

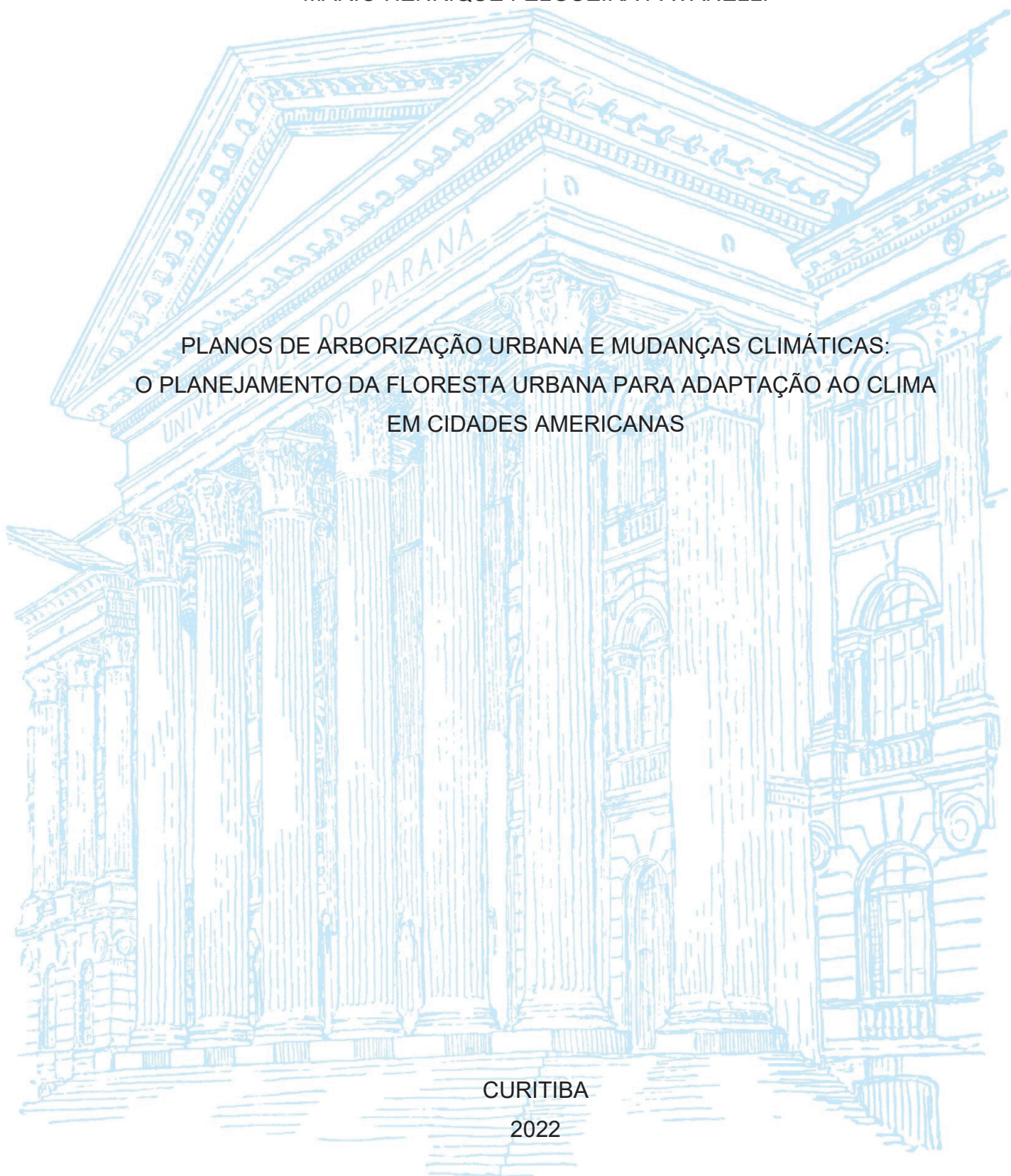
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIO HENRIQUE FELGUEIRA PAVANELLI

PLANOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS:
O PLANEJAMENTO DA FLORESTA URBANA PARA ADAPTAÇÃO AO CLIMA
EM CIDADES AMERICANAS

CURITIBA

2022



MARIO HENRIQUE FELGUEIRA PAVANELLI

PLANOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS:
O PLANEJAMENTO DA FLORESTA URBANA PARA ADAPTAÇÃO AO CLIMA
EM CIDADES AMERICANAS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Planejamento Urbano, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Filla Rosaneli.

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Pavanelli, Mario Henrique Felgueira

Planos de arborização urbana e mudanças climáticas : o planejamento da floresta urbana para adaptação ao clima em cidades americanas / Mario Henrique Felgueira Pavanelli. – Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano.

Orientador: Alessandro Filla Rosaneli

1. Planejamento urbano. 2. Florestas urbanas. 3. Mudanças climáticas. I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano. III. Rosaneli, Alessandro Filla. IV. Título.

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894



TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação PLANEJAMENTO URBANO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **MARIO HENRIQUE FELGUEIRA PAVANELLI** intitulada: **PLANOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: O PLANEJAMENTO DA FLORESTA URBANA PARA ADAPTAÇÃO AO CLIMA EM CIDADES AMERICANAS**, sob orientação do Prof. Dr. ALESSANDRO FILLA ROSANELI, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 26 de Setembro de 2022.

Assinatura Eletrônica

28/09/2022 08:54:03.0

ALESSANDRO FILLA ROSANELI

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

21/10/2022 14:29:16.0

LUCIANA BONGIOVANNI MARTINS SCHENK

Avaliador Externo (INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO)

Assinatura Eletrônica

28/09/2022 11:15:56.0

KARIN SCHWABE MENEGUETTI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ)

Dedico este trabalho àqueles que buscam a construção de uma realidade mais sustentável e justa às presentes e futuras gerações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente o auxílio das pessoas e instituições que colaboraram para a produção deste trabalho, especialmente por se tratar de uma trajetória percorrida integralmente durante um contexto pandêmico, o que torna tais agradecimentos ainda mais imprescindíveis. Diante disso, inicio agradecendo à Universidade Federal do Paraná, ao Setor de Tecnologia e ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e seu Colegiado pela produção de um curso de mestrado valoroso, que tanto qualificou minha formação, e, mesmo diante de uma pandemia, manteve-se forte e atuante, viabilizando esta pesquisa. Agradeço também ao Ministério da Educação e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento a este trabalho.

Agradeço ao meu orientador, professor e amigo, Alessandro Filla Rosaneli, por toda parceria e aprendizado vinculados à dissertação, bem como à minha formação enquanto pesquisador e como arquiteto e urbanista. Filla é inspiração como docente e pesquisador, comprometido com a ética, inovação e valorização da Ciência. Muita satisfação em tê-lo conhecido anteriormente ao mestrado pelo seu exímio trabalho e poder ter sido por ele orientado.

Gratidão aos meus colegas da Associação Brasileira de Arquitetos Paisagistas (ABAP), em especial Luciana Schenk, Andre Graziano, Lúcia Veras, Camila Sant'Anna, Gabriel Francisqueti e Josiane Santos pelo aprendizado sobre os diferentes modos de ver, estar, vivenciar e transformar a paisagem, promovendo minha formação enquanto arquiteto da paisagem. Agradeço aos colegas do Observatório do Espaço Público (OEP), da Associação de Pós-graduandos da UFPR (APG-UFPR) e da Revista Científica Perspectivas Contemporâneas pela amizade e trabalho coletivo. Agradeço aos meus amigos, sobretudo àqueles que apoiaram direta e indiretamente a realização deste trabalho, Ingrid Hirsch, Liliane Robacher, Katia Moraes, Maria Luiza Ballarotti, Daniele Lourenço, Sara Cristina, Isaac Romero, Aline Virillo, Martha Monique e Mustafa Hasan.

Por fim, agradeço à minha família pelo apoio e companheirismo, sobretudo meus pais, Mario e Márcia, e familiares Mariana, Paulo Rafael, Antônio e avó Linda. Ao meu melhor amigo, meu companheiro e meu amor, Marcelo, pelo apoio e parceria, e à Maria Lourenço, por toda ternura, delicadeza e carinho.

RESUMO

As mudanças climáticas são agravadas por uma série de fatores de origem antrópica como o avanço da poluição, da degradação dos ecossistemas e do uso do solo de forma insustentável, com consequências sobre todo o planeta, sobretudo locais ambiental e socialmente mais vulneráveis. A fim de buscar uma maior mitigação e adaptação pelas cidades, o planejamento da floresta urbana visa proteger e expandir o verde urbano, concomitantemente à criação de áreas de lazer e à qualificação dos espaços públicos, possibilitando a filtragem do ar, melhoria no conforto ambiental, amenização de ventos e ruídos, aumento da permeabilidade do solo e diversos outros benefícios. Assim, planejar possibilita a elaboração de estratégias, programas e projetos de forma sistematizada e interconectada. Entretanto, efetivá-lo tem-se mostrado um desafio, uma vez que o compromisso político e a participação social influenciam na efetividade do processo de planejamento. Portanto, o Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU) valida-se como o instrumento responsável por condensar as informações referentes ao planejamento da floresta urbana, com o estabelecimento de objetivos e metas, além de abranger regras de manejo, inventário arbóreo, mapeamentos, indicadores de monitoramento e fiscalização, conteúdo teórico sobre a importância da arborização e outros temas possíveis. Em virtude do potencial do PDAU para a resiliência ao clima pelas cidades, este trabalho tem por objetivo analisar comparativamente Planos Diretores de Arborização Urbana de municípios que compõem o grupo C40 no continente americano observando estratégias de mitigação e adaptação à crise climática. Para isso, a metodologia emprega estudos de caso, a partir de cinco etapas que incluem a delimitação de três casos dentre vinte e dois planos, onde foram analisados os PDAU de Austin, Bogotá e São Paulo a partir de uma análise dentro de cada caso e uma análise cruzada, de enfoque comparativo. Como resultado, foram evidenciadas múltiplas convergências entre os documentos, como a apresentação de uma política de manejo e menções ao envolvimento da população, e divergências quanto às propostas adotadas diante da crise climática e conteúdos abrangidos pelos documentos. Diante da irreversível crise climática, planejar a floresta urbana pode colaborar com a construção de um futuro mais sustentável para o universo urbano.

Palavras-chave: planejamento urbano; floresta urbana; crise climática; Américas; C40.

ABSTRACT

Climate change is aggravated by a series of factors of human origin such as the advance of pollution, degradation of ecosystems and unsustainable land use, with consequences for the entire planet, especially places that are environmentally and socially more vulnerable. To seek greater mitigation and adaptation by cities, urban forest planning aims to protect and expand the urban green spaces, concomitantly with the creation of leisure areas and the qualification of public spaces, enabling air filtration, improvement in environmental comfort, winds and noise reduction, increase of soil permeability and several other benefits. Thus, planning enables the elaboration of strategies, programs and projects in a systematized and interconnected way. However, making it effective has proved to be a challenge, since political commitment and social participation influence the effectiveness of the planning process. Therefore, the Urban Forest Plan validates itself as the instrument responsible for condensing information regarding urban forest planning, with the establishment of objectives and goals, in addition to covering management rules, arboreal inventory, mappings, monitoring and inspection indicators, theoretical content on the importance of afforestation and other possible topics. Due to the potential of the Urban Forest Plan for climate resilience by cities, this work aims to comparatively analyze Urban Forest Plans of municipalities that make up the C40 group in the American continent, observing strategies for mitigation and adaptation to the climate crisis. For this, the methodology employs case studies, from five stages that include the delimitation of three cases among twenty-two plans, where the Urban Forest Plans of Austin, Bogotá and São Paulo were analyzed from an analysis within each case and a cross-analysis, with a comparative approach. As a result, multiple convergences were evidenced between the documents, such as the presentation of a management policy and mentions of the involvement of the population, and divergences regarding the adopted proposals in the face of the climate crisis and contents covered by the documents. Faced with the irreversible climate crisis, planning the urban forest can collaborate in building a more sustainable future for the urban universe.

Key-words: urban planning; urban forest; climate crisis; Americas; C40.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Benefícios das florestas urbanas	32
FIGURA 2 – Componentes do sistema climático global	37
FIGURA 3 – Elementos-chave do desenvolvimento sustentável interconectados	41
FIGURA 4 – Dez princípios que sustentam a restauração ecossistêmica	45
FIGURA 5 – Uso de vegetação em Soluções Baseadas na Natureza	50
FIGURA 6 – SbN abrange a abordagem baseada nos ecossistemas.....	53
FIGURA 7 – Autoridades na Cúpula Mundial de Prefeitos em Copenhague	57
FIGURA 8 – Modelo sustentável para planejar e gerir florestas urbanas.....	74
FIGURA 9 – Capas dos PDAU analisados.....	113
FIGURA 10 – Vista área da região central de Austin.	116
FIGURA 11 – Forma de citação das propostas.....	120
FIGURA 12 – Oficina pública com representantes da comunidade	121
FIGURA 13 – Vista aérea de Bogotá	123
FIGURA 14 – Forma de apresentação das metas do plano.....	127
FIGURA 15 – Exemplo de quadro com propostas e resultados esperados	127
FIGURA 16 – Vista aérea de São Paulo	129
FIGURA 17 – Trecho da planilha que sintetiza as ações do PMAU.....	133
FIGURA 18 – Trecho do mapa mental do diagnóstico do Tema Conhecer	133
FIGURA 19 – Oficina técnica para elaboração do PMAU de São Paulo.....	134
FIGURA 20 – Exemplo de sugestão projetual de implantação de vaga verde	138
FIGURA 21 – Resultado de pesquisa pública elaborada em Austin	140
FIGURA 22 – Resultado de pesquisa pública elaborada em Bogotá.....	140
FIGURA 23 – Resultado de pesquisa pública elaborada em São Paulo.....	142
FIGURA 24 – Estimativa de custo-benefício das árvores de vias públicas	142
FIGURA 25 – Exemplo de apresentação de orçamentos para as propostas	143
FIGURA 26 – Esquema gráfico sobre o orçamento do plano.....	144

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Planilha utilizada para o Estado da Arte	173
QUADRO 2 – Etapas que compõem a metodologia utilizada	89
QUADRO 3 – PDAU das cidades americanas que integram o C40	97
QUADRO 4 – Planos norte-americanos analisados	107
QUADRO 5 – Planos latino-americanos analisados	108
QUADRO 6 – Métodos similares de participação social	139

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 – Localização continental dos estudos de caso	114
MAPA 2 – Região central de Austin	117
MAPA 3 – Região central de Bogotá.....	124
MAPA 4 – Região central de São Paulo.....	130

LISTA DE SIGLAS

CBP	<i>Convention on Biological Diversity</i>
CEM	<i>Commission on Ecosystem Management</i>
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
GEE	Gases do Efeito Estufa
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
MPPR	Ministério Público do Estado do Paraná
NASF	<i>National Association of State Foresters</i>
NbS	<i>Nature-based Solutions</i>
ODM	Objetivos do Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
PANC	Plantas Alimentícias Não Convencionais
PLANPAVEL	Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres
PDAU	Plano Diretor de Arborização Urbana
PMAU	Plano Municipal de Arborização Urbana
SbN	Soluções baseadas na Natureza
SEMAGRO	Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar do Mato Grosso do Sul
SER	<i>Society for Ecological Restoration</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SISGAU	Sistema de Gerenciamento de Árvores Urbanas
UNCCD	<i>United Nations Convention to Combat Desertification</i>
UNECE	<i>United Nations Economic Commission for Europe</i>
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
WDNR	<i>Wisconsin Department of Natural Resources</i>
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 ESTADO DA ARTE	19
2 A ÁRVORE NA CIDADE	25
2.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A FLORESTA URBANA	35
2.2 PLANEJAR A PAISAGEM, PLANEJAR A ARBORIZAÇÃO URBANA	60
3 METODOLOGIA DE ANÁLISE	86
3.1 DELIMITAÇÃO DOS CASOS.....	93
4 ESTUDOS DE CASO	113
4.1 AUSTIN, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA	116
4.2 BOGOTÁ, COLÔMBIA	123
4.3 SÃO PAULO, BRASIL	129
4.4 ANÁLISE CRUZADA	136
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	147
REFERÊNCIAS	154
ANEXO A – ESTADO DA ARTE	173



INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A cada estação do ano surge um novo conjunto de incertezas no que tange à imprevisibilidade do tempo. Secas severas, calor excessivo, chuvas torrenciais e ventos intensos são alguns dos extremos climáticos que têm gerado alerta pela intensidade e pela frequência que têm ocorrido. Esse fato destaca a reduzida capacidade de mitigação, adaptação e reação a esses eventos por parte das cidades, sobretudo quando são analisados os dados recentes acerca do futuro climático provável que submete a humanidade.

Em 2022, foi divulgado o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)¹. Segundo os dados do IPCC (2022), caso as nações globais mantenham o aquecimento da temperatura média terrestre no limite de 1,5°C, em relação aos níveis pré-industriais e o ano de 2100, como proposto no Acordo de Paris de 2015, as consequências já serão altamente impactantes. Entretanto, em virtude da contínua utilização de combustíveis fósseis e outras práticas poluidoras, é estimado que esse patamar seja extrapolado, o que levou o Painel à construção de diferentes cenários de acordo com o grau de elevação da temperatura.

O aquecimento médio da Terra já representou 1,1°C entre 1850 e 2022, resultando no impacto direto de aproximadamente 3,3 bilhões a 3,6 bilhões de pessoas, ou seja, até 40% da população mundial, parcela altamente vulnerável às mudanças climáticas, segundo o Relatório. Por mais que essas variações numéricas de temperatura possam parecer pequenas, referem-se a um valor médio em nível global, onde cada décimo de grau elevado representa um grande impacto no clima.

Por exemplo, caso o aumento da temperatura média terrestre alcance 3°C, os dias de calor intenso podem ocorrer até uma vez e meia a mais que cenários mais otimistas, e a perda de biodiversidade pode chegar a 29%, com comprometimento da

¹ A fim de monitorar as mudanças climáticas e gerar uma cooperação de ação internacional, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas de 1988 demandou a criação de um relatório que avaliasse a realidade do clima, os impactos sociais e econômicos das mudanças climáticas e as possibilidades de mitigação, com a criação de uma convenção internacional para o clima. Desde então, o IPCC tem atuado na avaliação científica das mudanças climáticas, com relatórios que não assumem recomendações políticas ou apresentam pesquisas autorais, buscando manter imparcialidade enquanto condensa e divulga informações científicas produzidas por milhares de pesquisadores (LEMOS, 2010).

fauna, flora e outros componente bióticos, o que será agravado caso o aumento da temperatura seja maior. Caso atinja “apenas” 2°C é estimado que 99% dos recifes de corais desapareçam, o que representa impactos em toda vida marinha e, conseqüentemente, às atividades humanas (IPCC, 2022).

Diante das mudanças climáticas, segundo Corfield (2012)², o conseqüente aumento da temperatura de um ambiente afeta diretamente sua vegetação, incluindo alterações na realização da evaporação e transpiração vegetais, o que torna as florestas mais secas. Com as alterações climáticas, a sustentabilidade das florestas tem sido afetada, o que resulta na modificação da distribuição de plantas, da disponibilidade de água e outros fatores. Da mesma forma que o desmatamento resulta na emissão de dióxido de carbono, o florestamento e o reflorestamento podem colaborar com o equilíbrio do ciclo do carbono.

Expandir a cobertura arbórea das cidades, portanto, além de colaborar com a redução do efeito estufa, também se vincula à promoção de benefícios ao microclima, aumento da drenagem do solo e apoio a atividades urbanas, como o lazer e o transporte. Nesse sentido, este trabalho utiliza a definição de floresta urbana defendida por Biondi (2015), que designa toda a cobertura vegetal presente no espaço urbano e que compreende formas de vida diversas, tais como as próprias árvores, além de arbustos, trepadeiras, herbáceas, forrações, espécies aquáticas e outras plantas. Seus benefícios envolvem aspectos ambientais, econômicos, psicossociais e estéticos, conforme aponta Bobrowski (2015).

Porém, mesmo diante de trabalhos científicos, como o Relatório do IPCC e diversos estudos que abordam a importância da floresta urbana, é limitada a preocupação por parte dos tomadores de decisão e pela população com o planejamento e com o manejo das árvores urbanas. Em virtude dessa relação direta entre arborização e mudanças climáticas, o planejamento da floresta urbana envolve uma ampla abordagem voltada à proteção ambiental e ao ordenamento da paisagem e, para ser efetivado, depende de múltiplos agentes envolvidos, como corpo técnico, articuladores políticos e a sociedade civil.

² Texto publicado na “Enciclopédia do aquecimento global e mudanças climáticas” (*“Encyclopedia of global warming and climate change”*), de Samuel George Harker Philander (2012), livro que compreende um dicionário de explicações e nomenclaturas sobre o tema.

Como instrumento para o planejamento da floresta urbana é possível o emprego do Plano de Arborização Urbana, Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU), Plano Municipal de Arborização Urbana ou outras nomenclaturas, a depender do município, estrutura e proposta. O PDAU compreende a elaboração de diagnósticos e mapeamentos, o estabelecimento de propostas e objetivos, e a criação de mecanismos de regulação, regras de manejo e produção de mudas.

Além disso, o instrumento pode se conectar a leis e decretos, apontar aproximações com outros planos e documentos normativos, apresentar formas de acompanhamento e monitoramento pela população e outros tópicos. Assim, o PDAU é voltado a evitar riscos, acidentes e conflitos das árvores com outras infraestruturas, ao passo que é objetivado também à proteção da biodiversidade e à qualificação paisagística da cidade.

Entretanto, o ato de planejar, por si só, não garante a aplicação de propostas, ou o alcance da efetividade prevista, uma vez que os planos dependem de fatores como a aceitação e cobrança populares, comprometimento das diferentes classes sociais e grupos políticos, competência técnica de planejadores e gestores, além de diferentes conceitos, compreensões e visões sobre planejamento e sustentabilidade. De qualquer maneira, os documentos elaborados em processos de planejamento governamentais representam os instrumentos que balizam ações futuras, guias ao desenvolvimento, onde são condensados todos objetivos, proposições, indicadores e demais informações inerentes à aplicação dessas práticas.

Como a adaptação climática pressupõe ações desde a escala local até a escala global, o planejamento voltado à resiliência urbana e às mudanças climáticas demanda a criação de redes de colaboração científica, técnica e política de forma local, regional, nacional e internacional. Nesse cenário, surgem grupos e comissões internacionais que se centram nessa busca por um planejamento urbano sustentável e objetivado à adaptação às alterações do clima.

Dentre eles, o grupo C40 reúne cidades ao redor do mundo objetivadas à cooperação e elaboração de propostas centradas nessa temática. Torna-se, assim, um potencial arranjo de municipalidades para que esse tema da floresta urbana possa ser explorado.

Diante da problemática destacada, marcada pela crise climática e demanda das cidades por ações para mitigação e adaptação às mudanças do clima, somada

ao potencial do planejamento da arborização para o aumento da resiliência urbana, questiona-se como se configuram as estratégias empregadas em Planos Diretores de Arborização Urbana por diferentes localidades panamericanas e quais as convergências e divergências?

Com o intuito de responder a esse questionamento, o objetivo desta dissertação de mestrado é analisar comparativamente Planos Diretores de Arborização Urbana de municípios que compõem o grupo C40 no continente americano observando estratégias de mitigação e adaptação à crise climática. A fim de alcançar este objetivo geral, os objetivos específicos adotados são:

- Evidenciar a abordagem dos PDAU diante do planejamento das florestas urbanas relacionado à crise climática;
- Identificar as principais propostas de planejamento, projetos urbanos e programas governamentais que empreguem a arborização urbana na mitigação e adaptação climáticas, bem como a forma de apresentação desse conteúdo;
- Analisar a proposição de estratégias voltadas à participação social no processo de planejamento e gestão da arborização urbana.

Esta dissertação se justifica pela possibilidade de contribuição teórica ao planejamento urbano e da paisagem voltado à adaptação às mudanças climáticas e ao planejamento da floresta urbana, temas em expansão nas últimas décadas e que abrangem poucos estudos comparativos, sobretudo entre localidades de diferentes países. Ao adotar o continente americano como recorte, foi visado comparar realidades com maior grau de distinção, onde, inclusive, o idioma pode influenciar diferentes concepções, de forma a gerar um debate mais centrado no apontamento de convergências e divergências do que em uma qualificação de documentos, ou seu ranqueamento de acordo com um modelo ideal. A utilização do método comparativo, dessa maneira, foi tida como uma possibilidade de análise, concomitantemente, interna a cada caso e comparada a outras localidades, enriquecendo as interpretações e potencialidades do planejamento urbano.

Quanto à estrutura desta dissertação, o documento é dividido em cinco partes que incluem esta “Introdução”, com a contextualização da temática a ser discutida e exposição dos objetivos do trabalho. O subcapítulo “Estado da Arte” apresenta a pesquisa elaborada para aproximação ao tema e seleção de estudos que tenham objetivos similares, a fim de apoiarem a elaboração de eixos e critérios adotados para análise.

O capítulo dois, “A Árvore na Cidade”, abrange o aprofundamento da problemática, com discussão acerca dos benefícios da arborização urbana. O primeiro subcapítulo, “Mudanças Climáticas, Desenvolvimento Sustentável e a Floresta Urbana” evidencia a realidade global no que tange as mudanças do clima, difusão do discurso ecológico e busca por soluções à restauração ecossistêmica tendo a natureza como embasamento. No segundo subcapítulo, “Planejar a Paisagem, Planejar a Arborização Urbana” a discussão abrange a importância do planejamento da paisagem urbana e da arborização, a utilização do planejamento ambiental e do “projeto com a natureza” e a conceituação sobre os Planos de Arborização Urbana.

No capítulo três, sobre a “Metodologia de Análise”, são expostos os procedimentos metodológicos do trabalho, definições sobre as pesquisas com estudos de casos e destaque às cinco etapas desta dissertação. No subcapítulo “Delimitação dos Casos” são expostos os eixos e critérios de análise utilizados para delimitação do estudo e definição dos casos, bem como as constatações obtidas com a aplicação desses tópicos nos vinte e dois planos analisados.

Nos “Estudos de Caso”, capítulo quatro, há a descrição dos três casos selecionados, a realização da análise dentro do caso e da análise cruzada, e a discussão sobre os resultados obtidos. Por fim, no capítulo 5 são destacadas as “Conclusões” obtidas após a realização deste trabalho e as recomendações acadêmicas sobre possíveis desdobramentos científicos a partir do estudo realizado.

Essa primeira parte da introdução deste trabalho apresentou um panorama sobre a crise climática e a utilização da arborização urbana como estratégia de mitigação e adaptação às alterações do clima. Em seguida, é buscado compreender como tal temática tem sido abordada por trabalhos científicos de forma a embasar a construção desta dissertação. Afinal de contas, como sugere o título da pesquisa, como os PDAU são propostos diante das mudanças climáticas e como o planejamento da floresta urbana é empregado para adaptação das cidades?

1.1 ESTADO DA ARTE

As pesquisas do tipo “Estado da Arte”, ou “Estado do Conhecimento”, são caracterizadas pela busca de referencial teórico, em diferentes plataformas e meios, acerca de um determinado assunto. Esse diagnóstico pode incluir documentos como artigos, livros, dissertações, teses, filmes, entrevistas e outras formas de exposição de conhecimento.

Segundo Ferreira (2002), o Estado da Arte possui como objetivo mapear e analisar produções científicas de múltiplas áreas, de diferentes temas, origens e épocas, publicadas em periódicos, anais de congresso e seminários. Além disso, o Estado da Arte pode ser realizado em plataformas de pesquisa online, bem como em catálogos e coletâneas.

Para embasar esta dissertação foi realizada uma pesquisa exploratória bibliográfica em plataformas de busca de conteúdo científico online, sendo elas Google Acadêmico, ScienceDirect, Elsevier, Mendeley, Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Banco de Dissertações e Teses da CAPES e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações. Como palavras-chave foram utilizados termos correlacionados à temática “Plano (Diretor) de Arborização Urbana”, que foram combinados, ajustados e filtrados ao longo da pesquisa. Assim, foi visado obter como resultado trabalhos produzidos sob esse tema.

O Estado da Arte foi realizado em quatro momentos distintos. Primeiramente, durante os três meses iniciais da pesquisa, novas opções de plataformas e termos de busca foram sendo sucessivamente testados e ajustados. Assim, o primeiro levantamento ocorreu em 29 de maio de 2020, o segundo em 23 de junho e o terceiro em 15 de julho do mesmo ano. Dois anos depois, em 10 de agosto de 2022, durante a realização das últimas etapas da dissertação, o quarto levantamento foi executado, repetindo os termos e plataformas de forma a permitir alcançar trabalhos atualizados e possíveis referenciais.

Antes da realização das buscas, foram escolhidos inicialmente os primeiros descritores a serem pesquisados, onde foram buscadas variações em português e em inglês, com e sem aspas, da expressão “Plano de Arborização Urbana”, conforme ilustrado pelo QUADRO 1, presente no ANEXO A.

O QUADRO 1 apresenta todas as datas de pesquisa, com os devidos termos buscados, plataformas utilizadas, números de resultados obtidos e as observações relacionadas às constatações obtidas. Dentro das observações foi ressaltado o alinhamento dos resultados aos PDAU. Para tal constatação, foram analisados os títulos desses textos e, em alguns casos, também o resumo.

Conforme as buscas foram realizadas, foi observado que certos municípios não empregam um instrumento correspondente a um Plano Diretor de Arborização Urbana, mas outros instrumentos, como Inventários e Manuais. Por fim, foram destacadas no QUADRO 1 as principais buscas do Estado da Arte, tendo como critério o maior número de trabalhos científicos alinhados ao PDAU.

A partir da realização deste Estado da Arte, foi possível constatar que a utilização desse tipo de pesquisa sobre um tema abordado por um trabalho científico, sobretudo uma dissertação de mestrado, pode contribuir com o acesso a possíveis referenciais teóricos. Os sucessivos testes de organização e associação de termos, filtros e plataformas resultou em um grande conjunto de trabalhos científicos alinhados à temática dissertada.

Os textos científicos encontrados abordaram diferentes enfoques, metodologias e estruturas argumentativas, foram escritos por diversos autores ao redor do mundo e publicados nos mais diferentes periódicos e meios. Tal multiplicidade evidencia o dinamismo característico do Estado da Arte e sua utilização como embasamento para reforçar a busca referencial e um maior aprofundamento teórico.

Neste Estado da Arte as principais plataformas que possibilitaram um maior alinhamento dos textos científicos com a temática do “Plano (Diretor) de Arborização Urbana”, foram o Google Acadêmico (para trabalhos em português, inglês e espanhol) e o ScienceDirect (apenas inglês). Foi possível observar que a utilização de termos correlatos, como “Manual” e “Inventário”, resultaram em textos de temáticas divergentes do buscado, mesmo sendo palavras do mesmo universo semântico. Já na pesquisa realizada em 2022, a plataforma Mendeley apresentou uma série de resultados próximos ao tema, diferente das etapas realizadas em 2020.

Além disso, foi possível observar que o tema dissertado ainda é pouco conhecido, teorizado e publicado, o que pode possibilitar às pesquisas sobre essa temática serem mais desafiadoras, inéditas e de relevância científica. O Estado da

Arte realizado resultou em quatro artigos de pesquisadores do Brasil, dos Estados Unidos e do Canadá que tiveram como objetivo a comparação entre planos de arborização urbana. São os estudos:

- *“A Comparative Study of Urban Forest Management Programs for Three Major Cities in Santa Clara County: A Benchmarking Study”*, da autora Suzanne Remien³;
- *“Characterizing comprehensiveness of urban forest management plans in Washington State”*, das autoras Katherine H. Gibbons e Clare M. Ryan⁴;
- *“An analysis of urban forest management plans in Canada: Implications for urban forest management”*, dos autores Camilo Ordóñez e Peter N. Duinker⁵;
- *“Metanálise do Conteúdo Técnico de Diferentes Planos Diretores de Arborização Urbana do Brasil”*, de Gabriel Mancini Antunes da Silva⁶, Eleandro José Brun, Flávia Gizele König Brun, Ciro Duarte de Paula Costa⁷ e Rafael Marian Callegaro⁸.

O trabalho de Remien (2016) possuiu como objetivo avaliar o alinhamento de três Planos de Gerenciamento da Floresta Urbana a recomendações de agências de regulação estadunidenses, adotando como metodologia uma análise comparativa que empregou o estabelecimento de pontuações ao cumprimento dos critérios analisados. O recorte abrangeu os três primeiros planos de tal tipologia empregados no Condado de Santa Clara, Califórnia, e foram comparados de forma objetiva e dissertativa, embasando recomendações elaboradas pela autora na conclusão.

Gibbons e Ryan (2015) analisaram comparativamente 39 Planos de Gerenciamento da Floresta Urbana do Estado de Washington, Estados Unidos,

³ Universidade Estadual de San Jose, Califórnia, Estados Unidos.

⁴ Ambas autoras são da Escola de Ciências Ambientais e Florestais, da Universidade de Washington.

⁵ Escola de Recursos e Estudos Ambientais, da Universidade de Dalhousie, Canadá

⁶ Mestrando pela Universidade Federal de Santa Catarina.

⁷ Eleandro José Brun, Flávia Gizele König Brun e Ciro Duarte de Paula Costa são professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

⁸ Docente da Universidade Federal do Espírito Santo.

quanto ao cumprimento de critérios de análise elaborados pelos autores. A pesquisa também abrangeu a atribuição de nota para a forma de abrangência de cada tópico, além de indicar as porcentagens resultantes de cada caso.

Ordóñez e Duinker (2013) tiveram como objetivo comparar 14 Planos de Gerenciamento da Floresta Urbana canadenses sob uma metodologia que adotou aplicação de critérios e eixos de análise, avaliação de indicadores adotados pelos planos, intensidade de repetição de temas e o grau de aprofundamento de determinados tópicos.

No Brasil, o estudo de Silva et al. (2019) utilizou a metanálise para diagnosticar características de 49 planos, como frequência de ocorrência de determinados termos e características do município, embasando a proposição de planos modelo para cidades de diferentes portes populacionais.

Diante desse panorama, pôde ser observado que alguns estudos utilizaram na metodologia a contabilização da repetição de determinados termos nos PDAU. Tal lógica não é utilizada nesta dissertação pelo fato de que uma maior quantidade de menções a um conceito não necessariamente significa um aprofundamento teórico ou uma maior qualificação ao plano.

