore). Para se ter uma ideia mais clara da paisagem projetada nessa lei, calculou-se aqui um coeficiente arbóreo de 20 árvores/hectare, número esse muito próximo ao encontrado em desertos. Para esclarecer, calculou-se a relação entre número de árvores e superfície com base em dados apresentados pela pesquisa da Universidade de Copenhagen, Dinamarca, publicada na revista *Nature* em 14/10/2020. Esse estudo utilizou imagens de satélite e inteligência artificial para contabilizar cerca de 1,8 bilhão

de árvores em uma área de 1,3 milhão de quilômetros quadrados nos desertos do Saara Ocidental e Sahel, na África. A relação entre número de árvores e a superfície desértica resultou em um coeficiente de 14 árvores por hectare.

Essa é uma relação importante que pode indicar que tipo de paisagem se está construindo ou conservando. Para uma reflexão, pode se aplicar o exemplo do projeto do Aterro do Bacanga, um parque em São Luís, que recebeu um plantio previsto de 2.000 mudas de árvores em 55 hectares [22], tendo uma densidade arbórea de 37 árvores/hectare. Essa intervenção criou uma paisagem árida com uma cobertura de 2.000 mudas de acácias e mangueiras. Esse planejamento reproduz uma cultura paisagística incoerente à condição insular de São Luís e de pertencer ao bioma de transição entre a Amazônia Legal [23] e o Cerrado Maranhense. A densidade arbórea não é apenas muito inferior à de outros parques brasileiros, como é totalmente incompatível com as densidades mínimas da vegetação amazônica.

Esclarecendo essa constatação, observa-se que a densidade das florestas naturais brasileiras varia não apenas na quantidade de árvores por hectare, mas também no número de espécies presentes, dependendo do bioma. Em certos casos, essas florestas podem apresentar uma elevada diversidade, com registros que variam entre 300 e até 900 espécies por hectare [24].

Diversos estudos dão a entender que a densidade arbórea em algumas partes da floresta pode alcançar mais de 1.000 árvores/hectare, como na Floresta Tropical Úmida da Amazônia Central, considerada uma das florestas mais densas do mundo, dependendo da área e do nível de preservação [25]. A mesma tendência se observa na Mata Atlântica, precisamente nas Florestas Ombrófilas (úmidas), dependendo da altitude e da proximidade com o litoral [26,27]. No Cerrado, a densidade arbórea é menor, com árvores de porte médio e troncos retorcidos. Já no Cerradão, que é uma formação mais fechada do Cerrado, a densidade arbórea chega a ser um pouco mais expressiva [28].

Na Caatinga, a densidade arbórea em áreas conservadas é baixa quando comparada aos outros biomas citados, mas tende a variar muito devido às condições climáticas semiáridas e pode apresentar menor altura e biomassa em relação às florestas tropicais [29].

Considerando a Ilha de São Luís, certamente os coeficientes seriam muito mais baixos, já que na cidade a terraplenagem é a base da urbanização, tanto para a abertura de vias quanto para construção de edificações. Tal prática, é sabido, altera o clima, por isso a massa vegetada natural encontrada nos remanescentes da flora de Amazônia e de Cerrado brasileiro é importante para arrefecer o clima.

O plantio de florestas e matas artificiais compostas por espécies nativas ou uma combinação de espécies nativas e exóticas não invasoras, como estratégia para mitigar os efeitos da urbanização, é uma técnica de conservação ecológica ainda pouco utilizada, mas altamente recomendada. Essas zonas-tampão, conhecidas como “[...] *buffers são uma prática relevante para fragmentos vegetados e zonas de transição entre áreas de vegetação e corpos d’água* [30].” Essa composição é essencial para promover a recriação ambiental e ecológica [30-33].

Engajar, política e tecnicamente, gestores e empreendedores na prática da arborização urbana é um dos grandes desafios. É importante destacar o valor que cidades vegetadas podem trazer não somente para a melhoria dos indicadores de desenvolvimento, mas também para os indicadores econômicos.

A arborização urbana tem um impacto direto na economia das cidades, influenciando setores, como mercado imobiliário, saúde pública e turismo. Em cidades bem arborizadas, imóveis localizados próximos a áreas verdes podem apresentar uma valorização de 10% a 25%, como observado em bairros de São Paulo, como Alto de Pinheiros e Perdizes. Além disso, a cobertura vegetal ajuda a reduzir os custos de saúde pública, minimizando doenças respiratórias e cardiovasculares associadas à poluição, como acontece em Curitiba.

O turismo e o comércio local também se beneficiam: o Parque Ibirapuera, por exemplo, movimenta negócios na região ao atrair visitantes, enquanto a redução das temperaturas urbanas proporcionada pelas árvores gera economia de energia ao diminuir a dependência de sistemas de ar-condicionado. A desvalorização imobiliária também é evidente: estudos em Campinas (SP) mostram que bairros com pouca cobertura vegetal atraem menos compradores. Esses problemas refletem na dificuldade de atrair investimentos empresariais, já que empresas valorizam cidades com maior qualidade de vida para garantir o bem-estar de seus colaboradores [34].

Em São Luís do Maranhão é essencial empregar um coeficiente de densidade arbórea entre 100 e 150 árvores por hectare para projetos paisagísticos, por exemplo. Esse coeficiente deveria estar claramente estabelecido na legislação municipal como parâmetro obrigatório. Outro ponto crucial é sensibilizar para a necessidade do repovoamento de áreas degradadas e novas arborizações com espécies nativas. O coeficiente de densidade arbórea pode considerar a soma de árvores naturais e plantadas, mas é importante evitar a ampla impermeabilização de espaços, como praças e parques, garantindo densidades arbóreas significativas.

Embora a proteção da arborização existente esteja prevista na Lei nº 3.253 de 1992, o Art. 196 transfere a responsabilidade ao cidadão, o que é insuficiente. A gestão e a proteção do conjunto arbóreo da cidade devem ser vistas como uma responsabilidade compartilhada entre gestores públicos, empreendedores e a comunidade, com medidas claras para assegurar a preservação e expansão da cobertura arbórea urbana.

Art. 196 - Para qualquer árvore ou grupo de árvores, situado em imóvel público ou particular, poderá ser decretada a proibição de seu corte, quando motivada pela sua localização, unidade, beleza, raridade, condição de porte e semente, ou quando em via de extinção no território do Município.

§ 1º - Decretada a preservação, através de ato do Poder Executivo, caberá ao proprietário ou responsável pelo imóvel velar pela incolumidade da(s) árvore(s) ou plantação arbórea similar, bem como pela prática dos atos de conservação destas.

Um desafio é incluir na norma legal a responsabilidade compartilhada pelo poder público e pelos empreendedores imobiliários. Pode-se considerar que no município de São Luís as principais causas da arborização deficiente e/ou aleatória deve-se ao tratamento dado à “arborização espontânea” e à “arborização planejada” na norma legal. A primeira é por se plantar aleatoriamente e sem técnicas e a segunda por não se plantar espécies nativas e não conservar o conjunto

arbóreo natural existente adequadamente. Sem generalizar, pois, há raros exemplos de boa plantação na arborização planejada.

A revogação ou revisão urgente da norma legal vigente, ultrapassada e anacrônica com o ambiente da ilha, é mais que necessária. Até porque, após a aprovação da revisão do Plano Diretor, ele se torna ineficaz e ineficiente para execução das diretrizes do plano sem os instrumentos complementares devidamente atualizados. Especialmente a Lei de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano, o Código de Obras e Edificações e a Política de Arborização e Conservação Ambiental do Município.

No Maranhão, é possível afirmar que não apenas São Luís, cujo Plano Diretor de 2016 ainda não foi atualizado em seus instrumentos complementares, enfrenta esse desafio. Muitas das 216 cidades do estado, com mais de 20.000 habitantes, que foram obrigadas a elaborar seus planos diretores, conforme o Estatuto da Cidade de 2001 [35], também não dispõem dos instrumentos necessários à execução de seus planos.

Outros aspectos importantes a serem considerados na norma legal urbanística são: 1) a condição insular das cidades do Maranhão; 2) a condição de cidades amazônicas, já que boa parte do estado a leste da longitude 44° W está incluída na Amazônia Legal; e 3) a condição de cidades de municípios maranhenses que também possuem áreas com *status* de Sítios Ramsar, por serem áreas úmidas do Brasil a serem protegidas por suas características ecológicas, por sua biodiversidade e pelos processos que as mantêm vitais. Os três Sítios Ramsar do Maranhão estão situados em duas áreas da Amazônia Verde e em uma área na Amazônia Azul, conforme o acordo internacional assinado pelo Brasil na Convenção de Ramsar. Este *status* requer, na proteção das áreas úmidas, uma plantação de vegetação que seja compatível com a biodiversidade destes sítios.

Tanto nas áreas urbanizadas como também nas agropastoris, devem-se considerar, nestas cidades com condições especiais, plantações de *buffers* ecológicos que possam conter a contaminação biológica de áreas de flora natural. A apesar de o tema precisar ser aprofundado botanicamente em razão da diversidade fauno-florística que o estado apresenta, parece ser estratégico que preventivamente haja uma limitação da exposição biológica às espécies exóticas.

Quando tratamos do processo do Projeto Paisagístico de Arborização e de Projetos de Recuperação Ambiental devemos levar em consideração a influência ecológica, os aspectos da natureza do local de plantio aliado à natureza da espécie. Ao se entender a importância dessa harmonia ambiental, torna-se mais compreensível para a população, para empreendedores e gestores alinhar as espécies a serem utilizadas na implementação da arborização para cada região.

Diante desse cenário, é evidente que o equilíbrio entre a urbanização e a preservação ambiental exige ações mais robustas e integradas. A experiência de São Luís ilustra como a falta de planejamento adequado compromete a qualidade ambiental e social das cidades. A análise da interação entre a arborização urbana e os biomas Amazônia e Cerrado Maranhense destaca a importância de estratégias que promovam a sustentabilidade da biodiversidade. Esses desafios abrem caminho para reflexões mais amplas sobre o papel da gestão ambiental no desenvolvimento urbano.

25.8. Regiões ecológicas do Maranhão e a arborização urbana

A análise da arborização urbana e sua relação com os conjuntos habitacionais em São Luís destacou a importância de planejar ações de plantio que considerem tanto o local quanto as espécies a serem introduzidas. Essa abordagem técnica, fundamentada em aspectos biogeográficos, é essencial para garantir as intervenções paisagísticas. Com essa perspectiva, é imprescindível entender a diversidade ecológica do Maranhão e sua relação com os biomas predominantes na região.

A arborização, como um processo de plantio técnico, deve levar em conta dois aspectos principais: onde se vai plantar e o que se vai plantar. Ambos os aspectos são determinações biogeográficas.

O primeiro aspecto é o local físico, que pode ser um espaço urbano ou uma área natural, e deve ser avaliado com base no clima, nas condições do solo e na região ecológica específica. O segundo aspecto é a compatibilidade das espécies, que significa verificar a que bioma, ecossistema ou habitat a planta pertence e que seja ecologicamente análoga ao local onde será introduzida. Isso assegura que as plantas possam se adaptar às condições do ambiente, promovendo equilíbrio ecológico e sustentabilidade.

No caso do estado do Maranhão, essa compatibilidade é crucial devido à diversidade ecológica do estado, que é considerado no cenário nacional como uma das áreas brasileiras com grande diversidade animal e vegetal e áreas ecotonais (que são as áreas de transição entre um bioma e outro e as características desses se misturam, por exemplo: formação de mata amazônica e mata de cerrado) [36-39].

O Maranhão é o segundo maior estado da região Nordeste e o oitavo do Brasil em área territorial com uma área de 328.663 km² aproximadamente. E a formação ecológica do estado reflete as variações entre os climas equatorial e tropical e condições edáficas de uma região de transição, que inclui influências dos biomas Amazônia e Cerrado, além de formações como a Mata de Cocais e a Baixada Maranhense e ainda municípios incluídos no Semiárido Brasileiro em 2022. Dessas variáveis resultaram inúmeros ecossistemas, desde ambientes salinos, como os manguezais, passando por campos inundáveis, cerrados e babaquais, até vegetação florestal de grande porte com características amazônicas [39].

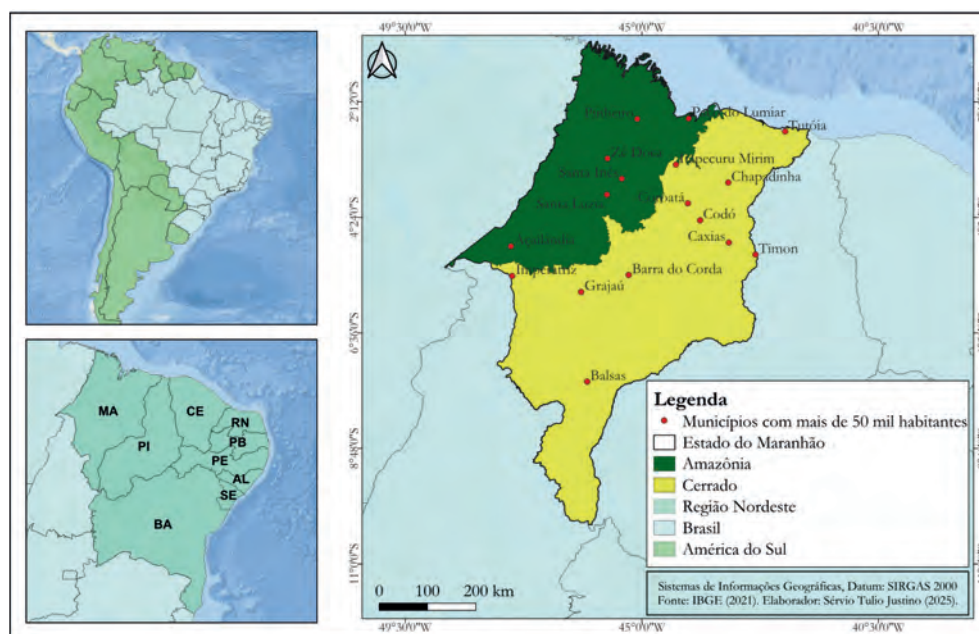
Considerando tais diferenças regionais e suas características ecotonais, o estado foi dividido em sete grandes regiões naturais (vegetação e relevo), assim constituídas: Cerrado, Cocais, Chapadões, Planalto, Pré-Amazônia, Litoral e Baixada Maranhense [40-42]. Apesar da rica diversidade de flora e fauna no Maranhão, a vegetação predominante é influenciada pelos biomas Amazônia e Cerrado (Figura 5).

A arborização urbana desempenha um papel essencial na qualidade de vida das cidades, especialmente em regiões ecologicamente diversificadas como a Amazônia Maranhense. No entanto, muitos municípios enfrentam desafios para implementar políticas públicas consistentes que aliem a preservação ambiental ao planejamento urbano.

A Amazônia Maranhense originalmente tinha 110,4 mil km², entretanto quase 75% da cobertura florestal foi desmatada para fornecer espaço principalmente destinado à agricultura e à pecuária [43].

As florestas, sejam em áreas públicas, seja em privadas, são de interesse do estado. Nesse aspecto, diversos autores destacam a importância da manutenção das florestas por conta da biodiversidade [44]. A mesma autora destaca que os serviços ecossistêmicos de regulação do ciclo da água [45,46] e do clima [47,48] são capazes de justificar sua conservação e necessidades de restauração. Nesse sentido, a Floresta Amazônica torna-se particularmente importante no Maranhão, onde as taxas de precipitação estão diminuindo [49], e diversos modelos climáticos vêm prevendo um aumento da temperatura e uma diminuição importante futura da precipitação [44,50,51].

Figura 25.5 – Amazônia Maranhense: Desenvolvimento e Preservação.



Fonte: Sérgio Justino; IBGE; Zabotto Ambiental.

Contudo, apesar de reconhecida a importância, o Maranhão apresenta-se como o estado da Amazônia Legal com alto grau de desmatamento e fragmentação florestal e que possui o menor grau de ocupação do espaço com áreas protegidas, apresenta ainda um dos menores Índices de Desenvolvimento Humano-IDH = 0,0687 [52].

Nos anos de 1980 foi criado o termo Pré-Amazônia, que para alguns pesquisadores designa algo que está antes da Amazônia. É como se essa não fosse de fato uma Floresta Amazônica pertencente a esse bioma, seja no aspecto biológico, seja no geográfico. Mesmo não tendo havido nenhum fundamento científico para corroborar com o nexo deste termo. Nesse sentido, entende-se aqui, que há uma negação ao reconhecimento da existência de elementos amazônicos no estado; e que isso pode ter justificado os ajustes das leis referentes à conservação de Floresta Amazônica na região da Amazônia maranhense, no intuito de “legalizar” o desmatamento de quase $\frac{3}{4}$ da área do estado.

Ainda hoje, o termo Pré-Amazônia, apesar de equivocado, encontra-se difundido em nossos livros escolares e em diversas publicações oficiais e, como consequência, promovendo um

distanciamento da sociedade maranhense com o bioma Amazônia [53,54]. Apesar de o foco deste texto ser a discussão sobre a arborização urbana, é impossível negligenciar a questão da falta de conhecimento sobre o Bioma Amazônico associado às altas taxas de desmatamento crescentes, como um fator preponderante e influente nas decisões políticas estaduais, tanto de conservação da vegetação nativa quanto de estímulo à arborização urbana e ao paisagismo para a manutenção da saúde climática das cidades.

25.9. Arborização urbana na Amazônia Maranhense: desafios e iniciativas em Imperatriz

A arborização urbana desempenha um papel essencial na qualidade de vida das cidades, especialmente em regiões ecologicamente diversificadas como a Amazônia Maranhense. Contudo, muitos municípios ainda enfrentam dificuldades para implementar políticas públicas consistentes que integrem preservação ambiental e planejamento urbano, como observado em Imperatriz, a segunda maior cidade do Maranhão.

O bioma Amazônia Maranhense está presente em 62 municípios [54], no entanto, poucos deles de fato possuem projetos consistentes relacionados à arborização urbana e às políticas públicas implementadas. Para aperfeiçoar o nosso conhecimento a respeito da compatibilização espécie/ambiente, observaremos o exemplo de projetos executados em um município da Amazônia Maranhense quanto à arborização urbana. Selecionou-se um município de porte, para discutir a questão da arborização e a gestão nessa região ecológica.

Conforme o IBGE [55], o município de Imperatriz, que é a segunda maior cidade do estado do Maranhão, possui uma área de 1.368,988 km² e cerca de 247.505 habitantes. A cidade apresenta-se como destaque em relação à arborização urbana com 69,7% de vias urbanas arborizadas. Os dados tomados em 2019 podem ter sido acrescidos nos últimos anos, mas são suficientes para se observar os efeitos da gestão quanto à arborização.

Imperatriz possui alguns instrumentos urbanísticos e um deles é o Código de Postura de 1997 [56], que traz em seus artigos principais sobre o assunto no Capítulo III – Da conservação das árvores e áreas verdes:

Art. 9º - A prefeitura colabora com o Estado e a União para evitar a devas-
tação das florestas e estimular a plantação de árvores.

Art. 10 - é proibido podar, cortar, derrubar ou sacrificar as árvores da
arborização pública sem consentimento expresso da prefeitura.

No município de Imperatriz, a Lei da Arborização Urbana de 2003 [57], traz no artigo 1º que a arborização urbana e as áreas verdes do perímetro urbano do município é responsabilidade dos munícipes e do poder público municipal proteger a flora. Ainda determina critérios e padrões para proceder a arborização urbana. Importantes destaques, pois não apenas compartilha as responsabilidades, como também já começa a esclarecer como deve ser feita a arborização. E determina no artigo 3º que o órgão responsável pela fiscalização do cumprimento da Lei é a Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMMARH).

Podem-se destacar no Art. 8º os critérios e padrões de arborização:

I - vegetação de porte arbóreo: vegetal lenhoso que apresenta, quando adulto, o diâmetro do caule superior a 0,05 metros (5 cm) e altura de 1,30 m (um metro e trinta centímetros), a partir do ponto de intercessão entre a raiz e o caule, conhecido como colo.

II - muda: exemplar jovem das espécies vegetais descritas no inciso 1 deste artigo;

III - vegetação natural: aquela que se desenvolve sem interferência humana, podendo ser primária ou estar em diferentes estágios de regeneração;

IV - vegetação de porte arbóreo de preservação permanente: aquela que, por sua localização, extensão ou composição florística, constitua elemento de importância ao solo e a outros recursos naturais e paisagísticos, podendo estar em área de domínio público ou privado, de acordo com a Lei Federal nº 4.771/65 e suas regulamentações.

Vale notar que essa lei cita o antigo Código Florestal, pois é anterior à promulgação da lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei nº 12.651/2012 e posteriores complementos, apelidada de Novo Código Florestal.

Outro instrumento urbanístico mais recente em Imperatriz que também traz definições e detalhamentos para a implementação de áreas verdes na cidade e indicações de projeto sobre arborização urbana é a lei que dispõe sobre a Política de Controle e Fiscalização dos passeios públicos, e dá outras providências [58], nela define:

Inciso V - CALÇADAS VERDES: calçadas que contêm faixa livre em piso com um ou dois canteiros ajardinados ou arborizados com a mesma largura prevista para a faixa de serviço ou de acesso, em calçadas de largura mínima de 2,00 m (dois metros);

Art. 17 - Para implantação das calçadas verdes, as calçadas deverão ter largura mínima de 2,00 m (dois metros) e conter uma faixa de canteiro.

Parágrafo único - Na execução de calçada verde com uma faixa de canteiro o ajardinamento ou arborização deve ser implantado na faixa de serviço.

Art. 18 - Para a execução de calçadas verdes com duas faixas de canteiros, a largura mínima da faixa destinada à calçada deverá ser de 2,50 m (dois metros e cinquenta centímetros), tendo, no mínimo, as dimensões de 0,70 m (setenta centímetros) de canteiro a partir de 0,10 m (dez centímetros) do meio-fio, 1,20 m (um metro e vinte centímetros) de faixa livre para passagem de pedestres e 0,50 m (cinquenta centímetros) de canteiro junto às testadas ou divisas de frente dos imóveis.

Art. 20 - Nos canteiros próximos ao meio-fio somente poderão ser plantadas gramas e árvores, vedado o plantio de arbustos ou de outras forrações.

Art. 21 - Nos canteiros junto às testadas dos imóveis será permitido o plantio de arbustos e forrações, desde que não interfiram na faixa livre ou nas estruturas e usos dos imóveis lindeiros.

Parágrafo único - As espécies de arbustos e forrações não poderão ter espinhos, conter princípios tóxicos ou ser resistentes à poda.

Art. 22 - As calçadas verdes deverão ser objeto de conservação frequente de modo a se apresentarem, permanentemente, bem cuidadas.

As definições desses artigos e parágrafos mostram a orientação e o projeto de arquitetura paisagística em que calçadas largas têm a acessibilidade garantida e áreas destinadas à vegetação adequadamente especificadas. É notável a preocupação com crianças, deficientes visuais e animais domésticos, já que define que plantas com espinhos e pontas e plantas tóxicas não podem ser usadas. Concilia a plantação com os usuários.

Além das calçadas verdes, traz outras determinações para praças, parques, lotes, além de educação ambiental nas escolas municipais, Inciso:

XXI - ARBORIZAÇÃO PÚBLICA: caracteriza-se pelo plantio ou replantio de árvores, arbustos e relva, no entorno de praças, parques, nas calçadas de vias públicas e alamedas, para torná-los mais agradáveis;

Art. 25 - As novas mudas deverão ser implantadas na divisa do terreno e guardar uma distância mínima de 6,00 m (seis metros) de postes de iluminação pública, 2,00 m (dois metros) de entrada de garagens, 6,00 m (seis metros) de esquinas, 2,00 m (dois metros) das redes de água e esgoto e rede elétrica, 4,00 m (quatro metros) dos pontos de ônibus e 0,55 m (cinquenta e cinco centímetros) de distância do final do meio-fio, devendo o espaçamento entre as árvores seguir a tabela abaixo:

PORTE ARBÓREO	ESPAÇAMENTO ENTRE ÁRVORES (m)
Pequeno - até 5 m	05 a 08
Médio - de 5 m até 10 m	10 a 15
Grande - acima de 10 m	15 a 17

Plano Diretor de Imperatriz de 2018 [59] define as ações estratégicas para as Áreas Verdes no Art. 63:

IV - de forma articulada com a Lei de Uso e Ocupação do Solo criar interligações entre as áreas verdes – praças, parques, ruas arborizadas, dentre outras iniciativas, de maneira a criar corredores verdes em toda a cidade, com elaboração de mapa de áreas verdes do Município, identificando em cada região as áreas prioritárias do Sistema Sustentável;

- V - priorizar a criação e implantação de espaços verdes nas áreas densamente urbanizadas, principalmente em conjuntos habitacionais e loteamentos, com parcerias com a população do entorno das intervenções;
- VI - criar e implantar programa de arborização nas escolas públicas, envolvendo alunos, professores e pais, além da população do entorno das escolas;

Note-se que no Plano Diretor de 2018 o uso do termo “Áreas Verdes” está relacionado à cartografia do município, que nos instrumentos de anos anteriores aparecia com o termo designando espaços livres no geral. Houve avanço conceitual, compreendendo a diferença da significância de área e de espaço.

As políticas públicas referentes à proteção de espaços verdes e arborização urbana estabelecidas nas normativas para o município de Imperatriz foram investigadas quanto a sua eficácia e eficiência. No *site* da Prefeitura Municipal de Imperatriz, informações publicizadas dão conta de alguns projetos implementados no ano de 2019. Foram reportadas a parceria público-privada com a Secretaria de Meio Ambiente Municipal-SEMMARH em 2019:

1. Através do Departamento de Educação Ambiental e Áreas Protegidas que realizou o plantio de cerca de 20 mudas de árvores das espécies pau-preto e oiti, na extensão da pista de caminhada da avenida Bernardo Sayão;
2. A Maquisul Comercial Ltda. foi responsável pela colocação de cercas de proteção das mudas e doação de 1.000 sementes de mogno para o Viveiro Municipal e Parque Alvorada II;
3. Campanha “Preservar o Meio Ambiente é Preservar a Vida” visou ampliar a cobertura vegetal arbórea, aumentar a biodiversidade e promover a melhoria da qualidade ambiental do município;
4. Atividades coordenadas pelo Departamento de Educação Ambiental e Áreas Protegidas da SEMMARH receberam a distribuição de material informativo sobre os critérios relacionados às espécies arbóreas indicadas e recomendações de manejo da muda e observações do plantio;
5. Doação e plantio de mais de 6 mil mudas de árvores nativas e frutíferas em pontos diversos da cidade;
6. A SEMMARH fez plantio de 1.315 mudas de árvores nativas e frutíferas com destaque para ipês, açaí, oiti, buriti, mogno, pequi, bacuri, jacarandá, mangueira, sobreiro, sabonete e neen.
7. Doação de 4.765 mudas durante ações nos bairros e povoados e no Viveiro Municipal.

Em Imperatriz o que se nota é que apesar do esforço da SEMMARH não houve apoio de outras secretarias, como a Secretaria de Obras e Infraestrutura. Pelas espécies que foram plantadas ou doadas, nota-se que os profissionais da SEMMARH precisam aperfeiçoar seus conhecimentos sobre arborização urbana. Uma vez que muitas exóticas foram indicadas e outras são inapropriadas, especialmente o neen (*Azadirachta indica*) que tem ocupado calçadas de quase todo o país.

Embora Imperatriz tenha alcançado avanços notáveis em suas práticas de arborização urbana, persistem desafios relacionados à gestão integrada e ao aperfeiçoamento técnico. Com uma abordagem mais estratégica e sustentável, a cidade tem o potencial de se tornar um modelo de integração entre urbanismo e ecologia na Amazônia Maranhense, influenciando positivamente outras cidades da região.

25.10. Cerrado Maranhense: biodiversidade

O Cerrado, reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade, desempenha um papel essencial na preservação ambiental e no equilíbrio climático. Com uma cobertura significativa no Maranhão, esse bioma abriga uma diversidade de ecossistemas que demandam atenção especial, especialmente em iniciativas relacionadas à arborização urbana e ao planejamento sustentável. Apresenta uma vasta flora, com plantas arbustivas, arbóreas, herbáceas, cipós e gramíneas, das quais 40% são endêmicas [60,61]. Além disso, é o habitat de aproximadamente 1.150 espécies animais conhecidas [62]. Esse bioma também se destaca pela sua vasta extensão territorial, abrangendo cerca de 22% do território nacional (aproximadamente 2 milhões de km²), o que o torna o segundo maior do Brasil, com presença em 11 estados [63].

A região do Cerrado corresponde a uma área dos estados de Rondônia, Maranhão, Piauí, Ceará, Bahia, Tocantins, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo. E ainda trechos descontinuos nos estados do Amapá, Amazonas, Pará, de Roraima e no Paraná [64].

A vegetação do bioma Cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, campestres e savânicas. Nas florestas do Cerrado predominam espécies arbóreas distribuídas em grupos ou esparsamente pelo território. O termo campo designa áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, em que árvores não são evidentes na paisagem. Já o termo savana refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato de gramíneas, sem formação de dossel contínuo [65]. No Maranhão, o Cerrado representa o maior ecossistema, localizado desde a região Nordeste ao sul do estado, com uma cobertura de até 60%, ocorrendo em aproximadamente 55 municípios [66]. Os tipos de Cerrado no Maranhão são formações de florestas, savanas e campos.

25.11. Arborização urbana no Cerrado Maranhense: as diretrizes legais em Chapadinha

No contexto da preservação ambiental e planejamento urbano no Cerrado Maranhense, os documentos normativos dos municípios desempenham um papel essencial ao orientar ações políticas relacionadas à arborização urbana e à gestão de espaços livres públicos. Este trecho do capítulo aborda exemplos de municípios do Cerrado Maranhense que incluem diretrizes relacionadas à arborização urbana em seus documentos normativos, como os Planos Diretores. No leste maranhense, o município de Chapadinha, com área territorial de 3.247,384 km² é totalmente inserido no bioma Cerrado [67]. O Plano Diretor de Chapadinha de 2006 [68] já apresentava em seu teor uma diretriz importante:

“§ 2º - O Município deverá estimular e contribuir para a recuperação da vegetação em áreas urbanas, com o plantio de árvores, preferencialmente frutíferas.”

Os documentos normativos do município de Chapadinha reconhecem a importância da natureza para o desenvolvimento econômico pautado no turismo da região. Ainda, previam que o envolvimento na conservação dos ecossistemas urbanos e vegetação deveria envolver a participação da coletividade na preservação ambiental visando a um ambiente harmonioso. Essa norma já era inovadora em diversos aspectos, como a importante qualidade do documento que é a inserção do conceito de sistema, que representa a integração, conectividade e interação dos espaços livres com a vegetação e seus efeitos e benefícios. A seção V do Plano de 2006 trouxe a regulamentação sobre as áreas verdes, conforme descrito abaixo:

Art. 99 – As áreas verdes públicas e privadas do Município de Chapadinha constituem o Sistema Municipal de Áreas Verdes.

Art. 100 – São objetivos e diretrizes do Município em relação ao Sistema de Áreas Verdes o que segue abaixo:

I – Ampliar as áreas verdes, melhorando a relação área verde por habitante no Município;

II – Assegurar usos compatíveis com a preservação e proteção ambiental nas áreas integrantes do Sistema de Áreas Verdes do Município;

III – A implantação, manutenção e ampliação da arborização das ruas, criando faixas verdes que conectem praças, parques ou áreas verdes;

IV – A criação de instrumentos legais destinados a estimular parcerias entre os setores público e privado para implantação e manutenção de áreas verdes e espaços ajardinados ou arborizados;

V – A recuperação de áreas verdes degradadas de importância paisagístico-ambiental;

VI – O disciplinamento de uso, nas praças e nos parques municipais, das atividades culturais e esportivas;

VII – A criação de programas para a efetiva implantação das áreas verdes previstas em conjuntos habitacionais e loteamentos;

VIII – Implantar áreas verdes em cabeceiras de drenagens e estabelecer programas de recuperação;

IX – Implantar programa de arborização nas escolas públicas municipais;

X – Utilizar áreas remanescentes de desapropriações para a implantação de praças e parques.

O Plano Diretor de Chapadinha trouxe medidas aplicáveis sobre o que deve ser feito com relação à arborização urbana. Contudo, entende-se que é necessário haver uma atualização do documento normativo, devendo haver orientações de como tais medidas devem ser implementadas. Com especial destaque para as espécies adequadas ao planejamento urbano, ligando aos serviços ecossistêmicos que a biodiversidade urbana provê, contemplando assim sua real concretização. E a

exemplos das outras cidades apresentadas anteriormente, incluir na norma legal as determinações do projeto de arborização urbana.

De forma geral, o Plano Diretor de Chapadinha cita a manutenção de áreas verdes, em áreas intraurbanas com cobertura vegetal arbórea (nativa e introduzida), arbustiva ou rasteira. Contudo, os documentos não detalham as metodologias de mapeamento e designação das espécies a serem utilizadas em cada caso, sendo essa uma abordagem essencial para a instalação eficiente de áreas e espaços verdes associados a ambientes urbanos.

Note-se que no Plano Diretor e na Lei de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo Urbano [69] dos anos 2006 e 2007 foram utilizados o termo “áreas verdes” tendo o seguinte significado:

Art. 25 - f) Área verde: bosques de mata nativa representativos da flora do Município de Chapadinha, que contribuam para a preservação de águas existentes, do habitat, da fauna, da estabilidade dos solos, da proteção paisagística e manutenção da distribuição equilibrada dos maciços vegetais;

A atualização dos documentos normativos, com a inclusão de metodologias claras e orientações específicas para o manejo da vegetação urbana, é fundamental para concretizar as diretrizes dos planos diretores e ampliar os benefícios ecológicos e sociais dos espaços livres públicos no Cerrado Maranhense. Tal atualização de planos diretores e os detalhamentos das diretrizes específicas, para a vegetação urbana das normas complementares, são passos imprescindíveis para assegurar a funcionalidade dos espaços livres públicos e fortalecer o equilíbrio ecológico e social nas cidades do Cerrado Maranhense.

25.12. Arborização urbana no Semiárido Maranhense: Desafios

Importante destacar que o semiárido é uma região ecológica e climática predominante em grande parte do Nordeste brasileiro e se manifesta em algumas áreas do Maranhão [70]. Entre os municípios incluídos pelo IBGE, em 2022 [71], como semiárido estão: Caxias, Santa Quitéria do Maranhão, Milagres do Maranhão, Santana do Maranhão, Tutoia, Brejo, Água Doce do Maranhão, Araisos, São Bernardo, Timon, Matões, São Francisco do Maranhão, Amarante e Barão de Grajaú. Essas localidades fazem divisa com o Piauí formando uma zona de ecótono, uma área de transição que conecta os biomas Cerrado e Caatinga. Apresenta características únicas, como as altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e longos períodos de estiagem. A vegetação xerófila é adaptada ao clima, à escassez de água, e solo árido, pedregoso e de baixa fertilidade.

Os desafios dos municípios do semiárido são superar as dificuldades da convivência com as condições climáticas e ecológicas, pois apesar da adversidade a região abriga rica biodiversidade e populações que desenvolvem práticas culturais e econômicas adaptadas às suas características. Dada a singularidade dessas regiões, é essencial desenvolver projetos de arborização que considerem as particularidades locais, respeitando os elementos únicos da flora e garantindo um planejamento alinhado às características ecológicas. Mais que fundamental é a adoção de políticas públicas que possam amenizar as temperaturas elevadas, seja por meio de sombreamento dado pela arborização urbana, seja viária para amenizar a radiação das pistas pavimentadas, como das praças, jardins e parques, que arborizados podem ainda reter a umidade do ar.

A integração entre uso urbano e preservação ambiental nessas áreas é fundamental para assegurar a sustentabilidade e mitigar os impactos da urbanização. Refletir sobre o manejo adequado mais sustentável dessas áreas de transição, conhecidas como ecótonos, amplia o entendimento sobre a complexidade ecológica do Maranhão e sua relevância no contexto de planejamento urbano e ambiental.

Um dos principais desafios dessa região é o fenômeno da desertificação. Além disso, a pesquisa sobre a flora dessa área do estado do Maranhão ainda enfrenta limitações, especialmente devido à ausência de registros detalhados a respeito. Contudo, estudos em andamento indicam a presença de características e espécies típicas da Caatinga em alguns municípios na divisa com o estado do Piauí. Essa constatação reforça a necessidade de desenvolver projetos de arborização adaptados às particularidades ambientais dessas áreas, considerando os elementos específicos de sua flora e garantindo um planejamento que atenda às suas características ecológicas.

25.13. O papel da sociedade civil na formulação e na aplicação de práticas e políticas públicas de arborização urbana

Diante do exposto, considera-se o rápido e desordenado crescimento das cidades que geram problemas ambientais que afetam, na maioria das vezes, as populações mais vulneráveis. O modelo de urbanização, sem adequação a um planejamento, caracteriza as sociedades contemporâneas em países em desenvolvimento como o Brasil e traz consequências de dimensões muito complexas. Nesse contexto, as cidades crescem com problemas de infraestrutura urbana, espaços diferenciados, segmentados e de vulnerabilidade para seus habitantes. Podem ser citados como principais problemas socioambientais, relacionados ao crescimento urbano desordenado, a ausência de saneamento básico, descarte inadequado de resíduos sólidos, casas localizadas em lugares impróprios para a saúde e o bem-estar de seus moradores, ausência de áreas de lazer, dentre outros fatores que aumentam a violência urbana e a insegurança nessas localidades. Todos esses problemas fazem parte de um complexo cenário de múltiplas causas e consequências que acometem as populações humanas, principalmente as que possuem menor renda.

Essas questões se relacionam com a qualidade ambiental e com o Direito Constitucional previsto no Artigo 225 já mencionado anteriormente: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado [...]” [72]. O direito a um ambiente equilibrado refere-se também aos espaços urbanos, bem estruturados e planejados, com disposição de áreas e espaços livres arborizados que garantam a funcionalidade e a resiliência dos ecossistemas nas cidades, gerando benefícios diretos e indiretos para o bem-estar humano.

O Artigo 225 determina que a responsabilidade para a instauração do meio ambiente de qualidade é do poder público, que deve criar e implementar políticas públicas ambientais, e da coletividade, significando indivíduos sem ligação direta ao poder público, pertencentes à sociedade civil. A sociedade civil é formada por diversos elementos, como as instituições cívicas, sociais e organizações que são as bases para o funcionamento dessas sociedades. A presença de uma sociedade civil forte e participativa nos processos decisórios comuns é essencial para garantir a democracia, a paz, a segurança e o desenvolvimento de uma nação.

As políticas públicas correspondem a programas, ações e atividades desenvolvidas pela governança municipal, estadual ou federal para garantir direitos às sociedades. Apesar de serem

efetivadas pelo poder público, as políticas públicas são geradas a partir das demandas da sociedade civil, que podem chegar até os órgãos governamentais de diferentes maneiras. A sociedade civil pode e deve contribuir diretamente para criar, implementar, monitorar e fiscalizar o cumprimento de políticas públicas, como ainda deve pressionar para que sejam elaboradas novas políticas.

A participação da população pode ocorrer por meio de conselhos municipais, estaduais e nacionais, espaços criados para deliberar ações, ou mesmo por meio de organizações não-governamentais, institutos e campanhas que tenham o interesse de solucionar problemáticas identificadas em determinadas localidades.

Os canais de comunicação direta e de fiscalização criados para manter, ao menos em teoria, o diálogo com as governanças são as conferências, ouvidorias, mesas de diálogo, audiências públicas, orçamentos participativos, ou seja, espaços que se configuram como pertencentes à democracia participativa. Vale lembrar que a Lei de Acesso à Informação (LAI) e dos Portais de Transparências garantem à sociedade o acesso às informações das políticas públicas em vigor. É um direito assegurado e de fundamental importância que haja espaço para contribuição popular na criação e na afirmação de políticas públicas, uma vez que estas são geradas para atender a demandas comuns da sociedade.

Para que o resultado de uma política pública seja satisfatório, é preciso que haja uma boa interação entre o governo e os diversos atores envolvidos. O sucesso da implementação de uma política pública decorre, sobretudo, da clareza dos objetivos, do estilo de implementação a ser adotado e da capacidade de mediar conflitos de interesses [73]. Assim, é necessário que os atores compreendam a política e saibam o que esperam dela, pois o sucesso depende da dinâmica e estrutura dos espaços envolvidos, das ideias, interpretações e dos valores dos atores envolvidos.

25.14. Considerações finais

O planejamento urbano é cada vez mais necessário e o instrumento normativo pelo qual ele pode ser colocado em prática é o Plano Diretor de Arborização Urbana, que deve ser detalhado, contendo diretrizes, metas, ações e normas para o alcance de objetivos a curto, médio e longo prazo. Esse Plano Diretor deve considerar o estabelecimento de árvores bem distribuídas nas ruas e levar em conta os benefícios sociais, ecológicos e econômicos das plantas para as sociedades, visando à melhoria da qualidade de vida [74].

Para uma boa perspectiva futura nas políticas públicas relacionadas à arborização urbana no Maranhão é necessário haver a atuação de parcerias entre os setores público, privado e a população, representada diretamente pelas organizações da sociedade civil. Porém mais que isso, é imprescindível que haja a construção adequada do plano de ação a ser incorporado, por meio de consultas a profissionais especialistas que detêm o conhecimento científico, técnico e social a respeito das áreas de implementação das políticas públicas de arborização nas cidades.

25.15. Referências

- [1] Brasil. Aeroporto Marechal Cunha Machado: localizado em São Luís, Maranhão. Brasília: Infraero – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária; 2024 dez 21.
- [2] Magnoli M. Espaços livres e urbanização: uma introdução a aspectos da paisagem metropolitana [livre-docência]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1983.
- [3] Cullen G. Paisagem urbana. Lisboa: Edições 70; 1971. p. 135.
- [4] Brasil. Código Civil Brasileiro: Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Diário Oficial da União. 2002 jan 11.
- [5] Brasil. Código de Processo Penal: Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. Diário Oficial da União. 1941 out 13.
- [6] Haussmann E. Mémoires. Tome II. Paris: Ed. Victor-Havard; 1891. p. 199.
- [7] Berjman S. Carlos Thays: um jardineiro francês em Buenos Aires. Livro-catálogo da exposição homônima (nov. 2009). Buenos Aires: Embaixada da França na Argentina; 2009.
- [8] Howard E. Cidades-jardins de amanhã. São Paulo: Hucitec; 1996.
- [9] Hall P. Cities of tomorrow: an intellectual history of urban planning and design in the twentieth century. 3rd ed. Oxford (UK)/Malden (MA): Blackwell Publishers; 2002.
- [10] D'Abbeville C. História da missão dos padres capuchinhos na Ilha do Maranhão e terras circunvizinhas. São Paulo: Ed. Nacional; 1945. (Coleção Brasileira; v. 116).
- [11] Évreux Y. Viagem ao norte do Brasil feita nos anos de 1613 a 1614. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Edusp; 1975.
- [12] Lisboa FC. História dos animais e árvores do Maranhão. 2ª ed. São Luís: Ed. UFMA; 1997.
- [13] Prado BIW, Castro AAS. Charles Thays na formação urbana de São Luís. Paisagem e Ambiente. 2007;(24):69-80.
- [14] Prado BIW. Praças de São Luís: Praça Benedito Leite. Pesquisa e Extensão: Espaços Livres Públicos de São Luís. São Luís: Laboratório da Paisagem e do Ambiente Construído (LAPA), Universidade Estadual do Maranhão; 2020.
- [15] Brasil. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Diário Oficial da União. 1979 dez 20; Seção 1.
- [16] Spirn AW. O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade. São Paulo: Senac; 2001.
- [17] Brown GZ, DeKay M. Sun, wind, and light: architectural design strategies. 2nd ed. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons; 2006.
- [18] Naccarato KP. Análise das características dos relâmpagos na região Sudeste do Brasil [tese de doutorado]. São José dos Campos: INPE; 2006.
- [19] Murphy DJR, Hall FG, Cohen WB, Goetz SJ. The relation between land-cover and the urban heat island in northeastern Puerto Rico. In: 7th Urban Environment Symposium; 2007; San Diego. Proceedings. Boston: American Meteorological Society; 2007. [acesso 20 jan. 2025]. Disponível em: <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/126931.pdf>
- [20] São Luís (Município). Legislação urbanística básica de São Luís. São Luís: Imprensa Universitária; 1997.
- [21] Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Art. 225. [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm
- [22] Neto HF. Projeto de urbanização do Aterro do Bacanga. Relatório do Projeto. Vol. 2-A. São Luís: Estado do Maranhão, PRODETUR-MA; 1998.

- [23] IBGE. Amazônia Legal. 2014 [acesso 9 fev. 2021]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html>
- [24] Rankin-de-Merona JM, Ackerly DD. Estudos populacionais de árvores em florestas fragmentadas e as implicações para conservação *in situ* das mesmas na floresta tropical da Amazônia Central. IPEF. 1987;(35):47-59.
- [25] Nascimento HEM, Laurance WF. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. Acta Amazonica. 2006;36(2):183-92.
- [26] Mantovani M, Dias HCT, Oliveira-Filho AT, Carvalho DA. Caracterização e dinâmica de duas fases sucessionais em floresta secundária da Mata Atlântica. Rev Árvore. 2009; 33(1):101-15.
- [27] Gomes APC, Meira Neto JAA, Souza AL. Alteração estrutural de uma área florestal explorada convencionalmente na bacia do Paraíba do Sul, MG (Mata Atlântica). Rev Árvore. 2004;28(3):407-17.
- [28] Embrapa. Bioma Cerrado: as fitofisionomias do Bioma Cerrado. 2020 [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/bioma-cerrado>
- [29] National Geographic Brasil. Caatinga [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/natgeo-ilustra/caatinga>
- [30] Forman R, Olson J. Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning. 1996. Documento mimeografado.
- [31] Conway W. A tecnologia pode ajudar na preservação das espécies? In: Wilson EO, organizador. Biodiversidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; 1997. p. 333-41.
- [32] Charão C, Girardi G. Florestas que salvam florestas. Galileu. 2007 fev;(187) [acesso 20 jan. 2025]. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT328774-1719,00.html>
- [33] Cintra R, et al. Dinâmica biológica de fragmentos florestais: Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF). 2009 [acesso 15 mar. 2025]. Disponível em: <http://pdbff.inpa.gov.br/#>
- [34] SECOVI-SP. Relatório sobre a influência das áreas verdes na valorização de imóveis. São Paulo: SECOVI-SP.
- [35] Brasil. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. Diário Oficial da União. 2001 jul 11; Seção 1.
- [36] Ab'Saber AN. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Geomorfologia. 1977;(52):1-21.
- [37] Muniz FH. A vegetação da região de transição entre a Amazônia e o Nordeste: diversidade e estrutura. In: Moura EG, organizador. Agroambientes de transição entre o Trópico Úmido e o Semiárido do Brasil: atributos, alterações e uso na produção familiar. 2ª ed. São Luís: PPGA/UEMA; 2006. p. 53-69.
- [38] Dias PA, Santos CLC, Rodrigues FS, Rosa LC, Lobato KS, Rebelo JMM. Espécies de moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no estado do Maranhão. Rev Bras Entomol. 2009;53(1):128-33.
- [39] Machado MA, Pinheiro CUB. Da água doce à água salgada: mudanças na vegetação de igapó no baixo curso do rio Pindaré, Baixada Maranhense. Rev Bras Geogr Fis. 2016;9:1410-27.
- [40] Muniz FH. A vegetação da região de transição entre a Amazônia e o Nordeste: diversidade e estrutura. In: Moura EG, organizador. Agroambientes de transição entre o Trópico Úmido e o Semiárido do Brasil. 2ª ed. São Luís: PPGA/UEMA; 2006. p. 53-69.