Da mesma forma, alguns estudos buscaram atribuir pontuações aos planos, de forma a ranqueá-los de acordo com o cumprimento dos critérios de análise. Essa abordagem também não é empregada, sobretudo pelo fato desta dissertação comparar realidades de países distintos e de diferentes estruturas de planejamento urbano. Por isso, ao invés de ser buscada a atribuição de nota e a definição de um plano ideal ou de melhor qualidade, o estudo visa apontar convergências e divergências, especificidades e diferentes abordagens desses planos, propondo um debate quanto ao alinhamento desses instrumentos como resposta às mudanças climáticas.

Não foram registrados trabalhos que envolvessem a comparação entre diferentes países e, inclusive, foi dificultoso encontrar trabalhos que efetuassem uma análise comparativa entre PDAU, com apenas os quatro estudos encontrados dentro de todo o universo pesquisado. Além disso, vale destacar que a análise de planos compreende a realidade de sua aprovação, entretanto, não abrange investigar como ocorreu sua aplicação, aspectos de gestão adotados ou como ocorreram as etapas subsequentes à sua publicação.



A ÁRVORE NA CIDADE

2 A ÁRVORE NA CIDADE

Iniciar um capítulo que possui um título que, embora curto, apresente dois termos tão fortes, como “árvore” e “cidade”, representa um desafio que se encontra propriamente em estabelecer uma relação entre esses elementos, ou seja, “a árvore na cidade”, abrangendo como ocorrem os agrupamentos arbóreos e seus benefícios para o espaço urbano. Por isso, este capítulo visa entender a importância das árvores para as cidades, como ocorre essa relação e quais as formas possíveis de unir planejamento e desenvolvimento urbanos ao planejamento sustentável das árvores. Para tanto, o objetivo desta seção inicial é destacar a definição de floresta urbana e a importância da arborização urbana.

A definição do que é a cidade certamente tem sido um enorme empreendimento teórico, tanto pela própria etimologia da palavra, quanto por aspectos culturais e históricos de cada região do globo. Isso ocorre também pelas múltiplas possibilidades relacionadas ao surgimento e destino das cidades. Como afirma Mumford (2004), as origens da cidade são desconhecidas e os últimos milhares de anos representaram uma série de alterações em sua concepção, abrangendo inicialmente aspectos fortemente ligados às divindades e configurações menos complexas, ao ser constantemente transformada pela inovação.

Para Kostof (1991), as cidades são compreendidas como locais onde há aglomeração humana adensada, conectadas em rede a outras localidades, sem isolamento. Outra característica das cidades é sua separação do ambiente natural que a delimita, seja apenas simbolicamente, ou marcada por elementos físicos. Nas cidades há especialização do trabalho, hierarquização social, multiplicidade de grupos étnicos e populações com fontes de renda diferenciadas.

A cidade, dessa forma, é o ambiente constituído por pessoas e edificações, embora não seja possível sua desvinculação do campo e, para o autor, representa uma das mais duradoras e notáveis instituições humanas, um fenômeno atual. Assim, dois tipos de cidades se destacam, a cidade planejada, projetada, criada; e a cidade espontânea, criada ao acaso, sem os devidos processos de planejamento e geometrização (KOSTOF, 1991).

Para Rolnik (1995), a partir do estabelecimento das cidades industriais europeias, esse ambiente passa a se comportar como uma máquina, a qual depende da energia humana e da natureza para realizar suas atividades, gerando exaustão, pobreza e violência. Ao mesmo tempo, a diversidade de populações, produtos e a inovação atingem novos patamares.

Em virtude desse avanço histórico e das diferentes configurações e dinâmicas relacionadas às cidades, a conceituação apresenta modificação semântica. Segundo Novick (2014), as diferentes épocas históricas apresentaram diferentes visões e concepções sobre o que são as cidades. Para a autora, na década de 1990 surge um novo referencial a partir da transformação da cidade na “sede” da competitividade, dos investimentos e da produtividade, uma “cidade global” que compete no mercado com as demais localidades e se articula a elas em rede.

Araujo (2007) destaca que esta sucessão de transformações físicas e simbólicas no espaço da cidade resulta, conseqüentemente, em uma definição que ganha ainda mais desdobramentos na contemporaneidade a partir de novos elementos incidentes, como a conexão da sociedade em rede e a produção de uma cidade global e digital. A cidade do neolítico, ligada diretamente ao sedentarismo e domesticação humana, aos laços familiares e demais fatores, é reinterpretada com os aspectos contemporâneos ligados à mobilidade, relativização do tempo cronológico devido à tecnologia, alterações sociais modificadas pelas relações sexuais sem fins necessariamente reprodutivos, relações homoafetivas oficializadas e novas funções que passaram a ser desempenhadas nas cidades.

Com base nesse referencial, é possível destacar que pensar a cidade resulta em diferentes interpretações e definições variáveis, onde não há uma definição única e universal, válida a todas culturas e épocas. O objetivo desta seção não é aprofundar a discussão em termos conceituais ou epistemológicos sobre o que é a cidade, mas promover a análise dessa importante invenção humana no contexto contemporâneo, sobretudo no que tange o contato com a natureza materializada na figura da floresta urbana, bem como seus benefícios à cidade e à comunidade urbana e periurbana. Uma vez que a cidade carrega essa multiplicidade de definições e elementos, dissertar sobre “a árvore na cidade” se correlaciona a compreender também “a

árvore na vida humana”, “a árvore na dinâmica urbana” e “a árvore na paisagem”. Afinal de contas, como ocorre a presença das árvores na urbe?⁹

Teorizar sobre “a árvore na cidade” pressupõe partir do reconhecimento do potencial da árvore enquanto parte constituinte da cidade. Vale destacar que, embora no cotidiano seja comum a utilização popular do termo “arborização urbana” para designar o conjunto de árvores de uma cidade, essa definição tem sido contestada.

Para referir-se ao conjunto da vegetação arbórea das cidades, segundo Magalhães (2006), é comum a utilização de dois conceitos no Brasil, porém em constante discussão e consolidação, a “arborização urbana” e a “floresta urbana”, termo proveniente do inglês “*urban forest*”¹⁰. Porém, tais terminologias não são sinônimas e a utilização de “arborização urbana” para a simples definição do conjunto arbóreo tende a reduzir o significado e a função das árvores para as cidades.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (2016), FAO, no documento “Diretrizes sobre arborização urbana e periurbana”¹¹, a floresta urbana é a rede, ou sistema, que abrange todas as árvores da área urbana e periurbana, seja formando florestas, grupos de árvores, ou árvores individuais, abrangendo parques, bosques, jardins arborizados e árvores presentes em ruas. De forma complementar, a arborização urbana é definida como a prática de manejar as florestas urbanas, de forma a otimizar seu potencial em prol das sociedades urbanas, abrangendo avaliação, planejamento, plantio, manejo, monitoramento e preservação, desde a escala da árvore até das paisagens. Assim, é estimado promover o engajamento populacional e o sentimento de pertencimento e de responsabilidade pela gestão de árvores situadas em espaços públicos e privados.

⁹ Vale destacar que historicamente muitos são os teóricos, conceitos e proposições que buscam a construção de uma cidade que tenha mais salubridade, saúde e conexão com o meio natural como aliado, respondendo ao avanço urbanístico, onde as árvores possuem fundamental participação. Georges-Eugène Haussmann (1809-1891) e Ildefons Cerdà (1815-1876) com planos urbanos e morfológicos. Frederick Law Olmsted (1822-1903) com o planejamento da paisagem e dos parques. Ebenezer Howard (1850-1928) com a “cidade-jardim”. Jean Claude Nicolas Forestier (1861-1930) e a criação de um grande sistema de parques. Roberto Burle Marx (1909-1994) com a união entre projeto, poética e preservação ambiental. Gonçalo Ribeiro Telles (1922-2020) com a proposição de uma rede de reservas agrícolas e ecológicas nacionais. Yu Kongjian (1963-) e as “cidades esponjas”. Entre outros. É inspirado por esses e vários outros pensamentos que se desenvolve esse trabalho.

¹⁰ Os conceitos de floresta urbana (*urban forest*) e arborização urbana, ou silvicultura urbana (*urban forestry*), foram cunhados e popularizados entre as décadas de 1960 e 1970 por autores como Erik Jorgensen (1921-2012). Para o pioneiro do tema, a silvicultura urbana tem como objetivo cultivar e manejar árvores para o bem-estar da sociedade urbana sob o ponto de vista fisiológico, sociológico e econômico (JORGENSEN, 1974).

¹¹ Tradução livre de “*Guidelines on urban and peri-urban forestry*”.

Essa definição de floresta urbana enfatiza unicamente a presença da árvore. Entretanto, “floresta” não é um termo comumente empregado apenas para classificar maciços exclusivamente arbóreos, mas um conjunto vegetal que abrange diferentes espécies e sua interação.

Nesse sentido, o Projeto de Restauração de Nova York¹² (2011), através do documento “Cidades vibrantes e florestas urbanas: um apelo nacional à ação¹³” designa as florestas urbanas como o sistema de árvores e outras vegetações situadas em uma área urbana, abrangendo também o elemento aquático, e que fornece para a população recursos ambientais, florestais e econômicos (NY RESTORATION PROJECT, 2011). De forma similar, para Biondi (2015), o termo “floresta urbana” designa toda a cobertura vegetal presente no espaço urbano e que compreende formas de vida diversas, tais como as próprias árvores, além de arbustos, trepadeiras, herbáceas, forrações, espécies aquáticas e outras plantas.

Dessa maneira, este trabalho adota a terminologia “floresta urbana” para referir-se a esse conjunto vegetal de uma cidade, e “arborização urbana” como a prática de arborizar, a forma de planejar e gerir a floresta urbana. A arborização urbana, assim, se conecta propriamente à silvicultura urbana, à *urban forestry*.

A floresta urbana de uma cidade confere uma série de benefícios à população, à biodiversidade e à dinâmica urbana. Para Bobrowski (2015), esses benefícios podem ser divididos em quatro conjuntos: i) benefícios ambientais, provenientes do metabolismo vegetal, como fotossíntese e respiração; ii) benefícios econômicos, com emprego de árvores no apoio a atividades econômicas e na qualificação da paisagem; iii) benefícios psicossociais, influenciando a vida humana e o equilíbrio mental e físico; e iv) benefícios estéticos, relacionados às características da própria espécie, como cores e texturas, e sua composição com outros indivíduos.

O Manual Técnico de Arborização de São Paulo (2015) é um documento que apresenta uma complexidade de informações e diretrizes relacionadas ao manejo da floresta urbana paulistana, servindo também de referencial a outras localidades. Conforme aponta o instrumento, dentre os benefícios ambientais da floresta urbana, as árvores colaboram com a mitigação do aquecimento global por meio da captação do gás carbônico atmosférico através da fotossíntese. Arborizar permite promover a

¹² Tradução livre de “*New York Restoration Project*”.

¹³ Tradução livre de “*Vibrant Cities & Urban Forests: A National Call to Action*”.

biodiversidade a partir de ecossistemas que englobam espécies arbóreas, inclusive floríferas e frutíferas, além de líquens, insetos, aves e outros seres vivos, podendo haver a formação e conexão de maciços vegetais através de corredores ecológicos. A arborização, assim, auxilia na atenuação de extremos climáticos e efeitos como as “ilhas de calor”, zonas de alta temperatura e baixa umidade relativa do ar originadas a partir aplicação acentuada de concreto e asfalto em ambiente urbano, com redução da cobertura arbórea. Portanto, além de protegerem a pele humana dos raios solares, as árvores amenizam o clima urbano e promovem maior conforto ambiental.

Somado a isso, se destaca o exposto pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos¹⁴ (2008) no documento “Reduzindo as ilhas de calor urbanas: compêndio de estratégias”¹⁵ acerca da conexão entre a amenização do clima urbano e o sombreamento e a evapotranspiração¹⁶ promovidos pelas árvores. Por exemplo, segundo o Serviço Geológico dos Estados Unidos¹⁷, um carvalho adulto pode transpirar mais de 40 mil galões de água por ano, cerca de 151 mil litros (USGS, 2018).

Antes de avançar sobre os demais benefícios, vale salientar que existe uma série de custos relativos ao planejamento, plantio e manejo das árvores, como despesas administrativas, compra de materiais e suprimentos, gastos com irrigação, poda, controle de doenças e pragas, danos provocados por raízes, ações judiciais e indenizatórias, ações para evitar proliferação de incêndios, entre outros, segundo o compêndio. O documento da Agência de Proteção Ambiental ainda destaca que esses custos são majoritariamente supridos pelos benefícios da floresta urbana. Assim, além dos vários benefícios que as árvores possibilitam para o espaço urbano, como mencionado nesta seção, o custo-benefício abrange a economia de energia em edifícios, sobretudo pela refrigeração, o reaproveitamento da madeira da poda e da retirada de árvores, entre outros (USEPA, 2008).

McDonald *et al.* (2017) reforçam a importância do financiamento da arborização urbana como forma de potencializar os benefícios ligados à saúde física e mental humana e vinculados à proteção ambiental. Os autores defendem que esse montante compreende uma valoração de cerca de 13% do valor investido com o

¹⁴ Tradução livre de “*United States Environmental Protection Agency*”.

¹⁵ Tradução livre de “*Reducing urban heat islands: Compendium of strategies*”.

¹⁶ A evapotranspiração das plantas abrange a transpiração vegetal e a evaporação da água do solo.

¹⁷ Tradução livre de “*United States Geological Survey*”.

plantio e manejo. Por se tratar de uma compensação que abrange diversos setores, o financiamento também poderia ser proveniente dessas áreas, como da saúde, gerando um ciclo de benefícios, compensações e reinvestimentos.

Todavia, a possibilidade de expansão das florestas urbanas é limitada por fundos públicos insuficientes. Nesse sentido, Kuchelmeister (2000) destaca que os custos podem ser supridos também pelo setor privado, que pode vir a ser o sujeito essencial para o financiamento da arborização, ao somar fundos públicos e privados de origem municipal, estadual e nacional, algo cada vez mais ocorrido pelo mundo. Tal estratégia é defendida pelas possibilidades de retorno desse investimento, como a receita de plantações de árvores e gramas, produção apicultora e psicultura, taxas para entrada de visitantes em determinados locais, doações oriundas de filantropia e de publicidade corporativa, licitações por parte de entidades protetoras, leis de repasse financeiro a partir de agentes imobiliários, projetos de sequestro de carbono, e outros.

Outro setor que pode ser beneficiado pela presença da floresta urbana é a drenagem. O solo urbano impermeabilizado potencializa o escoamento superficial da água pluvial, gerando prejuízos ao sistema de drenagem urbana. Desse modo, a floresta urbana resguarda o solo do impacto direto de gotas de chuva, retém parte da água e a infiltra no solo, amenizando processos erosivos e enchentes.

Conforte aponta o Manual Técnico de Arborização de São Paulo (2015), os ventos são filtrados e atenuados ao transpor árvores, as quais também abafam ruídos ambientes e reduzem a poluição sonora. Ao mesmo tempo, há redução de claridade e reflexões que podem ofuscar a visão, além de haver a retenção de partículas de poeira e poluição suspensas no ar, as quais poderiam agravar problemas respiratórios, como asma e bronquite, além de alergias e pneumonia.

Os benefícios das florestas urbanas também abrangem aspectos econômicos. Conforme cita o Manual de Arborização desenvolvido pela Companhia Energética de Minas Gerais (2011), a formação do conjunto arbóreo também se vincula à valorização imobiliária, promoção do turismo e apoio ao comércio e outras atividades econômicas. Além de proteger e ampliar os ecossistemas, os maciços arbóreos protegem encostas, vales, declives e margens de corpos hídricos de processos erosivos, lixiviação e da ocupação urbana desordenada, evitando gastos com o sistema de drenagem, danos ambientais e risco à vida humana.

Ao proporcionar sombra, as árvores auxiliam na redução dos gastos públicos com infraestrutura. Uma vez que as copas protegem elementos antrópicos da exposição solar direta e de intempéries, evitam desgastes de materiais devido a efeitos de contração e dilatação.

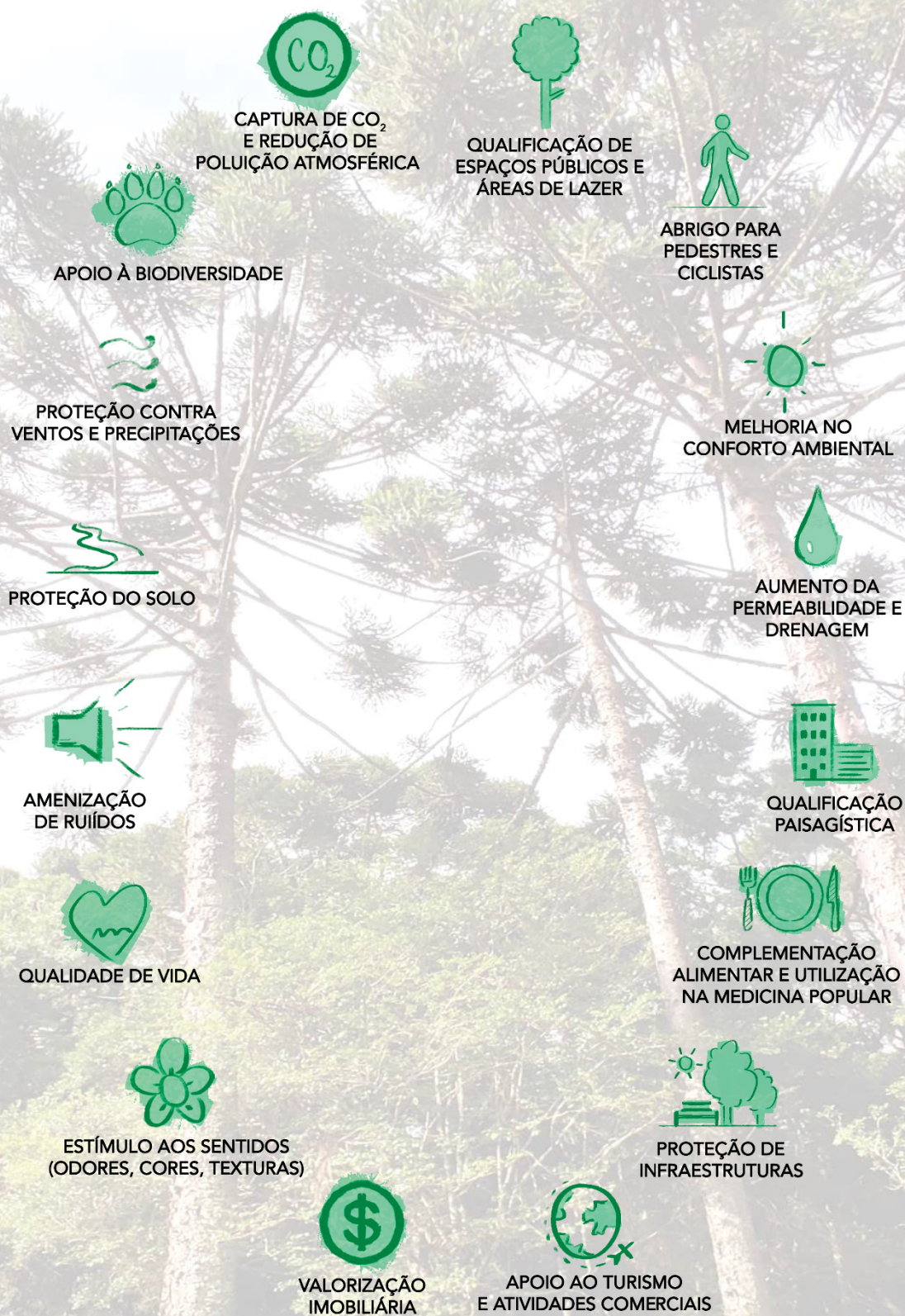
Por sua vez, os benefícios psicossociais, segundo Bobrowski (2015), abrangem a atuação das florestas urbanas na promoção de convívio social, recreação e qualidade de vida, auxiliando no combate ao estresse mental. Para o autor, os benefícios estéticos abrangem a adição de cores, texturas e formas à paisagem urbana, onde as árvores também se vinculam à ampliação e redução de escalas visuais.

Somado a esses fatores, vale destacar ainda que o sombreamento gerado pela copa apoia também a mobilidade ativa, promovendo o deslocamento pedonal e cicloviário e abrigando mobiliário urbano como bancos, paraciclos, lixeiras e postes de iluminação, unindo a realização de atividades físicas a uma menor dependência de veículos motorizados. Além disso, folhas, flores, frutos e outras estruturas vegetais são utilizadas na medicina popular e na alimentação humana.

Entretanto, a produção de alimentos na área urbana e periurbana ainda não tem sido abrangentemente considerada no processo de planejamento das cidades. Castro *et al.* (2018) destacam que os países desenvolvidos iniciaram o processo de redescoberta de um paisagismo que abrange espécies arbóreas com potencial para alimentação, processo que depende do desenvolvimento de princípios projetuais, estratégias de gestão e de governança, elaboração de uma legislação favorável e realização de pesquisas, inclusive estudos comparativos que permitam ampliar o aprendizado sobre o tema e abrangam também práticas tradicionais.

Para uma arborização urbana com maior atuação alimentar, variados campos do conhecimento se somam dentro das ciências sociais e ambientais, como Arboricultura, Agricultura urbana, Arquitetura e Urbanismo, Ecologia, Economia, Política, Governança e outras, conforme defendem os autores. Portanto, esse processo colaborativo soma esforços de especialistas técnicos, da população, dos agentes políticos, de diferentes governos e do setor privado (CASTRO *et al.*, 2018). Os benefícios citados nesta seção foram sintetizados e ilustrados na FIGURA 1.

FIGURA 1 – Benefícios das florestas urbanas



FONTE: O autor (2022).

Para Farah (2005), a afeição das pessoas por determinadas espécies arbóreas é responsável por gerar diferentes interpretações, onde a imagem-árvore é particular a cada um. A árvore, enquanto um dos principais elementos paisagísticos, intensifica o processo de identificação humana com a paisagem, tornando-a significativa.

Esse conceito de “imagem-árvore”, conforme a autora denomina, evidencia o papel da percepção e da sensibilidade humanas no desenvolvimento de diferentes sentimentos referentes à floresta urbana. Tal relação depende de fatores como lembranças e imaginação, experimentação e a formação histórica e sociocultural de cada indivíduo. Assim, além de buscar “benefícios” em um sentido mais determinista, arborizar também se vincula à presença humana no espaço, à criação de memórias, ao estabelecimento de símbolos, ao contato, ao cheiro, ao toque.

As árvores possuem simbologia e funções diversas em diferentes culturas, gerando admiração, reconhecimento e conexão cultural com diferentes povos desde a antiguidade. Nesse sentido, Jim (2018) destaca que as árvores se conectam a diferentes representações e sentimentos ligados à divindade, eternidade, imortalidade, fraternidade e medo, podendo ser a morada de espíritos, um ser generoso e provedor ou até uma entidade com atribuição de proteção. Essas diferentes conexões entre humanos, árvores e agrupamentos arbóreos transpassam divisões temporais, geográficas e culturais, abrangendo desde sentimentos de amor até temor.

Essa importância cultural confere a essas árvores a condição de patrimônio. O autor evidencia que o cuidado com esses indivíduos patrimoniais por parte de uma comunidade diz muito sobre sua relação com os aspectos simbólicos, bem como com a natureza e a busca pelo bem-estar humano. Diante da importância dessas árvores como componentes da floresta urbana e perante à sociedade, alguns cuidados são exigidos, como monitoramento regular, conscientização dos gestores florestais, adoção de leis e normas específicas, cuidados preventivos e manutenção. Fatores esses que visam o prolongamento da vida útil da planta (JIM, 2018).

São muitos os exemplos de espécies arbóreas ou árvores, reais ou lendárias, com importância simbólica. Por exemplo, a Jurema no nordeste brasileiro (Santiago, 2008); a Samaúma na Amazônia; o Baobá na África; a lendária *Yggdrasil*, a qual seria o abrigo e conexão dos diferentes mundos na mitologia nórdica (Cantalice, Mafort e

Miranda, 2020); a “árvore da vida” e a “árvore do conhecimento do bem e do mal” (BÍBLIA, Gn 2, 9) para judeus e cristãos, entre várias outras.

Entretanto, esse relacionamento entre humanos e árvores nem sempre ocorre de forma pacífica. A falta de um planejamento de longo prazo e uma gestão adequada da floresta urbana pode gerar conflitos com a rede de energia elétrica e iluminação pública pelo crescimento da copa, destruição da pavimentação de calçadas e vias por raízes e a queda de galhos e indivíduos arbóreos diante de chuvas e vendavais, algo agravado pela impermeabilização do solo, indivíduos isolados entre si, baixa manutenção e substituição de plantas, enfraquecimento da estrutura radicular e doenças.

Tais problemáticas impactam a relação humanos-árvores, onde a população tende a compreender a vegetação como responsável por produzir sujeira devido à queda de folhas e flores, obstruir edificações visualmente, gerar prejuízos a calçadas e veículos e até ocasionar acidentes. Essa espécie de “trauma” pode ser evitada com uma maior conscientização populacional e uma estrutura administrativa eficaz no planejamento e gestão da arborização, que considere todas as potencialidades e ameaças relacionadas à floresta urbana.

A partir do panorama apresentado acerca da presença da floresta urbana na cidade, os diferentes benefícios gerados e a relação com a sensibilidade humana, buscou-se apresentar um contexto na escala local e urbana. Mas, como o ato arborizar as cidades afeta a escala global? Uma vez que as mudanças climáticas atingem todo o planeta, como as florestas urbanas podem auxiliar na adaptação climática por parte das cidades?

2.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A FLORESTA URBANA

“A influência humana aqueceu o clima a um nível sem precedentes nos 2.000 últimos anos, pelo menos” (IPCC, 2021). O alerta do Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas é claro. O planeta aquece continuamente devido a ação humana e os últimos cem anos marcaram o agravamento mais abrupto desse aquecimento global, afetando todas as regiões habitadas do planeta.

Mas como isso ocorre? E como a arborização urbana pode mitigar esse processo e colaborar com a adaptação das cidades? São esses questionamentos que guiam este subcapítulo, o qual é dividido em duas partes. Primeiro, o objetivo é discutir o que é clima, o sistema climático global, como é a realidade climática atual e as perspectivas futuras. Em seguida, fazer uma aproximação da arborização urbana como estratégia para o desenvolvimento sustentável, restauração ecossistêmica e soluções que se baseiam na natureza, destacando também o surgimento do grupo C40, iniciativa global centrada no combate às mudanças do clima e na adaptação climática urbana.

Segundo MacCracken (2019), o clima é entendido como o “conjunto de condições meteorológicas predominantes sobre uma região durante um período de tempo”, onde o cálculo de sua média de variações naturais demanda, pelo menos, três décadas. Já o tempo, ou condições meteorológicas, “é o estado instantâneo da atmosfera; é o conjunto estatístico do tempo que é usado para quantificar o estado do clima. Como alguns dizem, o clima é o que você espera e o tempo é o que você recebe” (MACCRACKEN, 2019, p. 12).

Nesse contexto, vale destacar que o conjunto de condições meteorológicas é influenciado pela coexistência da atmosfera, da superfície terrestre, dos oceanos e das áreas com gelo, elementos conhecidos como componentes do sistema climático. Assim, o somatório acumulado dos conjuntos de condições meteorológicas compreende as condições climáticas, e pode ser afetado também por fatores externos ao sistema climático, como erupções vulcânicas, radiação solar, liberação de aerossóis na atmosfera, entre outros.

O aquecimento ocorrido no planeta tem resultado, sobretudo, do aumento da concentração de gás carbônico (CO_2) na atmosfera, consequência de processos antrópicos, como a combustão de combustíveis fósseis, desmatamento e alterações no solo. Outros gases, como o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), também provocam o aquecimento terrestre e, conseqüentemente, o agravamento do efeito estufa (MACCRACKEN, 2019).

O acúmulo de gás carbônico na atmosfera surge sempre como um indicativo do aquecimento global, mas há outro gás que agrava intensamente esse processo, o vapor de água. Segundo o IPCC (2001a), a água é o componente mais variável da atmosfera e muda constantemente de fases, onde cada transição de fase absorve ou libera uma elevada quantidade de energia. Devido a esses fatores e a sua alta concentração atmosférica, o vapor de água é o gás que mais intensifica o efeito estufa.

A partir da afirmação do IPCC é possível destacar que as mudanças do clima geram novas alterações climáticas, formando um ciclo, situação agravada pela poluição e acúmulo de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera. A água, nesse processo, possui destaque pela quantidade existente no globo, tanto na forma gasosa quanto em estado líquido e sólido.

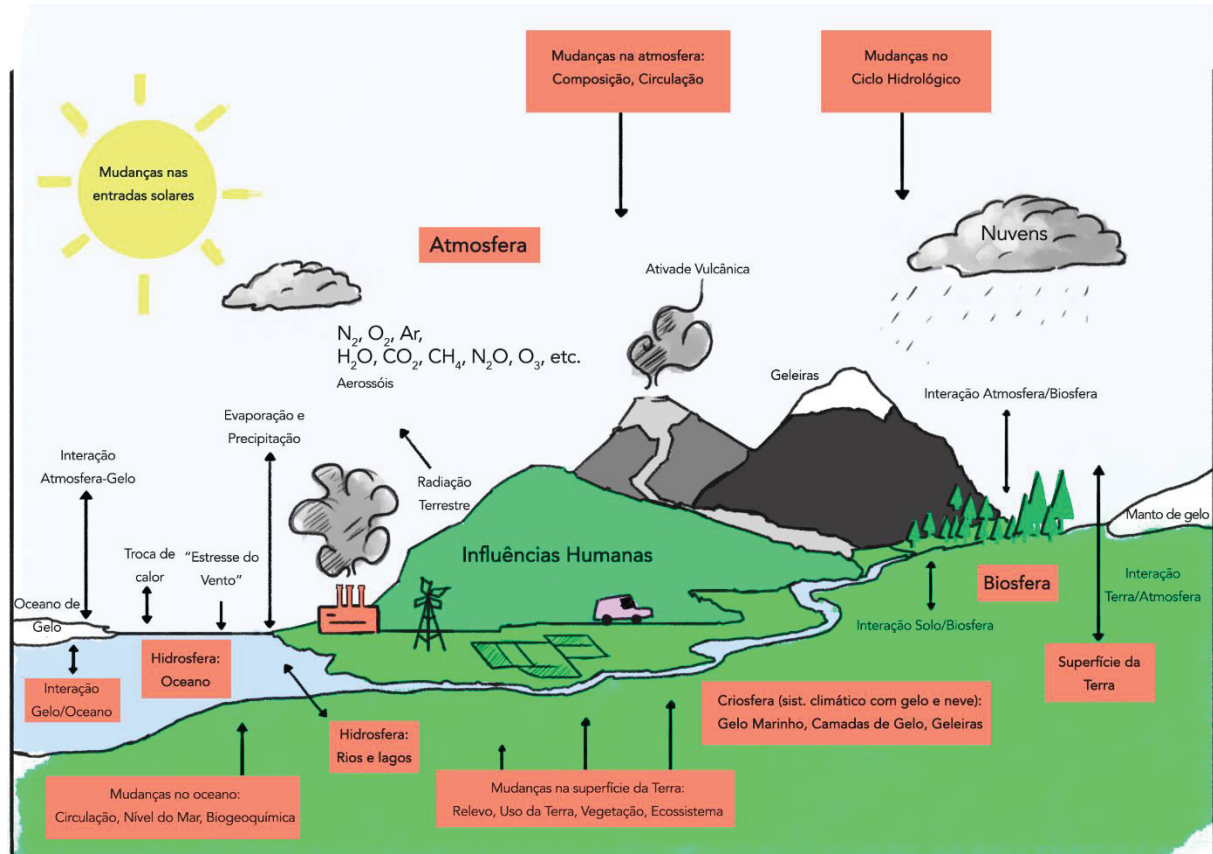
A FIGURA 2 ilustra esquematicamente os componentes do sistema climático global e os processos, interações e alterações ambientais que influenciam o clima. Conforme teoriza o IPCC (2001a), a superfície da terra, a vegetação e os solos recebem energia solar, são aquecidos e devolvem parte dessa energia à atmosfera, o que pode gerar também a evaporação da água depositada no solo e plantas. A biosfera marinha e terrestre, por sua vez, influencia fortemente a atmosfera com a absorção e liberação de GEE através dos processos biológicos.

A hidrosfera, por sua vez, compreende a água doce e salgada no estado líquido, seja na superfície terrestre ou em locais subterrâneos, formando rios, lagos, aquíferos e oceanos. A hidrosfera atua como um dos principais reguladores do clima, sobretudo pelo fato de 70% da superfície terrestre ser abrangida por oceanos. Já a criosfera compreende geleiras, gelo marinho e *permafrost*, com elevado armazenamento de água em estado sólido e, conseqüentemente, com alto potencial de transformação do clima (IPCC, 2001a).

Com base nesse panorama, é possível constatar que os componentes do sistema climático global interagem com o clima de forma física, química e biológica,

em amplas escalas de espaço e de tempo, fatores que evidenciam a complexidade do estudo acerca das mudanças climáticas. Mas como é a realidade climática atual, quais os cenários futuros previstos e o que pode ser feito?

FIGURA 2 – Componentes do sistema climático global



FONTE: Modificado pelo autor a partir de IPCC (2001a), tradução nossa.

As mudanças climáticas têm provocado efeitos cada vez mais difíceis de serem revertidos, inclusive sendo dificultosa a própria mitigação dessas consequências em virtude da continuação da realização de atividades poluidoras. Dados divulgados no Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, entre 2021 e 2022, destacam um agravamento nas condições do clima, fato evidenciado por pesquisas de todo o globo que embasam o relatório.

Caso o aquecimento médio terrestre, entre 1850 e 2100, seja de 1,5°C, cenário mais otimista, a ocorrência de secas, aridez e desertificação poderá afetar 950 milhões de pessoas. Caso o aumento seja de 2°C, a perda de recife de corais poderá alcançar 99%. Em um cenário mais pessimista (o IPCC aponta cenários ainda piores),

3°C podem resultar na perda de 29% de toda a biodiversidade terrestre e a elevação média do nível do mar pode ser superior a 70 centímetros (IPCC, 2022).

Assim, segundo IPCC (2022), desde o Quinto Relatório de Avaliação, divulgado em 2014, tem crescido o número de evidências científicas que relacionam a degradação e a destruição de ecossistemas ao aumento da vulnerabilidade social, uma vez que os efeitos acontecem em cascata e em longo prazo, afetando principalmente comunidades tradicionais. Somado a isso, o impacto econômico das mudanças climáticas também tem aumentado, o que afeta áreas como a agricultura, a produção energética e o turismo. Ao mesmo tempo, ocorre a morte de espécies em massa, tanto na terra quanto nos oceanos, o que causa perdas cada vez mais irreversíveis e agrava a emissão de GEE.