- [41] SUDEMA. Novo zoneamento do estado do Maranhão. São Luís: Superintendência do Desenvolvimento do Maranhão; 1970.
- [42] IMESC. Regiões de desenvolvimento do estado do Maranhão: proposta avançada. São Luís: Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos; 2018.
- [43] INPE. Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites: PRODES, DETER, DEGRAD e Queimadas. São José dos Campos: INPE; 2016 [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: <http://www.inpe.gov.br>
- [44] Celentano D, Rousseau GX, Muniz FH, et al. Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. *Land Use Policy*. 2017;68:692-8.
- [45] Aragão LEOC, Anderson LO, Fonseca MG, et al. 21st-century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. *Nat Commun*. 2018;9:536.
- [46] Makarieva AM, et al. Why does air passage over forest yield more rain? Examining the coupling between rainfall, pressure, and atmospheric moisture content. *J Hydrometeorol*. 2014;15:411-26.
- [47] Houghton RA, et al. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature*. 2000;302:301-4.
- [48] Malhi Y, et al. Climate change, deforestation and the fate of the Amazon. *Science*. 2008;319:169-72.
- [49] INMET. Portal INMET. [acesso 21 jan. 2022]. Disponível em: <http://portal.inmet.gov.br> e <http://alert-as.inmet.gov.br>
- [50] IPCC; Pachauri RK, Meyer LA, editores. Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Geneva: IPCC; 2014.
- [51] Almeida LQ, Welle T, Birkmann J. Disaster risk indicators in Brazil: a proposal based on the World Risk Index. *Int J Disaster Risk Reduct*. 2016;17:251-72.
- [52] Martins MB, Oliveira TG. Amazônia Maranhense: diversidade e conservação. Belém: MPEG; 2011.
- [53] Rocco R. Legislação brasileira do meio ambiente. 2ª ed. Rio de Janeiro: DP&A; 2005.
- [54] Martins MB, Oliveira TG. Amazônia Maranhense: diversidade e conservação. Belém: MPEG; 2011.
- [55] IBGE. Cidades IBGE: Imperatriz (MA). 2019. [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/imperatriz/panorama>
- [56] Imperatriz (Município). Código de Posturas: Lei nº 850/1997. Imperatriz; 1997. [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: https://novo.imperatriz.ma.gov.br/media/site/download/legislacao/02_lei_00850_97_codposturaalteracoes.pdf
- [57] Imperatriz (Município). Lei Ordinária nº 1.068/2003: disciplina a arborização urbana e dá outras providências. Imperatriz; 2003. [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: http://www.camaraimperatriz.ma.gov.br/images/leis/Lei_n%C2%BA_1068-03.pdf
- [58] Imperatriz (Município). Lei Ordinária nº 1.642/2016: Política de Controle e Fiscalização dos Passeios Públicos. Imperatriz; 2016. [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: <http://www.camaraimperatriz.ma.gov.br/images/leis/43a8c3ea754f497cb028adf71c6d3fbd.pdf>

- [59] Imperatriz (Município). Lei Complementar nº 001/2018: Plano Diretor de Imperatriz. Imperatriz; 2018. [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: <https://novo.imperatriz.ma.gov.br/media/site/download/legislacao/Plano20diretor20-compactado.pdf>
- [60] IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.
- [61] Brasil. Mapeamento do uso e cobertura da terra do Cerrado. 2015. [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/Metodologia_TCCerrado_2013.pdf
- [62] Barreto L. Cerrado Norte do Brasil. 1ª ed. Pelotas: USEB; 2007.
- [63] MMA; IBAMA. Instrução Normativa nº 6, de 7 de abril de 2009. Diário Oficial da União. 2009 abr 8.
- [64] Embrapa. Bioma Cerrado: as fitofisionomias do Bioma Cerrado. 2020. [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/bioma-cerrado>
- [65] Ribeiro JF, Walter BMT. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF, organizadores. Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa; 2008. v. 1, p. 152-212.
- [66] IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.
- [67] Correia Filho FL, Gomes ÉR, Nunes OO, Lopes Filho JB. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Chapadinha. Teresina: CPRM – Serviço Geológico do Brasil; 2011.
- [68] Chapadinha (Município). Plano Diretor do Município de Chapadinha. Chapadinha: Prefeitura Municipal; 2006.
- [69] Chapadinha (Município). Lei nº 1.068, de 28 de dezembro de 2007: zoneamento do uso e da ocupação do solo urbano. Chapadinha: Prefeitura Municipal; 2007.
- [70] Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional do Semiárido: o semiárido brasileiro. [Internet]. [acesso 25 set. 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/o-instituto> [71] IBGE. Mapa do Semiárido Brasileiro. [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: https://geoservicos.ibge.gov.br/geoserver/CGMAT/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=CGMAT%3Aqg_2022_080_semiarido&bbox=-73.9904499689999%2C-33.7511779939999%2C-28.84763991%2C5.27184107700002&width=768&height=663&srs=EPSG%3A4674&styles=&format=application/openlayers
- [72] Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Art. 225. [acesso 8 jan. 2025]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm
- [73] Lima LL, D’Ascenzi L. Implementação de políticas públicas: perspectivas analíticas. Rev Sociol Polit. 2013;21(48):101-10.
- [74] Miller RW. Urban forestry: planning and managing urban greenspaces. 2nd ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall; 1997.

Capítulo 26

GESTÃO DO VERDE URBANO: O CASO DE SALVADOR ENTRE 2013-2020

Por André Moreira Fraga

26.1. Destaques deste capítulo

1. Uma nova gestão em 2013 iniciou o resgate do passivo ambiental da cidade, estruturando políticas públicas e fortalecendo a gestão do verde urbano;
2. Foram criados instrumentos essenciais, como a Política Municipal de Meio Ambiente e o Plano Diretor de Arborização Urbana, trazendo regras e direcionamento técnico;
3. O Programa Salvador Capital da Mata Atlântica articulou mais de 30 iniciativas para conservar, recuperar e ampliar áreas verdes, incluindo implantação e requalificação de parques;
4. A Operação Plantio Chuva otimizou recursos públicos ao priorizar plantios no período chuvoso, ampliando o sucesso da arborização urbana;
5. A cidade ganhou destaque nacional e internacional, recebendo premiações e integrando redes globais de sustentabilidade.

26.2. Introdução

Salvador, capital do estado da Bahia, está posicionada entre o Oceano Atlântico e a Baía de Todos os Santos – a maior baía do Brasil e a segunda maior do mundo. A cidade possui um território de 692,589 km² e uma população estimada em 2.417.678 habitantes em 2022 [1], distribuída em 163 bairros e três ilhas. Ocupa a 4^a posição nacional e a 1^a posição na região Nordeste em população.

A cidade passou nas últimas três décadas por um acelerado processo de urbanização que teve como resultado uma significativa redução da cobertura vegetal de seu território. Apesar desse cenário, a cidade possuía em 2009 um índice geral de cobertura vegetal de 32,21 m² por habitante, isto é, um montante equivalente a 28,40% do território [2]. Esse índice, ao primeiro olhar, positivo, reserva disparidades de acesso e distribuição e, segundo os autores, foi evidenciado que os percentuais de cobertura vegetal variaram em 73,64% por bairro e o valor de cobertura por habitante variava de 0 a 12.542,36 m² por habitante. Dos 163 bairros analisados, 108 (66,26%)

possuem um índice de área verde inferior a 15 m²/hab e apenas 53 (32,52%) bairros estão acima deste valor índice. Em 30 bairros, este valor não alcança 1 m² por habitante e em quatro bairros sequer possuem áreas verdes.

Salvador está completamente inserida nos domínios da Mata Atlântica e seus ecossistemas associados, restingas e manguezais, bioma altamente prioritário para a conservação da biodiversidade mundial. Mesmo com a exuberância característica da Mata Atlântica, a cidade passou, como grande parte das cidades latino-americanas, pela ocupação de seus principais remanescentes, com ausência de critérios e/ou fiscalização.

Esse cenário começa a mudar, a partir de 2013, quando uma nova gestão assumiu a prefeitura da cidade e encarou de imediato o desafio de resgatar o passivo acumulado por anos sem gestão do verde urbano e de estruturar políticas públicas que acelerassem a conservação e recuperação do verde urbano soteropolitano. Este capítulo fará uma revisão histórico-cronológica nos desafios e oportunidades da capital baiana no quesito verde urbano.

26.3. Experiências entre os anos de 2009 e 2016: desafios iniciais e aprendizado

Salvador viveu momentos muito difíceis entre 2009 e 2013. A gestão municipal tinha altos índices de rejeição, fruto de uma administração que não conseguia desenvolver e consolidar políticas públicas. A Prefeitura de Salvador possuía, em 2012, 173 registros de irregularidades no Serviço Auxiliar de Informações para Transferências Voluntárias (CAUC), uma espécie de serviço de proteção ao crédito de órgãos e entidades federais. Essas irregularidades envolviam desde débitos em aberto, falta de pagamento de parcelas de financiamentos, falta de comprovação de prestação de contas de repasses federais, até falta de demonstrativos de recolhimentos previdenciários. A nova administração só conseguiu regularizar a situação em agosto de 2012, depois de renegociar e contingenciar gastos para conseguir viabilizar o orçamento básico.

Nesse contexto, foi criada a Secretaria Cidade Sustentável (SECIS), assumindo parte das atribuições de uma extinta Superintendência do Meio Ambiente (SMA). À SECIS coube a função de planejamento ambiental e a gestão do verde urbano, o que inclui a arborização urbana, paisagismo e administração dos parques municipais. Todas as pautas relativas a licenciamento e fiscalização ambiental passaram a ser atribuições de outro órgão municipal.

É comum em órgãos ambientais que acumulam a função de planejamento com as de comando e controle, que estas últimas assumam o protagonismo e consumam a energia e atenção da equipe, relegando a primeira ao lugar de secundariedade. Ao menos foi o que aconteceu em Salvador nos anos em que a Secretaria de Meio Ambiente acumulou tais funções. Era nítida a ausência de instrumentos de planejamento que pudessem subsidiar a gestão ambiental, inclusive o comando e controle.

Nesse sentido, foi fundamental estruturar três diplomas legais setoriais básicos: a Política Municipal de Meio Ambiente, o Plano Diretor de Arborização Urbana e o Decreto de Delimitação de Bacias Hidrográficas e de Drenagem.

Em paralelo, ações aconteciam em diversas frentes, como a implementação de Programa de Coleta Seletiva, a criação de Programa de Incentivo às Construções Sustentáveis (IPTU Verde), a requalificação do Parque da Cidade, o desenvolvimento de projetos para a reforma de outros parques, a recuperação paisagística e o plantio de árvores na cidade, dentre outras.

Em um momento histórico para a cidade, a Prefeitura de Salvador, representada pelas Secretarias de Cidade Sustentável e de Urbanismo e Transporte, sentou-se para discutir com o Ministério Público da Bahia, o Governo do Estado, por meio do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, o Governo Federal, representado pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente, a Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário da Bahia e a Sociedade Civil, representada pela Rede Brasileira de Mata Atlântica, para celebrar um acordo que orientava o licenciamento ambiental do município, baseando-se no Diagnóstico do Bioma Mata Atlântica, desenvolvido pelas 3ª e 5ª Promotorias de Meio Ambiente do MP-BA, fruto da Lei da Mata Atlântica.

Foi também durante esses primeiros anos que se empreendeu a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) e da Lei de Ordenamento, Uso e Ocupação do Solo (LOUOS), dois dos mais importantes instrumentos da política urbana que foram grandes oportunidades para inclusão da pauta ambiental, da arborização e dos parques urbanos. Dentre os elementos estruturadores do território está o Sistema de Áreas de Valor Ambiental e Cultural (SAVAM). O atual PDDU trouxe 39 Unidades de Conservação, integrantes do SAVAM, com poligonais, suas áreas e limites.

A arborização urbana foi uma das ações com maior visibilidade e estava entre as atividades operacionais da SECIS, mas não havia, até então, regras claras de plantio e manejo arbóreo em Salvador. Inexistiam, ainda, regras para a compensação, quantitativas e qualitativas, de árvores em caso de necessidade de uma supressão ou erradicação. Tais regras estavam relegadas à discricionariedade do técnico de plantão. Mudanças plantadas com 30 cm e ausência de tratamentos culturais eram comuns. O corpo técnico estava descontente e a estrutura sucateada.

Para enfrentar essa situação, a solução mais adequada foi a terceirização da execução dos serviços de paisagismo e arborização urbana, por meio de procedimento licitatório, tramitado no âmbito da SECIS, já trazendo padrões mais condizentes com as necessidades de uma capital como Salvador.

Com a organização das contas e a aceleração das intervenções na cidade, um novo desafio aparece: como manter as árvores vivas e as áreas bem-cuidadas? Mais uma vez, a solução foi um contrato terceirizado, para a execução de serviços de manutenção das áreas e árvores na cidade.

Dentre todas as entregas realizadas pela SECIS, aquela com mais visibilidade e apelo popular do primeiro governo foi a reinauguração do Parque Joventino Silva, popularmente conhecido como Parque da Cidade. Com 72 ha, o parque tem localização estratégica e é um dos mais antigos de Salvador, tendo sido criado por Decreto em 1973 após doação ao município pelo proprietário, Joventino Pereira da Silva. Após atrasos em função de um período de chuvas prolongado, bem como problemas com as empresas contratadas para execução dos serviços, a reinauguração do Parque da Cidade foi o maior acontecimento da gestão municipal, com presença de uma multidão, fortalecendo a perspectiva de novos projetos ambientais para o próximo período.

26.4. Destaques soteropolitanos entre os anos de 2017 e 2020: consolidação e ampliação das políticas públicas

Em 2016, o prefeito Antônio Carlos Magalhães Neto foi reeleito e empreendeu reformas administrativas em seu novo governo, além da geração de novos programas e projetos. Entre eles, surgiu no âmbito da SECIS, a Secretaria de Cidade Sustentável e Inovação, que mais tarde passou a se chamar Secretaria de Sustentabilidade, Inovação e Resiliência. Destaque especial deve ser dado ao Programa Salvador Capital da Mata Atlântica, que reuniu projetos do primeiro mandato, ampliou metas e incluiu novos programas, tendo a Mata Atlântica como eixo central e transversal entre todos.

No início do segundo mandato, assim como no primeiro, a gestão municipal desenvolveu um Planejamento Estratégico com metas e indicadores para os quatro anos do governo, integrando o Programa Salvador Capital da Mata Atlântica, como parte do eixo de Sustentabilidade e Resiliência, e também o eixo Cidade Sustentável do Programa 360, um programa desenvolvido pela administração soteropolitana para a geração de negócios, emprego e renda na cidade.

26.5. O Programa Salvador Capital da Mata Atlântica

Lançado em 2017, o Programa de Acesso às Áreas Verdes, Popularização, Conservação e Ampliação do Bioma Mata Atlântica em Salvador, também conhecido como Programa Salvador Capital da Mata Atlântica, teve como objetivo articular diversas iniciativas já em curso, além de promover novas ações, de forma integrada e de propiciar o desenvolvimento da cidade, tendo como elemento estruturante a sustentabilidade da Mata Atlântica. Entre as metas do programa estava a de implantar fisicamente os parques do Sistema de Áreas de Valor Ambiental e Cultural – SAVAM, integrante do PDDU [3]. Na ocasião, foram mais de 30 projetos e programas que se integraram ao desenvolvimento da estratégia de resiliência e aos planos setoriais, dentre eles, a Estratégia de Resiliência; a Política Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Mudanças Climáticas e o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica.

O Programa Salvador Capital da Mata Atlântica se desenvolveu a partir de quatro eixos estruturantes, conforme será apresentado a seguir.

26.5.1. Planos e Políticas Públicas

Tendo o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica como elemento estruturante desse eixo, o objetivo foi conectar planos setoriais e gerais a partir da perspectiva de conservação e recuperação do bioma. PDDU, LOUOS, Política Municipal de Meio Ambiente, Plano Diretor de Arborização Urbana, Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro, Plano Municipal de Mobilidade, Plano Municipal de Cultura e Plano Municipal de Saneamento foram alguns dos planos que precisaram estar conectados ao Plano da Mata Atlântica para que as ações desenvolvessem capilaridade [3].

Previsto na Lei da Mata Atlântica, Salvador iniciou o desenvolvimento do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMCRMA) a partir do Diagnóstico de Vegetação do Bioma Mata Atlântica de Salvador, produzido pela 5ª Promotoria de Justiça do Meio

Ambiente (5ª PJMA), com o apoio da 3ª PJMA. O PMCRMA é um instrumento que reúne e normatiza os elementos necessários à proteção, conservação, recuperação e ao uso sustentável da Mata Atlântica, cabendo a cada município adequá-lo às suas necessidades e características.

Um ponto importante que esse plano trouxe foi a capacidade de gestão ambiental do município apresentando um diagnóstico dos problemas enfrentados e apresentando sugestões de solução. O PMCRMA buscou ainda a integração com os planos já existentes, como o PDDU, as Bacias Hidrográficas, a Política de Meio Ambiente, o Plano Municipal de Redução de Riscos, o Zoneamento Ecológico-Econômico, o Plano Plurianual do Município, a Lei de Diretrizes Orçamentárias Municipal, a Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano, a Lei de Parcelamento do Solo Urbano, os Planos Setoriais de Saneamento Ambiental, de Moradia, de Transporte e de Mobilidade.

Outras ações do eixo de Políticas Públicas foram o desenvolvimento e lançamento, em 2018, de um Roteiro para Criação de Unidade de Conservação do Município de Salvador, que criou o passo a passo para a adequada instrução do processo para a institucionalização das UCs no município, já que, entre as 21 áreas protegidas delimitadas no PDDU-2016, dez foram balizadas como Unidades de Conservação, entre municipais e estaduais, e 11 como Parques Urbanos –, cujas áreas, somadas aos 21 Parques de Bairro delimitados, totalizam cerca de 17,3 milhões de metros quadrados de novos espaços reservados para o lazer ativo e contemplativo e para a pesquisa científica no município. O PDDU indicou ainda a criação de dez Unidades de Conservação: Parque Ecológico do Vale Encantado; Aratu; Dunas de Armação; Parque de Pirajá; Parque Mariinho da Barra; Estação Ecológica Ilha dos Frades (Fazenda Tobá); Manguezal do Rio Passa Vaca; Vale do Cascão; APA do Vale da Avenida Assis Valente e Municipal das Dunas.

Outros dois documentos importantes foram o Manual Técnico de Arborização Urbana com Espécies Nativas da Mata Atlântica de Salvador e o Manual Técnico de Poda de Árvores. Ambos trazem regras fundamentais para o manejo da arborização urbana, com uma linguagem técnica, porém bastante simplificada e didática, o que permite a qualquer pessoa compreender as orientações, que têm força legal.

Os documentos são uma regulamentação da Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo (LOUOS), do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e do Plano Diretor de Arborização Urbana, que trazem a obrigatoriedade de arborização em novos projetos e calçadas da cidade e preenchem uma lacuna histórica.

26.5.2. Implantação de novos parques criados pelo PDDU e requalificação de parques já implantados

Esse eixo girou em torno das áreas protegidas, sejam as já existentes, sejam as criadas pela reestruturação do Sistema de Áreas de Valor Ambiental e Cultural (SAVAM), integrante do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano atual, Lei n.º 9.069/2016. Como metas do eixo, estavam a reforma e implantação de sete parques até o ano de 2020, com projetos desenvolvidos a partir da participação popular, orientados por critérios ambientais, técnicos e sociais. O desenvolvimento de planos de manejo para as UCs e a implantação dos Conselhos Gestores dos Parques são ações que também fazem parte do eixo.

Os parques desse eixo possuíam características diversas, desde Unidades de Conservação, como Parque Natural Municipal Marinho da Barra e a APA Pedra de Xangô, até Parques Urbanos, como o Parque da Cidade e Parque dos Ventos, passando pelo Jardim Botânico de Salvador.

26.5.3. Engajamento e cultura cidadã

Sem o envolvimento e engajamento dos cidadãos, um elemento importante para o sucesso, o programa perde força. Para isso, ações, campanhas e atividades promoveram o conhecimento sobre a importância e os benefícios da Mata Atlântica e seus temas associados. Ações de plantio, eventos, audiências públicas, projetos de doação de mudas, campanhas publicitárias se conectaram a ações dos outros eixos já em curso.

Para incentivar a participação dos cidadãos na arborização de Salvador, foi lançado no ano de 2017 o Disque Mata Atlântica, canal pelo qual qualquer pessoa pode solicitar mudas de árvores nativas ou plantios para áreas da cidade. Outro programa de sucesso é a Caravana da Mata Atlântica, projeto que leva ações de formação básica e prática para praças e áreas verdes da cidade, por meio do plantio de árvores. Utilizando um veículo Kombi, estilizado e com teto verde com grama real, o projeto também distribui edições que abordam a importância da Mata Atlântica, da *Turmi-nha Sustentável*, gibi desenvolvido pela SECIS para desenvolver nas crianças a cidadania ecológica.

26.5.4. Arborização urbana

Ação visível e de grande relevância, a arborização urbana em Salvador cresceu em escala, aparato e conhecimento técnico desde 2013. Ações que envolvem o plantio com escolas, comunidades e cidadãos são o foco desse eixo. A partir da popularização do conhecimento técnico, aperfeiçoar permanentemente ações de arborização urbana permitiu maior sucesso e mais engajamento.

Nos dois Planejamentos Estratégicos, houve metas de plantio de árvores e um novo método foi desenvolvido para potencializar o sucesso dos plantios e otimizar o uso de recursos públicos. Por intermédio da Operação Plantio Chuva, a SECIS passou a empreender os plantios de árvores durante o período chuvoso da cidade. Tais ações de plantio diário em ruas, avenidas, praças e largos, entre abril e julho (época chuvosa na cidade), ajudavam a reduzir em cerca de 70% a despesa com a contratação de carros-pipa, responsáveis pela rega das plantas jovens. Uma das ações mais desafiadoras foi o projeto Suburbana Verde, que consistiu no plantio de 1.400 árvores no canteiro central da Avenida Afrânio Peixoto, conhecida popularmente como Avenida Suburbana. Desafios de espaço, relação com redes subterrâneas e vandalismo foram enfrentados com diálogo, educação e mobilização social. Uma equipe percorreu os 14 km da via engajando moradores e comerciantes e informando sobre os benefícios da arborização, inclusive permitindo a escolha das espécies a serem plantadas.

26.6. Premiações e reconhecimentos “verdes” de Salvador

O Programa Salvador Capital da Mata Atlântica e seus projetos receberam diversos reconhecimentos e premiações ao longo dos últimos anos:

- O Programa Salvador Capital da Mata Atlântica figurou entre 100 soluções urbanas inovadoras para combater as mudanças climáticas nas cidades na publicação *Cities100 2019* (fornecido pela instituição C40);
- Em 2018, o Programa Salvador Capital da Mata Atlântica ficou entre os 15 finalistas, concorrendo com mais de 150 projetos do mundo inteiro, no Prêmio Internacional de Inovação Urbana de Guangzhou;
- O Programa Salvador Capital da Mata Atlântica foi destaque municipal no renomado Prêmio Hugo Werneck de Sustentabilidade & Amor à Natureza;
- A partir do volume de iniciativas que desenvolve, Salvador foi escolhida para integrar a rede C40 *Cities Climate Leadership Group*;
- Em dezembro de 2015, o IPTU Verde figurou entre 100 soluções inovadoras, de 56 cidades, para combater as mudanças climáticas nas cidades, na publicação *Cities 100*, lançada em Paris, durante a COP 21;
- O Projeto de Recuperação Florestal do antigo lixão de Canabrava, que tem como objetivo plantar 20 mil árvores, reaproveitando o esgoto da cidade como fertilizante e possibilitando o sequestro de até 2,8 milhões de toneladas de CO₂ em 20 anos, foi escolhido, em 2016, para a segunda edição da *Cities 100*;
- Em 2014, o Parque Municipal das Dunas recebeu o título de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica da UNESCO. Considerado o maior Parque Urbano de Dunas, Lagoas e Restingas do país, com uma área de 6 milhões de metros quadrados, recebe anualmente cerca de 60 mil visitantes entre estudantes e pesquisadores nas trilhas educacionais.

26.7. APRENDIZADOS IMPORTANTES

26.7.1. A importância de planejar e projetar

Considerando esse cenário de escassez de recursos, uma ação que promove grandes ganhos é dedicar tempo e energia ao planejamento. Buscar compatibilizar visão de longo prazo e entregas no curto espaço de uma gestão de quatro anos faz toda diferença para que programas ganhem relevância, visibilidade e entrem numa rota virtuosa, com aporte de recursos e apresentação de resultados. A gestão municipal no Brasil possui um instrumento importantíssimo, mas muitas vezes subestimado, que é o Plano Plurianual (PPA). O PPA estrutura o planejamento público por quatro anos, definindo metas e recursos para os projetos prioritários.

Em Salvador, também se criou a tradição de desenvolver um planejamento estratégico nos moldes do setor privado. Partindo de um diagnóstico da gestão e da cidade, definem-se as áreas prioritárias de atuação, os indicadores e prazos, o desenho de marcos e iniciativas e a previsão

orçamentária para a realização das ações. A área de sustentabilidade, “guarda-chuva” da gestão da arborização e áreas verdes, estava incluída no primeiro planejamento estratégico, no capítulo Ambiente Urbano. Já no segundo período, uma nova área foi criada, Sustentabilidade e Resiliência, promovendo mais destaque e mais recursos para ações de gestão do verde urbano.

No segundo governo desta análise cronológica (2017-2020), o Programa Salvador 360 foi lançado com o objetivo de gerar negócios, emprego e renda na cidade. O programa composto por oito eixos temáticos trouxe também um eixo específico para a pauta da sustentabilidade, denominado Cidade Sustentável, ampliando o programa Salvador Capital da Mata Atlântica e garantindo mais recursos e atenção para a agenda.