Outra instituição que tem elaborado avaliações recorrentes acerca do clima terrestre é a Organização Meteorológica Mundial (OMM), uma agência da ONU, com documentos publicados anualmente desde 1993. O “Estado do Clima Global 2021”¹⁸ apresenta informações alarmantes e novos recordes alcançados em vários índices, como o período entre 2015 e 2021 ter sido o mais quente já registrado; houve o maior aumento anual do nível do mar; e novo máximo na concentração atmosférica de GEE. Por consequência, fatores como segurança alimentar populacional estão sendo afetados por eventos climáticos extremos, crises econômicas, conflitos e as consequências da pandemia de COVID-19 (WMO, 2022)¹⁹.

Em oposição a essa realidade climática, uma minoria cética questiona o abrangente consenso mundial do papel humano na alteração do clima e as instituições que atuam sob essa premissa. Segundo Giddens (2010), esse ceticismo está conectado às previsões altamente mutáveis elaboradas para um futuro incerto e, dessa forma, sujeito a uma ampla gama de realidades possíveis. Para o autor, ser cético não é, necessariamente, algo insatisfatório, uma vez que faz parte do fazer

¹⁸ Tradução livre de “*State of the Global Climate 2021*”.

¹⁹ A realidade global tem sido marcada por impactos intensos de ordem humanitária, como o aumento do número de refugiados decorrentes da crise climática. Além dos pontos mencionados, o documento abrange indicadores climáticos globais, eventos de alto impacto ocorridos anualmente, riscos à população e apresentação de uma série de dados climáticos e metodologias empregadas nas pesquisas ligadas ao clima global (WMO, 2022).

científico o questionamento, principalmente frente às questões climáticas, sobretudo por serem mencionadas frequentemente em discursos políticos e pela mídia²⁰.

Giddens (2010) destaca ainda que o papel do Estado diante das mudanças climáticas se conectaria à facilitação do tema e à busca por estabelecer soluções e prazos, antecipando cenários devido à responsabilidade dos entes políticos envolvidos. Assim, competiria ao Estado orientar o desenvolvimento, com enfoque em um planejamento com metas “rigorosas”, evitando propostas e objetivos facilmente alcançáveis ou infundados e inalcançáveis. Para isso, há a necessidade em compreender as oportunidades e os riscos envolvidos com a questão climática, envolvendo governos em diferentes escalas; estimular, fiscalizar e taxar empresas; antever possível “fuga de empresas” e pressões políticas; promover economia de baixo carbono; incentivar financeiramente soluções mais sustentáveis; buscar a adaptação climática; e outras estratégias. Onde a pauta climática esteja no topo da preocupação política, independente dos grupos políticos envolvidos na administração pública, uma vez que é vista como necessária a adoção de uma política nacional sólida para que haja um impacto internacional relevante.

Como evidenciado no Sexto Relatório do IPCC, a realidade climática global tem comprometido *habitats* humanos e afetado a floresta urbana, seja pela seca, proliferação de vetores²¹ ou perda de biodiversidade. Diante dessa problemática, uma resposta possível é promover um desenvolvimento urbano e industrial que se baseie no cenário climático global, tanto atual, quanto nos horizontes futuros possíveis, de forma a buscar soluções às cidades, ao meio ambiente e à sociedade de forma integrada.

²⁰ Pessoas que compartilham uma desconfiança sobre a questão climática comumente não compreendem o IPCC como um órgão puramente científico, entendendo-o principalmente como uma entidade política que responde a interesses particulares. Visão essa que desconsidera a própria existência de autoexame crítico nas pesquisas, algo obrigatório aos cientistas e pesquisadores, e que busca responder cientificamente a todas variáveis incidentes, metodologias empregadas e lacunas possíveis. Além disso, o IPCC apresenta resultados que consideram probabilidades e possibilidades diversas, abrangendo incertezas e divergências do universo científico no qual está inserido, inclusive sendo vista com uma entidade de certa forma conservadora, já que considera opiniões científicas amplas (GIDDENS, 2010). Assim, esse ceticismo exacerbado se mostra infundado, principalmente pela própria natureza científica do IPCC.

²¹ Vetores podem ser definidos basicamente como seres que atuam na transmissão de um agente causador de determinada doença. Como exemplo, destacam-se ratos, mosquitos, moluscos e outros (SANTOS, 2016).

Unir desenvolvimento econômico e a proteção ambiental teve como um dos principais marcos o documento “Nosso Futuro Comum”, ou Relatório de Brundtland, lançado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Dentre as principais definições, o documento destaca que “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991, p. 46).

Dessa forma, segundo Veiga e Zatz (2008) a noção de sustentabilidade que era empregada apenas pela biologia até o final da década de 1970, sobretudo vinculada ao consumo de bens da natureza de forma controlada, passa a ser expandida com as novas publicações de ambientalistas, com o Relatório de Brundtland, dando origem ao conceito de desenvolvimento sustentável. Entretanto, tal maneira de buscar crescimento econômico comumente é interpretada como uma barreira ao desenvolvimento, onde ambientalistas estariam freando o progresso.

Mesmo que o objetivo das empresas seja a obtenção de lucro e, não necessariamente, a adoção de práticas ligadas à proteção ambiental, a pressão da opinião pública e dos consumidores possibilita a busca por maior responsabilidade socioambiental por tais instituições e pelo Estado. Assim, em um cenário onde há maior conscientização ambiental da população, há maior possibilidade de adoção de estratégias que podem colaborar com o desenvolvimento sustentável, como o consumo de produtos com certificação ambiental, maior competitividade empresarial, punições a empresas poluidoras, exigências no cumprimento de legislações ambientais, entre outras (VEIGA e ZATZ, 2008).

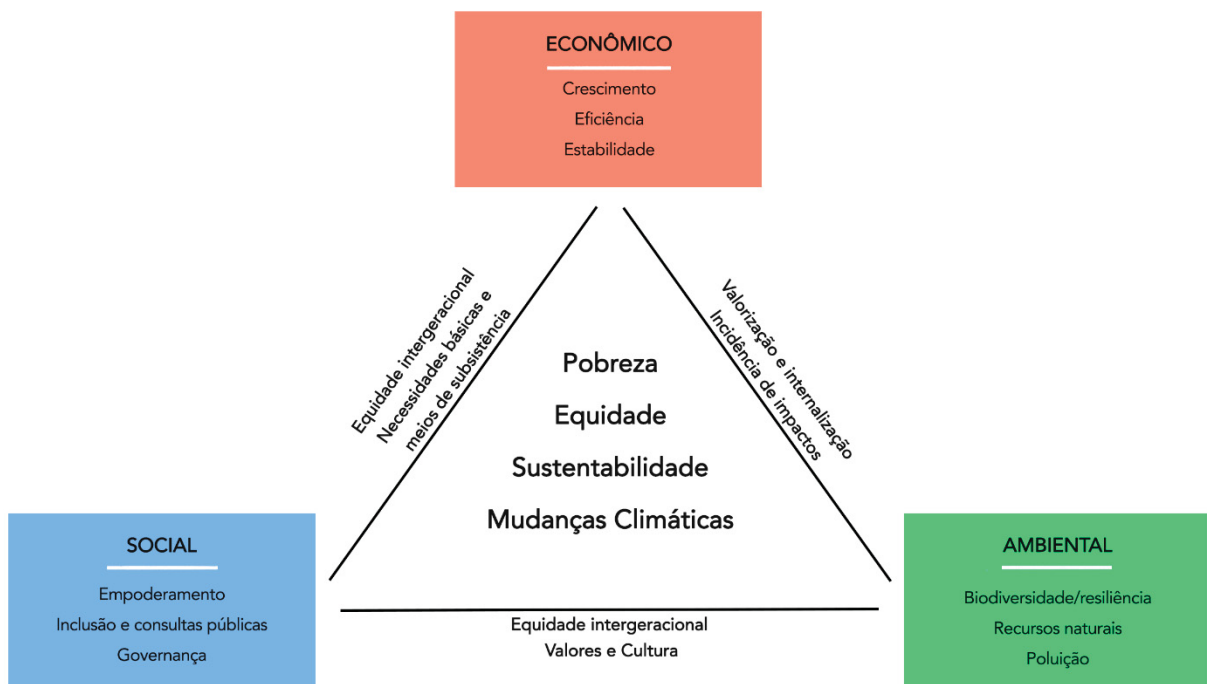
O emprego do termo “sustentável” como forma de qualificação do desenvolvimento, segundo Veiga (2014), se conecta à esperança de uma relação mais harmônica entre humanos e a natureza. Portanto, mais do que visar adiar desastres, é buscada a adaptação diante dos riscos ambientais globais.

Assim, a partir dessa forma de desenvolvimento proposta, a utilização da sustentabilidade é vista como meio de substituir processos de crescimento que degradam o meio ambiente. Tal estratégia pode conectar, nos processos decisórios, o meio ambiente aos aspectos econômicos, suprimindo demandas de infraestrutura, emprego e alimentação de forma associada à administração dos riscos ambientais. Nesse sentido, a sustentabilidade se apresenta como alternativa para um

desenvolvimento baseado em três grandes dimensões: ambiental, social, e econômica, como ilustrado sinteticamente na FIGURA 3.

Na imagem, cada vértice apresenta um dos domínios do desenvolvimento sustentável, onde os aspectos ambientais se vinculam à resiliência dos sistemas ecológicos e proteção de sua integridade. A dimensão social busca fortalecer relações humanas e o cumprimento de ensejos coletivos e o domínio econômico visa melhorias do bem-estar humano. Fatores como pobreza, equidade, sustentabilidade e mudanças climáticas conectam e interagem com os três domínios, uma vez que exigem propostas complexas e integradas entre esses elementos-chave.

FIGURA 3 – Elementos-chave do desenvolvimento sustentável interconectados



FONTE: Modificado pelo autor a partir de IPCC (2001b), tradução nossa.

A busca pelo desenvolvimento sustentável foi aprofundada a partir de 2015 com a realização de um dos mais recentes e importantes eventos sobre o tema, a Cúpula do Desenvolvimento Sustentável, ocorrida na sede da Organização das Nações Unidas (ONU) em Nova York. A partir do legado dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), propostos nos anos 2000 durante a Cúpula do Milênio, em 2015 foram estabelecidos os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), compondo a “Agenda 2030”, a ser desenvolvida até o ano de 2030.

Uma série de projetos, programas, grupos e iniciativas surgiram desde então, usando os ODS e os conhecimentos ligados ao desenvolvimento sustentável como premissa. Como exemplo contemporâneo de relevância global, a Comissão Europeia adotou o Pacto Ecológico Europeu, abrangendo normativas que se ligam a áreas ligadas ao clima, transporte, energia e outros. Ao buscar reduzir a emissão GEE até 2030 em, no mínimo 55%, em relação aos níveis de 1990 (COMISSÃO EUROPEIA, 2019). O Pacto se propõe a atuar no aumento da competitividade e resiliência industrial em nível global, promover a comercialização de alimentos saudáveis a custos acessíveis, melhorar a qualidade do ar, da água, do solo e da biodiversidade, entre outros.

Esse tipo de estratégia, tais como pactos, acordos e legislações se desdobram em ações práticas e no estabelecimento de normativas objetivadas ao desenvolvimento sustentável, com apoio de diversas entidades governamentais e não-governamentais na criação de manuais e materiais de apoio, bem como no apoio técnico e outros meios de colaboração junto a governos, desde a escala municipal à nacional. Assim, criadas estratégias locais que, conjuntamente, formam uma rede global de iniciativas que afetam todo o globo.

A FAO (2016) defende como importante que as cidades se tornem sustentáveis econômica, social e ambientalmente, para buscar garantir qualidade de vida à população, fornecimento de serviços ecossistêmicos e maior resiliência climática. Uma vez que os ODS incluem várias metas para as cidades, as florestas urbanas podem colaborar significativamente nessa busca pela sustentabilidade, promovendo melhores condições de habitabilidade para os assentamentos humanos.

A maior parte dos ODS são diretamente relacionados às funções da floresta urbana. Quanto à “Erradicação da Pobreza” (ODS 1), a floresta urbana pode colaborar com a geração de empregos, incentivo empreendedor e melhoria do ambiente urbano. Enquanto na busca por “Fome Zero e Agricultura Sustentável” (ODS 2) os benefícios compreendem também o fornecimento direto de alimentos (como frutos, sementes, raízes, extrato da casca e outros) e melhorias na qualidade do solo e da água, influenciando a produção agrícola sustentável e a alimentação saudável. A geração de “Saúde e Bem-Estar” (ODS 3) abrange o papel das áreas arborizadas no abrigo a atividades recreativas, de relaxamento e de saúde mental, além de filtrar e remover poluentes (FAO, 2016).

A busca por “Água Potável e Saneamento” (ODS 6) se conecta ao potencial das árvores na regulação de ciclos hidrológicos no espaço urbano, com redução de riscos de erosão e inundação, além da retenção de poluentes. A atuação indireta da floresta urbana na produção de energia renovável está conectada à “Energia Limpa e Acessível” (ODS 7), bem como o uso da madeira como combustível, sobretudo em localidades de menor renda. Ao gerar empregos, o planejamento e a gestão da floresta urbana possibilitam também o “Trabalho Decente e Crescimento Econômico” (ODS 8) por meio do desenvolvimento do turismo e de negócios sustentáveis (FAO, 2016).

Promover “Cidades e Comunidades Sustentáveis” (ODS 11) conecta vários dos elementos já mencionados, onde a floresta urbana também possibilita a mitigação e adaptação climáticas e aos desastres naturais pelas cidades, redução de custos de energia e fornecimento de serviços ecossistêmicos aos habitantes. A “Ação Contra a Mudança Global do Clima” (ODS 13) está vinculada, sobretudo, à atuação da floresta urbana no sequestro de carbono e GEE, redução das ilhas de calor e outros. Por fim, as árvores se ligam à promoção da “Vida Terrestre” (ODS 15) constituindo *habitats* a partir do fornecimento de abrigo e alimentos a outros seres (FAO, 2016).

O fato de alguns ODS não serem mencionados, como o ODS 14 acerca da “Vida na Água”, resulta da menor interferência direta das florestas urbanas, mas não significa sua desvinculação. Isso porque a vegetação é essencial para a proteção de encostas, margens de cursos d’água e bacias hidrográficas, além de estarem situadas no leito e comporem a fauna aquática, e, por consequência, a vida na água.

Ao subdividir as funções da floresta urbana de acordo com os ODS mais atendidos, é possível identificar que determinados benefícios são vinculados entre diferentes áreas. Concomitantemente ao fato de a floresta urbana ser empregada para a proteção da biodiversidade, os espaços arborizados somam funções, como o desenvolvimento de áreas de lazer, ambientes de recreação e locais sombreados à permanência e ao transporte.

Além disso, ao passo que a implantação de vegetação impacta direta e imediatamente a escala local, a escala regional e a global também são beneficiadas por consequência. São somadas, assim, as funções ligadas à drenagem, preservação

do solo, captura de CO₂ atmosférico²², diminuição de oscilações térmicas, impacto direto da luz solar no solo e infraestruturas, entre outros.

Em virtude da realidade climática atual e das possibilidades de adaptação às alterações do clima, a ONU estipulou a década de 2021 a 2030 como a Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas, buscando apelar às nações mundiais para a proteção e recuperação ecossistêmicas. O momento é visto como crucial para evitar mudanças climáticas em escalas catastróficas, enquanto são buscados benefícios concomitantes à natureza e à população (UN DECADE, 202?).

Por isso, foi elaborado pela FAO, junto à Comissão de Gestão Ecosistêmica²³ da União Internacional para a Conservação da Natureza²⁴ e pela Sociedade de Restauração Ecológica²⁵ os “Princípios para a Restauração Ecosistêmica e guiar a Década da Restauração de Ecossistemas 2021-2030”, sintetizados na FIGURA 4.

Segundo FAO, IUCN CEM e SER (2021) os dez princípios abrangem: i) contribuição global da restauração ecossistêmica para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU e alinhamento às Convenções do Rio²⁶; ii) promoção de uma governança mais inclusiva e participativa, durante o processo e a partir dos resultados obtidos, com amplo engajamento populacional; iii) continuidade das atividades de restauração rotineiramente; iv) recuperação da biodiversidade e melhoria da saúde e da integridade dos ecossistemas e bem-estar humano; v) abordar causas diretas e indiretas da degradação ecossistêmica; vi) incorporação e troca entre diferentes tipos de conhecimento; vii) estabelecimento de objetivos e metas ecológicos, culturais e socioeconômicos bem definidos de curto, médio e longo prazos; viii) adequação aos contextos ecológicos, culturais e socioeconômicos locais,

²² Estudos recentes apontam que áreas de maior urbanização apresentam maior contingente de carbono no solo, onde as florestas urbanas desempenham importante papel na reconversão desse cenário (SOUZA, 2019; CHEN *et al.*, 2022).

²³ Tradução livre de “*Commission on Ecosystem Management (CEM)*”.

²⁴ Tradução livre de “*International Union for Conservation of Nature (IUCN)*”.

²⁵ Tradução livre de “*Society for Ecological Restoration (SER)*”.

²⁶ Na cidade do Rio de Janeiro, em 1992, foi realizada a Cúpula da Terra, que resultou na realização das Convenções do Rio, abrangendo respectivamente as áreas de biodiversidade, mudanças climáticas e desertificação, a Convenção sobre Diversidade Biológica (*Convention on Biological Diversity - CBD*), a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (*United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*) e a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (*United Nations Convention to Combat Desertification - UNCCD*).

considerando as paisagens terrestres e paisagens aquáticas; ix) monitoramento, avaliação e gestão adaptável ao longo e além da vida útil dos projetos e programas adotados; x) integração de políticas e medidas que promovam a replicação e aumento da escala de atuação.

A busca pela restauração ecossistêmica em ambientes urbanos produz ações locais que se somam a uma contribuição que atinge escala global, possibilitando uma maior efetividade das propostas. As múltiplas atividades conectadas às árvores de ecossistemas urbanos e periurbanos ampliam os benefícios da floresta urbana anteriormente mencionados. Além disso, o mapeamento das causas da degradação ambiental e o compartilhamento de conhecimentos e políticas auxiliam no estabelecimento de metas, no monitoramento, gerenciamento e em estratégias para o aumento do engajamento populacional, fatores que compreendem os dez princípios.

FIGURA 4 – Dez princípios que sustentam a restauração ecossistêmica



FONTE: Modificado pelo autor a partir de FAO, IUCN CEM e SER (2021), tradução nossa.

A adaptação baseada em ecossistemas tem sido frequentemente adotada por entidades governamentais e não governamentais, onde o aproveitamento dos serviços ecossistêmicos é empregado em medidas adaptativas que respondem às mudanças climáticas. Quanto a essa postura política, Pramova *et al.* (2012) defendem que a adaptação baseada em ecossistemas emprega as florestas urbanas devido aos bens que fornecem à comunidade no enfrentamento dos riscos, ameaças e problemáticas climáticas, abrangendo também bacias hidrográficas, áreas costeiras e áreas rurais para a regulação da água, proteção do solo e resiliência urbana.

Diante disso, os autores destacam ser favorável compreender custos, benefícios, eficiências e outros aspectos relativos às florestas urbanas, onde projetos que exemplifiquem estratégias de arborização possibilitem a produção e o compartilhamento de conhecimentos sobre a temática. Somado a isso, é visto como necessário o monitoramento da floresta urbana em níveis diversos, o envolvimento de todos os interessados e beneficiados nas etapas de planejamento e gestão, e a busca por inovação (PRAMOVA *et al.*, 2012).

A floresta urbana pode ser empregada na restauração ecossistêmica e na adaptação urbana baseada nos ecossistemas, com benefícios à natureza e à população em diferentes escalas. A utilização das árvores para recomposição vegetal e apoio a outros seres vivos colabora com a recuperação ecossistêmica e, conseqüentemente, com a adaptação às mudanças climáticas.

Tal busca pela adaptação às alterações do clima tem sido presente em documentos e tratados em cenário brasileiro. Publicado em 2008, o Plano Nacional Sobre Mudança do Clima apresenta temas como compromissos governamentais assumidos até o momento; oportunidades de mitigação; impactos, vulnerabilidade e adaptação; pesquisa e desenvolvimento; educação, capacitação e comunicação; e instrumentos para implementações das ações. Diante disso, o documento define que:

A adaptação pode ser definida como uma série de respostas aos impactos atuais e potenciais da mudança do clima, com objetivo de minimizar possíveis danos e aproveitar as oportunidades. A capacidade de adaptação de um sistema depende basicamente de duas variáveis: a vulnerabilidade, que é reflexo do grau de suscetibilidade do sistema para lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, e da resiliência, ou seja, da habilidade do sistema em absorver impactos preservando a mesma estrutura básica e os mesmos meios de funcionamento (BRASIL, 2008, p. 87-88).

Portanto, segundo o Plano, para que haja a redução dos impactos das mudanças climáticas e para que seja ampliada a resiliência das cidades, a adaptação pode ser trabalhada em dois eixos. Em uma frente de atuação, há a construção de capacidade de adaptação, resultando na produção de condições gerenciais, institucionais e regulamentadoras, bem como em informações que possibilitam a difusão do conhecimento sobre clima e adaptação. De forma complementar, a adaptação pode ser implementada por meio de estratégias objetivadas à redução da vulnerabilidade às mudanças climáticas, como infraestrutura adaptativa, gestão de riscos, incentivo à informação, avaliação de vulnerabilidades, obras de drenagem e abastecimento de água, entre outros (BRASIL, 2008).

Outro documento de proporções nacionais que converge no enfrentamento da crise climática é o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, publicado em 2016, que possui como objetivo geral:

Promover a gestão e redução do risco climático no país frente aos efeitos adversos da mudança do clima, de forma a aproveitar as oportunidades emergentes, evitar perdas e danos e construir instrumentos que permitam a adaptação dos sistemas naturais, humanos, produtivos e de infraestrutura (BRASIL, 2016).

Dentre as estratégias apresentadas para alcançar esse objetivo, o Plano busca adotar medidas de adaptação baseadas em ecossistemas a serem aplicadas em áreas suscetíveis ao risco de eventos climáticos extremos. Como impacto, é visado o fortalecimento de políticas ligadas a recuperar e conservar ecossistemas e vegetação nativa; manter os serviços ecossistêmicos; e reduzir riscos aos desastres decorrentes das alterações do clima ligados à vulnerabilidade populacional, possibilitando aumento da resiliência climática pelas áreas urbanas (BRASIL, 2016). Dessa forma, diversos são os planos e políticas públicas que buscam empregar a arborização urbana no planejamento urbano resiliente ao clima, citando essa estratégia direta ou indiretamente.

Ordóñez (2015) evidencia que o planejamento vegetal não se limita ao simples plantio de mais árvores, estratégia comum, mas ineficaz para o enfrentamento das mudanças climáticas. Isso se justifica por ser demandada também a elaboração de pesquisas sobre essa temática e a priorização da adaptação às alterações do clima no manejo florestal urbano. Para isso, estudos de caso e pesquisas relacionadas à sobrevivência e mortalidade das plantas são impreteríveis, principalmente em

cenários externos à realidade norte-americana e europeia. O autor evidencia ainda que a literatura sobre vulnerabilidade da floresta urbana às mudanças climáticas é recente.

A partir desse panorama, é evidente que o avanço urbano possui consequências nas mais diversas escalas, desde a local até a global, desde o impacto à saúde humana até perdas ecossistêmicas. Kuchelmeister (2000) afirma que as pesquisas relacionadas às florestas urbanas, sobretudo na América do Norte e na Europa, visam amenizar impactos urbanos e gerar benefícios ambientais, considerando populações de países mais pobres e, por conseguinte, mais afetados.

Além do desenvolvimento de propostas adaptativas que abranjam a arborização urbana e a realização de pesquisas com enfoque nas florestas urbanas, a participação social pode enriquecer a busca pela restauração ecossistêmica ao incluir a colaboração de grupos sociais sub-representados, com compartilhamento de conhecimentos acadêmicos, tradicionais e indígenas. São condensados, assim, os diferentes contextos ecológicos, culturais e socio-econômicos no estabelecimento de objetivos e no acesso à informação por todos. Somado a isso, instrumentos governamentais como políticas, planos, leis e regulamentações podem ser mapeados, discutidos e construídos conjuntamente, buscando unir diferentes visões, conhecimentos e habilidades para reverter a degradação ecossistêmica em escala local, regional, nacional, continental e global.

Para a UN-HABITAT (2002), a realização de uma urbanização sustentável inclui a sustentabilidade ambiental, social e econômica, bem como a sustentabilidade político-institucional, nas mais diversas escalas de assentamentos humanos. Entretanto, há desafios para a urbanização sustentável, como a precarização de infraestruturas urbanas, desigualdade socioespacial, conflitos de interesse entre sustentabilidade e desenvolvimento econômico, entre outros.

Como possível resposta, as ações prioritárias abrangem a redução de impacto ambiental e da poluição a partir da promoção do aproveitamento de resíduos para reciclagem e reutilização, fortalecimento de governos locais e de empresas de diferentes portes, com infraestrutura e incentivos. Além disso, a urbanização sustentável também demanda melhorias na oferta de serviços básicos, como saneamento e saúde, e geração de capacidades através da educação e da capacitação profissional.

Nesse contexto, visando um desenvolvimento urbano mais sustentável e com maior adaptação climática pelas cidades, o conceito de biofilia pode ser empregado. Para Beatley (2011), a biofilia está vinculada ao ambiente urbano produzido tendo a natureza como elemento central, abrangendo sua concepção, planejamento e gestão. Assim, sistemas naturais são presentes nas cidades, há maior contato humano com o meio ambiente e uma maior riqueza de elementos sinestésicos, como odores, sons e cores. Como possíveis alternativas para o projeto de cidades biofílicas, podem ser empregadas técnicas de biomimética, onde há a observação e inspiração acerca dos processos e estrutura da natureza para emprego em intervenções humanas.

A partir da observação da natureza e aprendizado com seus elementos e processos, a biofilia embasa o estabelecimento de soluções ao planejamento urbano sustentável que se inspiram na natureza. Para isso, segundo o “Catálogo de Soluções Baseadas na Natureza para Resiliência Urbana”²⁷ (2021), produzido pelo Banco Mundial²⁸ e pelo Fundo Global para a Redução de Desastres e Recuperação²⁹, as Soluções baseadas na Natureza (SbN), do inglês *Nature-based Solutions (NbS)*, são estratégias que utilizam a natureza e seus processos para o aumento da resiliência urbana, aos fornecerem serviços, infraestrutura e soluções integradas.

Os benefícios às cidades estão alinhados às demandas sociais, também colaborando no restauro da biodiversidade, segurança hídrica, apoio alimentar, recreação e lazer, auxiliando na saúde e bem-estar. Esse “desenvolvimento verde resiliente e inclusivo”, produto das SbN, se destaca no cenário de recuperação econômica pós-pandemia de COVID-19³⁰ (THE WORLD BANK, 2021).

A FIGURA 5 ilustra diferentes tipos de SbN, onde as árvores se destacam na composição de florestas urbanas, espaços livres verdes, mangues, corredores verdes, áreas de biorretenção, na agricultura urbana e outros. Assim, as florestas urbanas, enquanto agrupamento de elementos vegetais, se destacam como SbN por abrangerem a arborização de ruas e áreas verdes junto às edificações, sendo também uma solução aplicada aos edifícios para conforto térmico, redução de custos energéticos e criação de áreas de convívio. Porém, mesmo que a FIGURA destaque

²⁷ Tradução livre de “*A Catalogue of Nature-Based Solutions for urban resilience*”.

²⁸ Tradução livre de “*World Bank Group*”.

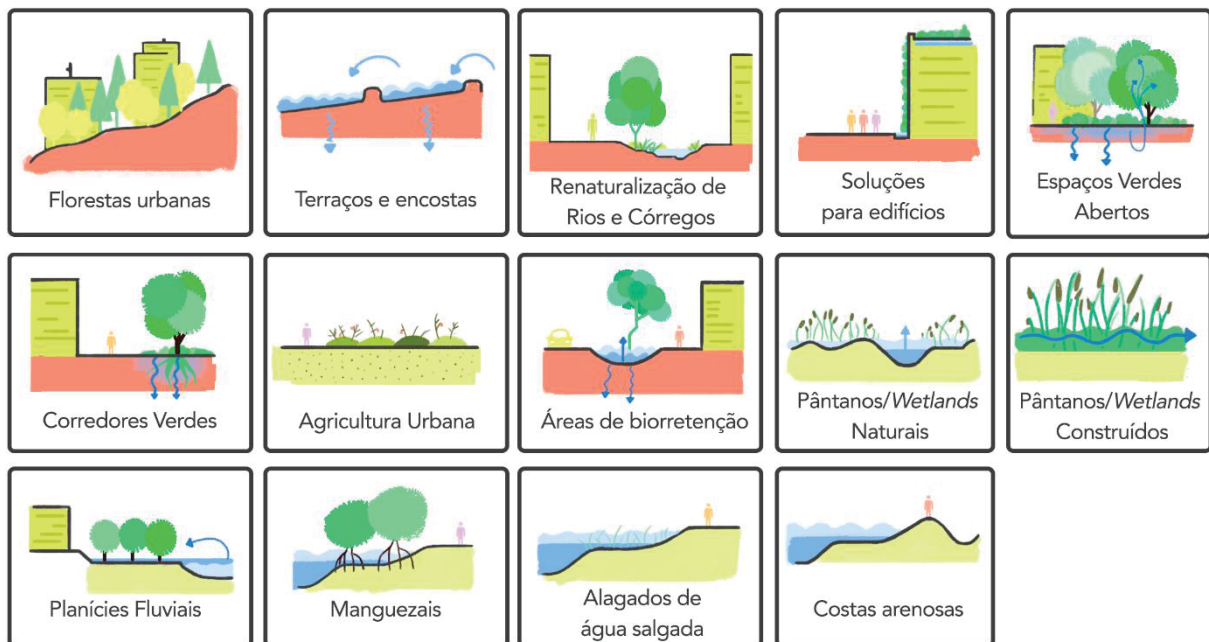
²⁹ Tradução livre de “*Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)*”.

³⁰ Pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, um tipo de Coronavírus.

a subdivisão das tipologias de SbN, a floresta urbana, enquanto rede de vegetação, está presente em todas soluções, conectando-as.

Os terraços, encostas e áreas de biorretenção possuem a funcionalidade de minimizar a velocidade de escoamento superficial da água pluvial, além de retê-la e auxiliar na infiltração no solo, onde a floresta urbana auxilia na retenção e proteção do solo, auxílio a essa infiltração e outros benefícios. Renaturalizar rios e córregos reduzindo a impermeabilidade do curso d'água e aplicando vegetação nas margens e leito une a floresta urbana à recomposição de ecossistemas e ciclos hidrológicos.

FIGURA 5 – Uso de vegetação em Soluções Baseadas na Natureza



FONTE: Modificado pelo autor a partir de THE WORLD BANK (2021), tradução nossa.

Os espaços e corredores verdes se destacam como ambientes onde a floresta urbana apresenta forma de maciços vegetados, somando árvores, arbustos e outras plantas no estabelecimento de uma cidade mais naturalizada, com maior conforto ambiental e abrangida por áreas de lazer e recreação. A agricultura urbana soma desde a produção de hortaliças e temperos até a produção frutífera e o desenvolvimento de plantas alimentícias não convencionais (PANC). Além disso, a floresta urbana abrange também os *wetlands* naturais e construídos, planícies fluviais, manguezais e demais SbN, promovendo benefícios à biodiversidade, à drenagem urbana e vários outros, como mencionado anteriormente.

Devido a essa importância da floresta urbana como SbN, a Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa³¹ em parceria com a FAO lançou o guia “Arborização Urbana e Periurbana Sustentável: uma Solução Baseada na Natureza Integrativa e Inclusiva para a Recuperação do Verde e Cidades Sustentáveis, Saudáveis e Resilientes³²”. O documento possui o objetivo de destacar o papel da floresta urbana e periurbana como uma SbN relevante ao enfrentamento da crise climática. Tal defesa se justifica pelos benefícios da arborização, como o sequestro de carbono, redução de ilhas de calor e a variação de até 8 graus celsius entre bairros arborizados e não arborizados (UNECE, 2021).

Além disso, segundo UNECE (2021), o aumento do impacto da arborização urbana sustentável se conecta a estratégias como a presença de florestas urbanas imediatamente próximas aos habitantes, com distribuição espacial justa e igualitária, a menos de cinco minutos de caminhada das residências. Somado a isso, incluir diferentes tipologias de agrupamentos vegetados, como parques urbanos com maior fluxo de pessoas, hortas comunitárias, cemitérios, pátios escolares, entre outros, atendendo diferentes públicos e necessidades e fornecendo diferentes benefícios à população e à cidade. Assim, planos para a floresta urbana e periurbana demandam considerar orçamentos realistas, de forma a evitar insuficiência de recursos e permitir maior retorno do investimento, o qual pode contar com fundos privados e públicos municipais, estaduais, nacionais e internacionais, com diversificação do financiamento.

Esse planejamento da floresta urbana demanda o embasamento em informações atualizadas e confiáveis, além de trocas de conhecimento entre diferentes atores e realidades, realização de pesquisas, incentivo à educação, realização de treinamentos, utilização de tecnologia, documentação e divulgação dos exemplos e boas práticas, e adequação a estratégias internacionais. Uma opção apontada como favorável a esse planejamento é a adoção da “regra 3-30-300”, proposta originalmente pelo Instituto de Soluções Baseadas na Natureza³³, onde cada local de moradia, estudo ou trabalho sejam próximos de, ao menos, 3 árvores

³¹ Tradução livre de “*United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)*”.

³² Tradução livre de “*Sustainable Urban and Peri-urban Forestry: an Integrative and Inclusive Nature-Based Solution for Green Recovery and Sustainable, Healthy and Resilient Cities*”.

³³ Tradução livre de “*Nature Based Solutions Institute*”.

maduras; com bairros de 30% de cobertura arbórea, no mínimo; e uma distância aproximada de 300 metros entre espaços verdes e os locais de estudo e trabalho (UNECE e FAO, 2021).