Em todos os casos, na cidade de Salvador, houve durante os anos dessa gestão a cultura de monitoramento e acompanhamento das metas e programas. O prefeito reunia toda liderança da administração, periodicamente, que passava dois dias acompanhando projeto a projeto, destruindo eventuais problemas e liberando recursos de forma estruturada. Foi de grande importância dedicar energia nos momentos iniciais dos instrumentos de planejamento, pois assim eles garantiram duas coisas fundamentais para que os projetos saíssem do papel: atenção do prefeito e da gestão no monitoramento e nos recursos para a realização das ações.

26.8. A importância das parcerias

Um dos principais aprendizados desses anos na gestão local em Salvador foi o potencial das parcerias para o desenvolvimento e para a implementação de projetos públicos. O Poder Público é um grande catalisador de ideias da sociedade, sendo buscado de forma permanente para apresentação de ideias e pleitos.

Ressalta-se que a Academia é um ator fundamental nesse processo de construção de políticas verdes. A cidade de Salvador tinha, no planejamento estratégico, a meta da criação de novos parques na cidade, e alguns deles como Unidades de Conservação e, nesses casos, era necessário o desenvolvimento de uma série de estudos técnicos como preconiza a legislação. Em contraponto, não possuíamos na equipe a quantidade de técnicos necessária para tal e a solução foi apresentar esse desafio para universidades locais que possuem cursos de graduação e pós-graduação nas áreas afins aos estudos necessários. E assim, conseguiu-se desenvolver todos os estudos necessários à implantação de UCs, como a APA Pedra de Xangô, o Parque Marinho da Barra e o Parque do Vale Encantado.

O setor privado também é uma fonte importante de parcerias. A SECIS conseguiu viabilizar uma série de iniciativas a partir desse relacionamento nos últimos tempos. Todo o projeto de sinalização náutica do Parque Marinho da Barra, por exemplo, foi financiado por uma organização privada. Parte dos estudos e manuais do IPTU Verde, do IPTU Amarelo e da Outorga Verde também foram desenvolvidos a partir de colaboração com entidades do setor imobiliário.

O plantio de árvores é outra iniciativa que possui simpatia e mobiliza a iniciativa privada, e muitos plantios foram feitos a partir dessa parceria, assim como patrocínio a eventos públicos.

Não menos importantes são as parcerias para dentro da gestão. Conectar-se a outras secretarias e buscar integrar ações ajudam a potencializar os resultados. Um exemplo bem-sucedido foi o projeto *Turminha Sustentável*, realizado pela SECIS, em parceria com a Secretaria Municipal de Educação. A SECIS viabilizou o pagamento do artista que desenvolveu a historinha e os desenhos, uma empresa pagou pelas impressões e a SMED promoveu uma formação com os estudantes da rede pública, bem como uma peça de teatro foi inspirada na história e se apresentou em diversas escolas. Com a Secretaria de Infraestrutura, responsável pelas obras, foram viabilizados muitos plantios de árvores nas intervenções promovidas com recursos da própria obra. Já com a Fundação Mario Leal Ferreira, órgão que desenvolve os projetos de urbanismo e arquitetura da cidade, a parceria também foi muito importante, pois passou-se a incluir a arborização urbana desde a elaboração dos projetos a serem licitados, garantindo, assim, recursos para o verde urbano de forma cruzada.

26.9. Redes de cidades

A participação do município em redes nacionais e internacionais de cidades é um caminho que proporciona aprendizado e viabiliza parcerias e projetos. Salvador passou a integrar diversas redes de cidades desde 2013. A partir da SECIS, acompanhou-se redes, como ICLEI, C40, 100RC, ANAMMA, CB27, *Cities4Forests*. Todas essas redes colaboravam para que a cidade pudesse também se conectar com possíveis apoiadores internacionais de cidades.

Um bom exemplo foi o Plano Municipal de Mudanças Climáticas que Salvador conseguiu realizar com recursos de um programa internacional liderado pelo C40. A 100RC (uma organização da *Rockefeller Foundation* que se dedica a assessorar diversas cidades do mundo para que consigam se tornar resilientes) também viabilizou recursos para o desenvolvimento da Estratégia de Resiliência municipal. A ANAMMA e CB27 são redes nacionais setoriais, criadas para também promover *advocacy* com outras instâncias governamentais, além do intercâmbio de experiências entre municípios brasileiros na área de meio ambiente. Um resultado interessante desse intercâmbio foram os manuais de arborização e poda de Salvador. Em convênio entre a Prefeitura de Salvador e a Prefeitura de São Paulo, São Paulo cedeu os direitos de uso dos conteúdos de seus manuais a Salvador, o que proporcionou significativa economia de tempo, sem a perda da qualidade dos manuais.

26.10. Considerações finais

Ressalta-se discretamente neste capítulo como o nível de controle imposto ao executivo promove o engessamento e reduz a capacidade de inovação de governos. Por outro lado, o permanente estado de crise econômica brasileiro reduz a capacidade de investimento dos governos, em especial dos municípios, e se reflete na insuficiência de quadros técnicos e aparato para as atividades. Esse fato se agrava nos governos locais que, desde a Constituição Federal de 1988, tem acumulado atribuições e responsabilidades ano após ano, mas em contrapartida, veem a maior parte dos recursos serem drenados para as outras instâncias da federação. Em governos municipais latino-americanos, tudo é prioridade e a agenda de arborização urbana precisa se

articular com outras áreas do governo, além de fazer parcerias extragovernamentais para conseguir viabilizar ações e dar escala às iniciativas.

Os desafios da Gestão do Verde Urbano são numerosos como elencados aqui. A busca por recursos, o desenvolvimento de projetos, o engajamento do cidadão, a consolidação de parcerias, o diálogo com a imprensa e a formação de multiplicadores são alguns dos mais importantes.

A experiência em Salvador mostrou que tudo começa com um bom planejamento e segue com a execução desse planejamento, visando ao alcance das metas, com todo o cuidado e atenção para que não haja desvios de foco ao longo dos anos.

26.11. Referências

- [1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades e Estados: Salvador (BA). 2022 [acesso 28 set. 2025]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/salvador.html>
- [2] Oliveira AGD, Silva GB, Silva HRF, Santos MG, Lima UDS. Mapeamento de índices de cobertura vegetal dos bairros de Salvador-BA com uso de imagens do sensor RapidEye para o ano de 2009. In: Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto; 2013. p. 818-825.
- [3] Partido Verde. Salvador Capital da Mata Atlântica: Banco de Projetos Verde. Brasília (DF); Secretaria de Assuntos do Executivo; [acesso 29 out. 2025]. Disponível em: <https://pv.org.br/wp-content/uploads/2019/04/Salvador-Capital-Mata-Atlantica.pdf>

Capítulo 27

BURLE MARX NO RECIFE: A LINGUAGEM FLORÍSTICA DE UMA PAISAGEM-PATRIMÔNIO

*Por Ana Rita Sá Carneiro, Joelmir Marques da Silva, Onilda Gomes Bezerra e
Lúcia Maria de Siqueira Cavalcanti Veras*

27.1. Destaques deste capítulo

1. Compreender a geografia da cidade do Recife foi fundamental para a elaboração de um plano de arborização e paisagismo em harmonia com a paisagem natural da região;
2. Antes do surgimento da cidade, o local onde hoje se encontra o Recife era caracterizado por elementos naturais peculiares, como os arrecifes, os bancos de areia, os mangues e as praias;
3. O paisagista Roberto Burle Marx foi responsável por vários projetos de paisagismo no Recife, em praças e parques, tendo como inspirações as espécies nativas brasileiras, em especial do sertão nordestino;
4. Dada a relevância da obra de Burle Marx, várias praças e jardins de sua autoria foram objeto de conservação, restauros e mesmo proteções legais, por parte da esfera municipal e até mesmo da nacional.

27.2. Introdução

Nas cidades do litoral do Nordeste do Brasil, as estações são medidas pela maior ou menor quantidade de chuva, mais ou menos brisas vindas do mar, que proporcionam pequenas variações de um clima predominantemente quente. Ainda que a situação geográfica seja definidora desta determinação climática, por se situarem próximas à linha do equador, é a vegetação e, em especial, a arborização dos espaços públicos que ajuda a manter o conforto climático favorecido pela brisa marinha, contribuindo para definir um caráter estético, ecológico e cultural dessas cidades.

A arborização do Recife se compõe de maciços de vegetação da Mata Atlântica, resquícios de natureza remanescente, e de vegetação planejada distribuída no espaço público, seja em parques, praças, refúgios, alamedas, bordas de rios e de canais, seja resguardada nos antigos quintais. Os bosques ou florestas urbanas concentram-se nas colinas terciárias a oeste, recobrimdo morros de formação barreiras ao norte, e a sudoeste, recobrimdo o maciço cristalino [1], compondo o “cordão verde” maciçamente concentrado e tendo as águas como suporte [2].

No Recife, a distribuição dos maciços vegetados de seu território está em conexão imediata com o sistema hídrico, porque aqui, “[...] *o que não é água, já foi água ou lembra água* [...]” [3], e, de uma forma explícita (rios, canais, córregos) ou não tão explícita (lençol freático quase aflorando), estes maciços vegetados se conectam, evidenciando a existência de um sistema vivo, composto de água e vegetação. Não por acaso, Valdemar de Oliveira [3] e Josué de Castro [4] relembram a alcunha de “*cidade anfíbia*” que garantiu a conservação de sua *facies* fluvial, que tem na planície consolidada pelo manguezal o encontro salobro dos rios e do mar.

Na paisagem do Recife de mais de quatro séculos, mantém-se a *facies* anfíbia que mescla rios, mar e vegetação, guardando a herança deste sítio primitivo que vai se revestindo em camadas sobrepostas de tempo e cultura. São essas camadas que nos propomos a dissecar em quatro momentos, percorrendo um caminho que destaca a marca da linguagem florística do paisagista Roberto Burle Marx no Recife:

- (i) **Entendendo a natureza na paisagem do Recife**, para em seguida, explorar as primeiras manifestações de um ordenamento sistemático do território no item;
- (ii) **Propondo uma integração do verde e das águas**, seguido do entendimento de que a vegetação nativa vai ganhando protagonismo e se consolida nas intervenções do paisagista Roberto Burle Marx, exploradas no item;
- (iii) **Representando a “natureza regional” nos jardins artísticos de Burle Marx**, concluindo com o momento em que os espaços verdes são reconhecidos formalmente como parte de um sistema e, em especial, os jardins de Burle Marx passam a ser geridos por instrumentos legais, explorados no item;
- (iv) **O reconhecimento legal dos verdes e dos jardins de Burle Marx no Recife**. Da natureza como suporte aos instrumentos legais que reconhecem a vegetação como patrimônio natural e cultural do Recife, aqui se expõe a linguagem florística dos jardins de Burle Marx, entendidos como paisagem.

27.3. Entendendo a natureza na paisagem do Recife

A paisagem da cidade do Recife tem a natureza fortemente representada pela presença das águas, alagados, manguezais, os arrecifes de arenito e as matas que revestem o cordão de colinas estendido ao norte, noroeste e sudoeste do município em forma de cinta verde, que abraça e define o território da planície. A estrutura paisagística dos processos naturais modela a forma física que dá essência cultural à paisagem que, um dia, pelo olhar do estrangeiro, era vista como as águas dos rios e mar, os manguezais, a vegetação nativa das colinas circundantes e as terras das várzeas ocupadas pelos engenhos de açúcar [5]. O sítio onde se ergue a cidade é resultante de um processo contínuo de ações conexas e sequenciadas das elaborações naturais que incluem tanto o trabalho do mar, dos rios, dos ventos, do solo e da vegetação dos mangues e das matas quanto dos assentamentos humanos ali instalados, cuja acomodação é influenciada pelas condições impostas pela própria natureza.

Os mangues, por sua vez, encontram um meio tropical propício ao seu desenvolvimento, ou seja, a singularidade dos terrenos pantanosos e os “detritos fluviomarinheiros” consolidando os solos na área de planície [6]. Forma-se aí um conjunto de planos e terraços quaternários, que se espriam entre os arrecifes na costa marinha, e o cordão de colinas terciárias cobertas

por maciços vegetais, remanescentes de Mata Atlântica, circundando a planície e desenhando as terras baixas do Recife, entre os morros e o mar, tendo os arrecifes como elemento fronteiro de proteção.

Os arrecifes, um composto de areia quartzosa proveniente da precipitação do carbonato de cálcio das conchas marinhas, tiveram papel fundamental nesse processo natural de consolidação e configuração da paisagem recifense. Caracterizados como as “*Dunas que uma liga calcária petrificou*” [6], são como uma linha de pedra com a função de barragem, ao propiciar a retenção dos rios que ajudam na acumulação dos detritos ribeirinhos, vindos da porção continental, que se depositam no território conquistado das águas [6].

A um só tempo, o mar construiu praias e restingas, os rios formaram as ilhas e as coroas e “[...] o manguezal facilitava a sedimentação e a fixação dos aluviões” [5]. De acordo com o olhar de Henry Koster em *Viagens ao Nordeste do Brasil*, a cidade do Recife surgiu sobre um baixo banco de areia que encobre “[...] o colar de rochedos que os separa do mar e contra o qual as vagas rebentam com furor [...]” [7]. Também vindos do mar, deslizam os ventos alísios que acalmam e acariciam a planície e que, ao soprarem em direção à costa, potencializam o trabalho das ondas marinhas que se encarregaram de levar as areias da plataforma continental e lançá-las ao longe na faixa de praia. Das praias, as areias foram sopradas para o continente ajudando a consolidar e planificar o solo da enseada do Recife.

Segundo Josué de Castro, os mangues com sua função colonizadora exerceram um importante papel de “[...] construtores e de fixadores do solo” [6]. Esse autor dizia que Valdemar de Oliveira comparava os mangues a uma “[...] tropa de ocupação de novas terras conquistadas” [6]. Concluiu, também, que essa flora típica da região tem uma grande significação ecológica para a cidade do Recife, porque acolhe uma infinidade de espécies aquáticas, como ostras, mariscos, caranguejos etc., os quais por meio de suas raízes e folhas promovem o húmus do solo lodoso recheado de matéria orgânica [6].

A fauna específica ali encontrada contribuiu “[...] com suas carapaças e seus esqueletos calcários, para a estruturação e consolidação do solo em formação” [6]. Com essa característica, exerce importante papel não só no equilíbrio ecológico da região, mas também proporciona recursos de subsistência para grande parte das populações ribeirinhas que “[...] povoam aqueles mangues, vivendo nas suas habitações típicas – os mocambos” [6]. Os manguezais, também chamados de “berçários dos oceanos”, não só preparam e amadurecem essa fauna fluviomarinha para sua sobrevivência no mar, mas alimentam toda uma população que deles sobrevive. Nesse meio, natureza e ser humano se fundem numa dura e dialética sinfonia social, os “homens-caranguejos” que no manguezal se entrelaçam e transformam aquele ambiente onde tudo ali “[...] é, foi ou está para ser caranguejo, inclusive a lama e o homem que vive nela...”. Todos vivem nesse meio natural embrutecido por uma “camaradagem” e “O mangue é um camaradão. Fornece tudo: casa e comida, mocambo e caranguejo” [8].

A formação natural dessa extensa planície aluvional foi denominada por Josué de Castro como a “bacia entulhada” do Recife (Figura 1) que se espalha desde a costa marinha, delimitada pelos arrecifes, como um colar de pedra, até as sucessivas colinas semicirculares que definem no horizonte o perfil da paisagem. Na Figura 1, observa-se a grande planície formada pelo conjunto

Figura 27.1 – Baía entulhada do Recife



Fonte: Castro [6].

de ilhas e penínsulas recortadas por diversos cursos d'água constituindo um baixio alagado onde florescem os mangues e outras plantas aquáticas, sendo fortemente marcada pela “cinta sedimentar das colinas” [6].

Assim, do ponto de vista geofísico, os diversos ecossistemas identificados no ambiente urbano do Recife se inserem nas Zonas Fitogeográficas que cobrem as Zonas do Litoral e da Mata de Pernambuco, que, por sua vez, dividem-se em distintas subzonas: a marítima, a praia, as restingas e os manguezais, caracterizando os ambientes aquáticos; e as subzonas da Planície e dos Morros. Os ambientes aquáticos representam as superfícies líquidas das águas salgadas do Oceano Atlântico, e as águas doces dos rios, riachos, córregos, canais, lagoas e açudes abrangem quase todos os bairros da cidade e a área coberta pelos manguezais. A Planície se estende entre o Baixo Estuário e os Morros, numa área aproximada de 50 km², urbanizada desde a ocupação dos engenhos como primeiras povoações. Os Morros, especificamente, correspondem ao delineado das colinas, chãs, tabuleiros e espaços ainda semirrurais, situando-se ao norte, oeste e sudoeste da cidade [2].

O conjunto dessas subzonas é caracterizado como Unidades Ambientais: *Ambiente Litorâneo*, *Ambiente da Planície*, *Ambiente do Baixo Estuário* e *Ambiente dos Morros* [9]. O Ambiente Litorâneo é marcado pela faixa de praia da zona sul que inclui um grande manguezal ali sobrevivente, denominado Parque dos Manguezais com mais de 300 ha, reconhecido pela legislação municipal, como Unidade de Conservação da Natureza. O do Baixo Estuário é a área onde ocorre o encontro e a troca das águas salgadas do mar e das águas doces dos rios, cujas terras firmes resultaram de aterros, iniciados no século XVII que interligaram as ilhas, ilhotas, coroas e bancos de areia. O da Planície, situado entre o dos Morros e o do Baixo Estuário, corresponde às áreas de solo massapê, que até o século XIX era ocupada de modo exclusivo pelos canaviais e pelos engenhos, contando também com outras formas de agricultura. O Ambiente dos Morros ocupa mais da metade da área da cidade em terreno elevado das colinas, chãs e tabuleiros, que se erguem da planície em uma altura de 50 a 80 metros. Nas suas vertentes e vales, registram-se as nascentes de inúmeros riachos e canais que alimentam a malha hídrica da planície e baixo estuário, bem como a significativa cobertura vegetal que os recobrem.

Entretanto, a paisagem não se limita apenas aos dados naturais, ou seja, os processos biológicos e geofísicos, pois é também um produto da apropriação social. Entendendo-a como uma intrincada conexão entre a natureza e a sociedade que se integram aos dados naturais e às projeções humanas como uma “realidade sintética” [10], a paisagem seria, em essência, natural e cultural, simultaneamente, constituindo o suporte em que os processos humanos se naturalizam e, por outro lado, a natureza é humanizada. Nesse sentido, a paisagem detém a materialidade representada por uma configuração dinâmica traduzida pela “totalidade” que é perpassada por processos dialéticos internos e externos, apresentando-se em meio ao conjunto de tramas, morfologias do espaço e do tempo, com seus fluxos, matéria e funções, que se preenchem quase que plenamente [10].

De fato, é importante frisar que os fundamentos físico-geográficos e bioecológicos que se processaram no sítio natural deram origem à cidade do Recife e foram determinantes na sua feição. Porém, os dados naturais são os testemunhos e a herança da natureza legada aos povos que ali se assentaram. Assim esculpiram a materialidade do sítio natural encontrado para construir o seu habitat, sem deixar de revelar, em forma de paisagem, a dialética e imbricada relação entre natureza e sociedade.

Para os que testemunharam no passado o nascimento da cidade do Recife, anuncia-se o descortino de um cenário mutante que compunha, segundo Mesquita, as “[...] águas marinhas, contidas pelos arrecifes do porto e da restinga, antes que se divisassem as ilhas estuarinas e a planície, cujo pano de fundo consistia no hemicíclo, tantas vezes referido, das colinas distantes sob o céu e à luz dos trópicos” [11].

E assim, descreve Mesquita que o berço da cidade foi produto da hidrodinâmica do mar e dos rios que “[...] forjaram-lhe a restinga. Entre esta e os arrecifes, o ancoradouro natural – principal fato gerador da cidade – e, adentrando, a ocidente, as ilhas de aluvião do delta” [1]. Mais tarde, com a consolidação da planície quaternária, processaram-se as transmutações ecológicas que possibilitaram a consolidação dos manguezais, praias e restingas. Desse modo, foram criadas as condições físico-naturais para as comunidades vivas ocuparem essas terras, sendo que caberia aos homens “[...] a gesta final – a ampliação dos solos em detrimento das águas, a criação do Recife como fato cultural, cuja edificação prossegue nos dias atuais” [1].

27.4. Propondo uma integração do verde e das águas

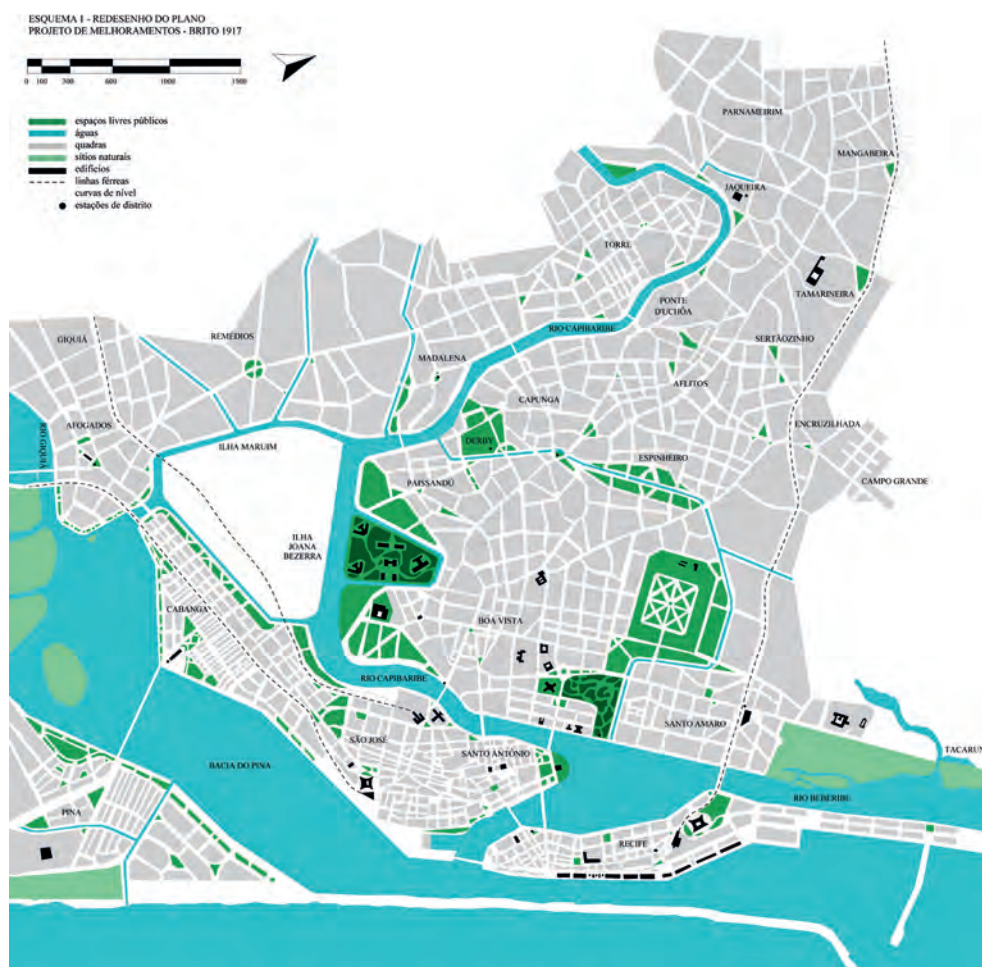
Este sítio natural que originou a cidade do Recife favoreceu a instalação do porto visando à comercialização, em especial do açúcar e do algodão. Os aterros tiveram início já com a ocupação holandesa no século XVII, de 1630 a 1654, consolidando o Plano Urbanístico da Cidade Maurícia, de Pieter Post, que incluiu a construção do Parque de Friburgo, contendo o jardim e o palácio numa área de aproximadamente 6 ha – primeira expressão do paisagismo brasileiro [11]. Com a volta dos portugueses em 1654, após expulsão dos holandeses, somente no século XIX o Recife retoma sua notoriedade política contratando técnicos franceses e ingleses, na maioria, para sua reestruturação.

As iniciativas visando à modernização estavam voltadas para o embelezamento, sendo marcante o desempenho do engenheiro francês Louis-Léger Vauthier, em 1844, com a proposta de um passeio público e arborização das ruas centrais e, em 1860, o inglês William Martineau amplia o projeto desse passeio público articulando-o pela Ponte de Santa Isabel, sobre o Rio Capibaribe, ao Campo das Princesas – onde ficava o Palácio do Governo –, o que confere, pela interligação dos espaços públicos com as vias arborizadas e ajardinadas, a perspectiva de uma visão sistêmica¹ [12]. Pesquisando sobre as espécies arbóreas do século XIX, Hora afirma baseada em Sette, que “*As plantas indicadas para o plantio eram aroeiras, gameleiras brancas e vermelhas, espinho-de-judeu, trapiaí, visgueiro, caneleira ou mangueira*” [13].

Já no início do século XX, os novos padrões de desenvolvimento da imagem do Recife moderno uniam a higiene ao embelezamento, frente às condições precárias de saúde pública e que, por outro lado, requeriam a reforma do porto e a implantação de um plano de saneamento. Tal empreendimento agregaria ainda melhoramentos no abastecimento d’água e construção de ruas largas e arborizadas.

1 Essas ideias para o passeio público posteriormente denominado Passeio Público 13 de Maio e, hoje, Parque 13 de Maio serviram para a concretização do projeto elaborado pelo engenheiro Domingos Ferreira e construído em 1939.

Figura 27.2 – Projeto de Melhoramentos do Recife (1910-1917) de Saturnino de Brito.



Fonte: Santos [17].

Como ação pioneira na introdução dessas mudanças, destaca-se o Projeto de Melhoramentos do engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito², iniciado em 1910 e estendendo-se até 1917, que atendia aos paradigmas estético e sanitário, promovendo a expansão da cidade e dando relevância aos recursos naturais do sítio: o relevo, a vegetação e a água. No Projeto de Melhoramentos, apresentado na Figura 2, o engenheiro nomeia os locais no território banhado pelo Rio Beberibe e pela Baía do Pina e destaca os espaços livres públicos na cor verde-escura, os sítios naturais na cor verde-clara e os edifícios históricos em preto. Saturnino de Brito toma como premissa o sistema de águas – rios e canais – e o sistema verde, propondo a criação de grandes áreas arborizadas, como parques interligados por corredores vegetados. Priorizou os cais como

2 O engenheiro Saturnino de Brito formou-se na Escola Politécnica do Rio de Janeiro e, em 1905, quando estava fazendo o Plano de Saneamento de Santos, tornou-se membro da *Comission Internationale des Pentes D'égouts* e membro de honra da *Association des Hygiénistes et Techniciens Municipaux* na França. Também recebeu influência da Sociedade Francesa de Urbanistas [30]. Fez projetos anteriores nas cidades de Vitória (1895); Campinas (1896); Petrópolis (1898); Campo dos Goytacazes (1902); Santos (1905).

espaços contínuos ajardinados e de sociabilidade. Ao articular água e vegetação, Saturnino respeitou o caráter anfíbio do sítio do Recife, tratando os riachos, córregos e canais, para facilitar o escoamento das águas do Rio Capibaribe nas enchentes. Este plano, que contempla a cidade como um todo, viabilizando uma malha urbana estruturada e garantindo espaços vegetados, como parques e praças, e avenidas arborizadas denominadas avenidas-parques e avenidas-canais, caracterizava um “verdadeiro sistema de parques” [14].

Nesse sentido, o engenheiro indica a destinação de áreas bolsões de significativa densidade de vegetação como o Campo do Derby para a implantação de um parque recreativo pela própria vocação de sua localização próximo ao Rio Capibaribe, admitindo que a falta de cuidado se caracterizava como “[...] *um atentado inqualificável contra a estética municipal, sendo também prejudicial à higiene da cidade, que precisava cuidar desde então de salvar o que pudesse de espaços destinados aos Parques*” [15]. Tais ações atendiam aos critérios requeridos de imagem da cidade moderna regidos pelos ideais de embelezamento e aformoseamento exemplificados nas cidades europeias [16]. Sem dúvida esse plano favoreceu a criação do Parque do Derby, em 1925, como ponto focal de um grande loteamento com vias arborizadas, e da Vila do Hipódromo, em 1936, configurando, respectivamente, os bairros do Derby e do Hipódromo, como bairros-jardins, e impulsionou a consolidação do Parque 13 de Maio em 1939, seguindo ideais ingleses e franceses.

O Projeto de Melhoramentos de Brito partia do reconhecimento das características físicas do sítio para propor a criação de espaços livres vegetados, o que seria parte do Plano de Saneamento que compreendia o sistema de esgotamento e drenagem, em função da expansão da cidade e do adensamento [18]. Sua visão de urbanista estava pautada no princípio em que o traçado urbano estaria subordinado ao traçado sanitário [14], dando prioridade à infraestrutura salubre. Tal preceito privilegiava o meio ambiente como instrumento restaurador da saúde física e mental em prol do bem-estar da população e que coincidia com os fundamentos da arquitetura da paisagem defendidos por Frederick Law Olmsted na concepção de sistemas de parques e na criação do Central Park em Nova Iorque, em meados do século XIX. Brito unia os dois paradigmas modernos: o estético ao priorizar a paisagem respeitando a preexistência e o sanitário/higienista, originados não só de sua formação como engenheiro, mas também dos estudos sobre o urbanismo moderno europeu e americano que privilegiava a cidade salubre e a cidade artística, o que incluía considerar as visadas e a composição recomendada por Camillo Sitte, que considerava duas categorias de verde na concepção do traçado urbano: o verde sanitário, no interior dos bairros, e o verde decorativo, nos espaços amplos de visibilidade [14]. Após o Projeto de Melhoramentos de Brito, sucederam-se planos para a expansão do Recife no intervalo entre 1932 e 1943, alguns dos quais foram influenciados pelas ideias do engenheiro adotando a articulação de espaços livres, grandes avenidas e coletores sanitários [19].

Suas ideias com fortes fundamentos em relação às características naturais do sítio urbano são cultivadas também no pensamento do jardineiro-paisagista Roberto Burle Marx, que chega ao Recife em 1934 a convite do arquiteto Luiz Nunes para fazer parte de sua equipe na Diretoria de Arquitetura e Construção do governo de Pernambuco, ao lado do engenheiro e poeta Joaquim Cardozo. Ainda nos ideais da modernização, Burle Marx cria o jardim moderno que ele define e declara nos jornais locais: “*Jardim é por sua essência natureza organizada subordinada às leis arquitetônicas*”; e nesse mesmo depoimento mais adiante afirma “É assim que *elle comporta vários objectivos: hygiene, educação e arte*” [sic.] [20].

Com seu conhecimento artístico de pintura e música, adquiridos em Berlim, e estudos botânicos no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Burle Marx percebe a paisagem recifense nos princípios modernos de Saturnino de Brito, inclusive propondo um plano de aformoseamento que contempla 18 jardins situados em diferentes pontos da cidade: Praça de Casa Forte, Praça Euclides da Cunha, Praça do Derby, Praça Arthur Oscar, Parque Amorim, Praça da Várzea, Parque 13 de Maio, Praça Maciel Pinheiro, Largo da Paz, Largo das Cinco Pontas, Praça Chora Menino, Praça Dezesete, Praça do Entroncamento, Praça Barão de Lucena, Praça da República, Jardim do Palácio do Campo das Princesas, Praça Sérgio Loreto e Parque de Dois Irmãos. Na Figura 3, as fotos evidenciam os espelhos d'água com as ninfeias na Praça de Casa Forte (à esquerda) e os papiros na Praça Ministro Salgado Filho (à direita) que são contornados por uma faixa arbórea.

Figura 27.3 – a) Praça de Casa Forte; b) Praça Ministro Salgado Filho.



Fonte: Autores.

O tratamento pioneiro da paisagem e a reforma dos jardins públicos do Recife foram divulgados pelo Diário *da Manhã* destacando a intervenção do “technico Roberto Burle Marx” que propôs “um plano moderno de aformoseamento, capaz de tornar o Recife apto a figurar como centro de civilização de um novo aspecto urbanístico” [20]. A matéria enfatiza “o lado hygienico dos jardins” como algo inovador e necessário atrelado à visão de pulmão verde e de que assim os jardins se tornarão atraentes e de ar puro. Burle Marx afirma ainda que “Sob o ponto de vista hygienico, o jardim moderno representa nas grandes cidades um verdadeiro pulmão colectivo” [20]. Fica claro que a estética está na visão sensível antes de tudo da natureza circundante presente na compreensão da paisagem e da arte de interpretá-la e representá-la na criação de um ambiente salubre. Por essa época, decidiu explorar o interior do país, conhecendo o bioma Caatinga no sertão pernambucano e, posteriormente, outros ecossistemas, por meio de expedições que se prolongaram ao longo de sua carreira, e sempre ao lado de botânicos e jardineiros.

Burle Marx defendeu o uso de plantas regionais, inclusive considerando o fator econômico na execução e na manutenção, mas, evidentemente, o educativo, para que o usuário conhecesse melhor a natureza circundante, a sua paisagem. No entanto, entendendo o jardim como um gesto cultural produzido “pelo homem e para o homem” tinha consciência do seu caráter híbrido. E concorreu para isso, em especial, sua observação das plantas como estudante de pintura no Jardim Botânico de Dahlem, em Berlim, antes de vir para o Recife. Ali, ele assumiu um compromisso com a arte de fazer jardim e criou no Recife jardins temáticos com plantas de ecossistemas brasileiros, da Amazônia – incluindo a vitória-régia (*Victoria amazonica*) ao lado de plantas do local

– e exóticas na Praça de Casa Forte, e plantas do bioma Caatinga na Praça Euclides da Cunha. A Figura 4 mostra um detalhe do cactário da Praça Euclides da Cunha onde podemos observar as macambiras sobre as pedras contornadas por um anel gramado, em seguida o banco ondulado de concreto e, finalmente, a centralidade do cactário e a cortina do verde arbóreo.

Mas sua visão de paisagem respeitou o preexistente e complementou outros jardins com a yuca (*Yucca gigantea*), cuja estrutura se assemelha ao mangue, acrescentando vários tipos de palmeira na Praça do Derby e introduzindo um vasto repertório botânico de plantas arbustivas no Jardim do Palácio do Campo das Princesas. Na Praça Arthur Oscar concebeu um canteiro central de plantas da restinga e exóticas em um espaço público de muita circulação, próximo ao cais do porto, utilizando clúsia (*Clusia grandiflora*), espada-de-são-jorge (*Dracaena trifasciata*) e outras. Em seu discurso no Seminário de Tropicologia, em 1985, afirmou que foi em Pernambuco que tudo começou. Foi lá que seu conhecimento botânico se ampliou, que passou a combater vigorosamente os crimes ambientais, que realizou viagens metódicas pelo interior para coletar espécies com potencial paisagístico e que organizou uma das mais significativas coleções de plantas do Brasil [21].

Figura 27.4 – Praça Euclides da Cunha, Recife (PE): a) Decoração com pedras; b) Bancos funcionais e decorativos, curvos; c) Presença de palmeiras na arborização decorativa da praça.



Fonte: Autores.

Criando seus primeiros jardins no Recife repletos de densa vegetação autóctone na maioria, que serviu e serve de exemplo para o Brasil e para o mundo como referência de pesquisa, Burle Marx desmistifica o enigma da árvore como inimiga do homem que José Lins do Rego assinalou, em 1952, falando do homem e da paisagem [22]. Na verdade, isso se reportava ao medo da floresta do homem primitivo, em que a árvore significava uma ameaça, uma possibilidade de abrigar esconderijo para animais, conceito que foi, aos poucos, amenizado com a criação dos jardins botânicos, no século XVIII, por D. João VI e, mais tarde, com a inserção de exemplares da “Caatinga sertaneja” e da Floresta Amazônica, que, segundo Rego, são introduzidos no espaço urbano “[...] *penetram no coração da cidade, sobem até os arranha-céus e vão ajudar o homem moderno a ser mais humano, a pertencer mais à sua terra, a ser algo mais que uma simples máquina de viver*” [23]. Rego refere-se à atuação de Burle Marx quando decidiu conhecer a mata e a vegetação dos planaltos, das serras e das praias para utilizá-la nos seus jardins. Essa decisão selou sua defesa da natureza, refletindo no desenho e na pintura a composição da estrutura vegetal e firmando sua linguagem artística por sua relação íntima com a planta como jardineiro, botânico e ecologista [24].

Além disso, para o paisagista, a concepção do jardim estava atrelada à sua manutenção e por isso exaltava a relevância do trabalho e treinamento de jardineiros, o que não foi assimilado como

fator da gestão dos jardins até hoje³. Ainda na sua missão em defesa da natureza, exerceu o papel de membro do Conselho Federal de Cultura durante sete anos, de 1967 a 1974, lutou pela defesa da flora brasileira e pela preservação das florestas, entendidas dentro de uma visão de sistema global. Em uma conferência em 1976, ele já aponta como crime as queimadas que destruíam grande parte da Amazônia e outros desmatamentos de formações arbóreas provocando o desequilíbrio ecológico de repercussões planetárias e ressalta a necessidade de ações governamentais de fiscalização para a preservação da biodiversidade [25].

O legado de Burle Marx continuou compondo a paisagem do Recife, pois seu repertório está presente na arborização de várias ruas e no projeto de praças posteriores como a Praça do Hipódromo no bairro homônimo. Essa especificidade dá visibilidade e distinção ao seu reconhecimento como uma cidade de praças com predominância de vegetação que caracteriza a linguagem artística dos jardins do paisagista.

27.5. Representando a “natureza regional” nos jardins artísticos de Burle Marx

Quando no jardim é estabelecida uma manifestação artística, na qual o prazer estará ao mesmo tempo na contemplação da arte e da natureza, isso significa o reconhecimento de uma hierarquia da arte em que, no jardim, pode encontrar sua cota no grau mais elevado e sua intensidade mais completa [26]. Desta maneira, a arte do jardim é provavelmente a mais ambígua, a mais difícil e ao mesmo tempo a menos apreensível de todas as artes. Carmen Añón Feliú afirma que essa ambiguidade se dá porque o jardim é uma arte que se diferencia das outras, porque nele a beleza não só se contempla, mas também se vive [27].

Ao considerar o jardim como obra de arte Burle Marx afirma que “*os princípios de execução de jardins e de outras obras de arte são os mesmos: para acentuar o principal, estabelecem-se paralelos; para ressaltar uma cor, opõe-se outras, criam-se contrastes, harmonias*” [28]. Um jardim faz-se principalmente com a própria natureza e, ademais, a planta – o elemento principal do jardim – “*vive em ressonância com o meio e há correspondência entre as condições do nicho que ela ocupa e de suas exigências para nascer, crescer e reproduzir-se*” [29], ou seja, assenta-se sobre uma base ecológica, e “*é preciso saber transportar e associar, com base em critérios seletivos e pessoais, os resultados de uma observação atenta e prolongada [...] criar jardins é realizar microclimas, harmonizá-los, mantendo sempre viva a concepção de que, nessas associações, as plantas colocam-se lado a lado, quase que numa relação de necessidade*” [29].

Podemos ver claramente materializado nos jardins o conceito apresentado por Burle Marx, o que, em síntese, significa dizer que o jardim é “obra de arte + ciência + técnica”. Assim, essa obra de arte somente é possível se materializar por meio das ciências que tratam do material vegetal e seu crescimento: a botânica, a horticultura, a ciência do solo e do ambiente; e a técnica de jardinagem (Figura 5) [30].

3 Esse item está assinalado no Plano de Gestão dos seis jardins históricos de Burle Marx do Recife, tombados, provisoriamente, pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Iphan, em 2015, e, em definitivo, no ano de 2017.

Figura 27.5 – Fitoassociação na: a) Praça Euclides da Cunha e b) Praça de Casa Forte.



Fonte: Autores.

No momento em que projetou seus primeiros jardins públicos, fato que ocorreu na cidade do Recife nos anos de 1930, Burle Marx foi além da prática paisagística. Pela carência de estudos sobre a composição florística ornamental, tanto da Mata Atlântica e seus ecossistemas associados como da Caatinga, o paisagista realiza expedições a essas formações vegetacionais de modo a entender sua composição e, também, a fitoassociação (associação entre espécies). Esse momento expedicionário foi de grande importância para o paisagista que seguiu com essa prática até 1983 quando realizou a última expedição de sua vida, para a Amazônia, e que teve por objetivo “*ampliar o vocabulário jardinístico, através da descoberta de plantas, e fiéis ao princípio de valorizar a flora brasileira [...]*” [31]. Em seu discurso no Seminário de Tropicologia, em 1985, Burle Marx destacou o papel crucial do Recife em sua trajetória. Ele afirmou que a vivência na capital pernambucana foi decisiva para o rumo de seu trabalho. Cinco décadas depois, reafirmou a validade dessas experiências, que não apenas definiram seu método de criar jardins, mas também lhe ensinaram a importância da observação e do olhar atento. Para ele, era incontestável que tudo havia começado em Pernambuco [21].

Voltando ao cenário paisagístico do Recife com a atuação de Burle Marx, e dentro de um contexto historiográfico, nada se tem de registro de suas expedições realizadas para conhecer a fitofisionomia pernambucana, mesmo tendo sido no interior do estado suas primeiras buscas por vegetação. No que se refere às plantas ornamentais, e conforme Lauro Borba “[...] o sr. Burle Marx e elle proprio me confessou ter encontrado no Recife uma unica orientação sobre a nossa flora ornamental” [32]. Essa orientação refere-se a um estudo realizado por técnicos da prefeitura e solicitado pelo próprio Lauro Borba, enquanto prefeito do Recife (1930-1931).

Em uma análise fitocronológica das paletas vegetais dos jardins públicos de Burle Marx em Pernambuco, tomando por base os inventários dos jardins do paisagista realizados pela equipe do Laboratório da Paisagem da Universidade Federal de Pernambuco, percebe-se a amplitude fitogeográfica empregada. São espécies representativas do Cerrado, da Mata Atlântica, da Caatinga, da Amazônia, do Pampa e do Pantanal. Tal procedimento é uma forma que Burle Marx encontrou de salvar as espécies, protegê-las do desaparecimento, pois essa era a função social do paisagista, de um Burle Marx ambientalista, preocupado com a natureza, tentando salvá-la.

Desta forma, Burle Marx passou a compor suas paletas vegetais com espécies nunca antes usadas no paisagismo, como bem expressou o engenheiro Joaquim Cardozo em nota ao *Diário da Tarde* [33]. Tal condição foi facilitada já que Burle Marx, desde a década de 1920, fornecia mudas para o Jardim Botânico do Rio de Janeiro, bem como por todas as expedições botânicas que realizou. Na Tabela 1 podemos ver um pouco da paleta vegetal empregada por Burle Marx nos seus jardins históricos da cidade do Recife, tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e

Artístico Nacional – Iphan, em que se nota uma riqueza vegetal e que está atrelada ao profundo conhecimento das espécies em todas suas características, tanto biológicas como ornamentais.

Tabela 27.1 – Algumas das espécies indicadas por Burle Marx para configurar os Jardins Históricos do Recife: (1) Casa Forte; (2) Euclides da Cunha; (3) República e Jardins do Campo das Princesas; (4) Derby; (5) Ministro Salgado Filho e (6) Faria Neves.

Nome científico	Nome popular	Jardim Histórico						Domínio fitogeográfico
		1	2	3	4	5	6	
<i>Acrocomia intumescens</i> Drude	macaibeira	x						Mata Atlântica
<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajuero			x				Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	pereiro		x					Caatinga, Cerrado
<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	mumbaca	x						Amazônia
<i>Pterygota brasiliensis</i> Allemão	pau-rei	x				x	x	Mata Atlântica
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) K.Schum.	pau-mulato	x						Amazônia
<i>Canna indica</i> L.	cana-da-índia	x				x	x	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	andiroba	x						Amazônia
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	mandacaru		x					Caatinga, Cerrado
<i>Dyckia spetabilis</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Baker	macambira		x					Caatinga, Mata Atlântica
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	tamboril		x					Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	açaí	x						Cerrado, Mata Atlântica
<i>Evolvulus pusillus</i> Choisy	orvalho	x						Mata Atlântica
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	mangabeira			x				Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f.	paquevira	x			x	x	x	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal
<i>Juncus effusus</i> L.	junco	x			x	x		Mata Atlântica, Pampa
<i>Libidibia leiostachya</i> (Benth.) F.G.A.Oliveira & L.P.Queiroz	pau-ferro	x						Mata Atlântica
<i>Limnocharis flava</i> (L.) Buchenau	mureré	x						Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	buriti	x						Amazônia, Caatinga, Cerrado
<i>Melocactus bahiensis</i> (Britton & Rose) Luetzelb.	coroa-de-frade		x					Caatinga
<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott	aninga	x				x		Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	bacaba	x						Amazônia
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	visgueiro	x				x		Amazônia, Mata Atlântica
<i>Paubrasil ebinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	pau-brasil	x				x		Mata Atlântica

Nome científico	Nome popular	Jardim Histórico						Domínio fitogeográfico
		1	2	3	4	5	6	
<i>Pilosocereus piauhyensis</i> (Gürke) Byles & G.D.Rowley	facheiro		x					Caatinga
<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild	joazeiro	x						Caatinga
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby	guapuruvu	x						Amazônia, Mata Atlântica
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	umbuzeiro		x					Caatinga, Cerrado
<i>Swartzia langsdorffii</i> Raddi	pacová-de-macaco	x						Mata Atlântica
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	catolé			x				Caatinga, Cerrado
<i>Tacinga funalis</i> Britton & Rose	quipá		x					Caatinga
<i>Typha domingensis</i> Pers.	taboa	x						Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa
<i>Victoria amazônica</i> (Poepp.) J.E.Sowerby	vitória-régia	x				x		Amazônia, Pantanal
<i>Xique-xique gounellei</i> (F.A.C.Weber ex K.Schum) Lavor & Calvente	xique-xique		x					Caatinga, Cerrado

Fonte: Autores.

Ao analisarmos as espécies nativas propostas, e em um contexto ecológico, percebe-se o quanto Burle Marx foi visionário na questão de sua salvaguarda, possivelmente pela questão da exploração madeireira e pelo desmatamento. Atualmente a maioria delas está incluída na *IUCN Red List of Threatened Species* em uma amplitude que vai de médio a alto risco de extinção.

No livro *Arborização do Recife: notas técnicas para ajustes na execução e manutenção* da arquiteta Liana Mesquita [35], referência local sobre arborização, consta o inventário de espécies arbóreas das ruas e praças do Recife e percebe-se uma grande similaridade florística com as espécies testadas e indicadas por Burle Marx para os jardins públicos da cidade. Ainda hoje, as espécies de seus jardins reverberam e dão identidade a outros tantos espaços públicos e privados.

A diversidade de espécies vegetais usadas por Burle Marx em seus projetos paisagísticos no Recife é impressionante e é tratada por Odilon Coutinho como sendo “[...] a forma de devolver o civilizado ao seu meio natural, às árvores, aos matos, de restaurar a virgindade primitiva no civilizado” [21]. E, nessa perspectiva, a arquiteta Janete Costa relata que o paisagista ao projetar seus jardins “[...] estabelece diálogos com a paisagem, criando um pano de fundo para os jardins como se dissesse: isto, aqui, eu estou fazendo, a natureza está ali. Mas o que ocorre é a ligação do jardim com a paisagem local” [21].

Assim, conforme Burle Marx, os “[...] jardins são obras de arte e os princípios de execução de jardins e de outras obras de arte são os mesmos: para acentuar o principal, estabelecem-se paralelos; para ressaltar uma cor, opõe-se outras, criam-se contrastes, harmonias” [28]. Afinal, um jardim faz-se principalmente com a própria natureza e, ademais, a planta – o elemento principal do jardim – “[...] vive em ressonância com o meio e há correspondência entre as condições do nicho que ela ocupa e de suas exigências para nascer, crescer e reproduzir-se. A vida vegetal é uma atividade cíclica, cujas pausas são marcadas pela morte e pela germinação [...]” [29], ou seja, assenta-se sobre uma base ecológica. Contudo, ao respeitar as exigências de compatibilidades ecológica e estética, criam-se associações artificiais muito expressivas.

Por todas essas peculiaridades botânicas, históricas, arquitetônicas e artísticas, entendidas como atributos, é que, em 2015⁴, o Iphan tombou, provisoriamente, seis jardins de Burle Marx como Patrimônio Cultural, e em 2016 a Prefeitura do Recife classificou 15 jardins, incluindo os seis tombados pelo Iphan, ao Sistema Municipal de Unidades Protegidas do Recife – SMUP Recife – Lei Municipal nº 18.014, de 09 de Maio de 2014 –, na categoria específica de Unidades de Equilíbrio Ambiental (UEA) e os considera como Jardins Históricos, categoria inserida no Sistema que compõe os verdes urbanos do Recife.