Outro documento que vai de encontro ao disposto neste subcapítulo foi lançado pela Agência de Serviço Florestal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos³⁴, as “Ações de Adaptação Climática para Florestas Urbanas e Saúde Humana”³⁵. O guia abrange abordagens que incluem a integração da arborização urbana ao planejamento e política climática; usar os benefícios da floresta urbana para reduzir ameaças à saúde humana; melhorar os ecossistemas urbanos, com diversidade de espécies e etária, incluir principalmente plantas nativas, visar benefícios de longo prazo e plantar espécies adaptadas a cenários futuros possíveis; entre outros. Esses benefícios são concomitantemente voltados à adaptação climática e à saúde humana, sendo baseados na natureza (JANOWIAK *et al.*, 2021).

Esses documentos elencados neste subcapítulo evidenciam a preocupação internacional com a promoção da arborização urbana nos últimos anos, entendendo as florestas urbanas enquanto importante SbN e agente crucial à restauração ecossistêmica e à adaptação climática. Tais guias, manuais e cartilhas buscam sensibilizar tomadores de decisão, pesquisadores e a população quanto à realidade climática global e as possibilidades de ação. Neles as recomendações, técnicas, princípios e soluções são apresentadas de forma generalizada e ampla, de forma que possam ser adaptadas às realidades locais e a diferentes contextos políticos, econômicos, sociais e ambientais.

Para Walters *et al.* (2016), as SbN utilizam ecossistemas e seus serviços no contraponto às mudanças climáticas e desastres naturais, ao passo que promovem segurança alimentar e benefícios sociais. Dessa maneira, os ecossistemas são restaurados, sejam eles naturais ou modificados, com proteção da biodiversidade acrescida da promoção do bem-estar humano.

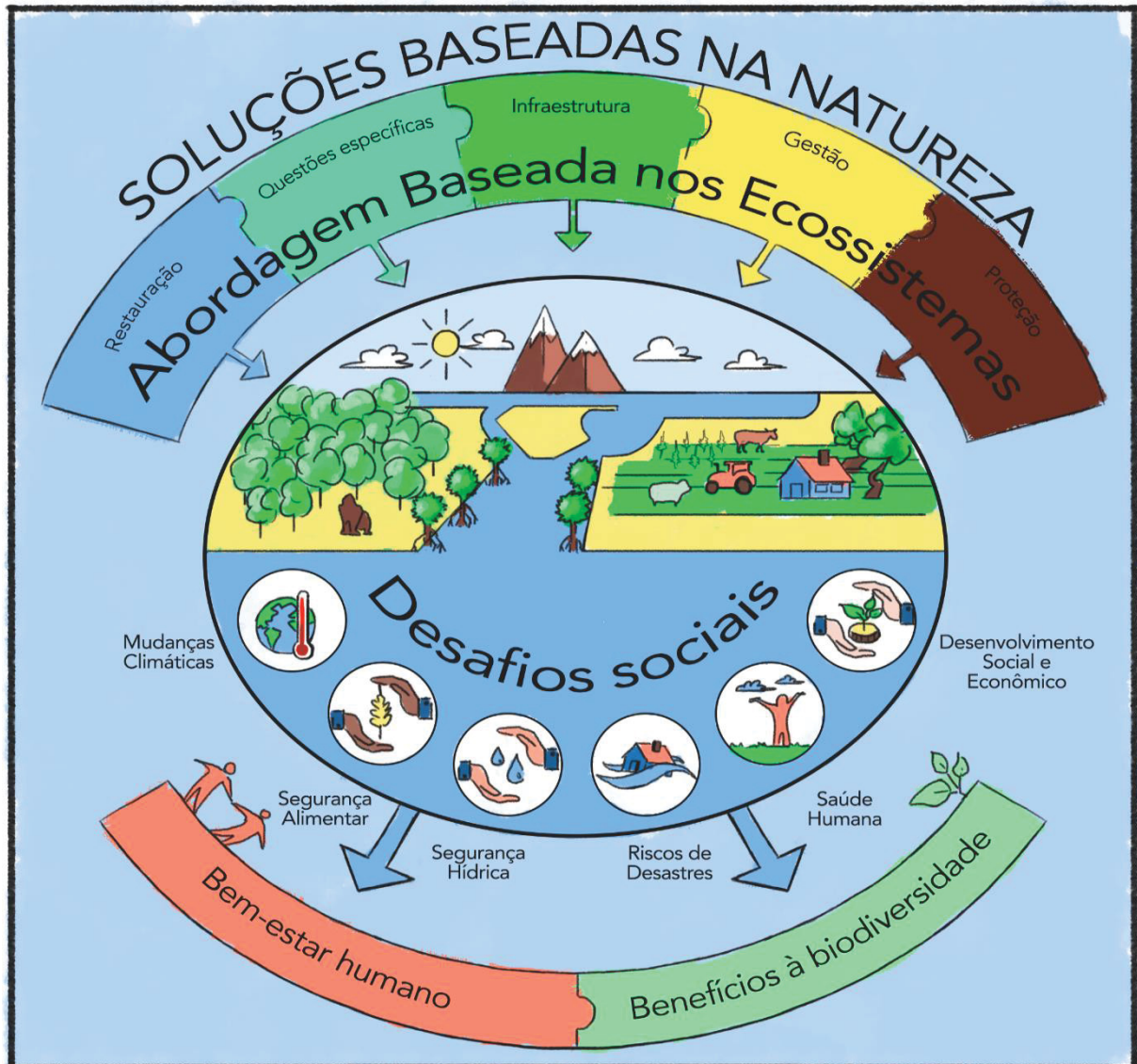
Assim, a FIGURA 6 ilustra esquematicamente as possibilidades de utilização das SbN em uma abordagem projetual baseada nos ecossistemas e que visa a adaptação a desafios sociais, como mudanças climáticas, segurança alimentar, segurança hídrica, risco de desastres, saúde humana e desenvolvimento social e

³⁴ Tradução livre de “*United States Forest Service*”.

³⁵ Tradução livre de “*Climate Adaptation Actions for Urban Forests and Human Health*”.

econômico. Para superar esses desafios e promover bem-estar humano e benefícios à biodiversidade, a abordagem baseada nos ecossistemas abrange investimentos em restauração ecossistêmica, questões específicas aos ecossistemas, infraestrutura, gestão e proteção.

FIGURA 6 – SbN abrange a abordagem baseada nos ecossistemas



FONTE: Modificado pelo autor a partir de WALTERS *et al.* (2016), tradução nossa.

Sob essa ótica, as florestas urbanas, enquanto importante SbN, são estratégicas na busca por tais objetivos, uma vez que possibilitam conjuntamente benefícios às cidades e ao sistema climático global. Esse destaque da FIGURA 6 ao bem-estar humano e aos benefícios à biodiversidade como resultantes da busca pela

supressão de desafios sociais a partir do emprego da abordagem baseada em ecossistemas e, conseqüentemente, das SbN, evidencia também que estratégias projetuais que utilizam o meio vegetal como elemento central podem beneficiar o espaço urbano, a vida humana e o meio ambiente concomitantemente. A arborização urbana, assim, ao passo que é empregada na restauração ecossistêmica, na renaturalização urbana, na adaptação climática e na promoção de benefícios sociais, se conecta transversalmente a soluções em diferentes escalas e setores.

Vale destacar que as mudanças culturais e de paradigmas pela população, seja através da conscientização ecológica, educação escolar, contato com documentos e guias, etc., possibilitam a compreensão da necessidade de adaptação climática e, conseqüentemente, do apoio de agentes políticos. A sociedade, dessa forma, centraliza o potencial de reconversão da realidade climática global, a ser visada através da sensibilização aos benefícios da floresta urbana frente aos variados desafios contemporâneos inerentes às cidades e ao clima.

Como uma das estratégias de reforço político, e com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável e a adaptação às alterações do clima entre as municipalidades, em 2005 foi criado o *C20 Cities Climate Leadership Group*, ou simplesmente C20, um grupo de cidades unidas pela cooperação climática reunidas em rede. Em 2016, o grupo foi rebatizado para *C40 Cities Climate Leadership Group*, quando passou a contar com 40 cidades.

Em 2021, o grupo já contava com 97 cidades de todas regiões do globo, e permanece em contínua expansão. O coletivo busca um “*New Deal Verde Global*”, uma ampla coalização para o desenvolvimento econômico, respondendo à visão do grupo C40 de que “a justiça climática³⁶, social e econômica só pode ser alcançada em conjunto” (C40, 202?).

O grupo C40 reúne prefeitos que lideram essa colaboração internacional visando enfrentar a crise climática, tentando estabelecer um futuro em que todos possam prosperar com equidade. Segundo informações do grupo C40 (202?), a pandemia do COVID-19 representou um sinal de alerta pela possibilidade de

³⁶ O conceito de justiça climática abrange a compreensão de que os efeitos da crise climática não são distribuídos de forma uniforme mundialmente. Assim, nações extremamente poluidoras causam prejuízos globais que afetam regiões responsáveis por uma menor parcela de emissões de GEE e que não possuem o mesmo preparo técnico e econômico para enfrentar as catástrofes climáticas (GLOBAL WITNESS, 2021).

mutabilidade rápida da realidade global e pelo contraponto entre a realidade planejada e a realidade vivenciada, fator que demanda urgência para o planejamento e aplicação de propostas voltadas à adaptação. Com o decorrer do tempo as possibilidades de ação e os resultados possíveis tornam-se cada vez mais limitados.

A adesão das cidades ao grupo ocorre através da realização de ações que seguem a padrões estabelecidos, incluindo a busca pela redução de metade das emissões de GEE por cada localidade. Na América, as cidades que compõem o grupo C40 são: Bogotá e Medellín, Colômbia; Buenos Aires, Argentina; Curitiba, Rio de Janeiro, São Paulo e Salvador, Brasil; Cidade do México e Guadalajara, México; Lima, Peru; Quito, Equador; Santiago, Chile; Austin, Boston, Chicago, Houston, Los Angeles, Miami, Nova Orleans, Nova York, Philadelphia, Phoenix, Portland, San Francisco, Seattle e Washington, nos Estados Unidos da América; e Montréal, Toronto e Vancouver no Canadá.

Assim, as cidades do grupo representam a “vanguarda” da ação climática, uma vez que aplicam e exemplificam propostas inovadoras com foco na construção de comunidades resilientes e saudáveis, buscando controlar a elevação da temperatura média global a níveis mais moderados (C40, 202?). Diante dessa visão do grupo, são desenvolvidas propostas que unem o desenvolvimento sustentável e os benefícios da floresta urbana na restauração ecossistêmica a partir de soluções que baseiam na natureza. Portanto, o emprego da arborização urbana para a mitigação e adaptação climáticas atingem patamares regionais, nacionais, continentais e global.

Elaborado pelo grupo C40, o documento “*Deadline 2020*” determina os últimos anos fundamentais para o cumprimento do Acordo de Paris. Dentre os objetivos desse tratado internacional estão a limitação do aumento da temperatura terrestre em 1,5°C entre os níveis pré-industriais e 2100 e criar sumidouros de GEE, como florestas (ONU, 2015). Para o documento, propor um “*deadline*” (data limite) significa o momento crucial para ação, através de um projeto global produzido de forma coletiva e continuada, sem que seja um plano estático e limitado, mas construído progressivamente (C40, 2016).

O plano é o primeiro estágio de ações para uma década de atuação prioritária do grupo, com fornecimento de assistência técnica; elaboração de abrangentes inventários, metas e planos vinculados às emissões; interlocução para compartilhamento de melhores práticas e estabelecimento de uma voz coletiva forte;

entre outros. Para viabilizar, o *C40 Cities Finance Facility* (CFF), fundo de financiamento de projetos sustentáveis relacionados ao grupo, forneceu 20 milhões de dólares até 2020 com o objetivo de promover o investimento de até 1 bilhão de dólares de capital adicional para as propostas contempladas, a partir das conexões estabelecidas, apoio jurídico-financeiro e consultoria (C40, 2016).

Tal abordagem realizada pelo grupo C40 evidencia o anseio pela efetivação de propostas relacionadas à mitigação e adaptação climáticas, somando financiamento, planejamento e gestão com colaboração entre os envolvidos. São conectadas às ações do grupo o Pacto Global de Prefeitos, a Aliança pela Ação Climática e outras iniciativas que buscam responder à crise climática.

O grupo C40 possui diversas frentes de trabalho, elabora documentos, tratados, ações coletivas, estabelece metas para as gestões municipais e produz conteúdos informativos destinados à população e tomadores de decisão. Além disso, o coletivo promove eventos objetivados à troca de conhecimentos e à realização de acordos, como as Cúpulas Mundiais de Prefeitos que ocorrem em cidades pertencentes ao grupo. A FIGURA 7 é uma fotografia utilizada para a divulgação da Cúpula ocorrida em 2019 em Copenhague, Dinamarca.

A Agenda para uma Recuperação Verde e Justa, elaborada pelo grupo C40 (2020), visa a transição da realidade atual para um cenário marcado por uma economia inclusiva, com combate a injustiças sociais e ambientais e apoio aos afetados pela crise climática, sobretudo populações mais pobres e a região sul global. É buscado, assim, responder aos efeitos da crise climática e mitigar possíveis impactos gerados também pela pandemia de COVID-19, empregando inovação e fundamentação científica.

FIGURA 7 – Autoridades na Cúpula Mundial de Prefeitos em Copenhague



FONTE: C40 (202?).

O documento destaca que a pandemia de COVID-19 promoveu uma crise sanitária e econômica, afetando de forma desigual a população mundial. Ao lidar diretamente com os efeitos da pandemia, a escala municipal é vista como vantajosa para implantar estratégias, exemplificar ações e facilitar o compartilhamento de conhecimentos, fatores que promoveram a criação da Força Tarefa Global para recuperação do COVID-19. Idosos, comunidades de menor renda, pessoas sem acesso à saúde básica e outros grupos foram os mais afetados pela pandemia, fato que demanda ações estruturais como o fortalecimento a resiliência urbana, a promoção do multilateralismo político e a governança baseada em dados (C40, 2020)³⁷.

Alinhado aos objetivos da Agenda para uma Recuperação Verde e Justa, em 2021 trinta e um prefeitos assinaram a Declaração da Natureza Urbana da C40 (2021) buscando responder aos efeitos da pandemia do COVID-19 e da crise climática. O

³⁷ Apenas no segundo trimestre de 2020, durante o primeiro ano da pandemia, foram comprometidos 400 milhões de postos de trabalho em tempo integral mundialmente. Nesse curto período de tempo houve a contração de 14% do tempo de trabalho em comparação com o cenário anterior à pandemia de COVID-19. É estimado que ao menos 100 milhões de habitantes urbanos foram submetidos à pobreza e 71 milhões à pobreza extrema durante o cenário pandêmico (C40, 2020).

objetivo da Declaração abrange que as cidades adotem soluções inspiradas e baseadas na natureza, promovendo os serviços ecossistêmicos, a universalidade do acesso aos espaços naturais e a ampliação da presença natural nas cidades, como através de florestas, parques urbanos, jardins e corpos d'água, adaptando as cidades à progressiva transformação do clima. Como compromisso da declaração, se destaca:

Para proteger nossas comunidades de riscos climáticos e ajudar a atingir as metas do Acordo de Paris e, ao mesmo tempo, melhorar a saúde e o bem-estar, nossas cidades se comprometem a, até 2030, aumentar e aprimorar a natureza em nossos ambientes urbanos, reduzindo a vulnerabilidade e os riscos climáticos, dando suporte a serviços ecossistêmicos mais amplos e tornando-a equitativamente distribuída e publicamente acessível (C40, 2021).

Tal compromisso é buscado através de metas para dez anos, com o estabelecimento de prioridades. Para curto prazo, o grupo admitiu metas ligadas à geração de empregos, envolver a comunidade vulnerável e marginalizada e mapear a suscetibilidade a riscos climáticos. Além disso, foram determinadas metas ligadas à restauração e conservação da natureza, fortalecer a resiliência urbana e preparar as cidades até 2030, levando em consideração as previsões para esse cenário. Para isso, é proposto mapear ambientes que serão reconvertidos em áreas verdes, promover melhor governança, apoiar oportunidades de investimentos, divulgar relatórios anuais, entre outros (C40, 2021).

Desse modo, as ações e acordos ligados ao grupo C40 somam objetivos e estratégias que convergem na busca pelo estabelecimento de comunidades urbanas mais sustentáveis. Assim, as ações locais adotadas coletivamente por cidades de diversas regiões do planeta incidem diretamente na escala global, o que evidencia a importância da criação de redes de cooperação entre diferentes localidades.

Ao elaborar e aplicar propostas, as cidades que compõem o grupo C40 e outras iniciativas possibilitam a experimentação de estratégias que podem ser analisadas, aperfeiçoadas e adotadas em outras localidades de forma adaptada às diferentes realidades. O cenário climático alarmante destacado pelo IPCC, OMM e outras instituições evidencia a necessidade do cumprimento do Acordo de Paris e de outros tratados relacionados à mitigação e adaptação climáticas, vinculadas diretamente com desenvolvimento sustentável das cidades. Aqui a arborização atua como uma das principais estratégias para o aumento da resiliência urbana.

Este subcapítulo ampliou a escala da atuação das florestas urbanas ao contexto climático global, conectando-a ao surgimento do grupo C40 como entidade centralizadora de cidades que se preocupam com o combate à crise climática. Destaca-se quem assim, também se esforçam na adoção de um planejamento pautado na mitigação, adaptação e resiliência às alterações do clima, onde a arborização urbana possui importância estratégica no desenvolvimento sustentável por meio de benefícios ambientais, econômicos, psicossociais e estéticos. Se no início do subcapítulo a reflexão debatida era como a arborização pode colaborar na adaptação das cidades, diante desse panorama, as próximas seções procuram responder as seguintes perguntas: como a arborização pode ser planejada para que esses benefícios e objetivos sejam alcançados? E como tem sido feita pelas cidades do grupo C40?

2.2 PLANEJAR A PAISAGEM, PLANEJAR A ARBORIZAÇÃO URBANA

Uma vez que a presença vegetal na cidade gera benefícios desde a escala local até a escala global, o planejamento das florestas urbanas resulta em potencializar esses efeitos em todas as escalas geográficas. Diante dessa missão um tanto quanto ousada e pretenciosa, nesta seção é analisada a relação entre planejamento urbano e o planejamento da paisagem, com utilização da ecologia como base teórica ao planejamento ambiental e à concepção da infraestrutura verde, tópicos esses onde a floresta urbana adquire centralidade. Por fim, o objetivo é apresentar possibilidades ao planejamento das florestas urbanas e a elaboração do Plano de Arborização Urbana.

De acordo com Villaça (1999), no Brasil há o predomínio do interesse das elites econômicas nas decisões que incidem sobre as cidades, em decorrência da realização hegemônica de projetos e planos que beneficiam determinados setores e classes políticas e sociais. Nesse sentido, proposições vinculadas ao setor imobiliário tendem a buscar a elaboração de planos limitados, que evitam abordar determinadas problemáticas e adotar mecanismos que firam estratégias econômicas desses grupos.

Para Maricato (2000), “não é por falta de Planos Urbanísticos que as cidades brasileiras apresentam problemas graves”, uma vez que não há, necessariamente, comprometimento da qualidade dos planos urbanísticos, mas predominam os interesses políticos excludentes nas Câmaras Municipais, com aplicabilidade das leis suscetível às circunstâncias políticas. A autora enfatiza ser essa arbitrariedade no cumprimento de legislações o fator que tendencia as cidades brasileiras a um crescimento predatório, não a escassez de legislação urbanística. As classes dominantes, assim, sempre estiveram envolvidas no planejamento urbano, vinculando seus interesses a instrumentos como Planos Diretores e de Zoneamento.

Por isso, segundo Villaça (2005), essa minoria faz exigências ao poder político e cumpre, portanto, sua participação popular. Ao passo que a legislação brasileira apresenta elevada exigência pela elaboração de planos urbanos, esses instrumentos representam manifestações tecnocráticas, elaborados sob interesses políticos. Somado a isso, apresentam uma imagem idealizada da cidade, vistos como alternativa fundamental para sanar os principais problemas urbanos.

Entretanto, Villaça (2005) defende que nem todo plano é produzido para ser executado e o tempo até a próxima revisão assegura um período propício à omissão e controle políticos. Acrescido a isso, a existência de muitos planos tende à desmoralização do conceito e do cumprimento desses instrumentos e de leis, podendo ser, concomitantemente, vistos como “miraculosos” e não serem devidamente aplicados.

Portanto, ao passo que o ato de planejar predomine como resposta aos problemas urbanos, a efetivação das propostas, metas e compromissos não é assegurada. Idealizar planos, dessa forma, demanda adotar estratégias para a participação popular universal e para garantir sua efetividade, evitando a crença ilimitada ao planejamento e à elaboração de planos. Nas últimas décadas, tem sido ampliada a discussão acerca das limitações da participação popular e de formas de planejar e gerir as cidades através do desenvolvimento sustentável.

Para Ferreira (2013), a partir da Constituição Federal brasileira de 1988, houve um maior comprometimento com os ideais de democracia, equidade e justiça social em relação à política urbana, em oposição ao modelo desenvolvimentista, produtivista e anterior à difusão da globalização. Entre esses dois contextos, a questão ecológica surge como novo paradigma, ao apresentar novas problemáticas e a depender de novas técnicas e escalas de atuação.

Assim, segundo o autor, essa nova abordagem sobre o papel das cidades brasileiras e de seu planejamento se vincula ao desenvolvimento urbano sustentável, unindo descentralização das decisões políticas, participação popular, pautas ambientais e inovação ao desenvolvimento econômico. Esse “novo” modelo de planejamento e gestão das cidades compreende o entendimento sobre as mudanças sociais e evolução constante no planejar, onde a sustentabilidade urbana ganha força em oposição a um modelo de planejamento com características autoritárias, centralizadoras, patrimonialistas e vinculadas a um clientelismo (FERREIRA, 2013).

Acerca dessa contínua transformação das formas de planejar e gerir as cidades, Randolph (2007) afirma que atualmente o planejamento urbano busca alternativas às decisões centralizadoras por meio de mediações de interesses e conflitos, avançando democraticamente se comparado aos modelos políticos de períodos históricos anteriores. O respeito e a oportunidade de expressar os interesses sociais tornam-se questões mais presentes, fatores que fortalecem o

descontentamento e a vontade de participação e mudança pelos segmentos menos envolvidos nos processos decisórios, quando não alcançados devidamente.

Aprovado em 2001, o Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001) apresenta uma série de avanços no planejamento participativo, tornando obrigatória a participação popular em planos e políticas urbanas. Diante disso, para Nogueira (2017) essa busca do Estatuto em reduzir conflitos entre diferentes grupos sociais se conecta ao modelo de desenvolvimento vinculado à sustentabilidade, entretanto não é garantida a aplicação dessas disposições legais ou sua eficiência. Contudo, a participação democrática aproxima sociedade, planejamento urbano e implementação de propostas que incidem sobre a cidade.

Além de deliberar sobre a participação social, o Estatuto da Cidade apresenta uma série de disposições que abrangem a questão ambiental, sobretudo no Artigo 2º, e dispõe sobre o objetivo da política urbana em “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana” em diretrizes dispostas, sobretudo, nos incisos: i) através da garantia do direito a cidades sustentáveis, abrangendo o direito ao saneamento ambiental, infraestrutura urbana e outros pelas atuais e futuras gerações; ii) com gestão democrática no planejamento e gestão urbanos; iv) planejamento e crescimento urbanos que visem corrigir e evitar consequências negativas sobre o meio ambiente; v) uso e ocupação do solo evitando a deterioração de áreas urbanizadas e a poluição e degradação ambientais; ix) distribuição justa de benefícios e ônus da urbanização; xii) proteção, preservação e recuperação do meio ambiente e do patrimônio paisagístico, histórico, cultural e outros; e demais trechos da legislação (BRASIL, 2001).

Isso não garante, obviamente, o cumprimento de todos esses pontos, mas surge como um norte à produção dos Planos Diretores e demais instrumentos, ações e documentos vinculados ao planejamento urbano. Por mais que elaborar um documento em forma de plano seja uma estratégia inerente às diferentes tipologias de planejamento, tal fato, por si só, não é garantidor de uma aplicação efetiva. Assim, é importante destacar que “elaborar”, “aplicar” e “resultar” não são termos sinônimos.

Diante disso, uma série de medidas precisariam ser adotadas de forma a buscar uma elaboração de planos adequada à realidade, com aplicação visando o máximo potencial e a sistematização dos resultados, onde aspectos ambientais e sociais sejam amplamente considerados. Planejar tendo o meio ambiente e a

participação social com elementos inerentes pode representar um desenvolvimento urbano de menor impacto sobre os ecossistemas e todas as camadas sociais.

Com a Constituição Federal de 1988 (artigos 182 e 183) e o Estatuto da Cidade, a adoção do Plano Diretor pelos municípios foi visada como meio primordial para o planejamento urbano brasileiro, ao orientar o desenvolvimento físico-territorial. Ao analisar os Planos Diretores entre 1960 e 2015, Ultramari e Silva (2017) constataram alterações quanto à abordagem dos documentos nos últimos anos, onde a discussão sobre a participação democrática no processo de planejamento tem ganhado força. Esse fato se vincula à própria mudança da sociedade quanto ao uso e apropriação da cidade.

Todavia, segundo Espíndola e Ribeiro (2020), os Planos Diretores no Brasil não tendem a serem orientados para a mitigação e adaptação climáticas, inclusive comumente não aprofundando ações diante a tais questões. Embora as cidades apresentem elevados níveis de vulnerabilidade social, ambiental e econômica diante das mudanças do clima, carecem de infraestruturas adaptadas e de políticas ligadas à questão climática, sobretudo integradas entre diferentes escalas e esfera de poder.

Essa vulnerabilidade urbana e a maior proximidade com os impactos das mudanças climáticas tornam os governos locais essenciais para a implantação de políticas ligadas ao clima. Martins e Ferreira (2011) destacam que as respostas comumente adotadas pelos governos locais se vinculam à mitigação através da redução das emissões de GEE e à adaptação por meio de alterações no ambiente urbano, visando maior resiliência às alterações do clima também em escala regional. Desse modo, essas estratégias permitem desde a correção de ações passadas, mas a preparação das cidades brasileiras para um futuro mais justo e sustentável, com baixa emissão de GEE, e entendendo que a adaptação por si só não evita todos os impactos das mudanças climáticas.

Segundo Silva (2020), da mesma maneira que os Planos Diretores empregam um discurso em prol da arborização urbana, das áreas verdes e de melhorias ambientais e ligadas à qualidade de vida populacional, adotam disposições legais que intensificam a impermeabilização do solo, espraiamento urbano e outros, centralizando propostas em correções e atenuações de problemáticas ao invés de antecipar questões e resolvê-las estruturalmente. Nesse sentido, a vegetação tende a ser lidada como fator pontual, não como um sistema ecológico. Portanto:

Só teremos normas legais como os Planos Diretores com regras mais assertivas em relação ao equilíbrio natureza-cidade se os fundamentos do planejamento urbano estiverem ancorados nas potencialidades e fragilidades do território e suas ações voltadas a garantir os serviços ecossistêmicos (SILVA, 2020).

Santos, Lanzinha e Ferreira (2021) evidenciam ser positivo às cidades a utilização de princípios de sustentabilidade e a integração de diferentes áreas e abordagens no planejamento urbano, incluindo a ocupação consciente do espaço, uso e gestão eficientes de recursos, adoção de infraestruturas urbanas sustentáveis, e assim por diante. Segundo os autores, esse potencial adquire maior importância diante da pandemia do COVID-19, a qual gerou alterações no uso e gestão do espaço urbano, permitindo um novo olhar sobre o ser humano e sobre seu contato com o meio ambiente.

As alterações antrópicas no ambiente decorrem da urbanização e da busca pela realização e potencialização de diversas atividades, gerando modificações descontroladas e despreocupadas com o meio ambiente. Para Cassilha e Cassilha (2012), dessa maneira, há a transformação do meio natural em ambiente construído, comum e erroneamente associando a proteção ambiental à uma visão antidesenvolvimentista. Assim, a urbanização despreocupada com o meio natural gera alterações em ecossistemas, redução de cobertura vegetal e desmatamento, impermeabilização do solo, poluição, canalização e assoreamento de cursos d'água, erosões, geração de resíduos, enchentes, inundações, rebaixamento do lençol freático, danos às bacias hidrográficas e outros problemas ambientais.

Diante disso, a preocupação com o meio ambiente aumenta na medida em que as consequências do desenvolvimento urbano-industrial desconectado da preocupação ambiental atingem a manutenção da vida humana. A poluição, a degradação de ecossistemas e o aumento dos efeitos das mudanças climáticas permanecem atrelados à paisagem das cidades, onde predomina a ausência de um planejamento baseado em princípios sustentáveis.

Para Apollaro e Alvim (2017), o planejamento urbano representa um instrumento de ordenamento e crescimento da cidade que pode prever e promover soluções sustentáveis para as mudanças do clima, adaptando estruturas urbanas existentes e produzindo novos elementos para a redução da vulnerabilidade das cidades aos riscos climáticos. Assim, a implantação de estratégias de adaptação

possui desafios que incluem a falta do devido monitoramento climático em muitas localidades, fato que restringe o diagnóstico, a previsibilidade e a implementação de propostas adaptativas que também se vinculem ao combate às desigualdades sociais.

O planejamento urbano e da paisagem, assim, é visto como um elemento central na promoção de um espaço urbano resiliente às mudanças climáticas e que colabore com o equilíbrio entre humanos e natureza, compreendendo a dificuldade dessa composição. Esse processo ocorre através de estratégias que envolvem temas como densidade populacional, relação entre espaços livres e construídos, uso e ocupação do solo e a presença de vegetação.

Diante desse cenário, o papel da paisagem é fundamental para a busca de uma ocupação do solo objetivada a proteger os ecossistemas, visando o estabelecimento de uma cidade cada vez mais sustentável, igualitária e vegetada. Conceituar paisagem, entretanto, resulta em diversas definições e variações, em constante debate, aprofundamento e construção³⁸.

O conceito de paisagem apresenta múltiplas raízes etimológicas e epistemológicas, sobretudo em virtude das diferentes conceituações empregadas e na interdisciplinaridade do tema. Uma das formas de conceituá-la abrange o preconizado por Besse (2014), a partir de perspectivas variadas, ou seja, cinco portas de acesso ao tema, de leitura, ou categorias de análise. Essas diferentes concepções não se limitam ou conflitam, mas sobrepõem. Portanto, não existe uma conceituação universal ou mais assertiva, o que reforça a multiplicidade de possibilidades interpretativas sobre a paisagem.

Entre as definições possíveis, Besse (2014) define que a terceira porta abrange o conceito de que “a paisagem é o meio ambiente material e vivo das sociedades humanas”, onde os processos naturais modificam a paisagem, bem como a ação humana, mantendo-a em constante transformação. Dessa maneira, a paisagem se conecta a uma concepção ambiental.

³⁸ Há falta de compreensão sobre o conceito de paisagem e a potencialidade de sua utilização no planejamento urbano. Como exemplo, Caetano e Rosaneli (2019) analisaram 381 Planos Diretores Municipais do Estado do Paraná em 2017, estado com maior número desses planos até então, atendendo 95% dos municípios. Foi constatado que muitos documentos não mencionam o termo “paisagem”, enquanto outros casos apresentam simples reproduções de leis e planos sobre o tema. A paisagem é explorada na maioria dos planos de forma superficial e limitada, com reduzidas considerações acerca do potencial do planejamento da paisagem.

Mais do que aprofundar essas e outras conceituações, definições e categorizações sobre a paisagem, o que por si só poderia gerar uma série de estudos, busca-se destacar a conexão entre paisagem e a arborização urbana, onde as questões relativas aos ecossistemas, mudanças climáticas, ecologia e o planejamento ambiental são inerentes. Portanto, a paisagem compreendida sob o viés ambiental se conecta também a uma concepção mais geográfica e alinhada ao preconizado por Ab'Sáber (2021):

A paisagem é sempre uma herança. Na verdade, ela é uma herança em todo o sentido da palavra: herança de processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território de atuação de suas comunidades (AB'SÁBER, 2021, p. 9).

Sob similar compreensão, Bertrand (2004) destaca que a paisagem decorre da evolução contínua de elementos físicos, biológicos e antrópicos combinados, que interagem entre si e resultam em um conjunto único e indissociável. Para estudar a paisagem, é visto como necessária a compreensão das diferentes escalas que a compõem, onde as delimitações geográficas precisas são questionáveis, com a representação cartográfica permitindo uma análise mais completa através de uma inventariação dessa realidade.

De forma complementar, para Sandeville (2005), a paisagem vai além da ideia de um espaço observado, mas compreende o espaço vivenciado, onde há um envolvimento sensível entre as pessoas e o ambiente. A paisagem resulta da sucessão de processos naturais e da interação humana com a natureza, em uma permanente transformação que confere características indissociáveis à paisagem.

O estudo da paisagem compreende discussões sobre cultura e política, uma vez que os territórios são organizados pelas sociedades a partir de seus valores e demandas. A paisagem, dessa maneira, evidencia os discursos e as práticas humanas, além de possibilitar reflexões sobre como “nos vimos, como nos vemos, como gostaríamos de ser vistos” (SANDEVILLE, 2005).

Essas conceituações citadas representam uma paisagem contínua, modificável, mutável. Por isso, o agravamento das mudanças do clima e a degradação ecossistêmica resultam na contínua modificação das paisagens, onde a escala global das alterações climáticas distancia o agente poluidor do ambiente impactado.

A noção de paisagem indicada por Sandeville (2005) se soma ao apontado por Ab'Sáber (2021), Bertrand (2004) e Besse (2014), evidenciando não apenas há responsabilidade humana na modificação da paisagem, mas sua alteração ocorre a partir de valores culturais e pessoais. Ao falar da capacidade de mudança humana sobre a paisagem e o ambiente, o conceito de Ecologia confere maior significado ao debate, a ser discutido neste subcapítulo.

Outra possibilidade de compreensão do conceito de paisagem descrita por Besse (2014), através da quinta porta de acesso ao tema, compreende “a paisagem como projeto”, projetar é imaginar o real. Porém essa noção é ambígua, pois ao mesmo tempo que é possível imaginar a representação ou a projeção da paisagem, o “testemunho”, são imaginadas as possibilidades de projeção, a “modificação”. Assim, o projeto de paisagem é a criação de algo que já se encontra no território, elaborando algo que existe, mas não é observado, sendo revelado a partir da construção de um novo plano de realidade.