27.6. O reconhecimento legal dos verdes e dos jardins de Burle Marx no Recife

Em 2008, essa compreensão sistêmica possibilitou que a revisão do Plano Diretor da Cidade do Recife anunciasse a construção do Sistema Municipal de Unidades Protegidas do Recife – SMUP, oficializado em 2014 pela Lei nº 18.014/2014. Além da compreensão dos maciços vegetados como Unidades de Conservação, conceito herdado do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei nº 9.985/2000), este sistema traria como novidade a inserção da paisagem, como categoria de proteção e a reunião de todos os espaços verdes significativos da cidade, em um único instrumento legal, reconhecidos como “Unidades Protegidas”.

O SMUP formalizou assim um olhar sistêmico iniciado por Saturnino de Brito e Roberto Burle Marx nas primeiras décadas do século XX e foi precedido, do ponto de vista legal, do Código de Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico da Cidade do Recife – CMAEECR⁵, de 1996, criado pela Lei nº 16.243/96, com o propósito de ser um dos instrumentos básicos de proteção do meio ambiente recifense, privilegiando a promoção da qualidade de vida urbana. Na Seção III do Capítulo II, denominada “Da cobertura vegetal do Recife”, estabelece-se o compromisso com a proteção e preservação das florestas e outras formas de vegetação presentes em sua jurisdição territorial, resgatando-se, inclusive, do Código Florestal Brasileiro, a preocupação com a vegetação nas bordas de cursos e corpos d’água, as áreas de manguezal, a vegetação dos topos de morro e encostas íngremes, de entorno das nascentes e olhos d’água, consideradas de proteção permanente. Da mesma forma, foi definido que compete ao município proteger a vegetação dos seus espaços públicos formais, com a finalidade de resguardar os atributos naturais, como a flora, a fauna e as belezas naturais.

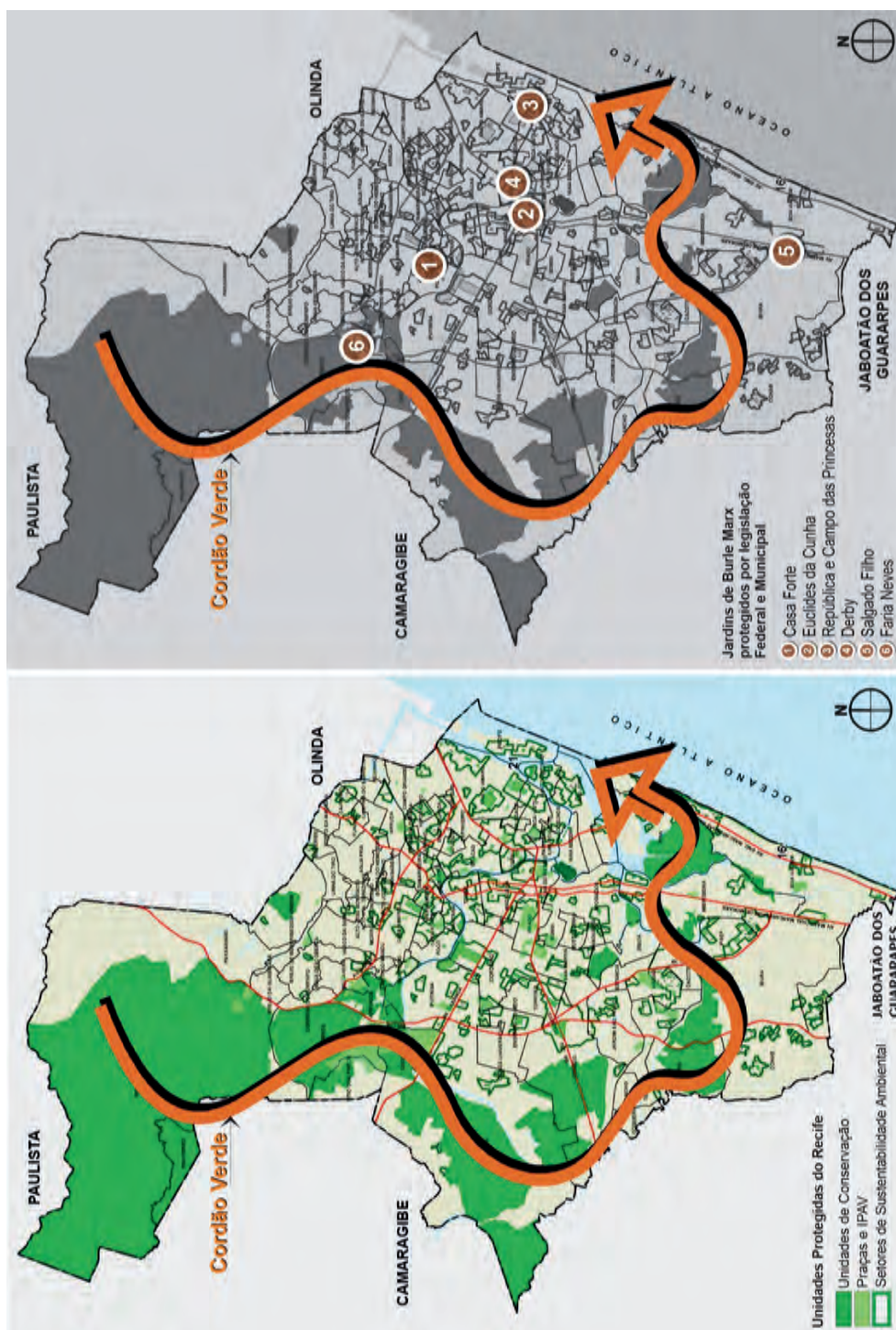
Esta preocupação específica do Código de Meio Ambiente deu o suporte e foi ampliada e estruturada no SMUP do Recife, que contempla desde uma árvore excepcional aos maciços vegetados, definindo quatro categorias de proteção: (i) as Unidades de Conservação da Natureza – UCN; (ii) as Unidades de Conservação da Paisagem – UCP; (iii) as Unidades de Equilíbrio Ambiental – UEA; e a categoria internacional denominada de (iv) Jardim Botânico – JB.

Entre estas categorias, a arborização formal do espaço público se situa entre as Unidades de Equilíbrio Ambiental, compostas dos: (i) Imóveis de Proteção de Área Verde; (ii) Jardins Históricos; (iii) Áreas Verdes de Convivência, Recreação, Esporte ou Lazer; (iv) Áreas Verdes Públicas de Composição Viária; e (v) Árvores e Palmeiras Tombadas. Este conjunto é definido como áreas

4 Em 11 de junho de 2015, na 79ª reunião do Conselho Consultivo do Patrimônio Cultural do Iphan, em Brasília, foi aprovado o tombamento dos seis jardins de Burle Marx no Recife, homologado pela Portaria nº 84/2015 e em 2017, entram em três dos seus Livros de Tombo: o Histórico, o de Belas Artes e o Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico.

5 A construção do Código de Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico da Cidade do Recife esteve sob a responsabilidade da arquiteta e ecóloga Liana de Barros Mesquita e da advogada Dionir Buarque e Gusmão.

Figura 27.6 – Unidades Protegidas do Recife, definidas pelo Sistema Municipal de Unidades Protegidas do Recife (SMUP) e localização dos Jardins Históricos de Burle Marx, protegidos por Lei Federal (IPHAN, 2015) e por Decreto Municipal (2016).



Fonte: Editado por Lúcia Veras, 2020, a partir de Sá Carneiro e Mesquita [2] e SMUP [36].

integradas ao tecido urbano, majoritariamente cobertas por vegetação, imprescindíveis para a preservação do conforto climático. Sua finalidade é conservar ou elevar a qualidade ambiental e paisagística do município, promovendo a melhoria da saúde pública e do bem-estar coletivo. Esses locais podem ser destinados a atividades contemplativas, culturais, recreativas, esportivas, ecoturísticas, de socialização ou de lazer [36].

Aqui estão inseridos os parques urbanos, as praças, os pátios, pequenos refúgios, as áreas verdes das bordas do sistema viário e as árvores e palmeiras especiais, protegidas, por serem reconhecidas como marcos na paisagem. A Figura 6 reúne este conjunto de verdes do Recife, desde o maciço vegetado a oeste em direção a leste, desenhado pelo cordão das Unidades de Conservação, às Unidades Protegidas nos espaços públicos, reconhecidas como Unidades de Equilíbrio Ambiental, entre elas, os 15 espaços públicos projetados por Burle Marx, enquadrados como “Jardins Históricos”, seis dos quais também foram protegidos, como patrimônio cultural brasileiro, pelo Iphan.

Tanto o tombamento pelo Iphan, que em 2015 reconheceu os jardins como Patrimônio Cultural, quanto o enquadramento em 2016 pela Prefeitura do Recife que os classificou como Jardins Históricos foram precedidos de um trabalho técnico de reconhecimento do conjunto desses sítios como um bem, com a elaboração do “Inventário dos Jardins de Burle Marx no Recife”, para o tombamento, e do “Memorial Técnico Justificativo”, para o enquadramento e classificação como Jardins Históricos, apoiados nas recomendações da Carta de Florença de 1981.

Vale ressaltar que o processo de restauro de alguns dos jardins de Burle Marx, iniciado em 2003, desencadeou o início de um entendimento de que estes eram jardins especiais e que deveriam, de alguma forma, ter uma proteção legal. Neste sentido, a Tabela 2 apresenta a relação das praças, largos e jardins resguardados legalmente, indicando que os seis primeiros são protegidos pelos instrumentos federal e municipal, enquanto os nove últimos são protegidos apenas pela municipalidade.

Tabela 27.2 – Jardins de Burle Marx e os instrumentos legais de proteção.

N.	Praça, Largo e/ou Jardim de Burle Marx	Ano	Proteção Federal e/ou Municipal
1	Praça de Casa Forte	1935	Jardins de Burle Marx Tombados pelo Iphan (DOU Portaria Nº 84 de 9/09/2015) e classificados como Jardins Históricos pelo Decreto Municipal Nº 29.537/2016
2	Praça Euclides da Cunha	1935	
3	Praça da República/Jardim do Palácio do Campo das Princesas	1936/37	
4	Praça do Derby	1936	
5	Praça Ministro Salgado Filho	1957	
6	Praça Faria Neves	1958	
7	Praça Pinto Damaso	1936/37	Jardins de Burle Marx classificados como Jardins Históricos pelo Decreto Municipal Nº 29.537/2016
8	Praça do Entroncamento	1936	
9	Praça Chora Menino	1936	
10	Praça Maciel Pinheiro	1936	
11	Praça Dezesete	1937	
12	Praça Arthur Oscar	1936	
13	Largo das Cinco Pontas	1936/37	
14	Largo da Paz	1936	
15	Jardim da Capela do Parque da Jaqueira	1936	

Fonte: Autores.

Em 2009, nas comemorações do centenário de nascimento de Burle Marx, estimulada pelo trabalho do Laboratório da Paisagem da UFPE que, em 2008, solicitou o tombamento das seis praças ao Iphan, a Prefeitura do Recife instituiu informalmente o Comitê Burle Marx, composto de várias secretarias de sua administração, além de outras instituições, como o Iphan, a Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco – Fundarpe, o Instituto de Arquitetos do Brasil – IAB, a Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e a Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, tendo o Laboratório da Paisagem da UFPE como grande parceiro. Em 2018, passou a ser legalmente instituído e, em 2019, este Comitê construiu o Plano de Gestão dos Jardins de Burle Marx no Recife, dirigido aos seis jardins tombados, e definiu para o futuro a construção dos Planos de Manejo para cada um dos jardins, o que requer efetiva participação social, bem como a definição dos indicadores da gestão, para monitoramento de sua conservação.

A experiência do Recife com a construção do Código de Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico, do Sistema Municipal de Unidades Protegidas e, a partir dele, das ferramentas de proteção dos Jardins de Burle Marx, demonstra que, para além de um processo de planejamento, estes instrumentos asseguram o reconhecimento do bem comum como um bem público, atribuído pelo instrumento legal. Para os jardins de Burle Marx, ainda que não garantam a conservação plena, posto que os planos de manejo ainda não foram construídos, sabe-se que o bem paisagístico só estará assegurado por uma autoridade que o reconheça, devendo ser legitimado pelo conjunto de atores que gerem e que utilizam esses espaços da cidade [36]. São estes instrumentos legais, junto com as ações efetivas de sua gestão, que poderão garantir a conservação do bem como patrimônio coletivo.

27.7. Considerações finais

Quando a arquiteta Liana Mesquita enfatiza que “*A impressionante imagem do Recife das águas e dos espaços verdejantes que os ancestrais nos legaram permanece evocada nos sítios e quintais, praças e jardins frondosos, nos manguezais e matas remanescentes [...]*” [1] está se referindo ao perfil florístico formado pelo cordão verde de grandes maciços testemunho da Mata Atlântica – Unidades de Conservação –, pelos parques e praças interligados por corredores verdes construídos como as ruas, e eixos molhados definidos pelos rios, riachos e canais integrando o sistema vegetal e o sistema hídrico.

Os maciços vegetados circundam a planície aterrada e adensada no tempo, entre morros e rios, emoldurados pelos mangues e mar, protegidos pelas pedras da cidade anfíbia. Esse sítio rico e distinto de belezas naturais inspirou o engenheiro Saturnino de Brito para propor os melhoramentos visando ao embelezamento da cidade moderna e obedecendo ao princípio de salubridade que subordina o traçado urbano ao traçado sanitário. Muitos aspectos dessa proposta influenciaram outros planos de expansão e foram incorporados ao planejamento urbano, consolidando a presença da arborização na realização de parques e jardins então existentes. O impacto dessas decisões e ações de proteção e de intervenção se revela na melhoria da qualidade de vida da população e pode ser compreendido como condição necessária ao desenvolvimento sustentável do Recife do presente e do futuro.

Esse propósito guiou pioneiramente as intenções e os projetos de Burle Marx no Recife, quando em um intervalo de 20 anos – 1930-1950 – criou jardins temáticos e artísticos priorizando a flora nativa e que consolidaram uma linguagem florística de intervenção na paisagem sob o lema da higiene, educação e arte. Assim, a arte foi introduzida e cultivada nos jardins ao lado da vegetação preexistente, que resistiu ao longo do tempo, e de outras inseridas por ele com tanto empenho e

competência. Em 2015, seis desses jardins foram reconhecidos como patrimônio cultural nacional, com base no inventário dos jardins, consolidando o Recife como berço das primeiras intervenções paisagísticas de Burle Marx. Aos poucos, o jardim histórico e, também, moderno foi firmando seu lugar nos documentos oficiais do governo local que instituiu uma lei para a Semana Burle Marx e um Comitê Burle Marx, o que revela o reconhecimento do legado do paisagista pelos gestores públicos municipais, responsáveis por sua conservação, fortalecendo a política patrimonial do Recife.

Sabe-se, no entanto, que apenas o reconhecimento legal não é condição suficiente para a conservação dos parques, praças e jardins na cidade, como atestam algumas das praças protegidas de Burle Marx no Recife. Assim, além desse reconhecimento, é preciso que este legado seja validado pela população, o que exige educação patrimonial tanto dos gestores que cuidam quanto daqueles que usufruem desses espaços. A conservação das áreas existentes e o incremento de novas áreas verdes nas cidades, cada vez mais, têm pautado ações de planejamento vinculadas à preocupação com a sustentabilidade e ao enfrentamento às mudanças climáticas. O Recife, com sua planície desenhada no nível do mar, cortada por rios e abraçada por colinas ora verdejantes, ora densamente ocupadas, exige o reconhecimento dos espaços vegetados como patrimônio a ser conservado e impõe o desafio de expandi-lo como processo de evolução inserido no planejamento, para que possa proporcionar uma melhor qualidade de vida urbana.

Os estudos acadêmicos e as propostas técnicas aqui discutidas têm justificado as contribuições tratadas neste artigo referentes à vegetação como atributos naturais e, especialmente, à obra do paisagista com seu repertório vegetal que definiu uma linguagem florística enraizada na paisagem da cidade. Por isso mesmo, espera-se que as reflexões aqui expostas possam contribuir para impulsionar ações de planejamento dos gestores públicos, desencadeando iniciativas para a proteção, conservação e ampliação da arborização da cidade, consolidando as ideias deixadas por Burle Marx como inestimável legado para o Recife.

27.8. Referências

- [1] Mesquita LB. A paisagem natural e o paisagismo. In: Rocha E, organizador. Guia do Recife: arquitetura e paisagismo. Recife: Ed. Dos Autores; 2004. p. 16-21.
- [2] Sá Carneiro AR, Mesquita LB. Espaços livres do Recife. Recife: PCR/UFPE; 2000.
- [3] Oliveira V. Geologia da planície do Recife: contribuição ao seu estudo. Recife: Oficinas Gráficas do Jornal do Commercio; 1942.
- [4] Castro J. Fatores de localização da cidade do Recife: um ensaio de geografia urbana. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional; 1948.
- [5] Maior MS, Silva LD, organizadores. O Recife: quatro séculos de sua paisagem. Recife: FUNDAJ/Massangana/PCR; 1992. p. 43-80.
- [6] Castro J. Ensaios de geografia humana. São Paulo: Brasiliense; 1966.
- [7] Koster H. Índios, negros e mulatos. In: Maior MS, Silva LD. O Recife: quatro séculos de sua paisagem. Recife: FUNDAJ/Massangana/PCR; 1992. p. 77-88.
- [8] Castro J. Homens e caranguejos. São Paulo: Brasiliense; 1967.
- [9] Vasconcelos RFA, Bezerra OG, organizadores. Atlas ambiental da cidade do Recife. Recife: PCR/Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente; 2000.
- [10] Besse JM. O gosto do mundo: exercícios de paisagem. Rio de Janeiro: EdUERJ; 2014.

- [11] Mesquita LB. Memória dos verdes urbanos do Recife. *Cad Meio Amb Recife*. 1998;1(1):7-54.
- [12] Sá Carneiro AR. Parque e paisagem: um olhar sobre o Recife. Recife: Ed. UFPE; 2010.
- [13] Hora LPL. “A praça é do povo como o céu é do condor”: arborização no Recife no século XIX (1840-1880) [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2015.
- [14] Burger JBA. A paisagem nos planos de saneamento de Saturnino de Brito: entre Santos e Recife (1905-1917) [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2008.
- [15] Brito FS. Obras completas de Saturnino de Brito. Vol. 17. Parecer II; 1917.
- [16] Teixeira FW. Civilizar, embelezar: a construção de uma cidade moderna: Recife de princípios do século XX. In: Barros N, Rezende AP, Silva JP. Os anos 1920: histórias de um tempo. Recife: Ed. Universitária; 2012. p. 143-80.
- [17] Santos LA. O projeto de paisagem de sistema de parques nos planos para o Recife (1917-1943) [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2019.
- [18] Araújo R. O saneamento físico e moral do Recife. In: Amorim L, Griz C, organizadores. Cidades: urbanismo, patrimônio e sociedade. Olinda: Livro Rápido; 2008. p. 51-88.
- [19] Outtes JO. O Recife: gênese do urbanismo (1927-1943). Recife: Massangana; 1997.
- [20] Marx RB. O jardim da Casa Forte. *Diário da Manhã*. 1935 maio; p. 2.
- [21] Miranda MCT. Seminário de Tropicologia: homem, terra e trópico. Recife: FUNDAJ/Massangana; 1992.
- [22] Xavier A, organizador. Arquitetura moderna brasileira: depoimento de uma geração. São Paulo: Pini/ABEA/Fundação Vilanova Artigas; 1987.
- [23] Rego JL. O homem e a paisagem. In: Xavier A. Arquitetura moderna brasileira: depoimento de uma geração. São Paulo: Pini/ABEA/Fundação Vilanova Artigas; 1987. p. 300-4.
- [24] Valadares CP. Roberto Burle Marx: pintura em forma de jardim. In: Queiroz LVP, Boff L. Roberto Burle Marx: homenagem à natureza. Rio de Janeiro: Vozes; 1979. p. 67-70.
- [25] Marx R. Conviver com a natureza. In: Queiroz LVP, Boff L. Roberto Burle Marx: homenagem à natureza. Rio de Janeiro: Vozes; 1979. p. 85-94.
- [26] Añón-Feliú C. La restauración de los jardines históricos. In: Seminário La doctrina de la restauración a través de las cartas internacionales; 2005 fev 10–14; Valencia, España. Valencia: Master Copa; 2005. p. 1-9.
- [27] Añón-Feliú C. Del jardín histórico y su rehabilitación. *Nueva Revista*. 1995;40:116-24.
- [28] Schild S. Burle Marx, 70 anos: meu melhor presente seria fazer um jardim na Zona Norte. *Jornal do Brasil*. 1979 ago; p. 1.
- [29] Tabacow JW, organizador. Roberto Burle Marx. Arte e paisagem: conferências escolhidas. São Paulo: Nobel; 1987.
- [30] Berjman S. El paisaje y el patrimonio. *Rev ICOMOS/UNESCO*. 2001;1-11.
- [31] Marx RB. Expedição Burle Marx à Amazônia. Rio de Janeiro: CNPq; 1983.
- [32] *Diário de Pernambuco*. Quem nos dera! *Diário de Pernambuco*. 1937 jun; p. 2.
- [33] *Diário da Tarde*. Jardins bonitos que o Recife possui. *Diário da Tarde*. 1937 jun; p. 1.
- [34] Mesquita LB. Arborização do Recife: notas técnicas para ajustes na execução e manutenção. Recife: Ed. UFPE; 1996.
- [35] Recife. Lei nº 18.014, de 9 de maio de 2014. Sistema Municipal de Unidades Protegidas do Recife.
- [36] Donadieu P. A construção de paisagens urbanas poderá criar bens comuns? In: Cardoso IL, organizador. Paisagem e patrimônio: aproximações pluridisciplinares. Évora: Dafne Editora; 2013. p. 57–81.

Capítulo 28

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*

28.1. 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.

28.2. 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.

28.3. 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).

28.4. 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.

28.5. 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.

28.6. 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.

28.7. 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.

28.8. 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.

28.9. Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade

À luz do Marco Global de Kunming-Montreal para a Biodiversidade [16], o MMA conduziu processo participativo para a adequação da sua Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a

Biodiversidade (EPANB) e para a construção das Metas Nacionais de Biodiversidade para 2030, publicadas pela Resolução Conabio nº 9, de 28 de novembro de 2024 [17]. Entre elas, a Meta 12¹ visa ampliar e fortalecer os espaços verdes e azuis urbanos e explicita o Programa Cidades Verdes Resilientes como instrumento para a sua implementação. A EPANB prevê ações para a promoção da recuperação da vegetação nativa por meio de unidades de conservação, áreas verdes e arborização urbanas, em municípios de regiões metropolitanas e aqueles mais vulneráveis aos impactos da mudança do clima, priorizando a conectividade em recortes metropolitanos; e para a implementação do Programa Cidades Verdes Resilientes como um todo.

28.10. 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.

28.11. 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.

28.12. 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.

28.13. 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 Osloomarka, 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. 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. 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. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>
- [7] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo 2010 [Internet]. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>
- [8] Brasil. Decreto nº 12.041, de 5 de junho de 2024. Institui o Programa Cidades Verdes Resilientes. Diário Oficial da União. Brasília; 2024a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12041.htm
- [9] Brasil. Lei nº 13.731, de 8 de novembro de 2018. Dispõe sobre mecanismos de financiamento para a arborização urbana e a recuperação de áreas degradadas. Diário Oficial da União. Brasília; 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13731.htm
- [10] Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 4.309/2021 [Internet]. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2310535>
- [11] Senado Federal. Projeto de Lei nº 3.113/2023 [Internet]. 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. 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. 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. 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. 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. 12 f. 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. 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. 128 f. Disponível em: https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/orcamento/orcamentos-anuais/2025/ploa/ploa_2025_mensagem_presidencial_2024_08_30

Capítulo 29

POLÍTICAS PÚBLICAS INTERNACIONAIS EM ARBORIZAÇÃO URBANA

Por Luiz Octavio de Lima Pedreira

29.1. 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.

29.2. 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].

29.3. 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.

29.4. 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].

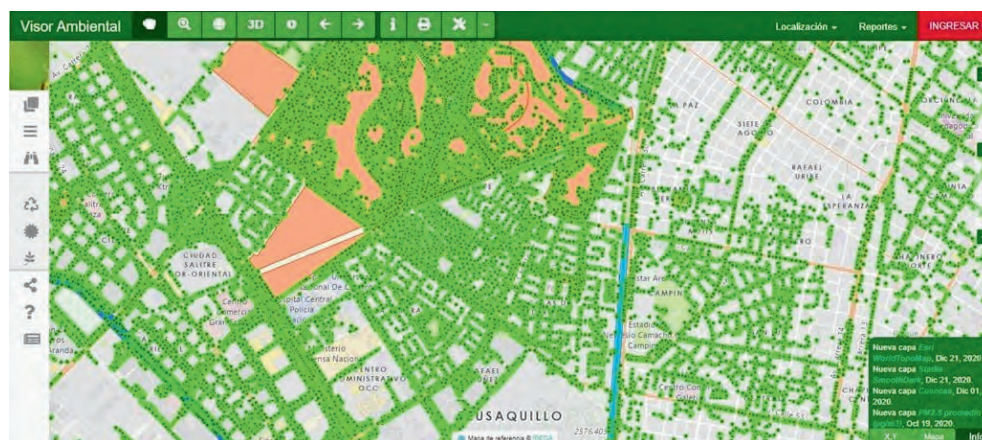
Figura 29.1 – Tela do *Sistema de Árbol Urbano* de Medellín.