Planejar a paisagem pode adquirir uma dimensão ainda mais complexa, a do planejamento ecológico da paisagem. Para Carl Troll (1966), um dos precursores do campo, "o conceito de ecologia da paisagem nasce do casamento de duas vertentes científicas, uma geográfica (paisagem), outra biológica (ecologia)". Nesse sentido, Vink (1975) destaca que a ecologia da paisagem essencialmente reconhece a importância dos ecossistemas naturais e culturais e suas interrelações, estudando esse fenômeno.

Esse campo do conhecimento, em contínua construção nas últimas décadas, é definido por também por Metzger (2001):

A ecologia de paisagens é uma nova área de conhecimento dentro da ecologia, marcada pela existência de duas principais abordagens: uma geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território; e outra ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos, e a importância destas relações em termos de conservação biológica. Estas abordagens apresentam conceitos e definições distintas e por vezes conflitantes, que dificultam a concepção de um arcabouço teórico comum (METZGER, 2001).

Pellegrino (2000) afirma que o planejamento ecológico da paisagem pode ser compreendido como a elaboração de soluções espaciais que manejam os elementos da paisagem, onde os ecossistemas e as intervenções humanas são compatibilizados conjuntamente de forma a reduzir conflitos. A ecologia da paisagem engloba o projeto

e o planejamento de paisagens, conferindo informações aos envolvidos que podem ser coletadas, analisadas e interpretadas para embasar propostas desde a escala urbana à escala regional, sendo a comunicação entre diferentes áreas do conhecimento.

Retornar histórica e conceitualmente à definição de Ecologia pode permitir maior compreensão sobre a concepção do planejamento da paisagem que possibilite um desenvolvimento sustentável, sob as óticas social, econômica e ambiental, com preservação dos ecossistemas e geração de benefícios às cidades. Segundo Odum (1988), “a palavra ‘Ecologia’ deriva do grego *oikos*, com o sentido de ‘casa’, e *logos*, que significa ‘estudo’. Dessa maneira, o estudo do ‘ambiente da casa’ inclui todos os organismos contidos nela e todos os processos funcionais que a tornam habitável”. Isso significa olhar para o ambiente no qual estamos inseridos de forma a compreender a relação com os outros seres e com o espaço, e como esses elementos se relacionam.

Essa crescente preocupação com a ecologia provém, segundo Odum (2001), do avanço demográfico, do aumento da complexidade da civilização e da expansão do conhecimento sobre o ambiente habitado, fatores responsáveis por expandir o poder humano de incidir e alterar o ambiente. Pois, baseando-se nas necessidades humanas, o interesse prático sobre o local e os diferentes aspectos a ele correlacionados, como flora e fauna, levaram ao desenvolvimento da Ecologia enquanto ciência.

Dessa forma, para o autor, os humanos possuem uma relação de parasitismo com o ambiente, consumindo-o de forma insustentável. Para evitar a sobrepopulação humana e exploração desacerbada de recursos naturais, Odum (2001) compreende que a paisagem demanda ser compartimentada, protegendo ecossistemas produtores e protetores a partir do estabelecimento de restrições sobre o uso da terra e da água.

Com o intuito de aplicar os princípios ecológicos e a visão sistêmica em um processo de planejamento urbano mais sustentável, a natureza e seus processos podem guiar os princípios projetuais. Dentre os pensadores e planejadores que empregam uma visão favorável ao meio ambiente está Ian Lennox McHarg, destacado arquiteto da paisagem que visou o projeto realizado em diferentes escalas geográficas considerando aspectos físicos, biológicos e humanos.

Em seu livro *“Design with Nature”*, McHarg (1971) apresenta uma metodologia empregada em alguns projetos por ele desenvolvidos que incluem, primeiramente, a identificação dos processos naturais incidentes sobre os ecossistemas do local estudado. Além disso, identifica e mapeia os elementos que compõem esses processos, como a presença de cobertura vegetal existente.

Em seguida, McHarg (1971) propõe a interpretação, avaliação e sistematização dessas informações de forma analítica, permitindo estudar os diferentes elementos levantados diante de usos possíveis e compatíveis entre si. Essa metodologia empregada adota métodos racionais que permitem a reprodutibilidade mediante adequação aos diferentes contextos e valores de cada sociedade envolvida.

A visão ecossistêmica, segundo Capra (1996), pressupõe a relação direta entre os seres vivos de uma localidade, os quais pertencem a uma totalidade repleta de interações entre esses organismos. O pensamento sistêmico, assim, abrange o entendimento de que as propriedades dos organismos e dos sistemas vivos são também propriedades do todo.

Essa lógica de projeto alinhado aos preceitos ecológicos ocorre através de uma visão multiescalar, onde a proteção do meio ambiente e sua exploração sustentável estão entre as principais condicionantes. Assim, é visado um desenvolvimento econômico centrado em garantias de um futuro sustentável e próspero. A partir do estabelecimento de uma visão sistêmica, é favorecido o planejamento e proteção de diferentes ecossistemas de forma integrada e estratégica.

Para Franco (2001), planejar a ação humana a partir do limite de suporte dos ecossistemas fundamenta o planejamento ambiental, com manutenção da vida e das relações ecossistêmicas, e com objetivo principal de promover o desenvolvimento sustentável, minimizando riscos e impactos ambientais. Os ecossistemas urbanos, agrossistemas e ecossistemas naturais são planejados de forma que haja o emprego de estratégias de preservação, recuperação e conservação do meio ambiente e da biodiversidade, através da promoção de uma economia de longo prazo, baseada em uma “ética ecológica”.

Segundo Santos (2003), incorporar os elementos do meio natural no planejamento urbano pode colaborar para o desenvolvimento de um processo de urbanização onde haja um meio urbano mais equilibrado e justo. Além disso, a utilização de recursos da natureza pode ser mais diversificada, o projeto dos espaços

mais qualificado e as paisagens mais integradas. Os planos não são documentos que podem sanar todos os problemas urbanos de forma quase mágica, mas demandam maior aproximação com a realidade física e social do local para que seja evitada uma abstração desconectada dessa realidade.

Dessa maneira, planejar a urbanização pode se conectar à utilização dos benefícios da arborização urbana em diferentes escalas geográficas, para diferentes recortes territoriais, e para diferentes tempos. Planejar a paisagem pressupõe o planejamento dos elementos que a compõem, de forma a permitir um futuro mais sustentável, onde as florestas urbanas estão entre os elemento-chave de todo esse processo. Portanto, planejar a arborização pressupõe valer-se de preceitos de planejamento e desenho ambientais, com aplicação de uma ecologia da paisagem que une soluções que se baseiam na natureza e infraestrutura verde como ferramentas à sua realização.

Diante de todo esse contexto de avanço da urbanização e do aumento da degradação ambiental, o conceito de infraestrutura verde tem ganhado notoriedade no meio científico, a partir da busca por um planejamento urbano que une benefícios ambientais, sociais e econômicos. Benedict e McMahon (2006) destacam que a infraestrutura verde é um termo de múltiplas definições, condicionado ao contexto onde é empregado, podendo ser compreendida por alguns pesquisadores como o conjunto vegetal que proporciona benefícios ao espaço urbano, ou ainda ser entendida como as infraestruturas urbanas que visam ser ecologicamente corretas. Entretanto, os autores defendem que o conceito é mais amplo do que tais definições:

Nós a definimos como uma rede interconectada de áreas naturais e outros espaços abertos que conservam os valores e funções do ecossistema natural, sustentam o ar e a água limpos e fornecem uma ampla gama de benefícios para as pessoas e para a vida selvagem. Usada neste contexto, a infraestrutura verde é a estrutura ecológica para a saúde ambiental, social e econômica – em suma, nosso sistema natural de suporte à vida. A infraestrutura verde desafia as percepções populares sobre o planejamento e a proteção de espaços verdes (BENEDICT e MCMAHON, 2006, p. 1, tradução nossa)³⁹.

³⁹ Tradução livre de “*We define it as an interconnected network of natural areas and other open spaces that conserves natural ecosystem values and functions, sustains clean air and water, and provides a wide array of benefits to people and wildlife. Used in this context, green infrastructure is the ecological framework for environmental, social, and economic health — in short, our natural life-support system.*”

Neste contexto, Ahern (2007) afirma que os planos que abrangem a infraestrutura verde empregam princípios da ecologia da paisagem em ambientes urbanos por meio de uma atuação em diferentes escalas geográficas. É visado o estabelecimento de cidades sustentáveis, planejadas sobre preceitos da sustentabilidade ambiental, econômica e da justiça social, em um processo complexo, onde a infraestrutura verde pode apoiar a rede hidrológica, a biodiversidade e as atividades humanas.

Essa abordagem multiescalar abrange desde áreas pontuais, até bairros, toda cidade e região metropolitana, analisando cada configuração espacial dos padrões de paisagem urbana e periurbana e como interagem entre si. Além disso, os processos ecológicos são compreendidos, tanto no tange as espécies, quanto os processos hidrológicos.

Planejar a paisagem, assim, é planejar também a infraestrutura verde e, conseqüentemente, planejar as florestas urbanas considerando aspectos históricos, culturais, simbólicos, geográficos, fenomenológicos, políticos, socioeconômicos, entre outros, bem como as necessidades projetuais e demais elementos inerentes às diversas concepções de paisagem. O devido planejamento da arborização pode diminuir possíveis problemas futuros no sistema arbóreo, podendo ser realizado pelos diferentes segmentos da gestão pública, e possuir órgão gestor e equipe técnica comprometidos com sua efetividade.

Para Cormier e Pellegrino (2008), a infraestrutura verde pode fornecer renovações consideráveis à Arquitetura da Paisagem, ao centralizar o espaço aberto como um dos elementos principais para a revitalização social, ecológica e econômica das cidades. Para isso, os projetos de infraestrutura verde podem permitir diferentes formas de experimentação e aprendizado através do contato, reforçar aspectos da identidade local, empregar arte, funcionalidades urbanas e atuar como local de encontro e lazer.

Nesse sentido Monteiro, Ferreira e Antunes (2022) destacam que o planejamento da infraestrutura verde urbana com maior efetividade inclui a integração e combinação com a infraestrutura cinza, conectividade entre áreas verdes, multifuncionalidade desses espaços e inclusão social através do planejamento

participativo. Esses parâmetros são reforçados pela possibilidade da infraestrutura verde na conservação da biodiversidade, apoio à economia verde, aumento da coesão social e adaptação climática.

As florestas urbanas e periurbanas, para Calaza *et al.* (2018), se destacam como os elementos mais importantes da infraestrutura verde para as cidades, desde que planejadas, projetadas e gerenciadas de forma adequada, uma vez que são empregadas paisagisticamente na resolução de uma gama de problemáticas urbanas. Nas mais diferentes regiões e escalas a arborização desempenha importantes funções que se somam e se integram globalmente, desde as árvores próximas à realidade familiar, os agrupamentos arbóreos de uma vizinhança, a cobertura arbórea de uma cidade, a espacialização pela bacia hidrográfica de uma região, a formação de regiões ecológicas de um país e, conseqüentemente, o agrupamento em nível continental e global.

A modelagem de florestas urbanas tem se tornado mais complexa, interdisciplinar e global, segundo Lin *et al.* (2019), que salientam serem necessários os escassos estudos comparativos, sobretudo que abranjam regiões menos estudadas, externas aos Estados Unidos, Europa e China. A pluralidade de estudos de caso pode colaborar politicamente na tomada de decisões através de melhorias no planejamento, projeto e gerenciamento das florestas urbanas.

Escobedo *et al.* (2019) reforçam que nas últimas décadas surgiram uma série de “metáforas” interdisciplinares correlacionadas aos ecossistemas urbanos, como os serviços ecossistêmicos, as soluções baseadas na natureza e a infraestrutura verde. Somado a isso, mundialmente têm aumentado as pesquisas e ações que promovem as florestas urbanas. Segundo os autores, as publicações acadêmicas predominantes sobre tais temáticas são originadas principalmente pelos Estados Unidos, seguidos de China, Europa, Brasil, Austrália e Canadá, demandando cuidado na definição e aplicação dessas metáforas, uma vez que afetam a pesquisa, a aceitação das comunidades e a adoção de políticas correlacionadas ao tema.

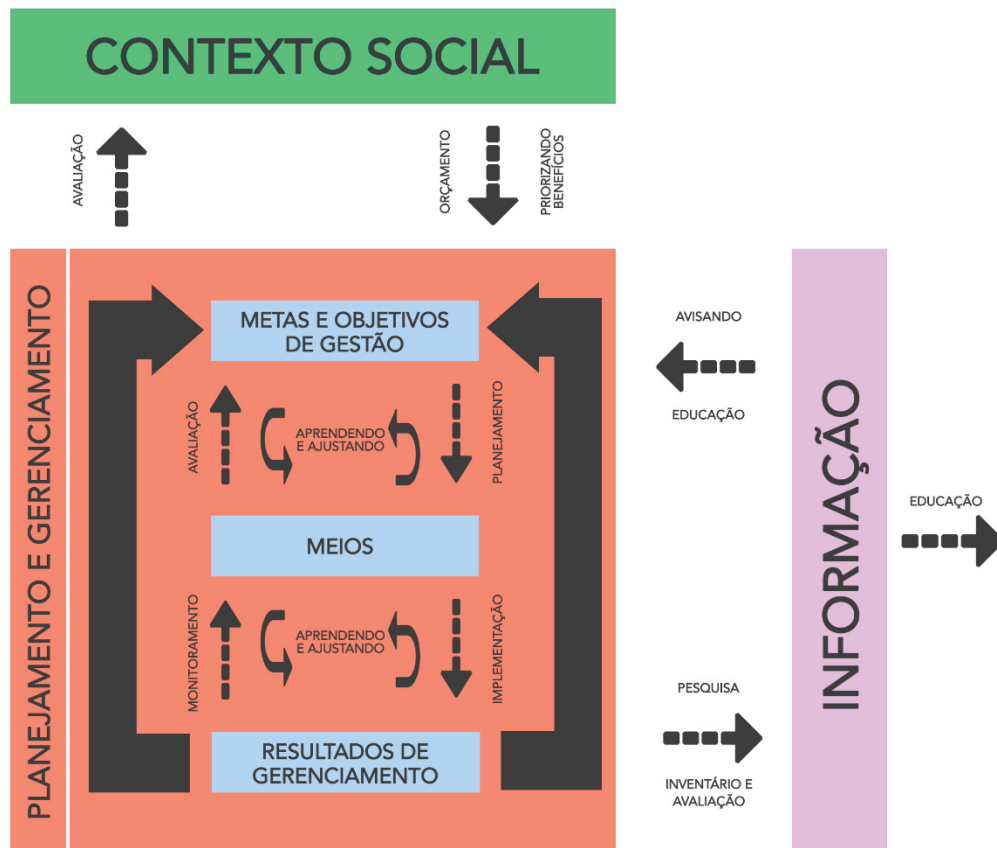
Portanto, a partir do preconizado pelos autores e pelo disposto neste subcapítulo, planejar devidamente as florestas urbanas e realizar estudos sobre essa temática e as experiências obtidas apresentam importância à sustentabilidade urbana, enquanto estratégia possível à restauração e fornecimento de serviços ecossistêmicos e importante SbN, tipologia de infraestrutura verde e integrante do

sistema climático. Assim, a arborização urbana, enquanto componente do planejamento ecológico da paisagem, demanda a utilização e aprimoramento de estratégias que unam aproveitar o potencial da floresta urbana às cidades, humanos e meio ambiente, visar a mitigação e adaptação climáticas, empregar a participação social de forma abrangente, estar conectado a legislações específicas, aplicar novos conceitos e reconhecer a complexidade e a importância da paisagem.

Para Dwyer, Nowak e Noble (2003), um modelo possível para o planejamento e a gestão sustentáveis da floresta urbana inclui cinco fatores principais: i) o contexto social, o qual apresenta as preocupações, os valores sociais e os desejos da comunidade, onde a participação popular colabora com a elaboração de respostas à questão orçamentária, com a busca por priorizar os benefícios desejados e construir ii) metas e objetivos de gestão. Isso permite o planejamento dos iii) meios, sejam recortes da floresta urbana ou programas propostos a serem adotados. A implementação dessas ações resulta em iv) resultados de gerenciamento que permitem o monitoramento e a avaliação do processo de planejamento e suas etapas. A criação de inventários, pesquisas e avaliações possibilita ao conjunto de v) informações resultantes comunicar os agentes envolvidos, tornar dados acessíveis e fomentar projetos educacionais.

A FIGURA 8 ilustra esses fatores e o fluxo de ações para guiar a arborização urbana, onde, embora os autores apresentem um modelo estruturado visto como padrão ao planejamento e gerenciamento sustentável de florestas urbanas, a organização, fluxo e adoção das etapas é suscetível à realidade local, seja pela estrutura técnica, códigos legais, adoção de estratégias e documentos complementares, interesses sociais e políticos, entre outros. De qualquer forma, essa estruturação genérica destaca que o contexto social se vincula à fiscalização e controle do orçamento empregado, somado à priorização de aplicação desses recursos e dos benefícios a serem visados.

FIGURA 8 – Modelo sustentável para planejar e gerir florestas urbanas



FONTE: Modificado pelo autor a partir de DWYER, NOWAK e NOBLE (2003), tradução nossa.

Junto a isso, a produção e divulgação de informações relativas a esse processo colabora com o desenvolvimento de inventários arbóreos, pesquisas científicas, programas educacionais e para a conscientização social, que auxiliam no fortalecimento da iniciativa, reforçando a importância de o planejamento não ser limitado aos agentes técnicos e políticos. É formado, portanto, um ciclo onde os resultados do planejamento e gerenciamentos influenciam e amparam o estabelecimento das metas e objetivos e a adequação à realidade da localidade.

Segundo o movimento *Cities4Forests* (2019), um planejamento que não seja participativo e inclusivo pode resultar em políticas e leis que sejam compreendidas como tendenciosas e incoerentes. Dessa maneira, há a demanda pela proposição de planos simples, claros e conectados a outras estratégias que incidem sobre as florestas urbanas. Acrescido a isso, diferentes perspectivas podem ser agregadas a partir de equipes diversificadas, compreendendo trabalhadores ligados a obras públicas, arboristas, planejadores urbanos, arquitetos e urbanistas, ambientalistas, representantes da comunidade, entre outros. São formuladas, assim, iniciativas e

planos que abrangem planos de parques, planos de infraestrutura verde, manuais de projeto, plano de ação climática, planos estratégicos, plano de gerenciamento da floresta urbana, e assim por diante.

O Grupo de Ação Árvores e Projeto (2012)⁴⁰, responsável por uma série de trabalhos e guias envolvendo florestas urbanas⁴¹, em seu documento “Árvores na Paisagem Urbana: um guia para decisões⁴²”, elencou doze princípios para a arborização urbana que podem ser empregados e adaptados às cidades, divididos em quatro etapas. Assim, sob o primeiro agrupamento, Planejar, o guia indica a necessidade de conhecer os recursos relacionados às árvores, possuir uma estratégia de arborização abrangente e incorporar as árvores em outros planos e políticas, além dos específicos sobre o tema. Após isso, para Projetar é visto como importante a criação de espaços amigáveis ao meio vegetal, escolher as plantas adequadas e buscar atingir diferentes benefícios. A fim de Plantar/Proteger esses elementos, os princípios incluem a implantação de indivíduos saudáveis, o fornecimento adequado de solo, ar e água e envolver as partes interessadas. Por fim, para Gerir/Monitorar a floresta urbana, é sugerida a adoção de uma estratégia para o gerenciamento, compreender riscos e efetuar ajustes no processo de gestão de acordo com as diferentes necessidades.

Desse modo, as árvores situadas junto ao sistema viário e as áreas verdes dependem de um planejamento e manejo que considere suas especificidades, além de analisar as demandas de cada local, a incidência de aspectos culturais e históricos e as necessidades populacionais. Para planejar, primeiramente é produzido um inventário de todas as árvores da cidade, com posicionamento geográfico com abordagem quantitativa e qualitativa, indicando locais livres de possível plantio (CEMIG, 2011).

Somado a isso, a adequada seleção das árvores urbanas é fundamental para o êxito de seu estabelecimento, segundo Ojeda, Becchi e Cartes (2014), que apontam

⁴⁰ Tradução livre de “*Trees & Design Action Group*”.

⁴¹ O grupo tem publicado guias como “*No Trees, No Future*” (2010), “*The Canopy*” (2011), “*Trees in the Townscape: A Guide for Decision Makers*” (2012), “*Trees in Hard Landscapes: A Guide for Delivery*” (2014), “*First Steps in Urban Air Quality*” (2017), “*Tree Species Selection for Green Infrastructure: A Guide for Specifiers*” (2018), “*First Steps in Valuing Trees and Green Infrastructure*” (2019), “*First Steps in Urban Heat*” (2021), “*Trees, Planning and Development: A Guide for Delivery*” (2021), entre outros.

⁴² Tradução livre de “*Trees in the Townscape A Guide for Decision*”.

três variáveis principais como forma de guiar a escolha: os objetivos da arborização, as características das espécies empregadas e as características do local. Os objetivos se relacionam aos motivos do plantio, visando melhorar a qualidade de vida populacional ao passo que melhora a qualidade atmosférica e ambiental, onde a biodiversidade vegetal e animal é promovida, o gás carbônico atmosférico é captado, são reduzidos gastos com energia elétrica, dentre outros benefícios das florestas urbanas já mencionados por esse trabalho.

As características das espécies estão correlacionadas às demandas por água e nutrientes, porte e dimensões na fase adulta, tipo de folhagem, bioma de origem, e assim por diante. Já as características do local abrangem o clima, os solos, a disponibilidade de água e as normas e legislações vigentes incidentes.

Portanto, planejar as florestas urbanas compreende analisar todos esses objetivos e características de forma a amparar as proposições, que são materializadas em forma de um documento, um plano. Em âmbito americano, o Canadá e os Estados Unidos se destacam na elaboração no planejamento da arborização urbana.

Criada pela organização *Tree Canada*, a Rede Canadense de Florestas Urbanas⁴³ emprega profissionais e organizações governamentais e não governamentais que lidam com a arborização urbana em âmbito municipal, estadual e federal, compreendendo mais de 900 membros. Dentre os objetivos da rede estão reunir interessados sobre o tema, promover conscientização sobre os problemas relacionados às florestas urbanas, auxiliar e capacitar aqueles que atuam com a arborização e favorecer o intercâmbio de informações (TREE CANADA, 2018).

Nesse contexto, foi aprovada a “Estratégia Canadense para Florestas Urbanas”, a ser realizada entre 2019 e 2024, que se destaca devido aos objetivos estratégicos adotados, que incluem a capacitação nacional vinculada às florestas urbanas, estratégias vinculadas à comunicação e educação, desenvolvimento de pesquisas, adoção de técnicas e tecnologias para o planejamento e gestão das florestas urbanas e o desenvolvimento profissional dos envolvidos (TREE CANADA, 2018).

No país vizinho, o Conselho Consultivo Nacional de Florestas Urbanas e Comunitárias do Serviço Florestal dos Estados Unidos⁴⁴ lançou em 2015 o “Plano de

⁴³ Tradução livre de “*Canadian Urban Forest Network*”.

⁴⁴ Tradução livre de “*Forest Service National Urban and Community Forestry Advisory Council*”.

Ação Nacional de Florestas Urbanas e Comunitárias⁴⁵ em parceria com a *Farm Bill*, importante política e legislação agrícola estadunidense, como guia para a implementação e expansão da arborização urbana entre 2016 e 2026. Buscando amplo amparo científico para sua realização, o Plano visa empregar 2,4 trilhões de dólares e gerar 17 bilhões de dólares em benefícios anuais (NUCFAC, 2015).

Assim, o Plano, aprovado pela Associação Nacional de Silvicultores Estaduais⁴⁶ dos Estados Unidos, possui metas como a promoção da arborização diante do bem-estar e saúde humana, melhorar a gestão, manutenção e manejo florestal urbano, aumentar a conscientização política e a educação ambiental e empregar a arborização em todas as escalas de planejamento. Por consequência, é visada uma maior geração de benefícios ligados aos serviços ecossistêmicos e um retorno do investimento à comunidade e partes interessadas, ampliando também as fontes de financiamento da arborização urbana (NUCFAC, 2015).

A partir desses exemplos, é possível constatar que tais países têm adotado estratégias em âmbito nacional envolvendo o planejamento e a gestão das florestas urbanas, investindo significativo contingente financeiro em propostas complexas e inovadoras, que se conectam teoricamente a temas contemporâneos ligados à arborização urbana. Além disso, apresentam objetivos desafiadores, a serem alcançados através da participação social e de diferentes agentes interessados, educação e conscientização populacional, destaque aos benefícios da arborização urbana e projetos de espaços urbanos qualificados paisagisticamente.

Nesse sentido, os planos a serem empregados, seja em âmbito nacional, estadual ou municipal são variáveis de acordo com a realidade e interesses incidentes sobre cada localidade. Assim, os planos propostos apresentam convergências e divergências quanto ao conteúdo abrangido, formatos e estruturação, fatores que dependem também da finalidade proposta, quem o elabora, quando foi realizado, exigências de legislações e normativas, dentre outros fatores. Dessa maneira, um plano possui variações de nomenclatura e, inclusive, pode ser subdividido de acordo com os diferentes enfoques pretendidos em cada etapa ou tipo de documento.

⁴⁵ Tradução livre de “*National Urban and Community Forestry Action Plan*”.

⁴⁶ Tradução livre de “*National Association of State Foresters*”.

Como exemplo, o Departamento de Recursos Naturais do Estado de Wisconsin⁴⁷, no “Guia Técnico para o Desenvolvimento de Planos Estratégicos de Arborização Urbana e Planos de Gestão de Florestas Urbanas”⁴⁸ de 2011, apresenta uma estrutura de planejamento dividida em duas frentes, um Plano Estratégico, centrado na administração das florestas urbanas, e um Plano de Gerenciamento, com enfoque na gestão.

Essa forma de divisão dos planos é adotada por algumas localidades globais, mas também ocorre o emprego de documentos como manuais, guias técnicos ou planos que compreendem tanto os aspectos de planejamento, quanto de gestão das florestas urbanas. Para o WDNR (2011), planejar é visto como importante para o gerenciamento de qualquer estratégia de forma eficiente, onde planos adequados conferem um direcionamento, apoiam a tomada de decisões e outras demandas. No que tange o planejamento florestal urbano, planos estratégicos possibilitam a proposição de metas e objetivos relacionados à arborização, compreendendo planos objetivados à gestão das árvores e do uso do solo, além de projetos paisagísticos, planos de manejo e a manutenção da floresta urbana. O processo de planejamento se inicia com um pré-planejamento, que engloba a identificação preliminar da tipologia de plano demandada, como o plano será utilizado e quais os envolvidos e responsáveis por cada segmento e ação proposta.

Dessa forma, a conscientização e a busca de apoio por parte dos envolvidos e afetados pelo plano podem resultar em um esforço coletivo e de responsabilidade compartilhada. O plano não se encerra em si, mas é o meio de alcançar o objetivo, podendo ser ambicioso, mas realista para ser alcançável. Elaborado especificamente para aquela localidade, um plano de arborização elenca também todos os custos, cronogramas de ações e etapas, recursos e equipamentos necessários, entre outros.

No Brasil, o documento que visa o planejamento das florestas urbanas é designado como Plano de Arborização Urbana, Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU), Plano Municipal de Arborização Urbana, dentre várias outras nomenclaturas possíveis. Araujo e Araujo (2016) discorrem que o PDAU é um documento que provém

⁴⁷ Tradução livre de “Wisconsin Department of Natural Resources Division of Forestry (WDNR)”.

⁴⁸ Tradução livre de “A Technical Guide to Developing Urban Forestry Strategic Plans & Urban Forest Management Plans”.

de um planejamento detalhado que abrange diretrizes, metas, ações, normas e outros tópicos planejados para curto, médio e longo prazos. Somado a isso, o documento abrange inventário arbóreo, representação de interesses da comunidade, estabelecimento de ações prioritárias e regulação do plantio, manejo, reposição e remoção de árvores. As vantagens da aplicação de um PDAU adequado podem incluir menor conflito da floresta urbana com edificações, fiações e calçamentos, menor incidência de doenças, redução de custos de manutenção, potencialização estética e maior segurança aos usuários do espaço público.

Embora o Brasil conte com leis federais relacionadas às questões ambientais, o país carece de uma Política Nacional de Arborização Urbana⁴⁹, sobretudo se comparado com os casos canadense e estadunidense anteriormente expostos. Para Nespolo *et al.* (2020), essa ausência de uma Política Nacional resultou em tentativas de criação de projetos de lei e alterações no Estatuto da Cidade, sem avanços significativos, onde alguns Estados brasileiros têm visado incorporar a arborização urbana em leis e instrumentos de planejamento, como programas, manuais e projetos. Contudo, a responsabilidade sobre o tema continuamente tem sido atribuída predominantemente aos municípios, um desafio diante de uma realidade que conta com poucas regulações e legislações estaduais e federais que possam dar suporte teórico, técnico e prático, onde comumente a regulação da arborização se restringe a manuais elaborados por companhias elétricas.

Os autores frisam que os PDAU poderiam ser exigidos legalmente através da Política Nacional de Arborização Urbana a fim de contribuir com o direito às cidades sustentáveis, conforme disposto no Estatuto da Cidade, além de permitir a aplicação de diferentes instrumentos e sistemas de gestão. Representando, dessa forma, uma maior regulamentação e padronização dos planos brasileiros (NESPOLO *et al.*, 2020).

Formular e executar um PDAU, para a Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar do Mato Grosso do Sul – SEMAGRO (2020), possibilita o planejamento de ações vinculadas ao diagnóstico, implantação, monitoramento e manutenção das árvores urbanas.

⁴⁹ Em 2021 foi proposto o Projeto de Lei Federal nº 4309, que institui a Política Nacional de Arborização Urbana e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Arborização Urbana. Elaborado pelo Grupo de Trabalho da Política Nacional de Arborização Urbana, ligado ao Comitê Brasileiro de Normalização e Certificação da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), o PL tramitava na Câmara dos Deputados durante a elaboração desta dissertação.

Além disso, cabe ao plano o apontamento legal relacionado ao licenciamento e à autorização para podas, corte e substituição de indivíduos arbóreos. A aceitação do PDAU pela comunidade local colabora com sua efetivação, para isso é possível a promoção da educação ambiental, visando destacar o potencial da arborização e evitar vandalismo, uma vez que os habitantes passam a proteger a floresta urbana. Para isso, são usadas estratégias diversas, como a distribuição de materiais gráficos, como *flyers*, explicações instrutivas sobre plantio e manejo de árvores, treinamento técnico e doação de mudas, inclusive frutíferas, ornamentais e medicinais, a serem plantadas tanto em áreas públicas quanto privadas.

O Manual para elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana, documento desenvolvido pelo Comitê de Trabalho Interinstitucional para Análise dos Planos Municipais de Arborização Urbana no Estado do Paraná (2018), iniciativa do Ministério Público do Paraná (MPPR) em parceria com várias instituições, representa um importante guia que pode ser empregado para o planejamento da floresta urbana através do PDAU.

Assim, segundo o MPPR (2018), elaborar um estudo de percepção da população pode representar uma forma de buscar atender os anseios populacionais e otimizar as ações propostas pelo PDAU, mapeando desafios, corresponsabilizando a comunidade, promovendo ações de educação ambiental e aumentando a proximidade da população com o planejamento e gestão, uma forma de tornar o processo mais igualitário e efetivo. Para refletir os valores da comunidade, a participação popular auxilia na elaboração das normas e diretrizes, gerando políticas que evitam conflitos com outras infraestruturas urbanas e compreenda uma política de manejo e reaproveitamento de resíduos, apresentando legislação voltada à proteção da biodiversidade, utilização de espécies nativas e maiores benefícios urbanos e paisagísticos.

Produzir um manual que tem por objetivo guiar a elaboração de PDAU possibilita estabelecer critérios e conteúdos mínimos, enfatizando a importância de cada localidade apresentar suas próprias problemáticas e objetivos. O documento pode ser utilizado por tomadores de decisões, técnicos e pela população na elaboração, monitoramento e fiscalização dos PDAU. O Comitê de Trabalho Interinstitucional para Análise dos Planos Municipais de Arborização Urbana no Estado do Paraná tem por objetivo receber, analisar e emitir pareceres referentes aos

PDAU estaduais, unindo profissionais de diferentes instituições, como MPPR, universidades e outras.

Porém, como já dissertado, mesmo que haja a elaboração de planos de forma satisfatória, sua aplicação efetiva depende do contexto político local. Embora o documento apresente tópicos mínimos a serem contemplados que incluem fatores ambientais, a questão climática não é mencionada ou são demandados conteúdos sobre essa temática pelos planos pelo Manual.

Somando todo esse conjunto teórico acerca dos PDAU, vale frisar que o documento compreende o inventário das árvores, formando uma base de dados sobre as condições fitossanitárias e características físicas, além do mapeamento e distribuição espacial dessas informações. Portanto, compreender e mapear a realidade física, bem como a dimensão humana, é fundamental para a proposição de ações conectadas ao contexto local e que sejam concomitantemente atingíveis e desafiadoras.

Como discorrido neste capítulo, o planejamento da paisagem visa uma maior sustentabilidade urbana ao englobar o planejamento da infraestrutura verde, no qual ações orquestradas sobre a arborização é fundamental. A rede de ambientes vegetados forma uma estrutura ecológica que transpassa áreas urbanas, periurbanas e rurais, e se configura espacialmente de diferentes formas, abrangendo ajardinamentos, praças, bosques e outras áreas públicas e privadas. Nesse cenário, a árvore, enquanto um dos principais elementos que estruturam a paisagem, se destaca como chave para um planejamento que une benefícios sociais, proteção da biodiversidade e adaptação às mudanças climáticas.

Nesse âmbito, embora visar o estabelecimento de uma “cidade sustentável” possa ser considerado uma utopia, ter o desenvolvimento sustentável como norteador do processo de planejamento pode colaborar com a aplicação de princípios ecológicos na formação de uma cidade cada vez mais justa. Onde o meio vegetal seja compreendido e planejado enquanto infraestrutura, os projetos urbanos apliquem soluções que se baseiam na natureza e a paisagem seja adotada como elemento fundamental para guiar o planejamento ambiental, sobretudo diante das mudanças do clima.

Os autores discutidos ao longo deste capítulo apresentaram argumentos e dados que convergem na busca pelo desenvolvimento sustentável, mas algumas

referências tendem a adotar uma linguagem e forma de exposição de informações de maneira determinista, o que representou um desafio para a realização de uma análise que contrastasse diferentes perspectivas e evitasse a simples exposição sucessiva dessas informações. Assim, foi observada em alguns casos a confiança extrema no processo de planejamento e no PDAU como instrumento máximo para projetar e gerir as florestas urbanas.