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 29.2 – 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.

29.5. 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].

29.6. Diagnósticos e Inventários

Para desenvolver políticas, programas, planos e projetos, é fundamental realizar um consistente processo de diagnóstico acerca das problemáticas presentes na realidade. O modelo mundialmente mais utilizado para diagnosticar a estrutura, os benefícios e os valores das florestas urbanas e periurbanas é o *i-Tree*, um conjunto de ferramentas disponíveis gratuitamente, desenvolvido pelo Serviço Florestal dos Estados Unidos (USDA-FS) por meio de uma parceria público-privada [28].

Toronto avaliou sua Floresta Urbana em 2008 utilizando o *i-Tree Eco*, um dos módulos do *i-Tree*, com objetivo de descrever a composição, estrutura e distribuição de suas florestas urbanas, quantificar os serviços ecológicos e benefícios que elas fornecem, e definir uma linha de base das condições de suas florestas para monitorar o progresso rumo aos objetivos de gestão florestal estabelecidos [29].

A cidade de Nova Iorque também utilizou o *i-Tree Eco* na avaliação de suas florestas urbanas em 2013, com a mensuração de 296 parcelas, resultando em uma estimativa de 6.977.000 de árvores, com uma cobertura de copas de 21%, estimada com base em um voo com sensor *LiDAR* de 2012, com árvores com DAP (diâmetro à altura do peito – 1,3 m) entre 2,5 cm e 15 cm

representando quase 70% das árvores, e um valor monetário das árvores estimado em \$5,7 bilhões de dólares americanos, equivalentes a aproximadamente R\$ 33 bilhões [30].

Londres utilizou o *i-Tree Eco*, para conhecer melhor a estrutura (os atributos físicos, como densidade de árvores, saúde das árvores, área foliar e biomassa), composição e distribuição de sua floresta urbana, a fim de obter uma linha de base a partir da qual definir metas e monitorar o progresso, e com esses dados, determinar os benefícios da floresta urbana e o valor desses benefícios calculados e expressos em termos monetários. A avaliação da floresta urbana de Londres foi um dos maiores projetos que utilizaram o *i-Tree*, com mais de 700 parcelas mensuradas na cidade e em sua região periurbana. Aqui estão alguns dos serviços ecossistêmicos e valores fornecidos pelas aproximadamente 8,4 milhões de árvores na floresta urbana de Londres: 2,4 milhões de toneladas de carbono armazenado avaliado em £146,9 milhões; 77.000 toneladas de carbono sequestradas anualmente avaliadas em £4,79 milhões por ano; 2.241 toneladas de poluição removidas anualmente avaliadas em £126,1 milhões por ano; 3,5 milhões de metros cúbicos de escoamento de águas pluviais evitados avaliados em £2,8 milhões por ano; e £260.600,0 por ano de economia de energia atribuída às árvores em relação aos edifícios. O valor total dos benefícios fornecidos pelos serviços ecossistêmicos das árvores de Londres foi calculado em £132,7 milhões por ano, equivalentes a aproximadamente R\$ 950 milhões em valores atualizados [31].

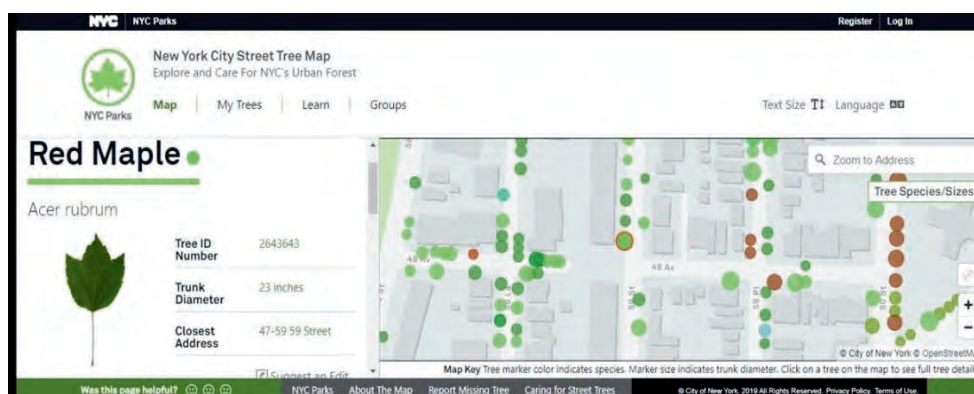
A cidade de Tampa, na Flórida, em conjunto com universidades locais, tem investigado uma série de métodos de avaliação da cobertura vegetal de suas florestas urbanas para apoiar seu manejo sustentável. Por meio de imagens de satélite *LANDSAT*, foi realizado o mapeamento e identificadas tendências das últimas quatro décadas. Aerofotos em preto e branco foram sendo digitalizadas para identificar tendências de longo prazo (60 anos) [32]. Avaliações complementares detalhadas são realizadas a cada cinco anos, conforme seu Plano de Manejo da Floresta Urbana. Essas ferramentas de avaliação agora permitem que a cidade exija a mitigação da perda da copa das árvores urbanas em até 5 anos após sua remoção [33].

Em relação à realização dos processos de inventariar, alguns casos são exemplares. O USDA-FS disponibilizou um conjunto de documentos (Guia de Recursos, Guia de Campo, Ficha de Campo e Instruções de Preenchimento da Ficha de Campo) e vídeos sobre o monitoramento de árvores urbanas, visando atender à necessidade de protocolos padronizados de monitoramento de árvores urbanas. O monitoramento de campo de árvores urbanas pode servir a vários objetivos, entre os quais: a avaliação do desempenho do plantio; a compreensão dos fatores ecológicos e sociais que ajudam a prever a mortalidade, o crescimento e a saúde das árvores; envolvimento das comunidades locais, inclusive em projetos de ciência cidadã; gerenciamento de ciclos de poda e risco de árvores; geração de dados empíricos para projeções populacionais e modelos de serviços ecossistêmicos; detecção de ameaças emergentes de pragas e doenças; e avaliação dos resultados do plantio experimental de árvores. Esses documentos apresentam estratégias gerais para monitoramento de árvores urbanas, o planejamento para coleta, gerenciamento e análise de dados, o gerenciamento do trabalho de campo, treinamento das equipes de campo, equipamentos de campo, conjuntos de dados para monitoramento de árvores urbanas, gerenciamento de árvores jovens e dados da comunidade [34].

Desde 1995, a cidade de Nova Iorque realiza inventários de suas árvores de rua com a participação de centenas de voluntários treinados. O Censo de Árvores de Rua de 1995-1996 forneceu informações detalhadas sobre o número, tamanho e espécies de árvores de

rua na cidade de Nova Iorque pela primeira vez. O censo também revelou que a cidade tinha mais de 10.000 árvores mortas nas ruas. Foi criado um programa de manutenção de árvores de poda em bloco e assumido um compromisso de remover todas as árvores mortas dentro de 30 dias da solicitação inicial. Dez anos depois, foi realizado o Censo de Árvores de Rua de 2005-2006 que encontrou 592.130 árvores crescendo ao longo das ruas de Nova Iorque – um aumento de 19 por cento em relação ao censo de 1995-1996. Com base nos dados obtidos, foi possível estimar os valores dos serviços ambientais fornecidos pelas árvores, num total de quase \$ 122 milhões anuais. A partir dessas informações, foi lançada a iniciativa *MillionTrees NYC* – com a promessa de plantar e cuidar de um milhão de árvores e envolver e aumentar o número de voluntários e adotantes de árvores na cidade. Entre os anos de 2015-2016, um novo inventário superou todos os esforços anteriores em tamanho e escopo. Foram mapeadas 666.134 árvores de rua. Os 2.241 voluntários que participaram desse censo representaram o dobro do número de participantes em 2006. Os voluntários foram responsáveis por 34% do censo. O uso de tecnologia geoespacial inovadora e um forte processo de revisão de qualidade gerou um inventário excepcionalmente preciso das árvores nas ruas [35].

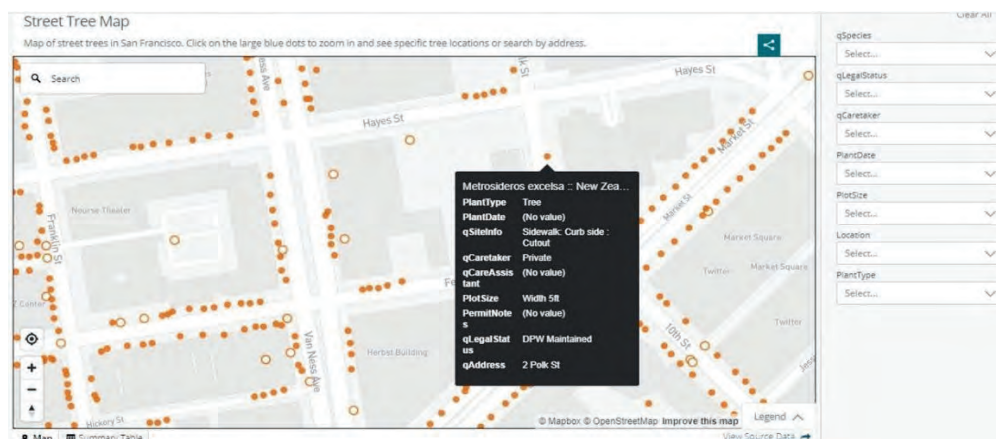
Figura 29.3 – Mapa interativo das árvores das ruas de Nova Iorque.



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].

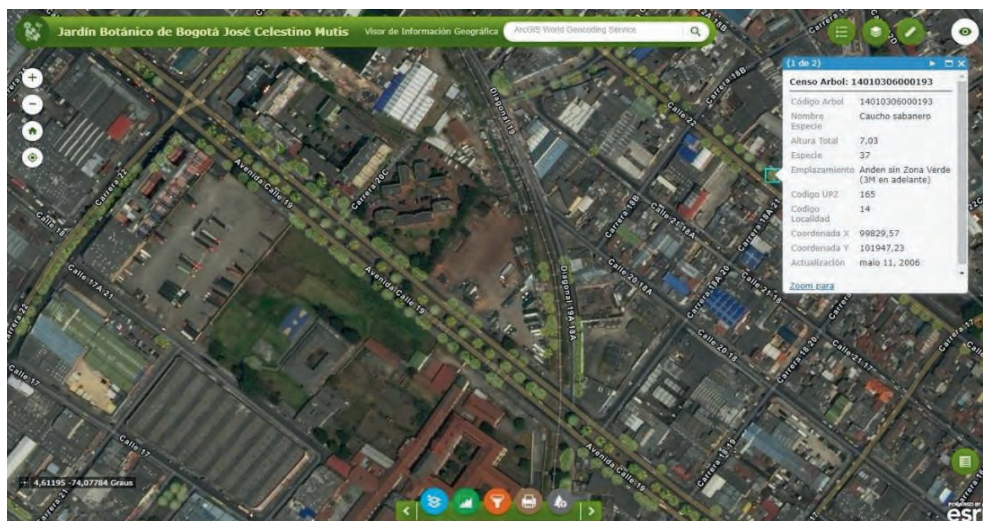
Figura 29.4 – Mapa interativo das árvores das ruas de São Francisco.



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 29.5 – Tela do Sistema de Gestão da Arborização Urbana da cidade de Bogotá.



Fonte: Kenney WA, Van Wassenae PJE, Satel AL [37].

29.7. 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].

29.8. 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].

29.9. 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.

29.10. 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].

29.11. 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 registrados permitem avaliar e analisar o estado do arboreto madrilenho, detectar problemas e aprender padrões de comportamento das diferentes espécies arbóreas da cidade [74].

O patrimônio verde da cidade de Turim na Itália foi projetado e construído ao longo do tempo, segundo uma organização por sistemas tipológicos. Com o tempo, os grandes parques das zonas periféricas foram agregando-se aos jardins históricos da zona central urbana, ligados a eles por largas avenidas arborizadas e, posteriormente, por ciclovias. Da década de 1970 até hoje, a área verde urbana cresceu de 4 para 18,4 milhões de metros quadrados, atingindo um total de 19,05 metros quadrados por habitante. Este significativo aumento, fruto de uma estratégia visionária e de alto valor ecológico, foi norteador 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].

29.12. Melhores práticas

A organização não governamental *TREE CANADA* hospeda em seu sítio na internet <<https://treecanada.ca/resources/canadian-urban-forest-compendium/>> o Compendio de Melhores Práticas de Manejo para as Florestas Urbanas Canadenses (*Compendium of Best Management*

Practices for Canadian Urban Forests), com o objetivo de disponibilizar na internet um recurso que descreve para os municípios, seus habitantes, funcionários e representantes eleitos alguns dos componentes, padrões técnicos e exemplos de um programa de florestas urbanas municipal. Apresenta uma definição de Florestas Urbanas, uma breve história delas no Canadá, seus benefícios, noções de planejamento de gestão estratégica e operacional, legislação e regulamentos municipais, inventário arbóreo e ciclos de inspeção das árvores, sistemas de informações geográficas e outras geotecnologias, seleção de espécies e plantio, manutenção, poda, plantio em superfícies desfavoráveis, gestão de áreas florestadas e parques urbanos, proteção de árvores durante a construção, conflitos de sistemas radiculares de árvores e fundações de edifícios, estresses abióticos, insetos e doenças, espécies de plantas invasoras, gestão de águas pluviais e florestas urbanas, fogo e a interface urbano-rural, gerenciamento de redes de distribuição de serviços urbanos, qualidade do ar, mudança climática e florestas urbanas, preparação para emergências climáticas, valor econômico e avaliação de árvores, desenvolvimento profissional e outros aspectos sociais [79].

O projeto *Vibrant Cities Lab* é desenvolvido pelo *USDA-FS*, em conjunto com a organização não governamental *American Forests* e a associação nacional dos legislativos regionais, a *National Association of Regional Councils*, combinando as pesquisas mais recentes com as melhores práticas para a implementação de projetos de infraestrutura verde, árvores, vegetação e água, em sua comunidade. Em seu sítio, esse programa hospeda a caixa de ferramentas da silvicultura urbana, a *Urban Forestry Toolkit*, um guia passo a passo do *USDA-FS* para implementação de programas de silvicultura urbana nas cidades. O processo é baseado em seis fases, subdivididas em 17 etapas. A seguir apresentamos as fases e suas respectivas etapas. Avaliar: a cobertura arbórea e realização de inventário das árvores públicas em logradouros. Priorizar: onde plantar e o porquê, procurando garantir uma distribuição equitativa da cobertura arbórea. Organizar: construir um entendimento entre os principais atores, mobilizando-os para a ação. Planejar: melhores práticas no planejamento da silvicultura urbana, promovendo melhor gestão das florestas e áreas verdes em áreas privadas e planejando em nível de paisagem. Construir: uma ação que promove árvores em todas as políticas, iniciando por meio de poucos projetos pequenos, plantando árvores certas nos locais estratégicos. Proteger: considerar os riscos. Manter: monitorar e manter a floresta urbana; conquistando parcerias de longo prazo, financiamentos e avaliação de como seu programa de silvicultura urbana está acontecendo comparado às melhores práticas [80].

Na China, a Seção de Manejo de Áreas Verdes, Paisagem e Árvores, do Escritório de Desenvolvimento de Hong Kong, desenvolveu o “Manual de Manejo de Árvores”, *Handbook on Tree Management* (HTM), que fornece diretrizes e padrões de boas práticas na gestão de árvores. Os principais objetivos do documento são aumentar a conscientização do público sobre a segurança das árvores, promover bons padrões de prática nos trabalhos em arboricultura e melhorar a qualidade dos trabalhos de gestão de árvores em propriedades privadas. Dividido em três partes e vinte e cinco apêndices, a primeira parte do HTM apresenta as disposições legais para os proprietários realizarem o manejo adequado das árvores, a segunda parte apresenta as principais etapas para a gestão do risco das árvores, incluindo o conhecimento do conjunto das árvores, a realização da avaliação de risco das árvores, a mitigação do risco das árvores e a manutenção dos registros de inspeção das árvores, e a terceira e última parte enfatiza a importância do cuidado com as árvores por meio de práticas adequadas de plantio e manutenção regular das árvores [81].

Na França, a cidade de Paris monitora seu patrimônio arbóreo, a reposição de árvores moribundas e a instalação de novos plantios. Os condicionantes específicos do ciclo de vida de uma árvore na cidade exigem um suporte cuidadoso e sua renovação periódica, entre os muitos cuidados presentes no documento destacam-se: na idade adulta, a árvore é podada regularmente para poder coexistir com seu ambiente, desobstruindo semáforos e placas de trânsito, mantendo uma boa distância entre a árvore e as fachadas, levantando galhos baixos para tráfego rodoviário e de pedestres, removendo madeira morta e galhos secos. As árvores plantadas ao longo das ruas raramente ultrapassam os 80 anos [82].

O manejo das árvores parisienses é baseado em um banco de dados, mapeamento e um aplicativo móvel para monitoramento próximo das árvores no campo. O Serviço de Árvores e Madeira da Cidade de Paris monitora e mantém cerca de 200.000 árvores nas ruas ou em parques, jardins, cemitérios, escolas e outras instalações municipais. Essas árvores são inspecionadas anualmente e 20% delas submetidas a um levantamento fitossanitário detalhado. Os dados produzidos pelo aplicativo são manipulados em um aplicativo SIG (Sistema de Informação Geográfica) permitindo a visualização e elaboração de mapas temáticos (mapa de estados fitossanitários, diferentes espécies etc.), facilitando seu uso, análise e disseminação [82].

A cidade de Toronto publicou as Diretrizes Técnicas das Ruas Verdes (*Green Streets Technical Guidelines – GSTG*) para orientar o planejamento, projeto, integração e manutenção de um conjunto de opções de infraestrutura verde (IV), apropriadas para as ruas de Toronto. Com base em uma série de outros planos e políticas da cidade, como o *Toronto Green Standards*, um conjunto de medidas de desempenho para projetos de construção sustentável que identifica as principais pressões ambientais que auxiliaram a categorizar as técnicas de IV do *GSTG* com benefícios diretos para: qualidade do ar, mitigação das mudanças climáticas e eficiência energética, gestão da quantidade e qualidade da água, ecologia e gestão de resíduos sólidos. Esse estudo gerou uma lista de quarenta técnicas de IV que são adequadas às condições geográficas e climáticas locais e trinta e duas técnicas viáveis para implementação nas condições específicas da faixa de domínio dos logradouros da cidade [82].

29.13. 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.

29.14. Referências

- [1] Wilson EO. *Biophilia*. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1996.
- [2] Lawrence HW. Changing forms and persistent values: historical perspectives on the urban forest. In: Bradley GA, editor. *Urban Forest landscapes: integrating multidisciplinary perspectives*. Seattle, WA: University of Washington Press; 1995. p. 17-40.
- [3] Hauer RJ, Miller RW, Werner LP, Van den Bosch CCK. The history of trees in the city. In: Ferrini F, Van den Bosch CCK, Fini A, editors. *Routledge Handbook of Urban Forestry*. London; New York: Routledge; 2019. p. 17-32.
- [4] Grey GW, Deneke FJ. *Urban forestry*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 1986.
- [5] Canadian Urban Forest Network. *Canadian Urban Forest Strategy 2019-2024*. Montreal; 2019 [acesso 7 dez. 2020]. Disponível em: <https://treecanada.ca/wp-content/uploads/2018/10/TC-CUFS-2019-2024-Eng-1.pdf>
- [6] Pedreira LOL, Fico BV, Andrade FN. Índices de áreas verdes do município do Rio de Janeiro. Nota Técnica 37. Rio de Janeiro: Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos; 2017 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.data.rio/datasets/16f6aec44fef4a24a7b-f81407c22bc28>
- [7] Piccoli L, coordenador. *Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre*. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente; 2007.
- [8] Paiva HN, Gonçalves W. *Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida. Série Arborização Urbana; Coleção Jardinagem e Paisagismo*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora; 2002.
- [9] Biondi D. *Arborização urbana: aplicada à educação ambiental nas escolas*. Curitiba, PR: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF); 2008.
- [10] Biondi D. *Floresta urbana*. Curitiba, PR: A autora; 2015.
- [11] Van den Bosch CCK, Rodbell P, Salbitano F, et al. The changing governance of urban forests. *Unasylva*. 2018;69(250):37-42.
- [12] Wirtz Z, Hagerman S, Hauer RJ, Konijnendijk CC. What makes urban forest governance successful? A study among Canadian experts. *Urban For Urban Green*. 2020 [acesso 17 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866720307184>
- [13] Driscoll AN, Ries PD. *Cultivating a greener collective impact: a guidebook for regional urban forestry collaboration*. Salem, OR; 2015 [acesso 12 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.oregon.gov/ODF/Documents/ForestBenefits/RegionalUCFGuidebook.pdf>
- [14] Secretaría de Medio Ambiente de Medellín. *Manual de silvicultura urbana para Medellín: gestión, planeación y manejo de la infraestructura verde*. Medellín, Colômbia: Fondo Editorial Jardín Botánico de Medellín; 2015.
- [15] Secretaría de Medio Ambiente de Medellín. *Sistema de Árbol Urbano (SAU)*. Medellín, Colômbia; 2019 [acesso 20 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.medellin.gov.co/sau/>

- [16] Secretaría Distrital de Ambiente. Visor geográfico ambiental. Bogotá, Colômbia; 2022 [acesso 20 mar. 2022]. Disponível em: <https://visorgeo.ambientebogota.gov.co/>
- [17] City of Melbourne. Melbourne's urban forest infographic. Melbourne; 2020 [acesso 9 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.melbourne.vic.gov.au/community/greening-the-city/urban-forest/Pages/urban-forest.aspx>
- [18] Danube Transnational Programme – Interreg. URBforDAN participatory approach workshop implementation guidelines. Ljubljana; 2018 [acesso 10 dez. 2020]. Disponível em: http://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved_project_output/0001/38/72d2a1e918d30cf7ee7c5ee810c9bb3896f82702.pdf
- [19] U.S. Forest Service. Urban and community forestry program. Washington, DC; 2020 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/managing-land/urban-forests/ucf>
- [20] American Forests. Tree equity in America's cities. Washington, DC; 2020 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.americanforests.org/our-work/urban-forestry/#goals>
- [21] Institute of Food and Agricultural Sciences. Urban forest hurricane recovery program. Gainesville, FL: University of Florida; 2020 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <https://hort.ifas.ufl.edu/treesandhurricanes/>
- [22] Texas A&M Forest Service. Urban and community forestry. College Station, TX: Texas A&M Forest Service; 2020 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://tfsweb.tamu.edu/abouturbanandcommunityforestry/>
- [23] California Department of Forestry and Fire Protection. Urban forestry program. Sacramento, CA; 2022 [acesso 15 jun. 2022]. Disponível em: <https://www.fire.ca.gov/programs/resource-management/resource-protection-improvement/urban-community-forestry/>
- [24] State of Wisconsin. Urban forests – the forest outside your door. Madison, WI; 2020 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: <https://dnr.wisconsin.gov/topic/UrbanForests>
- [25] Wisconsin Department of Natural Resources. Urban forestry grants. Madison, WI; 2022 [acesso 17 jun. 2022]. Disponível em: <https://dnr.wisconsin.gov/topic/urbanforests/grants>
- [26] San Francisco. San Francisco biodiversity policy. San Francisco, CA; 2017 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://sfenvironment.org/policy/resolution-adopting-citywide-biodiversity-goals>
- [27] San Francisco. San Francisco biodiversity program. San Francisco, CA; 2020 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://sfenvironment.org/article/the-biodiversity-program/biodiversity-program-summary#biopolicy>
- [28] Nowak DJ, Hoehn RE III, Bodine AR, et al. Assessing urban forest effects and values: Toronto's urban forest. Resource Bulletin NRS-79. Newtown Square, PA: USDA Forest Service, Northern Research Station; 2013.
- [29] U.S. Forest Service. The urban forest of New York City. Newtown Square, PA; 2018 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/rb/rb_nrs117.pdf
- [30] Rogers K, Sacre K, Goodenough J, Doick K. Valuing London's urban forest: results of the London i-Tree Eco project. London: Treeconomics; 2015 [acesso 17 dez. 2020]. Disponível em: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/valuing_londons_urban_forest_i-tree_report_final.pdf
- [31] Landry SM, Koeser AK, Northrop RJ, et al. City of Tampa tree canopy and urban forest analysis 2016. Tampa, FL; 2018 [acesso 10 dez. 2020]. Disponível em: https://waterinstitute.usf.edu/upload/documents/TampaUEA2016_FinalReport-lowres.pdf