Portanto, este capítulo buscou destacar também que o planejamento pode ser potencializado pela participação e contribuição social. Cada localidade possui um conjunto de valores culturais, históricos e políticos que influenciam a tomada de decisões e as políticas públicas. Desse modo, há maior demanda pela participação social por cada comunidade envolvida, algo inerente ao estabelecimento de um planejamento mais democrático, transparente e enriquecido de conteúdo, com diferentes perspectivas e o compartilhamento de responsabilidades.

Ao efetuar uma análise que compreenda uma variedade de planos e estratégias de diferentes localidades e abordagens, estima-se que será possível gerar um panorama sobre diferentes metodologias e estruturas de documentos que visam o estabelecimento de cidades cada vez mais arborizadas e sustentáveis. A comparação de realidades tão diferentes e em regiões continentais diversas é vista como possibilidade de multiplicação da discussão acerca da elaboração de PDAU.

A fim de guiar a análise de Planos de Arborização Urbana de municípios que compõem o grupo C40 no continente americano observando estratégias de mitigação e adaptação à crise climática, conforme visa esta dissertação, esta conceituação teórica resultou em três tópicos a serem empregados como questões de pesquisa acerca de cada estudo de caso analisado individual e comparativamente no capítulo 4, conectados aos objetivos específicos propostos.

Inicialmente, como dissertado, o processo de planejamento pressupõe enfrentar as questões que emanam da floresta urbana, onde diversos setores da administração pública são conectados ao tema em maior ou menor intensidade. A elaboração de um plano pode guiar esse processo de forma que haja, concomitantemente, a potencialização dos benefícios da arborização urbana e a redução dos conflitos com outras infraestruturas. O produto gerado sistematiza, condensa e apresenta as principais informações, estudos, diagnósticos e prognósticos para a proteção, ampliação e otimização da floresta urbana. Aplicar um Plano Diretor

de Arborização Urbana difere de acordo com a realidade urbana e com a forma de organização do poder público de cada localidade, fatos que influenciam o modo de elaborar esse instrumento e deliberar sobre as florestas urbanas, como evidenciado pelos exemplos dos planos, guias e manuais citados. Esse fato destaca a multiplicidade de conteúdos que podem ser abrangidos, da estrutura dos documentos e objetivos pretendidos. Diante desse panorama, elabora-se uma primeira questão: como o conteúdo dos PDAU aborda o processo de planejamento das florestas urbanas em resposta à crise climática?

Segundo, as cidades estão progressivamente apresentando um maior compromisso com a questão climática, com planos de adaptação e acordos multilaterais, como destacado pela atuação do grupo C40. Nesse cenário, as florestas urbanas têm adquirido destaque por seus benefícios desde a escala local até a global, conectadas à mitigação e adaptação climáticas, naturalização das cidades, aumento da resiliência urbana e restauração ecossistêmica, e composição da infraestrutura verde. Diferentes formas de planejar e gerir a floresta urbana são propostas por autores, grupos e instituições, somando possibilidades, convergências e divergências. Diante dessa interconexão de temas que conectam a arborização urbana e as mudanças do clima global é indagado: quais as principais propostas de planejamento, projetos urbanos e programas governamentais que empregam a arborização urbana na mitigação e adaptação climáticas e como esse conteúdo é apresentado?

Por fim, concomitante ao fato de elaborar um plano não garantir seu efetivo cumprimento devido a fatores diversos, como interesses políticos incidentes, as abordagens superficiais dos documentos e sua inadequada elaboração limitam o processo de planejamento e de gestão da floresta urbana, fato conectado diretamente ao processo de participação popular adotado. Assim, questiona-se: como são propostas estratégias para uma maior participação social no processo de planejamento e gestão da arborização urbana?



METODOLOGIA DE ANÁLISE

3 METODOLOGIA DE ANÁLISE

Após discutido o panorama da presença da árvore na cidade, sua relação com as mudanças climáticas e seu planejamento, este capítulo visa apontar a metodologia empregada neste trabalho, baseada nos princípios teóricos anteriormente discutidos. De início, são apontadas as etapas do método científico escolhido e, no subcapítulo, quais foram os eixos e critérios empregados nas análises, bem como a justificativa do recorte adotado.

O procedimento metodológico apresenta estratégias para a realização do objetivo desta dissertação, a qual visa analisar comparativamente Planos de Arborização Urbana de municípios que compõem o grupo C40 no continente americano observando estratégias de mitigação e adaptação à crise climática. Por se tratar de uma proposta que visa a comparação, a metodologia empregou estudos de caso.

A comparação entre cidades pode colaborar com a compreensão de fenômenos ligados à urbanização contemporânea, segundo Sposito (2016), estabelecendo relações e contraposições entre o conteúdo analisado, ao apresentar as particularidades dessas cidades dentro de determinada condição espaço-temporal. Por mais que seja desafiadora a realização de estudos comparativos envolvendo cidades, onde o contexto urbano e regional é inerente à pesquisa, os desafios metodológicos e científicos são compreendidos como oportunidades para gerar mais reflexões sobre o tema estudado.

Para Schwandt e Gates (2018), há uma multiplicidade de entendimentos sobre o que são estudos de caso, a depender do campo científico, inclusive podendo compreender abordagens metodológicas quantitativas ou qualitativas. Para os autores, basicamente, os estudos de caso podem ser empregados em quatro tipologias distintas de pesquisas, que podem ser somadas em um trabalho científico: estudos de casos descritivos, com objetivo de detalhar a realidade relacionada aos objetos estudados e as informações a eles relacionadas; geração de hipótese ou desenvolvimento de teoria, onde há a formulação de um conceito ou ideia; testagem de hipótese e teoria, com a aplicação dos estudos de caso para investigar princípios teóricos; e desenvolvimento de teoria normativa, centrada na validação de normatizações, princípios e valores.

Assim, este trabalho é centrado na análise de documentos de diferentes cidades que os empregam como instrumentos de planejamento das florestas urbanas, se configurando como uma tipologia de estudos de casos descritivos, uma vez que possui como enfoque registrar as estratégias empregadas por tais planos. Mais do que formular previamente uma hipótese ou testar um princípio teórico ou normativo elaborado em outro contexto, o objetivo é retratar as informações, abordagens e fatos tais como são empregados nos Planos de Arborização Urbana.

Segundo Yin (2015), a elaboração de uma pesquisa com estudos de caso depende de cuidados como a condução da pesquisa de forma rigorosa, tendo por base as vantagens desse tipo de pesquisa e as formas adequadas de efetuar generalizações e conclusões. Dessa maneira, por mais que esse método seja classificado frequentemente como uma pesquisa menos complexa, se comparado a outras tipologias, o estudo de caso também possui uma série de especificidades e critérios. Para embasar a pesquisa, o desenvolvimento da teoria no início do trabalho apresenta a literatura científica e as questões práticas relacionadas ao tema analisado, fornecendo apoio à definição dos dados a serem coletados, bem como as estratégias que serão adotadas para a análise dessas informações. O autor afirma que:

A pesquisa de estudo de caso seria o método preferencial em comparação aos outros em situações nas quais (1) as principais questões da pesquisa são “como?” ou “por quê?”; (2) um pesquisador tem pouco ou nenhum controle sobre eventos comportamentais; e (3) o foco de estudo é um fenômeno contemporâneo (em vez de um fenômeno completamente histórico). Como a primeira parte de uma definição em duas partes, um estudo de caso investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em seu contexto no mundo real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto puderem não estar claramente evidentes. A segunda parte da definição aponta para o projeto e a coleta de dados – por exemplo, como a triangulação de dados ajuda a tratar a condição técnica distintiva, por meio da qual um estudo de caso terá mais variáveis de interesse do que pontos de dados (YIN, 2015, p. 3).

Diante das três situações apresentadas por Yin (2015), os PDAU analisados são tidos como os fenômenos contemporâneos, não controlados pelo autor, e que serão analisados em seu contexto real. Dessa forma, será respondido “como” as estratégias de mitigação e adaptação à crise climática são adotadas e “como” esses documentos abrangem os critérios de análise adotados por este trabalho.

Para Creswell (2014), uma pesquisa de estudo de caso de boa qualidade apresenta uma descrição do caso e dos temas, questões ou situações específicas que embasam a pesquisa. Na conclusão do estudo, há o apontamento dos aprendizados resultantes. Para o autor, o estudo de caso exige que os casos sejam delimitados e identificáveis de forma clara, podendo envolver um único caso ou múltiplos casos. Um “estudo de caso coletivo” ou “estudo de caso múltiplo” abrange realidades diversas, como programas de diferentes localidades, sendo capaz de evidenciar panoramas distintos sobre a questão analisada. Portanto, diante da necessidade de comparação entre cidades, este trabalho corresponde a um estudo de caso múltiplo.

Creswell (2014) menciona ainda que o agrupamento dos casos compreende uma “amostragem intencional”, a qual apresenta casos mais próximos ou discrepantes entre si, a depender do interesse do pesquisador, que justifica o recorte adotado. Diante da vasta possibilidade de seleção de casos, cabe ao autor decidir o enfoque da pesquisa, tendo em mente que a quantidade de dados influencia o nível de aprofundamento que o estudo terá, sem haver uma regra universal para a definição do número de casos. Uma vez selecionados os casos, elaborar uma matriz pode auxiliar na coleta dos dados, destacando informações sobre cada caso. Assim, o autor define que:

Quando são escolhidos múltiplos casos, um formato típico é fornecer primeiro uma descrição detalhada de cada caso e temas dentro do caso, chamada de **análise dentro do caso**, seguida por uma análise temática entre os casos, chamada de **análise cruzada**, bem como **asserções** ou uma interpretação do significado do caso (CRESWELL, 2014, p. 86-89, grifo do autor).

A elaboração da pesquisa qualitativa com estudos de caso é precedida pela realização da descrição do caso antes da realização da análise dentro do caso e, conseqüentemente, da análise cruzada, permitindo a elaboração de conclusões e asserções ao fim do trabalho. Dessa maneira, com base nas concepções de Schwandt e Gates (2018), Yin (2015) e Creswell (2014), a metodologia adotada por esta dissertação se divide em cinco etapas, conforme sintetizado no QUADRO 2.

QUADRO 2 – Etapas que compõem a metodologia utilizada

Nº	ETAPA	OBJETIVO DA ETAPA	CAPÍTULO (S)
1	PESQUISA EXPLORATÓRIA BIBLIOGRÁFICA E DOCUMENTAL	Dissertar sobre a importância das árvores nas cidades, sua relação com as mudanças climáticas e o planejamento da arborização, utilizando referências bibliográficas e documentais para embasar as demais etapas. Estabelecer os questionamentos que orientam a análise dentro do caso e a análise cruzada.	1 e 2
2	DELIMITAÇÃO DOS CASOS A PARTIR DOS EIXOS E CRITÉRIOS DE ANÁLISE	Determinar eixos e critérios para análise preliminar de todos os PDAU do C40 americanos e selecionar os casos a serem estudados.	3
3	DESCRIÇÃO DOS CASOS	Contextualizar a elaboração dos PDAU das cidades que compõem os estudos de caso.	4 (4.1 a 4.3)
4	ANÁLISE DENTRO DO CASO	A partir do cumprimento das etapas anteriores, analisar cada caso individualmente, respondendo às questões de pesquisa.	4 (4.1 a 4.3)
5	ANÁLISE CRUZADA	Analisar comparativamente os casos a partir de suas análises individuais, identificando convergências e divergências.	4 (4.4)

FONTE: O autor (2022).

Primeiramente, a pesquisa exploratória realizada com bibliografias e documentos produzida nos capítulos 1 e 2 buscou apresentar o contexto no qual a pesquisa se insere, destacando a literatura e conhecimentos como base para as etapas seguintes. Dessa maneira, a fim de analisar o processo de planejamento arbóreo das localidades selecionadas, este trabalho realizou nos primeiros capítulos uma pesquisa exploratória para somar conhecimentos científicos para conceituar o trabalho; expor a problemática; embasar os eixos e os critérios analíticos que compõem a análise preliminar dos documentos e o recorte dos estudos de caso; e guiar o estabelecimento de questionamentos norteadores para a análise dentro do caso e a análise cruzada.

Para Gil (2002), os estudos de caso possuem o objetivo de permitir uma visualização do problema de pesquisa de forma global, holística, e fatores que influenciam essa problemática. Escolher um único ou poucos casos pode resultar no pouco aprofundamento analítico para a realização de conclusões mais gerais.

Portanto, o desenvolvimento teórico foi adotado como a primeira etapa, unindo uma abordagem bibliográfica e documental para unir conhecimentos técnicos e científicos para colaborar com o recorte dos casos selecionados e as questões a serem respondidas pelo estudo.

Gil (2002) diferencia a pesquisa bibliográfica da documental sobretudo pelo material empregado para análise. A pesquisa bibliográfica abrange livros, artigos científicos, matérias de jornais e outros materiais que são utilizados como referência. A pesquisa documental, por sua vez, é centrada na análise de documentos, planos e informações que não passaram por tratamento analítico previamente, com dados provenientes de instituições públicas e privadas, relatórios de pesquisa e outras fontes.

Nesse sentido, Martins (2008) destaca que, além da utilização de pesquisas bibliográficas, a adoção de uma pesquisa documental é vista como necessária para uma maior compreensão do caso. Além de corroborar as informações adquiridas diante de um maior número de fontes, aumentando a confiabilidade através da triangulação, com melhoria da qualidade do trabalho, uma vez que emprega documentos na fundamentação teórica.

O autor menciona ainda que trabalhos que empregam a metodologia de estudos de caso inicialmente expõem o problema de pesquisa, as questões orientadoras, proposições e teses, compondo a teorização preliminar e o estabelecimento de uma plataforma teórica. Somado a isso, é realizado inicialmente o planejamento da investigação e a construção de um protocolo para o estudo dos casos, com descrição dos instrumentos e estratégias utilizados para a coleta de informações e a sistematização e análise dos dados. No início também é definida a forma de triangulação e avaliação de teorias adotadas com o intuito de conceder uma teorização que explique o objeto estudado, o caso (MARTINS, 2008).

Por isso, enquanto o capítulo 1 possui o objetivo de apresentar o trabalho, sua problemática, os objetivos e introduzir o contexto da pesquisa e o estado da arte do tema, no capítulo 2 a pesquisa exploratória bibliográfica abrange livros, artigos científicos, sites institucionais e trabalhos diversos, enquanto a pesquisa documental foi centrada em manuais, guias, cartilhas, legislações e planos. Dessa forma, foram somados conhecimentos técnicos e científicos sobre os temas dissertados e sobre a elaboração de um PDAU.

A segunda parte do procedimento metodológico abrange a descrição da metodologia empregada, a definição dos eixos e critérios de análise e a formação da matriz utilizada para a análise preliminar e determinação das cidades que compõem os casos. Assim, a pesquisa bibliográfica e documental foi somada à análise de trabalhos similares que tenham se proposto ao estudo comparativo de planos de arborização para a definição dos eixos e critérios analíticos. Esses marcadores foram empregados na elaboração de uma tabela para análise de todos os PDAU das cidades que compõem o C40 na América disponíveis, a fim permitir a definição dos casos a serem analisados individual e comparativamente.

A terceira etapa visa a descrição dos casos, com a contextualização da elaboração dos planos, ou seja, os documentos que serão analisados. Para Cellard (2012), o documento escrito é uma fonte de conhecimentos e acontecimentos e registrados em um momento histórico, servindo de testemunho da época. Por isso, examinar o contexto social da elaboração do documento é visto como primordial na análise documental.

Essa análise de contexto evita que o pesquisador leia o documento sob o viés de suas ideias e contexto social. Por isso, Cellard (2012) aponta cinco pontos importantes que devem ser abrangidos pela contextualização dos documentos: i) contexto de elaboração do documento; ii) os autores e agentes envolvidos; iii) a autenticidade e confiabilidade do documento e das informações dispostas; iv) a natureza do documento, sua tipologia e proposta; e v) os conceitos-chave que o fundamentam.

A análise dentro do caso compõe a quarta etapa a partir do disposto por Creswell (2014). Após o embasamento teórico, definição dos eixos e dos critérios de análise, casos definidos e descritos, a análise dentro do caso visa responder aos questionamentos elaborados ao final da primeira etapa, da pesquisa exploratória bibliográfica e documental, buscando compreender individualmente como cada município emprega estratégias de mitigação e adaptação à crise climática em seu PDAU.

Assim, é questionado primeiramente como é organizado o conteúdo dos PDAU dos estudos de caso e sua abordagem quanto ao planejamento urbano alinhado à problemática climática. Além disso, é indagado também sobre as formas de apresentação das propostas de planejamento, projetos urbanos e programas

governamentais que empreguem a arborização urbana na mitigação e adaptação climáticas por parte dos estudos de caso. É questionado também como os PDAU dos estudos de caso apresentam a estruturação das estratégias utilizadas para maior efetividade dos planos no que diz respeito à participação social, formas de acompanhamento e índices empregados para mensurar a ampliação e a qualificação das florestas urbanas.

A partir da realização da análise individual, na quinta etapa os casos são analisados comparativamente através da análise cruzada. Mais do que estabelecer um ranqueamento de cidades que tenham cumprido em maior ou menor intensidade os critérios e questionamentos de pesquisa, o objetivo deste trabalho é compreender pontos de similaridade das propostas e estratégias divergentes, de forma a apresentar um maior panorama sobre o tema.

3.1 DELIMITAÇÃO DOS CASOS

Como mencionado anteriormente, para definir os eixos e os critérios utilizados para a análise dentro do caso e a análise cruzada foi utilizada a pesquisa exploratória bibliográfica e documental, centrada no embasamento teórico a partir de referências diversas. Dentre esses materiais, destacam-se livros, artigos, guias, manuais, planos, documentos e diferentes Planos de Arborização Urbana nacionais e internacionais.

O termo “critérios de análise” foi empregado para descrever os tópicos a serem avaliados nos PDAU, enquanto “eixos de análise” são as temáticas que agrupam esses critérios, utilizados no quadro para análise dos planos e na delimitação dos estudos de caso. Diante disso, o objetivo deste subcapítulo é discutir como foram estabelecidos os eixos e critérios de análise empregados e como ocorreu o delineamento e seleção dos estudos de caso.

Para estabelecer esses eixos e critérios, a pesquisa exploratória bibliográfica e documental abrangeu também uma análise preliminar dos PDAU de cidades que compõem o grupo C40 mundialmente e tenham como idiomas nativos português, inglês e espanhol, disponíveis *online*. Assim, o objetivo foi identificar nesses documentos informações e propostas acerca das mudanças climáticas com o intuito de criar tópicos de análise que respondam aos objetivos desta pesquisa.

Foram analisados planos de 25 localidades, sendo elas Accra (2016), Assunção (2019), Auckland (2019), Barcelona (2017 e 2020)⁵⁰, Birmingham (2021), Cidade do Cabo (2021), Cleveland (2020), Edimburgo (2014), Ekurhuleni (2014), Glasgow (2020), Lisboa (2012)⁵¹, Londres (2020), Madri (2018), Manchester (2020), Melbourne (2012), Nairóbi (2019), Oxford (2021), Pittsburgh (2012), San Diego (2017), Sevilha (2015), Sheffield (2018), Swan (2019), Sydney (2013), Tshwane (2005) e White Rose (2021).

Como resultado, foi verificado que a maioria dos planos apresentam menções às questões climáticas, com alta discrepância de aprofundamento. Enquanto alguns

⁵⁰ A cidade de Barcelona possui dois planos que englobam a floresta urbana, “*Árboles para Vivir: Plan Director del Arbolado de Barcelona 2017-2037*” (2017) e “*Plan del Verde Y de la Biodiversidad de Barcelona 2020*” (2020) ambos analisados.

⁵¹ Lisboa sem sido um dos destaques mundiais em lidar com questões climáticas, elaborando planos nesse sentido. No que tange a arborização, a regulação é realizada através do “Regulamento Municipal do Arvoredo de Lisboa” de 2012.

documentos, sobretudo mais antigos, não fazem qualquer menção ao tema, em outros casos há a apresentação de metas climáticas conectadas à arborização urbana, como os planos de Auckland, Madri, San Diego e outras cidades.

Tal pesquisa possibilitou reconhecer que as estruturas dos materiais produzidos possuem características discrepantes, onde há planos com diferentes formas de organização estrutural, conteúdo atendido, sistematização das estratégias a serem adotadas e apresentação de outras informações. Dessa forma, há planos que se destacam por detalhar assuntos, abranger inventário arbóreo, apresentar complexos sistemas de planejamento, objetivos bem definidos e conectados a metas e indicadores, etapas sistematizadas, orçamentação, previsão de relatórios e revisões, além de formas de monitoramento das estratégias e fiscalização.

Os planos também divergem nas formas de apresentar regulamentos referentes à implantação e manejo das árvores, onde certas cidades possuem guias e manuais paralelos ao PDAU, divulgados publicamente ou não, enquanto outras localidades centralizam essas informações e as propostas em um único documento. A abordagem dos PDAU diverge ainda quanto à sua apresentação, seja em forma de extenso documento, um manual sintetizador das normativas ou outras possibilidades. Entre os fatores predominantemente adotados para mensurar a efetividade das propostas está a porcentagem de cobertura arbórea em relação à área municipal.

A partir dessa pesquisa e de toda etapa exploratória bibliográfica e documental, foram estabelecidos 5 eixos de análise, temas a serem analisados: Estrutura do Plano; Implantação e Manejo; Proteção Ambiental e Mudanças Climáticas; e Participação Social.

Os critérios de análise adotados quanto à Estrutura do Plano são: destaque à "visão", "metas" e/ou "objetivos" do plano; definição de etapas, prazos e/ou próxima revisão do plano; políticas e programas existentes; lei de aprovação do plano e outros marcos legais; corpo técnico e responsáveis; estratégias de monitoramento do plano e fiscalização, previsão de relatórios regulares; viabilização econômica, como orçamentos, investimentos, incentivos e punições; e apresentação do inventário arbóreo, com situação das árvores, quantitativos e/ou mapeamentos.

Quanto à Implantação e Manejo, foi proposta a análise dos temas: inserção de mudas, com restrições, afastamentos e outros; política de remoção e substituição,

tratamento de resíduos/compostagem, cuidados com pragas, fogo, desastres naturais e árvores perigosas; e políticas voltadas a áreas privadas.

Sobre a Proteção Ambiental e as Mudanças Climáticas, são questionados: menção aos benefícios da arborização; espécies indicadas e cuidados com espécies invasoras; conexão de áreas verdes e corredores vegetados em áreas urbanas, periurbanas e/ou rurais; citação à agenda 2030, aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável ou aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio; visa mitigação e adaptação às mudanças climáticas e busca pelo sequestro de carbono; e emprego de conceitos como infraestrutura verde, soluções baseadas na natureza, restauração ecossistêmica ou relacionados.

Por fim, acerca do viés da Participação Social a análise abrangeu a apresentação de: propostas centradas nos espaços públicos e na vitalidade urbana; envolvimento da comunidade na elaboração e/ou fiscalização do plano; e proposição de programa de conscientização ambiental, datas comemorativas, árvores históricas, marcos, patrimônio ou árvore-símbolo.

Em virtude do limite de tempo para a realização desta pesquisa dentro do curso de mestrado, foi estabelecido como recorte geográfico para análise o continente americano. Escolha embasada também no idioma dos países que compõem o grupo C40 nas Américas. Portanto, os PDAU dessas 29 cidades foram buscados de forma *online*.

Entretanto, vale reiterar que o grupo C40 agrupa os países americanos em dois conjuntos, “América do Norte” e “América Latina”, mesmo que ambos termos não sejam antônimos. Embora o México pertença à América do Norte, foi catalogado como América Latina, sendo que sanaria essa duplicidade o uso da divisão das cidades em América Latina e América Anglo-Saxônica ou em América do Norte, América Central e América do Sul.

No QUADRO 3 foram listados os Planos Diretores de Arborização Urbana das vinte e nove cidades americanas que pertencem ao grupo C40 em vigência durante a elaboração desta dissertação, em julho de 2022. Estão vigentes documentos publicados entre 2005 e 2022. Desses, cinco planos foram produzidos entre 2020 e 2021 e cinco documentos entre 2018 e 2019, fator que destaca o imediatismo do tema desta pesquisa. Inclusive, há quatro cidades com planos em elaboração, Boston,

Philadelphia, Curitiba e Salvador, marcadas no quadro com asterisco. Três planos não foram encontrados, todos de países latinos, os documentos de Lima, Quito e Santiago.

Essa busca pelos PDAU das vinte e nove cidades que atualmente compõem o grupo C40 nas Américas permitiu uma leitura geral sobre a elaboração desses documentos. Assim, os 22 planos obtidos foram analisados por meio dos eixos e critérios adotados.

Tal análise em âmbito continental foi mais aprofundada que a análise preliminar com cidades globais, evidenciando o cumprimento ou não de cada um dos critérios de análise. Mais do que estabelecer um ranqueamento ou atribuir pontuações para as cidades, é buscado analisar a estruturação, organização e objetivos dos PDAU. Após essa análise, são delimitados os estudos de casos com o intuito de um maior aprofundamento analítico, ao responder às questões de pesquisa estabelecidas no final do capítulo 2 para compor a análise dentro do caso e a análise cruzada.

Durante a pesquisa, alguns destaques foram observados. Cidades como Austin, Chicago, Houston e Portland utilizam a plataforma “*My City’s Trees*” para a interatividade com o mapeamento do inventário arbóreo municipal. Tal prática tem sido difundida e empregada de forma similar em outros planos, como em Washington, onde o plano foi incorporado integralmente a um site, onde há também uma série de mapas interativos.

Em contexto canadense, em Montréal foi adotada a “Política Arbórea de Montréal”⁵² (2005) com o objetivo de aumentar a cobertura arbórea urbana. A partir de então, uma série de planos foram elaborados, incluindo plano de ação voltado à arborização, planos voltados à floresta urbana de bairros, Plano Diretor, plano de desenvolvimento sustentável e outros, ao abordar a floresta urbana a partir de outros enfoques.

⁵² Tradução livre de “*Tree Policy of Montréal*”.

QUADRO 3 – PDAU das cidades americanas que integram o C40

		CIDADE	NOME DO PLANO	ANO
AMÉRICA DO NORTE	CANADÁ	MONTRÉAL	"Tree Policy of Montréal"	2005
		TORONTO	"Sustaining And Expanding The Urban Forest: Toronto's Strategic Forest Management Plan"	2012
		VANCOUVER	"Vancouver's Urban Forest Strategy"	2018
	ESTADOS UNIDOS	AUSTIN	"Austin's Urban Forest Plan: a Master Plan for Public Property"	2013
		BOSTON	"Boston Urban Forest Plan"	*
		CHICAGO	"Chicago Region Trees Initiative Master Plan"	2019
		HOUSTON	"Houston Area Urban Forests"	2018
		LOS ANGELES	"Los Angeles Urban Forest Management Plan"	2018
		MIAMI	"Street Tree Master Plan" e "City of Miami Tree Master Plan" e "Miami-Dade Street Tree Master Plan"	2007
		NOVA ORLEANS	"Tree Preservation Study"	2020
		NOVA YORK	"NYC Urban Forest Agenda: Toward A Healthy, Resilient, Equitable, and Just New York City"	2021
		PHILADELPHIA	"Philly Tree Plan"	*
		PHOENIX	"Tree and Shade Master Plan"	2010
		PORTLAND	"Portland Urban Forestry Management Plan"	2004
		SÃO FRANCISCO	"San Francisco Urban Forest Plan"	2014
		SEATTLE	"2020 Urban Forest Management Plan"	2020
WASHINGTON	"District of Columbia State Forest Action Plan"	2020		
AMÉRICA LATINA	ARG.	BUENOS AIRES	"Plan Maestro para el Arbolado Público Lineal de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires"	2013
	BRASIL	CURITIBA	"Plano de Arborização Urbana"	*
		RIO DE JANEIRO	"Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro"	2015
		SALVADOR	"Plano Diretor de Arborização Urbana do Município de Salvador"	*
		SÃO PAULO	"Plano Municipal de Arborização Urbana"	2020
	CHI.	SANTIAGO	<i>Não foram encontrados planos disponíveis online</i>	-
	COLÔMBIA	BOGOTÁ	"Plan Distrital de Silvicultura Urbana, Zonas Verdes y Jardinería para Bogotá D.C."	2019
		MEDELLÍN	"Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región Metropolitana del Valle de Aburrá"	2007
	EQU.	QUITO	<i>Não foram encontrados planos disponíveis online</i>	-
	MÉXICO	GUADALAJARA	"Plan de Ordenamiento Forestal Metropolitano"	2018
		CIDADE DO MÉXICO	"Presente y Futuro de las Áreas Verdes y del Arbolado de la Ciudad de México"	2010
PER.	LIMA	<i>Não foram encontrados planos disponíveis online</i>	-	

FONTE: O autor (2022).

Além disso, o “Plano de Ação para o Dossel”⁵³ (2012) buscou plantar 300 mil árvores até 2021, expandindo a cobertura arbórea urbana de 20% para 25% da área total municipal. Após a conclusão dessa estratégia, o “Plano de Natureza e Esportes”⁵⁴ (2021), com enfoque predominantemente no uso do espaço público, busca o plantio de 500 mil árvores até 2030.

A Política Arbórea de Montréal foi o único documento em âmbito norte-americano que não propõe buscar ações para a adaptação climática ou para o sequestro de carbono atmosférico, embora cite a importância das árvores para a captação do gás. Embora os planos produzidos abordem a temática da arborização urbana, sobretudo o Plano de Ação de 2012, apenas o documento de 2005 propõe um planejamento específico para a floresta urbana.

Em Toronto foi adotado o “Sustentando e Expandindo a Floresta Urbana: Plano Estratégico de Gestão Florestal de Toronto”⁵⁵ (2012). Com objetivos até 2022, o documento abrange conteúdo amplo, com extenso cumprimento dos critérios analisados, destacando a necessidade de novo planejamento após dez anos.

A cidade de Vancouver, por sua vez, empregou a “Estratégia para Floresta Urbana de Vancouver”⁵⁶ (2018), com alinhamento direto às mudanças climáticas. O plano foi elaborado no contexto em que foi buscada a nomeação de Vancouver como a cidade mais sustentável do mundo em 2020, o que não aconteceu.

Os planos analisados das três cidades do Canadá apresentaram alinhamento às questões climáticas e conexão com outros planos e estratégias de temas diversos. Vale lembrar que, conforme evidenciado no subcapítulo 2.2, Canadá e Estados Unidos possuem estratégias nacionais relacionadas às florestas urbanas, destacando a multiescalaridade de iniciativas e deliberações sobre a arborização de cidades.

Da mesma maneira que os Estados Unidos apresentaram o maior número de cidades pertencentes ao grupo C40, há múltiplas compreensões e proposições sobre as florestas urbanas, o que possibilita diversas visões sobre o planejamento da arborização. Além de muitos planos adotados recentemente, durante a elaboração desta dissertação as cidades de Boston e Philadelphia organizam a publicação dos

⁵³ Tradução livre de “*Plan D’Action Canopée*”.

⁵⁴ Tradução livre de “*Plan Nature et Sports*”.

⁵⁵ Tradução livre de “*Sustaining and Expanding the Urban Forest: Toronto’s Strategic Forest Management Plan*”.

⁵⁶ Tradução livre de “*Vancouver’s Urban Forest Strategy*”.

cadernos finais de seus planos, após extensos processos de planejamento que envolveram oficinas públicas, divulgação midiática, elaboração de materiais informativos, como folhetos e vídeos, e outras etapas.

A cidade de Austin adotou o “Plano para Floresta Urbana de Austin: um Plano Diretor para Propriedade Pública”⁵⁷ (AUSTIN, 2013), sendo sucedido por outras estratégias e planos como o diagnóstico arbóreo “Floresta Urbana de Austin, 2014”⁵⁸ (NOVAK *et al.*, 2016). Esse modelo de diagnóstico sobre a floresta urbana foi adotado também em localidades como Houston, Miami e outras, através de cadernos com estruturação e formatação similares.

Além disso, uma série de conteúdos relacionados à floresta urbana de Austin foram sucessivamente lançados, como plano para as ilhas de calor, diferentes plataformas de acompanhamento e mapeamento da vegetação, normas para cuidados com árvores e outras plantas, planos operacionais, entre outros. Mesmo anterior a esses materiais, o Plano para Floresta Urbana de Austin apresenta extensas informações sobre o inventário arbóreo, além de informações sobre infraestrutura verde, valoração dos ecossistemas, adaptação climática e, inclusive, sobre o retorno financeiro obtido a partir cada dólar investido em arborização urbana, estimado em US\$ 9,87⁵⁹.

Algumas localidades mundiais têm adotado planos em escala regional ou metropolitana, com justificativas que abrangem a possibilidade de somar o corpo técnico envolvido, aumentar a corresponsabilidade sobre o planejamento e buscar alcançar coletivamente os objetivos propostos. Somado a isso, esses municípios são fronteiriços, muitas vezes com conurbação urbana, e com características geográficas similares. Alguns ainda apresentam área municipal reduzida, além de outros motivos empregados para justificar uma abordagem regional.

Em Chicago, o planejamento da arborização empregou o “Plano Diretor da Iniciativa pelas Árvores da Região de Chicago”⁶⁰ (2019), abrangendo algumas localidades conurbadas. A Iniciativa pelas Árvores da Região de Chicago é um coletivo de pessoas, comunidades, organizações, empresas e entidades

⁵⁷ Tradução livre de “*Austin’s Urban Forest Plan: a Master Plan for Public Property*”.

⁵⁸ Tradução livre de “*Austin’s Urban Forest*”.

⁵⁹ Em valores aproximados de agosto de 2022, o retorno financeiro de US\$ 9,87 por árvore corresponde a R\$ 51,62, uma vez que 1 dólar equivale a aproximadamente R\$ 5,23.

⁶⁰ Tradução livre de “*Chicago Region Trees Initiative Master Plan*”.

governamentais, com objetivos conectados ao desenvolvimento sustentável. Esse modelo de coletivo também é adotado em outras regiões estadunidenses, com diferentes configurações e atuações.

O desenvolvimento do plano está vinculado à utilização de “Censos Arbóreos”⁶¹, realizados em 2010 e 2020. O documento evidencia também dados científicos de 2013 que estimam o sequestro anual de 17 milhões de toneladas de carbono e 24 mil toneladas de poluição pela floresta urbana de Chicago. Além de destacar o investimento anual de 500 mil dólares em arborização urbana.

Em 2022, foi lançado o “Plano de Ação Climática de Chicago”⁶² com a apresentação de informações e metas que incluem a floresta urbana, como outros instrumentos de planejamento que deliberam sobre temáticas conectadas à arborização, em maior ou menor intensidade. Dessa forma, são ampliadas as possibilidades de planejamento e a efetividade de propostas centradas nas árvores urbanas.

Em Houston, o planejamento regional resultou em “Florestas Urbanas da Área de Houston”⁶³ (2018), após publicação do inventário arbóreo “Floresta Urbana de Houston, 2015”⁶⁴ (NOWAK *et al.*, 2017). Como em outras localidades, os objetivos que envolvem a arborização urbana se entendem para outros documentos, como o “Plano de Ação Climática”⁶⁵ (2020), que possui como uma de suas metas o plantio de 4,6 milhões de árvores nativas até 2030, e a “Estratégia Houston Resiliente”⁶⁶ (2020). Embora seja citada a existência de conscientização popular sobre a arborização, essa ação é pouco descrita, enquanto iniciativas comemorativas e simbólicas não são citadas.

Em Los Angeles, o “Plano de Gestão da Floresta Urbana de Los Angeles”⁶⁷ é dividido em duas etapas. O “Primeiro passo: Desenvolvendo um Plano de Gestão Florestal Urbano para a Cidade de Los Angeles”⁶⁸, lançado em 2018, apresenta o primeiro conjunto de ações e objetivos, além do inventário arbóreo. Em relação à

⁶¹ Tradução livre de “*Tree Census*”.

⁶² Tradução livre de “*Chicago Climate Action Plan*”.

⁶³ Tradução livre de “*Houston Area Urban Forests*”.

⁶⁴ Tradução livre de “*Houston’s Urban Forest, 2015*”.

⁶⁵ Tradução livre de “*Climate Action Plan*”.

⁶⁶ Tradução livre de “*Resilient Houston Strategy*”.

⁶⁷ Tradução livre de “*Los Angeles Urban Forest Management Plan*”.

⁶⁸ Tradução livre de “*First Step: developing an urban forest management plan for the City of Los Angeles*”.

segunda etapa, sem previsão de publicação, é proposto maior enfoque em metas a serem alcançadas.

Para Miami, na mesma época houve o emprego de um planejamento em escala urbana através do “Plano Diretor Arbóreo da Cidade de Miami”⁶⁹ (2007), e uma abordagem de abrangência regional, o “Plano Diretor de Árvores de Rua de Miami-Dade”⁷⁰ (2007), elaborado para o condado. Além disso, os diferentes distritos da cidade de Miami elaboram planos de arborização em escala local, como em Omni e Southwest.

O Plano da Cidade de Miami faz menção direta ao Plano do Condado de Miami-Dade, destacando a ação conjunta entre ambas esferas. Ambos documentos foram analisados por esta pesquisa, uma vez que o instrumento de escala urbana apresenta limitações de conteúdo e alinhamento à metade dos critérios analisados. Já no plano para o condado, as propostas e demais temas foram aprofundados, sendo utilizado para responder aos critérios de análise.

A “Coalisão do Dossel⁷¹ de Miami”⁷² busca colaborar com a arborização através de educação e *advocacy*⁷³. Em 2021, foi publicada a “Avaliação do Dossel das Árvores Urbanas do Condado de Miami-Dade: Relatório preparado para o Condado de Miami-Dade e para a [organização] Florestas Americanas”⁷⁴ (MIAMI-DADE COUNTY, 2021), que possibilitou a elaboração do documento “Coalisão do Dossel de Miami: Avaliação de Políticas, Regulamentações e Medidas Programáticas para Melhorar os Resultados da Cobertura Arbórea e da Arborização Urbana na Grande Miami”⁷⁵ (MIAMI-DADE COUNTY, 2022). Esses materiais, embora não oficiais, permitem apoio ao tema a partir de conteúdos informativos e estudos de caso.

⁶⁹ Tradução livre de “*City of Miami Tree Master Plan*”.

⁷⁰ Tradução livre de “*Miami-Dade Street Tree Master Plan*”.

⁷¹ O termo “*Canopy*” pode ser traduzido como “dossel”, a cobertura vegetal de uma floresta formada pelas copas das árvores.

⁷² Tradução livre de “*Miami Canopy Coalition*”.

⁷³ Embora não haja uma tradução exatamente correspondente em português, “*advocacy*” consiste em apoiar uma causa social através da busca pela formulação e implementação de políticas públicas. Para isso, há pressão popular, estudos sobre o tema, participação popular e outras estratégias somadas (POLITIZE, 2017).

⁷⁴ Tradução livre de “*Miami-Dade County Urban Tree Canopy Assessment: Report Prepared for Miami-Dade County and American Forests*”.

⁷⁵ Tradução livre de “*Miami Canopy Coalition: Assessment of Policy, Regulatory, and Programmatic Measures for Improving Canopy Coverage and Urban Forestry Outcomes in Greater Miami*”.

Em Nova Orleans, em virtude das catástrofes climáticas e, por consequência, afetação de vasta porcentagem da floresta urbana, a construção do “Estudo de Preservação de Árvores”⁷⁶ (2020) possui o objetivo de reflorestar o município, ampliando em 50% a área abrangida por copas até 2030. Essa busca por uma ampla expansão da cobertura arbórea está relacionada às consequências de eventos climáticos como o Furacão Katrina, responsável pela derrubada de 100 mil árvores em 2005.

A coalisão “Floresta para Todos” da cidade de Nova York é composta por instituições diversas, como a Sociedade Americana de Arquitetos Paisagistas (ASLA), empresas e a Autoridade Habitacional de Nova York. Em 2021 a iniciativa lançou a “Agenda Florestal Urbana de Nova York: em direção a uma cidade de Nova York saudável, resiliente, equitativa e justa”⁷⁷ e também “O Estado da Floresta Urbana da Cidade de Nova York”. A localidade também apresenta uma série de ações ligadas à arborização urbana, como o documento “A Floresta Urbana da Cidade de Nova York”⁷⁸ (2018) e, em âmbito estadual, o “Plano de Ação Florestal do Estado de Nova York”⁷⁹ (2020), além da plataforma “Árvores de Rua da Cidade de Nova York”⁸⁰ com mapeamento e informações.

A cobertura arbórea da cidade de Nova York compreende 22% da área municipal, somando mais de 7 milhões de árvores. Diante disso, é buscado o aumento desse índice para 30% até 2035. O projeto *Million Trees NYC* foi responsável pelo plantio de 1 milhão de árvores em Nova York, fato que evidencia a soma de ações objetivadas ao planejamento da arborização a partir de agentes da sociedade civil, tomadores de decisão e organizações não-governamentais.

Em Phoenix foi adotado o “Plano Diretor de Árvore e Sombra”⁸¹ (2010) com o objetivo de alcançar 25% de cobertura arbórea até 2030 e promover uma cidade “neutra em carbono” nas próximas décadas. O documento indica a criação de um

⁷⁶ Tradução livre de “*Tree Preservation Study*”.

⁷⁷ Tradução livre de “*NYC Urban Forest Agenda: Toward A Healthy, Resilient, Equitable, and Just New York City*”.

⁷⁸ Tradução livre de “*The Urban Forest of New York City*”.

⁷⁹ Tradução livre de “*New York State Forest Action Plan*”.

⁸⁰ Tradução livre de “*NYC Street Tree Map*”.

⁸¹ Tradução livre de “*Tree and Shade Master Plan*”.

“Plano de Gestão de Árvore e Sombra”⁸², projeto sem conteúdos publicados *online* até então.

Para Portland, o planejamento da arborização abrangeu diferentes instrumentos. Em 2004 foi adotado o “Plano de Gestão Florestal Urbana de Portland”⁸³, seguido pelo “Plano de Ação para Floresta Urbana”⁸⁴, publicado em 2007 e onde são descritos objetivos, prazos e outras informações. Anualmente são lançados planos de ações com enfoque ligado à aplicação dos tópicos abrangidos pelo Plano de Gestão de 2007, com apresentação de programas governamentais, ações de educação e atualizações sobre a floresta urbana e sua manutenção (PORTLAND, 2022). Para a análise nesse trabalho foi empregado o instrumento de 2004 devido a estrutura do instrumento, que engloba inventário arbóreo e a definição do planejamento a ser empregado, informações que embasaram demais planos.

Já em São Francisco, o “Plano para Floresta Urbana de São Francisco”⁸⁵ é subdividido em 3 etapas: “Árvores de Rua”; “Parques e Espaços Livres”; “Edifícios e propriedades privadas”. Publicado em 2014, a primeira fase abrangeu a arborização de vias, apresentando diagnóstico urbano, mapeamentos e objetivos centrados nesses espaços. Não há previsão de publicação das demais etapas.

Em Seattle foi adotado o “Plano de Gestão da Floresta Urbana de 2020”⁸⁶, apresentado como uma versão atualizada do plano homônimo elaborado em 2007. Como destaque, o documento aponta uma estimativa de 5 bilhões de dólares como o valor da floresta urbana de Seattle, caso a vegetação fosse replantada e gerida até o porte atual.

Em Washington, o “Plano de Ação para Floresta Estadual do Distrito de Colúmbia”⁸⁷ (2020) menciona todos os parques e centros de lazer locais e indica habitats prioritários. Como em outros planos da América do Norte, o instrumento menciona espécies arbóreas que compõem a floresta urbana como parte do inventário arbóreo, sem especificar a indicação de espécies a serem plantadas pelos agentes públicos e população. Uma possível motivação pode ser o predomínio do manejo

⁸² Tradução livre de “*Tree and Shade Management Plan*”.

⁸³ Tradução livre de “*Portland Urban Forestry Management Plan*”.

⁸⁴ Tradução livre de “*Urban Forest Action Plan*”.

⁸⁵ Tradução livre de “*San Francisco Urban Forest Plan*”.

⁸⁶ Tradução livre de “*2020 Urban Forest Management Plan*”.

⁸⁷ Tradução livre de “*District of Columbia State Forest Action Plan*”.

florestal de forma governamental e tecnicamente capacitada, ou ainda pela utilização de normas e guias específicos.

No âmbito da América Latina, não foram encontrados resultados acerca de planos de arborização para as cidades de Lima, Quito e Santiago, fato que não significa a inexistência de instrumentos objetivados ao planejamento das florestas urbanas formatados em documentos, sobretudo no ambiente interno das estruturas administrativas governamentais. Por exemplo, a cidade de Quito possui cinco manuais técnicos para arborização urbana, abrangendo os temas de plantação; manutenção; proteção em obras civis; poda; e cuidados especiais.

Em Buenos Aires, o “Plano Diretor para o Arvoredo Público Linear da Cidade Autônoma de Buenos Aires”⁸⁸ (2013) foi compartimentado em dois volumes, produzidos em anos distintos. Enquanto o primeiro volume apresenta o diagnóstico local relacionado à floresta urbana, o segundo volume possui enfoque na apresentação dos objetivos do plano, como a ampliação das 370 mil árvores para 440 mil indivíduos durante, pelo menos, 4 anos.

O planejamento da arborização em Bogotá emprega o “Plano Distrital de Silvicultura Urbana, Áreas Verde e Jardinagem para o Distrito Capital de Bogotá”⁸⁹ (2019), que destaca a população de mais de 1 milhão de árvores nos espaços públicos locais, segundo mapeamentos. O documento apresenta um número elevado de mapas que espacializam as informações dispostas. Em 2007 foi elaborado o “Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá” com o intuito de guiar ações práticas, com expectativa de ser atualizado nos anos seguintes ao plano de silvicultura (JBB, 2007).

Para Medellín, em escala regional foi proposto o “Plano Diretor de Espaços Públicos Verdes Urbanos da Região Metropolitana do Vale de Aburrá”⁹⁰ (2007), onde a questão climática é pouco abrangida. Do total metropolitano de 428.830 árvores na época, Medellín abrangia 79,92%, com 342.725 árvores. Por mais que o Plano seja antigo, foi sucedido por outros instrumentos, como manuais e um plano de renaturalização para Medellín, porém sem novos planos com enfoque no planejamento específico da arborização.

⁸⁸ Tradução livre de “*Plan Maestro para el Arbolado Público Lineal de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires*”.

⁸⁹ Tradução livre de “*Plan Distrital de Silvicultura urbana, Zonas Verdes y Jardinería para Bogotá D.C.*”.

⁹⁰ Tradução livre de “*Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región Metropolitana del Valle de Aburrá*”.

Diferente das demais cidades, na Cidade do México o planejamento foi realizado em um documento em formato de livro intitulado “Presente e Futuro das Áreas Verdes e do Arvoredo da Cidade do México”⁹¹ (2010), com enfoque principal de apresentar um diagnóstico, ao invés de estabelecer uma estrutura de planejamento. Além disso, para a localidade são adotados manuais destinados ao manejo, plano de ação climática, plano destinado ao desenvolvimento sustentável, entre outros.

O documento analisado destaca superficialmente os benefícios da arborização urbana e não cita a problemática relacionada às plantas invasoras. Acerca da educação ambiental, há indicação das vantagens, sem o estabelecimento de ações a serem empregadas para tal tópico.

Já em Guadalajara, o “Plano de Ordenamento Florestal Metropolitano”⁹² (2018), de abrangência regional, indica a elaboração futura de programas municipais para a arborização urbana. O documento apresenta metas e iniciativas para a região, porém sem aprofundamento.

No Brasil, em Curitiba e Salvador os planos de arborização estão em fase de elaboração, o “Plano de Arborização Urbana” de Curitiba e o “Plano Diretor de Arborização Urbana do Município de Salvador”. No Rio de Janeiro, o “Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro” (2015) é um amplo instrumento que evidencia a importância das questões climáticas, inclui a apresentação de 15 programas governamentais empregados e, inclusive, destaca ferramentas administração adotadas.

Por mais que o plano não proponha o sequestro de carbono e a adaptação climática, são mencionados e discorridos outros planos, documentos e legislações que abrangem tais questões. Também foi observado o emprego de uma “árvore-símbolo” para a cidade, no caso a “*Cariniana ianeirensis*”, ou Jequitibá-açu, estratégia utilizada por muitas localidades para a valorização da biodiversidade local e maior simbolismo cultural, paisagístico e estético.

Em São Paulo, o “Plano Municipal de Arborização Urbana” (2020a) abrange amplo conteúdo. Embora não haja um inventário arbóreo urbano finalizado, esse diagnóstico compõe uma ação desejada, a ser vinculado ao atual Sistema de Gerenciamento de Árvores Urbanas (SISGAU), que possui mais de 100 mil árvores

⁹¹ Tradução livre de “*Presente y Futuro de las Áreas Verdes y del Arbolado de la Ciudad de México*”.

⁹² Tradução livre de “*Plan de Ordenamiento Forestal Metropolitano*”.

catalogadas. Além disso, foi realizado o mapeamento da cobertura vegetal da cidade de São Paulo em 2020. O Manual Técnico de Arborização Urbana (2015) é empregado em paralelo como fonte para capacitação técnica e possui revisão prevista para 2023.

Segundo o plano, as subprefeituras de São Paulo guiarão o desenvolvimento de planos locais para a arborização urbana. Será elaborado também o “Manual Técnico de Manejo da Arborização Urbana”, o “Manual de Compostagem e Reaproveitamento de Resíduos Arbóreos” e o “Plano de Ação para Mitigação às Mudanças Climáticas”, a serem normatizados para possibilitar maior amparo legal.

O plano abrange 170 ações a serem desenvolvidas com relatórios de acompanhamento publicados anualmente. Somado a isso, o documento destaca temas como a Agenda 2030 e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, infraestrutura verde, formas de participação social, estratégias para educação ambiental, entre outros, sendo o único plano estudado alinhado a todos os critérios analisados.

Os QUADROS 4 e 5 representam os resultados da pesquisa com 22 das 29 cidades que compõem o C40 e que possuíam trabalhos disponíveis online. Os eixos e critérios de análise foram empregados para analisar os PDAU das cidades, totalizando 20 tópicos. O objetivo é possibilitar um segundo nível de delimitação do estudo, a fim de permitir a seleção de estudos de caso.

Como já mencionado, embora não seja o objetivo desta dissertação ranquear os planos, a abrangência, ou não, dos critérios analisados merece destaque. Após São Paulo, os planos das cidades de Bogotá, Medellín, Toronto, Austin e Portland apresentaram maior abrangência dos critérios que nortearam essa etapa de análise. De forma oposta, planos da Cidade do México e Montréal apresentaram maior divergência dos tópicos analisados.

QUADRO 4 – Planos norte-americanos analisados

EIXO	CRITÉRIO	CANADÁ										ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA									
		Montréal	Toronto	Vancouver	Austin	Chicago	Houston	Los Angeles	Miami	Nova Orleans	Nova York	Phoenix	Portland	San Francisco	Seattle	Washington					
ESTRUTURA DO PLANO	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	2	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	-					
	3	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X					
	4	-	X	-	X	-	X	-	X	X	-	X	X	-	-	-					
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	7	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-					
	8	-	X	X	X	X	-	-	-	-	X	-	X	X	X	X					
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
PROTEÇÃO AMBIENTAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	13	-	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X					
	14	-	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X					
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
PARTICIPAÇÃO SOCIAL	16	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	17	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X					
PARTICIPAÇÃO SOCIAL	18	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X					
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					

FONTE: O autor (2022).

QUADRO 5 – Planos latino-americanos analisados

EIXO	CRITÉRIO	ARGENTINA			BRASIL			COLÔMBIA			MÉXICO	
		Buenos Aires	Rio de Janeiro	São Paulo	Bogotá	Medellin	Cidade do México	Guadalajara				
ESTRUTURA DO PLANO	1 DESTAQUE À "VISÃO", "METAS" E/OU "OBJETIVOS" DO PLANO	X	X	X	X	X	-	-				
	2 DEFINIÇÃO DE ETAPAS, PRAZOS E/OU PRÓXIMA REVISÃO DO PLANO	-	X	X	X	X	-	-				
	3 POLÍTICAS E PROGRAMAS EXISTENTES	X	X	X	X	X	X	X				
	4 LEI DE APROVAÇÃO DO PLANO E OUTROS MARCOS LEGAIS	X	X	X	X	X	X	X				
	5 CORPO TÉCNICO E RESPONSÁVEIS	X	X	X	X	X	-	-				
	6 ESTRATÉGIAS DE MONITORAMENTO DO PLANO E FISCALIZAÇÃO, PREVISÃO DE RELATÓRIOS REGULARES	X	X	X	X	X	-	-				
	7 VIABILIZAÇÃO ECONÔMICA: ORÇAMENTOS, INVESTIMENTOS, INCENTIVOS E PUNIÇÕES	-	X	X	X	X	-	-				
IMPLANTAÇÃO E MANEJO	8 APRESENTA INVENTÁRIO ARBÓREO: SITUAÇÃO DAS ÁRVORES, QUANTITATIVOS E/OU MAPEAMENTOS	X	X	X	X	X	X	X				
	9 INSERÇÃO DE MUDAS: RESTRIÇÕES, AFASTAMENTOS E OUTROS	X	-	X	-	-	-	-				
PROTEÇÃO AMBIENTAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS	10 POLÍTICA DE REMOÇÃO E SUBSTITUIÇÃO, TRATAMENTO DE RESÍDUOS/COMPOSTAGEM, CUIDADOS COM PRAGAS, FOGO, DESASTRES NATURAIS E ÁRVORES PERIGOSAS	X	X	X	X	X	X	X				
	11 POLÍTICAS VOLTADAS A ÁREAS PRIVADAS	-	X	X	X	X	-	X				
	12 BENEFÍCIOS DA ARBORIZAÇÃO	X	-	X	X	X	X	X				
	13 ESPÉCIES INDICADAS E CUIDADOS COM ESPÉCIES INVASORAS	X	X	X	X	X	-	-				
	14 CONEXÃO DE ÁREAS VERDES E CORREDORES VEGETADOS EM ÁREAS URBANAS, PERIURBANAS E/OU RURAIS	X	X	X	X	X	X	X				
PARTICIPAÇÃO SOCIAL	15 CITAÇÃO À AGENDA 2030 / OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS) OU OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO DO MILÊNIO (ODM)	-	-	X	-	-	-	X				
	16 VISA MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E BUSCA PELO SEQUESTRO DE CARBONO	X	X	X	X	X	-	X				
PARTICIPAÇÃO SOCIAL	17 CONCEITOS COMO INFRAESTRUTURA VERDE, SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA, RESTAURAÇÃO ECOSISTÊMICA OU RELACIONADOS	X	-	X	X	X	-	X				
	18 PROPOSTAS CENTRADAS NOS ESPAÇOS PÚBLICOS E NA VITALIDADE URBANA	X	X	X	X	X	-	X				
	19 ENVOLVIMENTO DA COMUNIDADE NA ELABORAÇÃO E/OU FISCALIZAÇÃO DO PLANO	X	X	X	X	X	X	X				
	20 PROGRAMA DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL, DATAS COMEMORATIVAS, ÁRVORES HISTÓRICAS, MARCOS, PATRIMÔNIO OU ÁRVORE-SÍMBOLO	X	X	X	X	X	-	X				

FONTE: O autor (2022).

Da mesma forma que nenhum critério esteve totalmente ausente, em todos os 22 planos analisados estiveram presentes a apresentação de uma política de manejo e menções ao envolvimento da população, seja em maior ou menor aprofundamento. Embora a participação popular seja contemplada pelos instrumentos, houve desde menções pontuais e superficiais ao tópico até a descrição de ações, programas e estratégias diversas empregadas no envolvimento populacional no planejamento e gestão da floresta urbana, como ações de voluntariado, participação em conselhos e comissões, canais de ouvidoria e outras.

Embora alguns documentos não evidenciem visão e objetivos a serem alcançados, houve convergência no destaque à existência de estratégias para a gestão da floresta urbana, como fotografias de ações de plantio e manejo. Nos documentos da América Latina analisados nenhum critério esteve totalmente ausente. Além disso, todos os instrumentos abrangeram a apresentação de políticas e programas existentes, legislações relacionadas ao tema, inventário arbóreo e preocupação com a conexão entre maciços vegetais e a formação de corredores de biodiversidade.

Por sua vez, nenhum dos documentos da América do Norte analisados abrangeu deliberações sobre a inserção de mudas ou menções à Agenda 2030, ODS ou ODM. Todos os planos apresentaram visão, metas e/ou objetivos do plano, corpo técnico e responsáveis envolvidos, estratégias de monitoramento, políticas em áreas privadas, benefícios da arborização e conscientização da população.

Assim, apenas os planos de Buenos Aires e São Paulo indicaram instruções sobre o plantio de mudas, destacando a necessidade de mitigar conflitos entre as árvores e outras infraestruturas urbanas. Acerca da Agenda 2030, ODS e ODM, apenas citaram o assunto os documentos de São Paulo e Guadalajara, evidenciando a conexão entre as árvores e os ODS de forma similar ao exposto no subcapítulo 2.1.

Com base nessa primeira aproximação, foi possível concluir que houve, de fato, uma divergência entre os planos, desde os termos que compõem o título até a própria proposta do instrumento. Cada localidade utiliza no título diferentes termos, como em inglês *“forest plan”*, *“agenda”*, *“management plan”*, *“master plan”* e *“action plan”*, em espanhol *“plan maestro”*, *“plan de ordenamiento”* e *“plan de silvicultura”*, e em português *“plano diretor de arborização”*, *“plano de arborização”* e *“plano municipal de arborização”*.

Os tamanhos também foram variáveis, proporcionalmente ao conteúdo abrangido. Enquanto os documentos de Montréal, Miami e Seattle apresentam, respectivamente, 34, 37 e 41 páginas, os planos de Rio de Janeiro e São Paulo compreendem 416 e 528 páginas, respectivamente. Além disso, alguns documentos empregam imagens, mapas e diagramas para facilitação gráfica, além de linguagem acessível, facilitando o acesso populacional ao ser disponível *online*.

Tais diferenças de abordagem incluem o conteúdo e as formas de divulgação e organização desses planos. Enquanto algumas cidades possuem documentos muito simplificados, outros locais apresentam planos extremamente elaborados, fato que pode resultar de fatores como disponibilidade de equipe técnica, de equipamentos e de recursos; cultura de planejamento da arborização urbana; adoção de instrumentos específicos para determinadas ações, como manejo; entre outros. Vale destacar que o tamanho de documentos não reflete, necessariamente, uma maior qualificação do instrumento ou abrangência de seu conteúdo e propostas.

A partir desse segundo nível de análise, foram selecionados três PDAU a comporem os estudos de caso, os instrumentos de Austin, Bogotá e São Paulo. Como delimitação, foram buscados os planos com maior alinhamento aos critérios adotados, que fossem mais novos e limitados a um documento por país, de forma a ampliar geograficamente a análise. Dentre os 22 planos analisados, os três documentos apresentaram extensos conteúdos e proposições, o que enriquece as possibilidades para as análises dentro dos casos e a análise cruzada.

Outras possibilidades de delimitação da pesquisa poderiam ser adotadas se considerados, respondendo a aspectos diversos, o que reforça a complexidade e possibilidades das pesquisas com estudos de caso. Além de ser possível, inclusive, a adoção de maior número de casos, de acordo com o tempo disponível para pesquisa ou a delimitação geográfica adotada. Para esta dissertação, o recorte é justificado pelo fato de os três casos representarem destaque no cumprimento dos tópicos analisados.

Este capítulo apresentou a metodologia empregada para o estudo comparativo dos três casos selecionados. Dividido em cinco etapas, o trabalho adota uma pesquisa em bibliografia e documentos para embasar as demais seções, como a descrição dos casos, a análise dentro dos casos e a análise cruzada, contidas no capítulo 4.



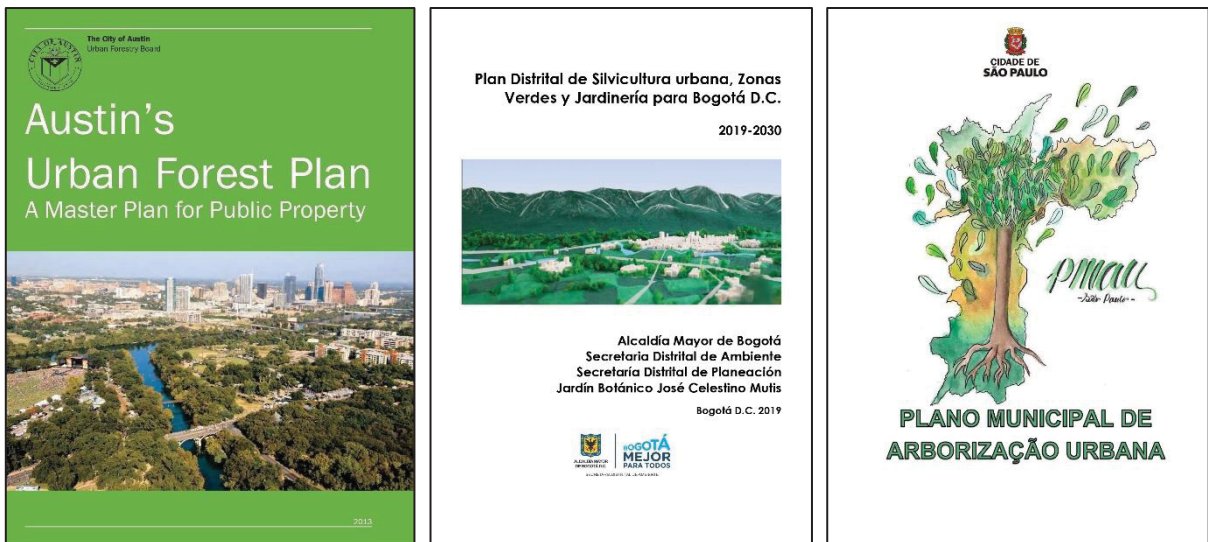
ESTUDOS DE CASO

4 ESTUDOS DE CASO

Para realizar a análise comparativa dos Planos Diretores de Arborização Urbana das cidades americanas que compõem o grupo C40 selecionadas por este estudo, primeiramente cada caso é descrito brevemente. Para isso, serão evidenciados os contextos de cada cidade segundo Cellard (2012), destacando o contexto de elaboração dos documentos, os autores e agentes envolvidos, a natureza dos planos, suas tipologias e propostas, bem como os conceitos-chave que os fundamentam. Assim, anteriormente à análise de cada plano há uma contextualização sobre o planejamento da arborização em escala local, de forma a embasar a análise dentro do caso e, conseqüentemente, a análise cruzada.

Os três estudos de caso analisados neste capítulo são, respectivamente, o “Plano para Floresta Urbana de Austin: um Plano Diretor para Propriedade Pública”, o “Plano Distrital de Silvicultura Urbana, Áreas Verde e Jardinagem para o Distrito Capital de Bogotá” e o “Plano Municipal de Arborização Urbana de São Paulo”. A FIGURA 9 é composta pelas capas dos três PDAU que compõem os estudos de caso analisados.

FIGURA 9 – Capas dos PDAU analisados

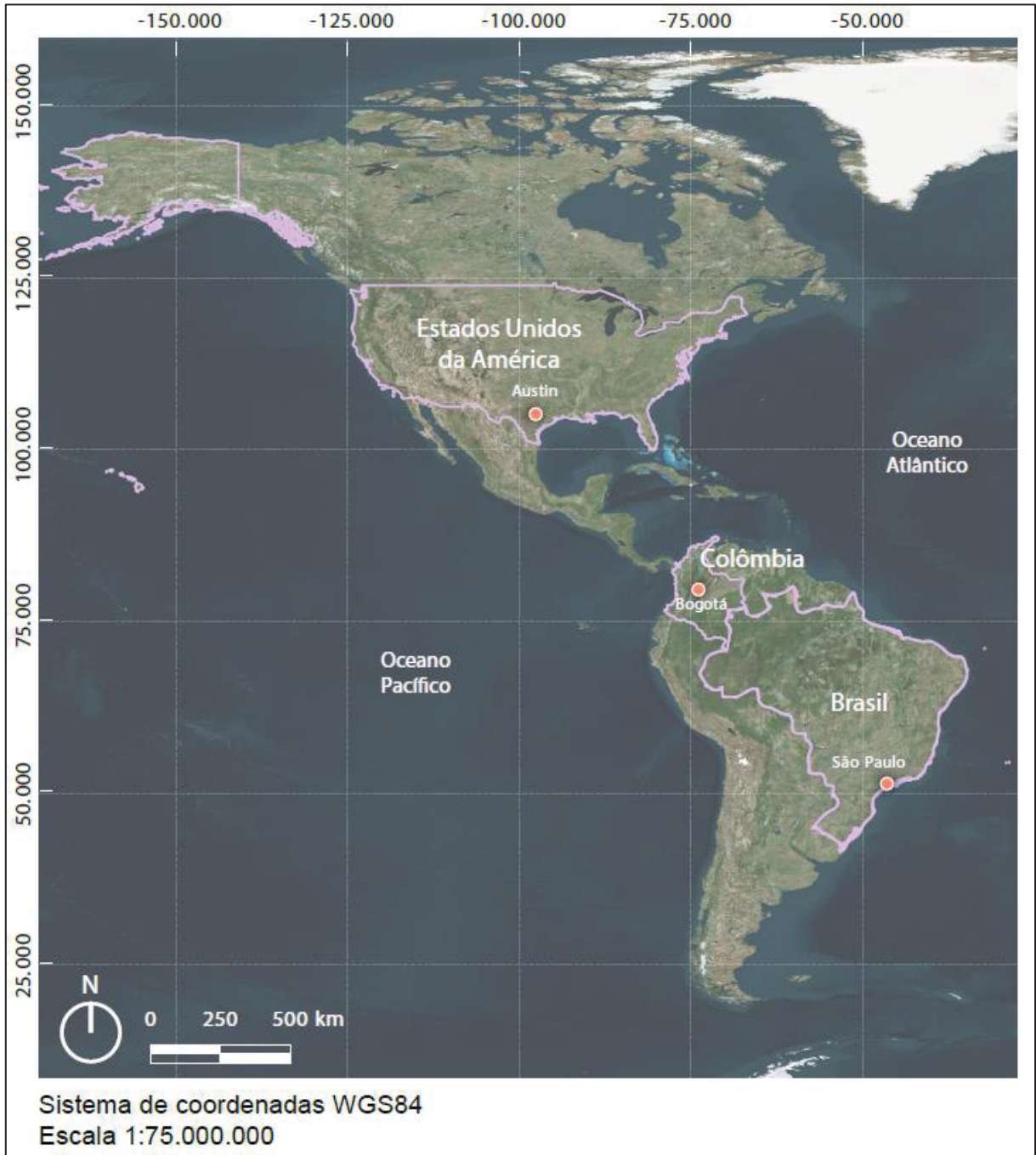


FONTE: AUSTIN (2013); BOGOTÁ (2019); SÃO PAULO (2020a).

O MAPA 1 abrange a localização das três cidades, Austin, Bogotá e São Paulo, em contexto continental. Cada localidade possui um conjunto específico de características socioculturais e geográficas, além de diferentes maneiras de elaborar

planos de arborização e variados objetivos almejados, fatores que agregam possibilidades à análise comparativa desta pesquisa.

MAPA 1 – Localização continental dos estudos de caso



FONTE: O autor (2022) a partir de base de dados Bing Maps.

Como disposto no capítulo 3, esta pesquisa com estudos de casos busca responder, sobretudo, a três questionamentos embasados na pesquisa exploratória bibliográfica e documental. Portanto, o objetivo desse capítulo é abranger as etapas 3, 4, 5 e 6 desta dissertação, respectivamente, a descrição dos casos e a análise dentro do caso nos subcapítulos 4.1, 4.2 e 4.3; e a análise cruzada no subcapítulo 4.4.

Primeiramente, foi questionado como o conteúdo dos PDAU aborda o processo de planejamento das florestas urbanas em resposta à crise climática.

Em seguida, quais as principais propostas de planejamento, projetos urbanos e programas governamentais que empregam a arborização urbana na mitigação e adaptação climáticas e como esse conteúdo é apresentado.

A terceira questão de pesquisa possui como enfoque compreender como são propostas estratégias para uma maior participação social no processo de planejamento e gestão da arborização urbana.

4.1 AUSTIN, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Membro do grupo C40 desde 2006, a cidade de Austin é capital do estado do Texas, nos Estados Unidos da América. Localizada às margens do Rio Colorado, Austin possui contingente populacional de pouco mais de um milhão de habitantes (AUSTIN, 2022).