- [32] Northrop RJ. Advanced assessment and mitigation of urban tree canopy conservation. Gainesville, FL; 2020 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://blogs.ifas.ufl.edu/hillsboroughco/2020/10/19/advanced-assessment-and-mitigation-for-urban-tree-canopy-conservation/>
- [33] U.S. Forest Service. Urban tree monitoring: a resource guide. Albany, CA; 2020 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/research/urban-webinars/tracking-tree-survival-growth-health.php>
- [34] New York City Parks. TreesCount! 2015-2016 street tree census. New York; 2016 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.nycgovparks.org/trees/treescount>
- [35] San Francisco. EveryTreeSF street tree census. San Francisco, CA; 2020 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://sfplanning.org/project/everytreesf-street-tree-census>
- [36] Jardín Botánico de Bogotá. Sistema de información para la gestión del arbolado urbano. Bogotá; 2020 [acesso 17 dez. 2020]. Disponível em: <http://sigau.jbb.gov.co/SigauJBB/VisorPublico/VisorPublico>
- [37] Kenney WA, van Wassenae PJE, Satel AL. Criteria and indicators for strategic urban forest planning and management. *Arboric Urban For.* 2011;37(3):108-17.
- [38] Inland Urban Forest Council. Urban forest management plan toolkit. Riverside, CA; 2016 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: <https://ufmptoolkit.net/>
- [39] Suárez J, Borelli S. Planificación, diseño y gestión de la silvicultura urbana y periurbana. Seminario virtual Silvicultura Urbana y Periurbana. Sección 1. Santiago, Chile: FAO; 2020.
- [40] Portland. Portland urban forest master plan 2004. Portland, OR; 2004 [acesso 21 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.portlandoregon.gov/parks/38306?a=184641>
- [41] Portland. Urban forest action plan 2019 implementation update. Portland, OR; 2020 [acesso 21 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.portlandoregon.gov/parks/article/765841>
- [42] Syracuse. Urban forest master plan. Syracuse, NY; 2020 [acesso 21 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.syr.gov/Departments/Parks-Recreation/Urban-Forest-Master-Plan>
- [43] Northrop RJ, Beck K, Irving R, et al. City of Tampa urban forest management plan. Tampa, FL; 2013 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: https://waterinstitute.usf.edu/upload/documents/Tampa_UrbanForestManagementPlan_Nov2013_web.pdf
- [44] Ottawa. Putting down roots for the future – City of Ottawa urban forest management plan 2018-2037. Ottawa: Urban Forest Innovations Inc.; 2017 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: https://documents.ottawa.ca/sites/documents/files/final_ufmp_en.pdf
- [45] dkins R. Trees: the cool approach to city cooling in Phoenix, Arizona. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Forests and sustainable cities: inspiring stories from around the world*. Rome: FAO; 2018. p. 9-14.
- [46] Davey Resources Group. Urban forest master plan. Alexandria, VA; 2009 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.alexandriava.gov/uploadedFiles/planning/info/master-plan/MPA200900012.pdf>
- [47] Barcelona. Plan del verde y de la biodiversidad de Barcelona 2020. Parés M, Rivero M, Rull C, coordenadores. Barcelona: Medi Ambient i Serveis Urbans – Hàbitat Urbà, Ajuntament de Barcelona; 2013 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/PlanVerde_2020.pdf
- [48] Barcelona. **Árboles** para vivir: plan director del arbolado de Barcelona 2017-2037. Guitart J, Martí I, Rull C, coordenadores. Barcelona: Área de Ecología Urbana, Ajuntament de Barcelona; 2017 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/Pla-director-arbrat-barcelona-CAST.pdf>

- [49] Cardona MC, Ramírez N. Normativa asociada a la gestión de la flora y el arbolado urbano. In: Hurtado FM, Estrada CHH, editores. Guía para el manejo del arbolado urbano en el Valle de Aburrá. Medellín; 2015. p. 313-45 [acceso 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 [acceso 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 [acceso 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 [acceso 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 [acceso 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 [acceso 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 [acceso 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 [acceso 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 [acceso 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 [acceso 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 [acceso 11 dez. 2020]. Disponível em: <http://leydearboladourbano.com/docs/guias/lineamiento-red.pdf>
- [60] New York City Parks. MillionTreesNYC. New York; 2020 [acceso 11 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.nycgovparks.org/trees/milliontreesnyc>
- [61] Ottawa. UFMP management period 1 – projects currently underway. Ottawa; 2020 [acceso 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 [acceso 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 [acceso 10 dez. 2020]. Disponível em: <https://vancouver.ca/green-vancouver/greenest-city-action-plan.aspx>

- [64] Sutabutr O, Soipetch C. People power is bringing green and blue back to Bangkok. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Forests and sustainable cities: inspiring stories from around the world. Rome: FAO; 2018. p. 41-6.
- [65] Božić ZS, Verlic A, Kobe J, et al. Ljubljana: the “beloved” green capital. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Forests and sustainable cities: inspiring stories from around the world. Rome: FAO; 2018. p. 41-6 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <http://www.fao.org/urban-food-actions/resources/resources-detail/en/c/1315218/>
- [66] Singapore. Complementing recreation with green and blue options. Singapura; 2020 [acesso 21 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.ura.gov.sg/Corporate/Planning/Master-Plan/Master-Plan-2019/Themes/Liveable-and-Inclusive-Communities/More-Greenery-Play-Spaces>
- [67] Castro J, Ostoić SK, Cariñanos P, Fini A, Sitzia T. “Edible” urban forests as part of inclusive, sustainable cities. *Unasylva*. 2018;69(250):59-64 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <http://www.fao.org/urban-food-actions/resources/resources-detail/en/c/1315218/>
- [68] McCracken D, Boon R, Glen H, et al. The Durban forest. Durban, África do Sul: Durban Botanic Gardens Trust; 2015.
- [69] McLain R, Poe M, Hurley PT, et al. Producing edible landscapes in Seattle’s urban forest. *Urban For Urban Green*. 2012;11(2):187-94 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866711001002>
- [70] Kaoma H, Shackleton CM. Collection of urban tree products by households in poorer residential areas of three South African towns. *Urban For Urban Green*. 2014;13(2):244-52 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866714000247>
- [71] New York City Parks. Guidelines for urban forest restoration. New York: Vanguard Direct; 2014 [acesso 10 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.nycgovparks.org/pagefiles/84/guidelines-to-urban-forest-restoration.pdf>
- [72] Portland Parks & Recreation. Growing a more equitable urban forest: Portland’s citywide tree planting. Portland, OR; 2018 [acesso 22 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.portland.gov/trees/tree-planting/growing-more-equitable-urban-forest>
- [73] Madrid. Servicio de Evaluación y Revisión Verde (SERVER). Madrid, Espanha: Parques y Jardines; 2020 [acesso 16 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.madrid.es/portales/muni-madrid/es/Inicio/Medio-ambiente/Parques-y-jardines/SERVER-el-servicio-de-inspeccion-evaluacion-y-actuacion-en-el-arbolado-de-riesgo-de-Madrid/?vgnnextfmt=default&vgnnextoid=4a9013f26f552710VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=2ba279ed268fe-410VgnVCM1000000b205a0aRCRD>
- [74] Torino. Verde pubblico. Turim, Itália: Città di Torino; 2020 [acesso 18 dez. 2020]. Disponível em: <http://www.comune.torino.it/verdepubblico/index.shtml>
- [75] Grupo Ecomunitario. Bogotá; 2020 [acesso 12 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.grupoecomunitario.org/>
- [76] Red de Bosques Urbanos de Guadalajara. Guadalajara, México; 2020 [acesso 14 dez. 2020]. Disponível em: <https://www.c40.org/es/case-studies/guadalajara-urban-forests/>
- [77] Parker J. Stonehouse Community Arboretum: project summary. Destinatário: Luiz Octavio de Lima Pedreira. Stonehouse, Inglaterra; 8 nov. 2020. 1 mensagem eletrônica.

- [78] Bardekjian AC. Compendium of best urban forest management practices. 2nd ed. Ottawa, Canadá: Tree Canada; 2018 [acesso 12 dez. 2020]. Disponível em: <https://treecanada.ca/resources/canadian-urban-forest-compendium/>
- [79] Vibrant Cities Lab. Urban forestry toolkit. Washington, DC; 2021 [acesso 14 mar. 2021]. Disponível em: <https://www.vibrantcitieslab.com/toolkit/>
- [80] Hong Kong. Handbook on tree management. Hong Kong: Greening, Landscape and Tree Management Section, Development Bureau; 2016 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: https://www.greening.gov.hk/en/tree_care/Handbook_on_Tree_Management.html
- [81] Paris. L'arbre à Paris. Paris; 2020 [acesso 15 dez. 2020]. Disponível em: www.paris.fr/arbres
- [82] Toronto. Toronto green streets technical guidelines. Boudreau S, Cheung P, coordenadores. Toronto, Canadá; 2017 [acesso 17 dez. 2020]. Disponível em: https://www.toronto.ca/ext/digital_comm/pdfs/transportation-services/green-streets-technical-guidelines-document-v2-17-11-08.pdf

LISTA DOS AUTORES

(em ordem alfabética)

Adarene Guimarães da Silva Motta	Edjane Oliveira de Lucena
Albéryca Stephany de Jesus Costa Ramos	Eduardo Bezerra de Almeida Jr.
Alessandra Quirino Bertoso dos Santos Jardim	Eduardo Vinícius da Silva Oliveira
Alessandro de Paula	Eliane Guaraldo
Alessandro Oliveira Silva	Elizabeth Araújo Costa
Aline Duarte do Nascimento	Elizamar Ciríaco da Silva
Ana Cecília da Cruz Silva	Ely Ewerton Amorim Lopes
Ana Luiza Fortes da Silva	Emmanoella Costa Guaraná Araujo
Ana Luísa Teixeira de Campos	Esmeralda Aparecida Porto Lopes
Ana Rita Sá Carneiro	Ester Azevedo do Amaral
Anderson Sandro da Rocha	Evanildo Santos Cardoso
André Moreira Fraga	Fernanda Cláudia Lacerda Rocha
Ane Cristine Fortes da Silva	Fernanda da Silva de Andrade Moreira
Angelica Candida Ferreira	Flávia Maria Mendonça do Amaral
Angelo Giuseppe Chaves Alves	Francisco Soares Santos Filho
Antônio Sérgio Farias-Castro	Gislane da Silva Lopes
Ariadne Enês Rocha	Iêdo Bezerra Sá
Barbara Irene Wasinski Prado	Ilisandra Zanandrea
Brenda Hellen Izidio de Paiva	Ivone Beatriz Romeiro Brandão
Carlos Erick Brito de Sousa	Jacob Silva Souto
Camila Costa da Nóbrega	Jennifer Viezzler
Carlos Maurício da Fonseca Guerra	Jhonatan David Santos Das Neves
Carmen Silvia Zickel	Joelmir Marques da Silva
Cláudia Ulisses de Carvalho Silva	Jomar Gomes Jardim
Cynthia Cavalcanti de Albuquerque	Jorge Danilo Zea Camaño
Dacio Rocha Brito	José Adeilson Medeiros do Nascimento
Danniely Alves Benício Borges	José Paulo Santana Santos
David J. Nowak	Josiane Silva Araújo
Deiziane Lima Cavalcante	Juliane Regina Becker

Juliane Porto Cruz de Medeiros
Juliano Ricardo Fabricante
Laís Angélica de Andrade Pinheiro Borges
Luann Brendo da Silva Costa
Lucia Helena Ferreira Moura
Lúcia Maria de Siqueira Cavalcanti Veras
Luciana Bongiovanni Martins Schenk
Luciano Mamede de Freitas Junior
Luiz Antonio Cestaro
Luiz Octavio de Lima Pedreira
Marcelo Freire Moro
Marcos Antônio Drumond
Maria Carolina de Abreu
Maria do Carmo Learth Cunha
Maria Helena Nascimento de Souza
Maria Ligia Farias Costa
Maria Regina de Vasconcellos Barbosa
Maria Rita de Cabral Sales de Melo
Marlla Maria Barbosa Arouche
Marta Enokibara
Maura Rejane de Araújo Mendes
Monielle Alencar Machado

Myrna Friederichs Landim
Natália Coelho Barbosa Albuquerque
Onilda Gomes Bezerra
Patrícia Carneiro Souto
Pedro da Costa Gadelha Neto
Pedro Paulo de Almeida Cavalcanti Mello
Raimunda Nonata Santos de Lemos
Regis Catarino da Hora
Renata Gabriela Vila Nova de Lima
Renata Lopes Carvalho Barros
Ricardo Franco Trudes de Mattos
Rita de Cássia Antunes Lima de Paula
Rita de Cássia Araújo Pereira
Rosângela Pereira de Lyra Lemos
Rubens Pessoa de Barros
Sérgio Brazolin
Sheila Milena Neves de Araújo Soares
Susi Missel Pacheco
Tania Cristina Castroviejo
Thiago Pereira de Brito
Visêlido Ribeiro de Oliveira

GLOSSÁRIO

- Abcisão (botânica)** – Processo natural de queda de folhas, frutos ou flores, causado pela formação de uma camada de separação no ponto de ligação com a planta.
- 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.
- Agente etiológico** – Organismo ou fator responsável por causar uma doença, como bactérias, vírus, fungos ou parasitas.
- Alburno** – Parte externa e mais jovem do tronco das árvores, responsável pelo transporte de seiva bruta.
- 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.
- Arroio** – Curso d'água pequeno e raso, semelhante a riacho ou córrego.
- Assoreamento** – Acúmulo de sedimentos no leito de rios, lagos e represas, reduzindo sua profundidade e capacidade de fluxo.
- Bioindicador** – Organismo ou grupo de organismos cuja presença, ausência ou abundância indica as condições ambientais de um local.
- Cadeia trófica** – Sequência de transferência de energia e matéria entre organismos, desde produtores até consumidores e decompositores.
- Caducifolia** – Planta que perde suas folhas periodicamente, geralmente na estação seca ou fria.
- Cavitação (fisiologia vegetal)** – Processo de formação de bolhas de ar no interior do xilema, quando a água muda da fase líquida para vapor, bloqueando o fluxo de água e de seiva do xilema pela presença de uma bolha de ar no lúmen do vaso, chamada embolia.

- Cerne** – Parte interna, mais antiga e escura do tronco das árvores; estruturalmente resistente e formada por células mortas.
- Commodity** – Produto primário padronizado e comercializado em grande escala no mercado internacional, como soja, petróleo, minério e café.
- Corredor ecológico** – Faixa de vegetação que conecta fragmentos de habitat, permitindo o deslocamento de espécies e o fluxo gênico.
- Decapitação do solo** – Retirada da camada superficial do solo, geralmente causada por erosão, deixando exposta a parte estéril ou menos fértil.
- Deriva genética** – Mudança aleatória na frequência de genes em pequenas populações, podendo reduzir a diversidade genética.
- Diversidade genética** – Variedade de genes dentro de uma espécie, essencial para adaptação, resistência a doenças e manutenção de populações saudáveis.
- Doenças negligenciadas** – Enfermidades que afetam principalmente populações pobres e recebem poucos investimentos em pesquisa e tratamento.
- 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.
- Endogamia** – Cruzamento entre indivíduos geneticamente próximos, podendo reduzir a variabilidade e aumentar riscos genéticos.
- Estiagem** – Período prolongado com pouca ou nenhuma chuva, causando redução de umidade no solo e diminuição de recursos hídricos.
- 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.
- 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.
- Formação (geologia)** – Unidade geológica com características semelhantes de rochas e deposição, usada como referência cartográfica.
- Fosfato de Gafsa** – Tipo de fosfato natural importado, de alta solubilidade relativa, usado como fertilizante na agricultura.
- 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.
- Fungos entomopatogênicos** – Fungos que infectam e matam insetos, utilizados no controle biológico de pragas.
- Galha (entomologia)** – Deformação ou crescimento anormal de tecidos vegetais induzido pela ação de insetos, fungos, bactérias ou ácaros.
- Hidroponia** – Técnica de cultivo de plantas sem solo, usando soluções nutritivas em água.
- Hiperxerófila** – Planta extremamente adaptada a ambientes muito secos, com mecanismos avançados de economia de água.

- 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.
- Inselberg (ecologia)** – Morro isolado e resistente formado por rochas antigas, emergindo abruptamente em paisagens mais planas.
- Inseto sugador (entomologia)** – Inseto que se alimenta sugando seiva de plantas ou fluidos de animais, como pulgões e percevejos.
- 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.).
- Metafísica** – Ramo da filosofia que investiga a natureza fundamental da realidade, do ser, do tempo e da existência, além do que é observável fisicamente.
- 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).
- Microclima** – Conjunto de condições climáticas particulares de um local restrito, influenciadas por vegetação, relevo e construções.
- 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.
- Pediaplano (geomorfologia)** – Superfície extensa e suavemente inclinada formada pela erosão prolongada de áreas montanhosas.
- Pegamento da muda (botânica)** – Etapa inicial em que a muda recém-plantada estabelece raízes e se adapta ao novo ambiente.
- Perenifolia** – Planta que mantém suas folhas o ano todo, sem período marcado de queda foliar.
- Planície aluvional** – Área plana formada por sedimentos depositados por rios durante enchentes.
- Plasticidade fenotípica (botânica)** – Capacidade da planta de alterar fisiologia ou morfologia em resposta a variações ambientais.
- Polietileno, polipropileno** – Polímeros plásticos derivados do petróleo, amplamente usados em embalagens, utensílios e aplicações industriais pela leveza e resistência.
- 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.
- Poluentes regulamentados** – Substâncias cuja emissão é controlada por normas ambientais, como ozônio, partículas finas e dióxido de enxofre.
- Positivização (políticas públicas)** – Processo de transformar políticas ou direitos em normas efetivas dentro de instrumentos legais e administrativos.
- 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.
- Renascimento** – Movimento cultural entre os séculos XIV e XVI que retomou valores da Antiguidade clássica e impulsionou avanços nas artes, ciência e filosofia.

Resiliência ecológica – Capacidade de um ecossistema de se recuperar após distúrbios, mantendo suas funções essenciais.

Semicaducifolia – Planta que perde parte das folhas em determinada época, mas não de forma tão intensa quanto as caducifolias.

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).

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.

Teia trófica – Conjunto interligado de várias cadeias alimentares, representando fluxos de energia em um ecossistema.

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.

Vetor (de doenças) – Organismo que transmite patógenos entre hospedeiros, como mosquitos, carrapatos ou flebotomíneos.

Xérico – Ambiente ou espécie adaptada a condições muito secas, com baixa disponibilidade de água.

Xilopódio (botânica) – Estrutura subterrânea lenhosa que armazena reservas e permite a rebrota após distúrbios, como fogo ou corte.

Zoonose – Doença transmissível entre animais e seres humanos.

ÍNDICE REMISSIVO

- Abelha** 136, 144, 155, 159–160, 162, 164, 203, 288, 438, 465, 569, 571
- Acúleo** 114, 368, 435
- Aerofoto** 541
- Alergia** 15, 179, 184–185, 190, 193
- Aquecimento global** 132, 135, 571
- Aquicultura** 220, 231
- Área foliar** 18, 58, 113, 120, 143, 541
- Áreas de conservação** 550
- Arquitetura** 13–14, 46, 70, 77, 84, 115, 119, 122, 180, 272, 294, 325, 339, 367–368, 465–466, 468–469, 474, 484, 503, 512, 523–524, 571
- Assoreamento** 134, 136, 156
- Atropelamento** 155–156, 162, 164
- Bioeconomia** 104, 567, 571
- Biomecânica** 19, 72–73, 89
- Bromélia** 79, 385
- Cadeia trófica** 567
- Ciclagem de nutrientes** 45, 88, 129, 526, 570–571
- Conjunto habitacional** 472
- Criança** 179, 183–184, 189, 193, 201, 203, 217, 318, 484, 500
- Déficit hídrico** 112, 115, 118–120, 134, 148, 250, 382
- Degradação ambiental** 164, 181, 200, 205, 257, 371, 383, 464, 471, 525–526
- Desequilíbrio ambiental** 156
- Dispersão de sementes** 95, 135–136, 138, 144–145, 160, 205, 415, 429, 570–571
- Doenças cardiovasculares** 21, 185–186, 194, 571
- Doenças infecciosas** 21, 187, 191, 196, 571
- Doenças pulmonares** 184
- Entomofauna** 158–159
- Erosão do solo** 75, 78
- Ervas daninhas** 568
- Espinho** 52, 58, 60, 114, 118–119, 272, 318, 368, 382, 415, 435, 483–484
- Estacionamento** 118, 317–318, 326, 338
- Estiagem** 50, 108, 116, 120, 132, 249, 297, 488
- Estoque de carbono** 132, 571
- Êxodo rural** 3
- Fachada** 557
- Fiação elétrica** 157, 258, 327, 338, 380, 466, 571
- Fixação de carbono** 97, 132–133, 135–136, 526
- Fotoperíodo** 117
- Fungos** 57, 63–64, 66, 69–72, 76, 78, 568
- Fungos entomopatogênicos** 57, 66
- Geoprocessamento** 571
- Hidrelétrica** 572
- Hidroponia** 216, 230–231, 234
- Idade média** 3, 156, 568
- Ilha de calor** 461, 473, 539, 554, 568

- Inseticida** 59–60, 72, 572
- Invertebrado** 95, 97, 136, 159–162, 165
- Investimento** 134, 172, 185, 232, 318, 477, 503, 526, 530–531, 546
- Lago** 5, 105, 253, 411, 572
- Lenha** 50, 129, 142–143, 344, 383, 468–469
- Licenciamento** 158, 474–475, 496–497
- Loteamento** 33, 158, 471, 474–475, 484, 487, 512
- Macronutriente** 41, 47–48, 50
- Manguezal** 166, 402, 435, 454, 499, 506–507, 509, 519, 551
- Mercado imobiliário** 468, 477, 497
- Microrganismo** 69, 93, 184, 570
- Mineração** 177, 374
- Morcego** 135–136, 138, 144–145, 150, 152, 156, 159, 161–162, 165–166, 288, 319, 337, 368, 403, 492, 572
- Mudança climática** 135, 554, 556
- Oceano Atlântico** 254, 384, 399, 495, 509
- Organização Não Governamental** 290, 539, 546, 548, 555–556, 572
- Ornitofauna** 158
- Orquídea** 385
- Parque municipal** 162, 164, 167, 501
- Pavimentação** 4, 49, 179, 317, 572
- Peixe** 158, 197, 231, 255, 371
- Penetrógrafo** 76, 80–81, 89
- Pivotante** 77, 87, 115
- Planícies** 249, 254, 341–342, 434
- Poluentes** 15, 18, 20, 69, 111–112, 134, 144, 158, 169–176, 180, 183–184, 186, 190, 257
- Pomar** 42, 60
- Qualidade do ar** XIII, 21, 15, 109, 129, 132, 134–135, 140, 152, 169, 172–178, 180, 183, 185, 191, 292, 554, 556–557, 572
- Queimadas** 170, 207, 492, 515, 572
- Recursos hídricos** 140, 149, 153, 453, 482, 497, 572
- Resiliência ecológica** 145, 150
- Restauração florestal** 238, 272, 457, 553, 572
- Restinga** 26, 165, 201, 273, 322, 342, 375–376, 402, 411, 416–417, 434–437, 451, 453–454, 456, 496, 501, 507, 509–510, 514
- Rotatória** 572
- Saberes locais** 572
- Samambaia** 385, 434
- Saúde mental** 129, 139–140, 185, 190, 572
- Segurança pública** 85, 103
- Sequestro de carbono** 15, 20, 129, 133, 150, 152, 158, 238–239, 339, 572
- Subsídio** 122, 216, 233, 239, 250, 452, 539–540, 549
- Temporal** 373, 412
- Transporte** 33, 40, 64, 78, 94–95, 108, 148, 170, 181, 326, 474–475, 497, 499, 551, 569
- Turismo** 13, 94, 128, 139, 145–147, 211, 326, 477, 486, 526, 572
- Vetores de doenças** 109, 135–136, 144
- Zoonose** 135–136, 156



CIDADES VERDES RESILIENTES