A região de Austin está inserida em um bioma de campos de regiões temperadas (FISHER, 2018). A altitude aproximada em relação ao nível do mar é de 163 metros, e o clima é frio e temperado, com pluviosidade média de 924 mm anuais e temperatura média de 20,4 °C (CLIMATE-DATA.ORG, 2020a). A FIGURA 10 ilustra a região central da cidade de Austin, com evidência ao Rio Colorado.

FIGURA 10 – Vista área da região central de Austin.

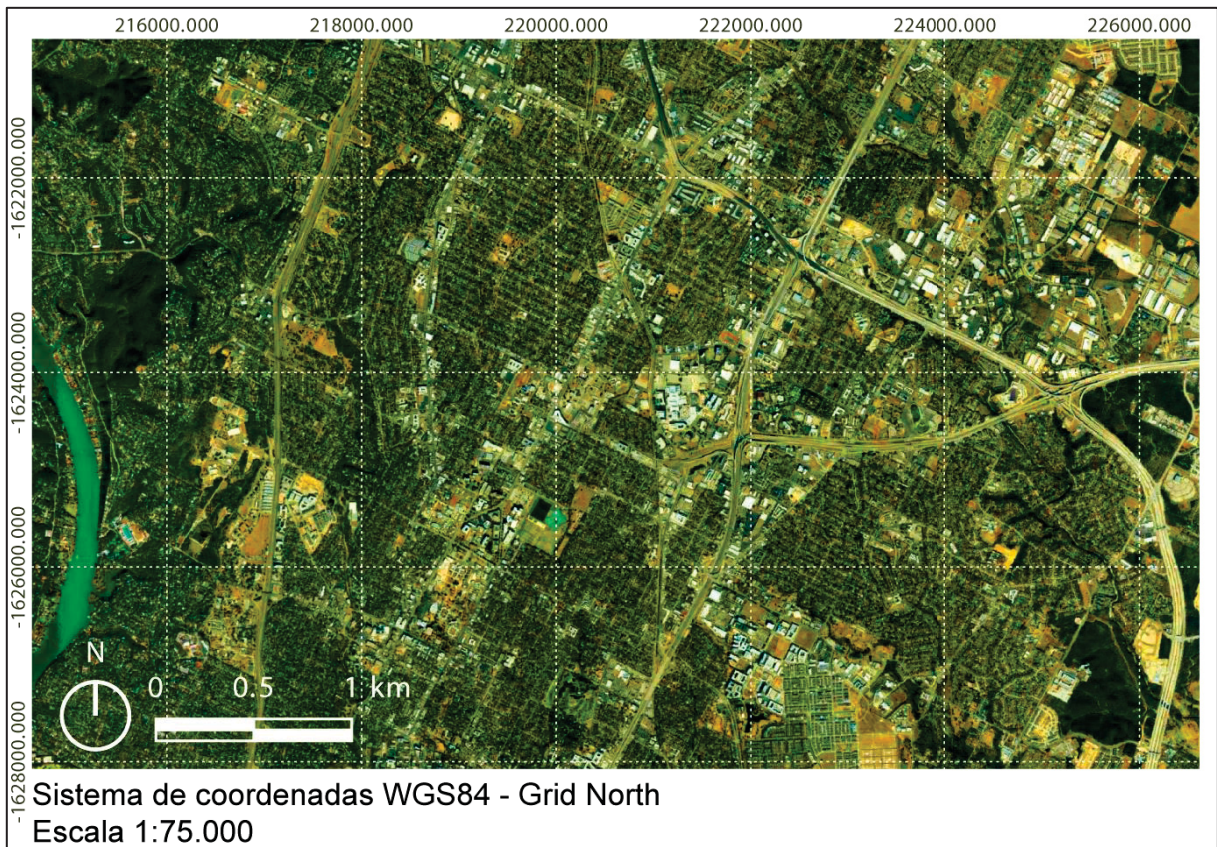


FONTE: BARASA (2022).

O MAPA 2 apresenta parte do tecido urbano e floresta urbana da região central de Austin. É destacada a predominância de áreas vegetadas de maiores

dimensões próximas ao Rio Colorado através da edição artística da coloração do mapa. A presença de vegetação através do sistema viário é densa e se estende através de diferentes localidades, bem como são visíveis maciços vegetados próximos ao curso d'água e regiões diversas.

MAPA 2 – Região central de Austin



FONTE: O autor (2022) a partir de base de dados Bing Maps.

Já citado, o documento “Floresta Urbana de Austin, 2014” (NOWAK *et al.*, 2016) destaca que 33,8 milhões de árvores possuem copas que cobrem 30,8% do município, com armazenamento de 1,9 milhão de toneladas de carbono, equivalente ao valor estimado de US\$ 242 milhões. Além disso, é estimado também o sequestro de 92.000 toneladas de carbono anualmente, equivalente aproximadamente a US\$ 11,6 milhões, e 1.300 toneladas de poluição por ano, ou US\$ 2,8 milhões, além de outros benefícios e vantagens financeiras da floresta urbana de Austin destacadas pelo documento.

Em 2020 foi lançado o “Mapa de Prioridades para as Árvores da Comunidade”⁹³, um mapa interativo online de acesso público contendo informações sobre a floresta urbana de Austin. No mesmo ano, foi publicada a “Avaliação de Vulnerabilidade da Floresta Urbana e Áreas Naturais de Austin”⁹⁴, relatório sobre a situação climática de Austin, propondo considerações ao gerenciamento de locais mais vulneráveis e ambientes naturais (BRANDT *et al.*, 2020).

Além dessas estratégias, para o planejamento urbano de Austin tem havido a elaboração de planos e ações voltados à indicação de espécies apropriadas à região; preocupações com os *habitats*; programas de infraestrutura verde; plano de gestão de espécies invasoras; programas de mitigação de incêndio; plano para as proximidades do Rio Colorado; propostas voltadas à proteção climática; promoção de telhados verdes; e proteção da bacia hidrográfica.

Embora os últimos anos tenham registrado uma série de propostas ligadas à floresta urbana de Austin, o instrumento que especificamente promove o planejamento da arborização urbana provém do “Programa de Arborização Urbana”, lançado em 2012. O “Plano para Floresta Urbana de Austin: um Plano Diretor para Propriedade Pública”, publicado em 2013, é um documento equivalente a um Plano Diretor de Arborização Urbana, sendo empregado para análise dentro do caso. O instrumento foi desenvolvido pelo Conselho Florestal Urbano e funcionários do poder público local, elaborado durante dois anos (AUSTIN, 2013).

O conteúdo do plano abrange o estado da floresta urbana de Austin, formas de implementação das propostas e outros temas. A introdução contempla o que é uma floresta urbana, escopo do plano, benefícios da arborização urbana, a necessidade do plano, os objetivos e visão propostos para a floresta urbana de Austin, princípios guiadores do instrumento e as “vozes da comunidade”, tópico ligado à participação social.

O estado da floresta urbana abrange o contexto regional, aspectos históricos, mensurações para um florestamento urbano sustentável e desafios à arborização. Frente a isso, há a previsão de relatórios anuais contendo atualizações sobre o estado da floresta urbana de Austin. O plano foi elaborado para ser executado por um prazo de 20 anos, com revisões previstas a cada 5 anos.

⁹³ Tradução livre de “*Community Tree Priority Map*”.

⁹⁴ Tradução livre de “*Vulnerability Assessment of Austin’s Urban Forest and Natural Areas*”.

A primeira questão desta pesquisa preocupa-se como o conteúdo dos PDAU aborda o processo de planejamento das florestas urbanas em resposta à crise climática. Diante disso, vale destacar que a visão do plano é evidenciada já na primeira página do documento e dispõe que:

A floresta urbana de Austin é uma mistura saudável e sustentável de árvores, vegetação e outros componentes que compõem um ecossistema contíguo e próspero valorizado, protegido e cuidado pela Cidade e por todos os seus cidadãos como um ativo ambiental, econômico e comunitário essencial (AUSTIN, 2013, p. 1)⁹⁵.

A expressão “pela Cidade” faz menção ao poder público de Austin. Essa visão do plano destaca a conexão existente entre a vegetação da cidade e os benefícios gerados ao ecossistema urbano. Tal abordagem se estende pelo documento, onde as árvores são evidenciadas enquanto agentes colaboradores para um espaço urbano resiliente. Assim, é teorizado e são propostas estratégias sobre infraestrutura verde e resiliência urbana, enquanto menções diretas à questão climática são reduzidas.

Anterior à aprovação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável em 2015, o documento não faz referência aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, de 2000, e outras abordagens ligadas diretamente às alterações do clima. Portanto, o plano, de fato, busca o estabelecimento de um ambiente urbano mais resiliente, com ecossistemas protegidos e cobertura arbórea progressivamente maior. Entretanto, são propostos poucos tópicos pautados especificamente nas alterações globais do clima.

A segunda questão de pesquisa é centralizada em quais as principais propostas de planejamento, projetos urbanos e programas governamentais que empregam a arborização urbana na mitigação e adaptação climáticas e como esse conteúdo é apresentado. As propostas do plano são listadas sequencialmente com uma breve descrição, sem detalhamento da aplicação, agentes envolvidos e outras informações, como viabilização econômica, orçamentos, investimentos, incentivos e punições.

⁹⁵ Tradução livre de *“Austin’s urban forest is a healthy and sustainable mix of trees, vegetation, and other components that comprise a contiguous and thriving ecosystem valued, protected, and cared for by the City and all of its citizens as an essential environmental, economic, and community asset”* (AUSTIN, 2013, p. 1).

O enfoque das proposições está na proteção e expansão da floresta urbana em si. Entre as propostas, é visado aumentar a diversidade de espécies arbóreas, com maior mescla de árvores do bioma, além das plantas serem apropriadas ao local implantado. Também é buscada uma composição vegetal da floresta urbana que considere os cenários climáticos previstos para Austin.

No documento são propostos seis temas para condensar as estratégias a serem empregadas: “Proteção e Preservação”; “Floresta Urbana Sustentável”; “Planejamento e Projeto”; “Plantio, Cuidado e Manutenção”; “Educação e Divulgação”; e “Quadro de Gestão da Floresta Urbana”, tema que abrange as duas propostas destacadas na FIGURA 11.


A primeira proposta frisada, “Prioridades de Gestão”, visa maior alinhamento das iniciativas a serem realizadas com a proteção ecossistêmica. O segundo tópico, “Necessidades de Recursos”, por sua vez, abrange a garantia de recursos para o cumprimento do plano.

FIGURA 11 – Forma de citação das propostas

Chapter 3: Implementation

Community Voices

“Preserve trees along rights-of-way.”



URBAN FOREST MANAGEMENT FRAMEWORK
Policies related to City organizational structure and staffing levels, staff qualifications, involvement of City forestry staff in other City disciplines and functions, and funding for urban forest programs and efforts.

UF-1 Management Priorities
 Evaluate and document the ecosystem services and benefits of the urban forest. Consider the value of those services and benefits when seeking a balance between multiple and potentially competing needs of the environment, utilities and infrastructure, safety, the rights of property owners, budget priorities, and the desires of the public.

UF-2 Resource Needs
 Ensure adequate resources are dedicated to the management of Austin’s urban forest and its ecosystem functions to support the City’s vision for its urban forest. Identify and quantify gaps in urban forest management funding compared with national benchmarks and incorporate those needs in the Departmental budgeting process.

FONTE: AUSTIN (2013).

A partir do evidenciado na FIGURA 11, é possível exemplificar a maneira empregada no documento para apresentar e descrever sinteticamente as ações pretendidas. Tal forma de detalhamento das propostas dificulta compreender detalhes relacionados à forma de desenvolvimento dessas ações, agentes envolvidos em cada proposta e outras informações.

O terceiro questionamento busca compreender como são propostas estratégias para uma maior participação social no processo de planejamento e gestão da arborização urbana. Sobre o envolvimento populacional, o plano de Austin empregou ações combinadas.

Houve o recebimento de comentários da comunidade através de ações presenciais e canal *online*, que incluiu fórum com interação entre os usuários, o qual não existe atualmente. A cooperação e compartilhamento de responsabilidade sobre as árvores de Austin é fator compreendido pelo plano como inerente à uma floresta urbana verdadeiramente sustentável.

O documento apresenta 18 organizações sociais que são envolvidas com o interesse pela floresta urbana de Austin. Além disso, ações de conscientização ocorreram pelos bairros e foram empregadas reuniões de trabalho com representantes da comunidade, de forma a permitir a colaboração em debater objetivos a serem visados pelo plano. A FIGURA 12 apresenta uma fotografia de uma das edições de oficina pública com membros da sociedade civil.

FIGURA 12 – Oficina pública com representantes da comunidade



FONTE: Austin (2013).

A divulgação de informações sobre o estado da floresta urbana de Austin e ações de gestão realizadas é feita através de perfis em mídias sociais e *website*. Embora não haja muitas informações e detalhes divulgados, nem grande interação com o público e seguidores, os perfis em redes sociais apresentam uma opção de registro e difusão sobre o tema, colaborando com a conscientização populacional.

A partir desse panorama apresentado, fica evidenciada a abrangência de múltiplas estratégias voltadas à participação social e à proposição de objetivos interconectados sob diferentes temas, fatores que qualificam o planejamento da floresta urbana realizado em Austin. Mesmo sendo um documento elaborado há uma década, a abrangência do conteúdo, as metas propostas e ações práticas são articuladas de forma que sejam empregadas estratégias concretas na realização da arborização urbana. Mesmo que o problema das alterações climáticas não seja discorrido de forma aprofundada pelo plano, a busca pela resiliência e a compreensão da floresta urbana enquanto infraestrutura verde associam o florestamento ao aumento da sustentabilidade urbana.

4.2 BOGOTÁ, COLÔMBIA

A cidade de Bogotá é a capital do departamento da Cundinamarca e da Colômbia, sendo situada junto às Cordilheiras dos Andes. Membro do grupo C40 desde 2006, possui população de 7,8 milhões de habitantes, segundo dados da Secretaria de Planejamento Distrital de Bogotá (BOGOTÁ CÓMO VAMOS, 202?).

A região está inserida em um bioma alpino (FISHER, 2018). Além disso, Bogotá está situada a 2586 metros acima do nível do mar, com predominância de um clima quente e temperado, temperatura média de 12,9 °C e precipitação média de 1091 mm anuais (CLIMATE-DATA.ORG, 2020b). A FIGURA 13 apresenta a vista aérea da região de Bogotá, com destaque à situação do grande centro urbano no planalto Cundiboyacense.

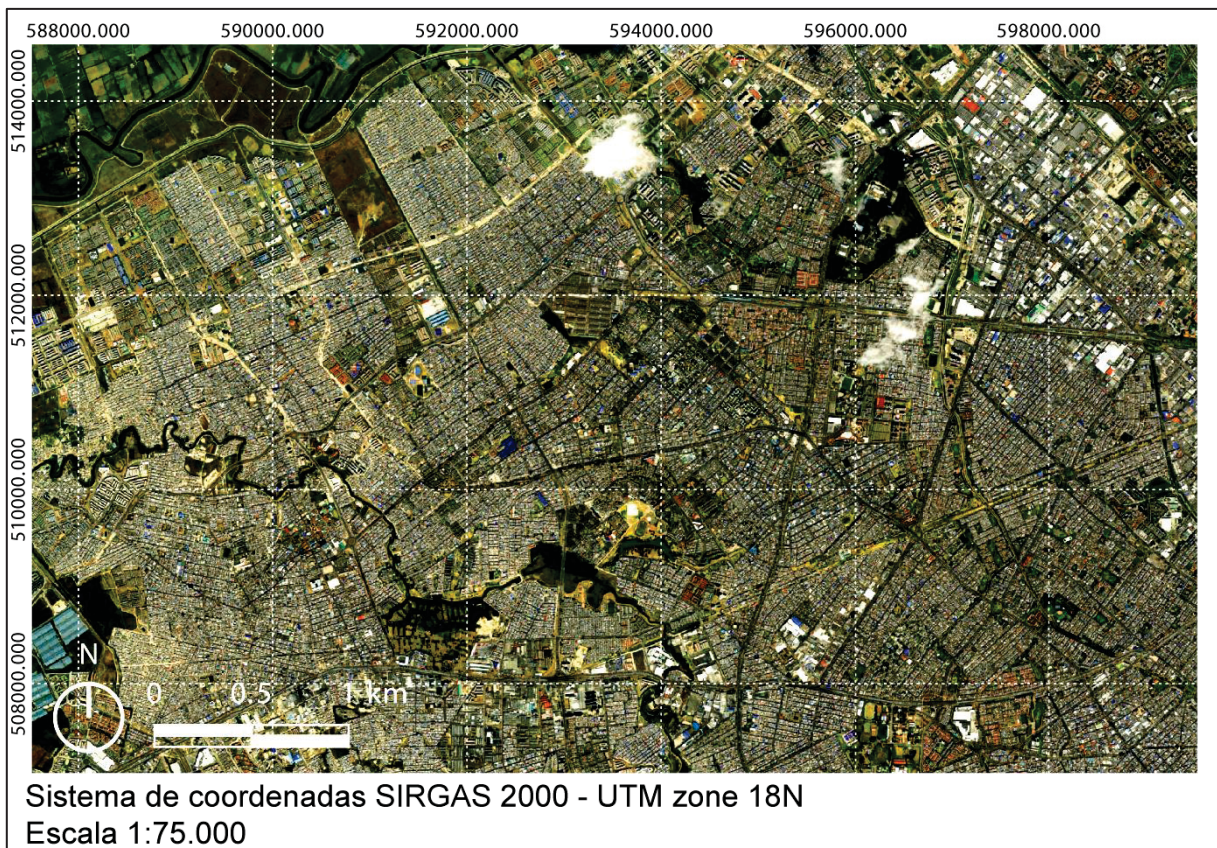
FIGURA 13 – Vista aérea de Bogotá



FONTE: MARTÍNEZ (2020).

O MAPA 3 apresenta o tecido urbano da região central de Bogotá, com coloração alterada para maior destaque à floresta urbana. Embora não seja o objetivo deste estudo analisar a morfologia urbana ou a distribuição espacial da floresta urbana, é possível evidenciar a reduzida presença de grandes maciços vegetados e vias com densa vegetação arbórea no centro urbano.

MAPA 3 – Região central de Bogotá



FONTE: O autor (2022) a partir de base de dados Bing Maps.

A gestão das coberturas verdes é realizada pelo Jardim Botânico de Bogotá José Celestino Mutis, um centro de pesquisa, administração e recreação. Dentre as ações realizadas pelo Jardim Botânico está a elaboração do inventário arbóreo de Bogotá com adoção de 43 variáveis aplicadas a cada indivíduo.

A organização dessas informações ocorre através de plataforma de sistema de informação geográfica (SIG) de acesso livre e *online*. O objetivo do inventário é “permitir o acesso à informação detalhada sobre a arborização urbana em espaços públicos, jardins, pomares urbanos e periurbanos, bem como promover a apropriação do conhecimento, planejamento ambiental e gestão conjunta para a mitigação das alterações climáticas” (JBB, 202?). Tal objetivo evidencia a importância de diagnosticar detalhadamente a floresta urbana para embasar o planejamento da arborização urbana.

Além de *website* com o mapeamento, o aplicativo “*ArbolApp*” permite o acompanhamento da arborização urbana. Tal banco de informações permite a aplicação de indicadores para embasar pesquisas, como quantitativo das árvores

urbanas, espécies mais abundantes, áreas com maior e menor arborização, dados por regiões, e outras possibilidades. Além dessa plataforma, outro instrumento de acesso público é o “Mapas Bogotá”, com mapeamentos de temas diversos sobre a cidade, incluindo arborização urbana, de forma que é possível a comparação entre dados ambientais, socioeconômicos e demais variáveis.

A “Estratégia Distrital de Crescimento Verde (2021-2030)”⁹⁶ estabelece uma visão para 2030 para variados setores econômicos a partir da busca por inovação e melhores práticas ambientais, visando maior competitividade e promover negócios “verdes”, respondendo a problemas ligados ao meio ambiente de Bogotá. A estratégia possui como enfoque o desenvolvimento econômico sustentável, bem como a aplicação de outros instrumentos como planos de ordenamento territorial, gestão ambiental, planos diretores e outros.

O instrumento responsável pelo planejamento específico da arborização data de 2019 e também busca estratégias a serem empregadas até 2030. O “Plano Distrital de Silvicultura Urbana, Áreas Verde e Jardinagem para o Distrito Capital de Bogotá” foi elaborado pela Secretaria Distrital de Ambiente, Secretaria Distrital de Planejamento e pelo Jardim Botânico José Celestino Mutis.

A elaboração do plano provém da “Estratégia Bogotá + Verde 2030”⁹⁷ (2019), uma iniciativa que além de visar promover a criação do Plano Distrital de Silvicultura Urbana busca a elaboração de Planos Locais de Arborização Urbana. Somado a isso, é almejado o aumento da cobertura arbórea nos espaços públicos, incluindo o plantio de um milhão de árvores em Bogotá.

No que diz respeito à primeira questão de pesquisa, sobre a forma de abordagem do conteúdo do plano quanto ao processo de planejamento das florestas urbanas em resposta à crise climática, vale destacar a visão do plano para 2030 que dispõe:

⁹⁶ Tradução livre de “*Estrategia de Crecimiento Verde (2021-2030)*”.

⁹⁷ Tradução livre de “*Estrategia Bogotá + Verde 2030*”.

Para o ano de 2030 Bogotá terá uma cobertura de áreas verdes, jardins e arvoredo integrados aos elementos urbanos e aos ecossistemas do território em resposta às Mudanças Climáticas, com o objetivo de garantir serviços ambientais e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida dos habitantes e as espécies animais e vegetais da cidade (BOGOTÁ, 2019)⁹⁸.

Junto a essa visão, o objetivo geral do plano visa “Consolidar o arvoredo, áreas verdes e jardins como elementos integradores e estruturantes do desenho urbano e ambiental da cidade”⁹⁹. Portanto, o instrumento é proposto com o intuito de possibilitar o desenvolvimento de uma cidade mais resiliente e adaptadas às alterações do clima, tendo como objetivo predominante o emprego da floresta urbana enquanto elemento constituinte e influenciador do planejamento urbano e ambiental de Bogotá. Assim, ao longo do documento as questões climáticas são abordadas de forma conectada à floresta urbana, desde explicações teóricas sobre a importância das árvores para a resiliência urbana, quanto propostas objetivadas à adaptação climática por meio da arborização.

Quanto à forma que são apresentadas as propostas de planejamento, projetos urbanos e programas governamentais que empreguem a arborização urbana na mitigação e adaptação climáticas, que corresponde ao segundo questionamento, vale destacar que o plano de Bogotá se destaca pelo emprego de mapas para a contextualização de informação e para a espacialização de propostas. A FIGURA 14 apresenta um trecho do capítulo 6.7 do plano, seção onde são descritas as metas visadas pelo instrumento e sintetizadas as principais informações sobre elas.

A FIGURA 15, por sua vez, ilustra um exemplar das tabelas e quadros que condensam os problemas encontrados, objetivos propostos para intervenção, estratégias, resultados esperados e outras informações. Tais formas combinadas de exposição das propostas possibilita interrelacioná-las e detalhar essas iniciativas.

⁹⁸ Tradução livre de “*Para el año 2030, Bogotá contará con coberturas de zonas verdes, jardinería y arbolado integrados a los elementos urbanos y a los ecosistemas del territorio en respuesta al Cambio Climático, con miras a garantizar los servicios ambientales y en consecuencia mejorar la calidad de vida de los habitantes y las especies animales y vegetales de la ciudad*”.

⁹⁹ Tradução livre de “*Consolidar el arbolado, las zonas verdes y la jardinería como elementos integradores y estructurantes del diseño urbano y ambiental de la ciudad*”.

FIGURA 14 – Forma de apresentação das metas do plano

6.7. Metas de Ciudad en Materia de Gestión de la Cobertura Verde

Componente: Gestión Técnica Línea Estratégica: Mejoramiento del arbolado urbano

6.7.1. Aumentar la conectividad física de la Estructura Ecológica Principal.

META: Revegetalizar el 5% de los metros lineales constructivos del recurso hídrico urbano para aumentar la conectividad física de la Estructura Ecológica Principal.

La cobertura arbórea urbana vista solamente como un conjunto de árboles aislados, limita seriamente su potencial, en este sentido es necesario generar procesos de establecimiento de arbolado urbano con objetivos bien definidos, que tengan en cuenta los elementos de la estructura ecológica principal y la reducción de la fragmentación, buscando generar sinergias y procesos de consolidación de las coberturas verdes, mediante la conexión de los relictos naturales, consolidación de entramados y generación de corredores biológicos o ecológicos.

Acciones

- Mejorar la conectividad ecológica a través de corredores de bosques urbanos, a lo largo de calles y enlaces biológicos entre espacios verdes más grandes.

Dicha conectividad está directamente relacionada con acciones

FONTE: BOGOTÁ (2019).

FIGURA 15 – Exemplo de quadro com propostas e resultados esperados

COMPONENTE: GESTIÓN INSTITUCIONAL
Línea Estratégica: Instrumentos económicos, financieros y normativos

Cuadro 3 *Indefinición del modelo de crecimiento de ciudad propiciado por el déficit de determinantes ambientales en los instrumentos de planeamiento y uso del suelo que impiden el crecimiento y desarrollo de la ciudad de manera armónica con su entorno.*

PRODUCTO	INDICADORES DE PRODUCTO	ENTIDAD LIDER / ENTIDAD DE APOYO	PROYECTO y/o Actividad	RESULTADO
Circular de incorporación de los lineamientos del POT en relación con la silvicultura urbana, las zonas verdes y la jardinería en este Plan	Porcentaje de avance de la incorporación de los lineamientos del POT en relación con la silvicultura urbana, las zonas verdes y la jardinería en este Plan.	Alcaldía Mayor de Bogotá y Concejo / Gremios y sectores económicos y sociales	Actualizar y conciliar el POT de la ciudad con todos los sectores políticos, económicos y sociales de la ciudad	Mayor capacidad de resiliencia ambiental de Bogotá sobre la base del desarrollo de un urbanismo sostenible mediante el aumento, articulación y conectividad de los elementos naturales presentes en el área urbana.
Normatividad actualizada para la reglamentación de determinantes ambientales como instrumentos de planeación, respecto a compensación por endurecimiento de área verde pública y procesos constructivos de andenes	Porcentaje de reconversión de áreas duras del espacio público en zonas verdes incluidas en los instrumentos normativos	Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) Curadurías Urbanas y SDP	Desarrollar y evaluar 4 instrumentos de ordenamiento ambiental para la gestión de procesos de planeamiento urbano. Establecer 100% los criterios de ecourbanismo y construcción sostenible a las solicitudes presentadas Gestión para el control de áreas de cesión por construcción y el manejo del espacio público con fines de arborización.	
Aumento de las áreas de cesión contenidas en decretos que reglamenten el uso y generación de área verde pública para proyectos de construcción tanto en área privada como en pública. (cambio normativo)	Áreas nuevas o de cesión de área verde pública en los proyectos de construcción en área privada y pública producto de decretos nuevos o modificados que reglamenten el uso y generación de área verde pública.	Secretaría Distrital de Planeación (SDP) y Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) / Secretaría Distrital de Hábitat (SDH)	Modificar el Decreto 561 de 2015 que determina el proceso constructivo de andenes Modificar la normativa que determina las zonas de cesión para aumentar el área cedida y generar nuevas zonas verdes en espacio público Modificar la resolución conjunta SDA - SDP 001 de 2019 que reglamentan la compensación de zonas verdes por razón de construcción de obra pública, establecida en el Acuerdo Distrital 327 de 2008	

FONTE: BOGOTÁ (2019).

Sobre ao terceiro tópico analisado, acerca de como são propostas estratégias para uma maior participação social no processo de planejamento e gestão da arborização urbana, o plano possui como uma das frentes de atuação a gestão social.

Para isso, as propostas são contidas nas “linhas estratégicas”: participação, educação e comunicação.

Para elaborar o plano, oficinas com a população, aulas sobre questões ambientais e reuniões públicas foram realizadas, de forma que houvesse maior conscientização e colaboração. Além disso, a população pode “adotar” uma árvore, ou seja, se responsabilizar pelos cuidados de um indivíduo arbóreo, estratégia que corresponsabiliza e aproxima a população da floresta urbana. O plano destaca ser imprescindível a vinculação da comunidade para o devido manejo da floresta urbana, além de colaborar com a minimização de vandalismo e infrações.

Com base nessa análise sobre o plano de Bogotá, foi evidenciada uma forma de organização e disponibilização das informações sobre a floresta urbana de maneira abrangente e detalhada. Fato que pode colaborar com a divulgação dos planos e suas propostas, bem como a realização de estudos científicos e embasamento ao processo de tomada de decisões.

4.3 SÃO PAULO, BRASIL

A cidade de São Paulo é localizada no sudoeste do Brasil, sendo capital do estado homônimo. Membro do grupo C40 desde 2005, residem na cidade mais de doze milhões de habitantes (IBGE, 2022). Esse contingente populacional resulta na cidade mais populosa de todo o ocidente.

São Paulo é situada em um bioma de floresta tropical (FISHER, 2018). Com altitude de 771 metros em relação ao nível do mar, a região apresenta clima ameno e temperado, com temperatura média de 19,5 °C e precipitação anual média de 1356 mm (CLIMATE-DATA.ORG, 2020c). A FIGURA 16 ilustra a vista aérea de São Paulo, marcada pela imensidão de edifícios presentes na cidade de São Paulo.

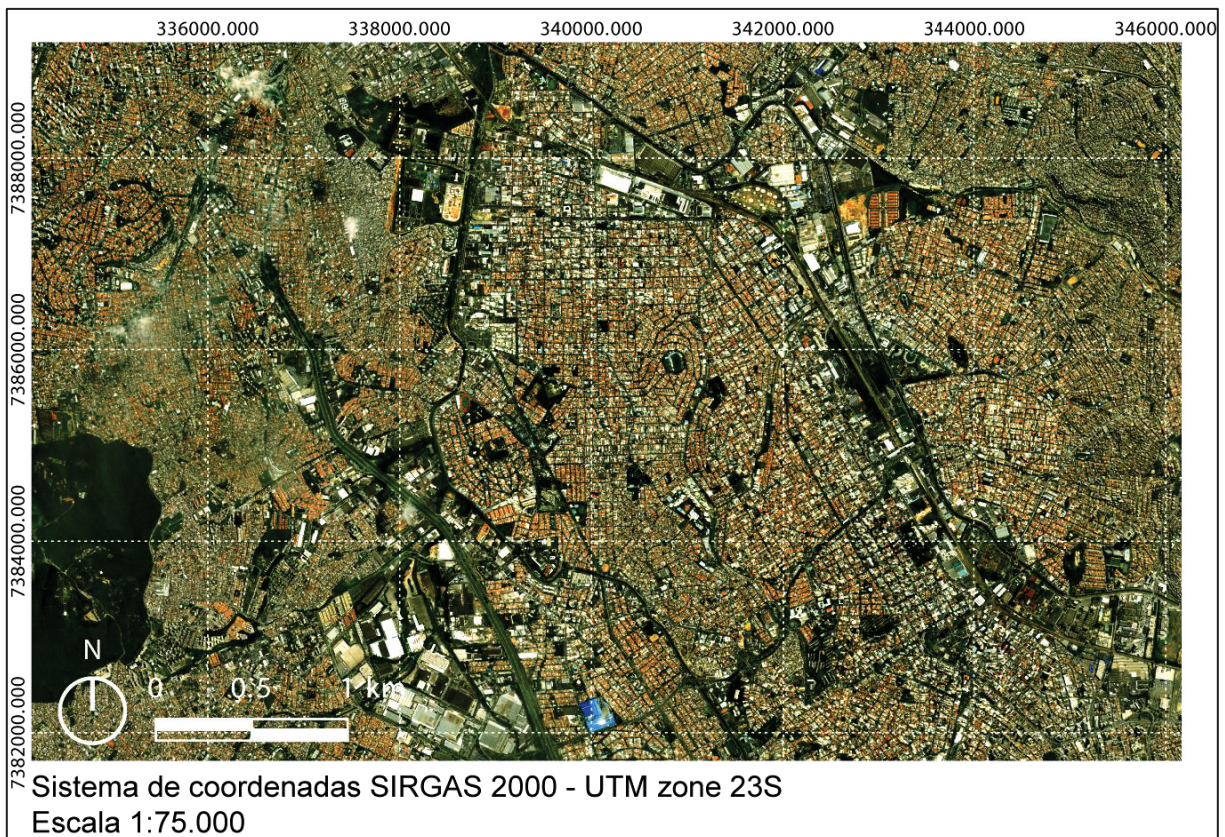
FIGURA 16 – Vista aérea de São Paulo



FONTE: DANTAS (2018).

O MAPA 4 apresenta parte do tecido urbano de São Paulo, onde são evidenciados cursos d'água e regiões com presença mais substancial de maciços vegetados. Através da alteração da coloração do mapa, foi destacada a presença da floresta urbana junto ao sistema viário, algo altamente variável de acordo com a localização e a densidade urbana.

MAPA 4 – Região central de São Paulo



FONTE: O autor (2022) a partir de base de dados Bing Maps.

Desde 2003, o planejamento urbano ligado às questões climáticas na cidade de São Paulo utiliza inventários das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. Além disso, o “Plano de Ação Climática do Município de São Paulo”, de 2020, visa a implementação de ações para neutralidade de emissões até 2050, medidas para adaptação climática e adotar estratégias para responder às consequências das alterações do clima (SÃO PAULO, 2020b).

No mesmo ano foi aprovado o “Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres” (PLANPAVEL), um instrumento que busca definir uma política de gestão e provisão de áreas verdes e de proteção do patrimônio ambiental do município de São Paulo (SÃO PAULO, 2022). No que diz respeito propriamente às florestas urbanas de São Paulo, sua gestão é realizada pela Divisão de Arborização Urbana e pela Divisão de Patrimônio Ambiental, parte da Coordenação-Geral de Planejamento Ambiental da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, além da Divisão de Produção e Herbário Municipal.

O instrumento empregado no planejamento da floresta urbana de São Paulo data de 2020, o “Plano Municipal de Arborização Urbana”, previsto pelo “Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo” de 2014. A elaboração do PMAU envolveu a Prefeitura de São Paulo, a Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente e a Secretaria Municipal das Subprefeituras, além da Divisão de Arborização Urbana. Com duração prevista de 20 anos, é visada a adoção de revisões do plano a cada 5 anos. Segundo a Prefeitura de São Paulo, o plano:

Tem como base o planejamento e ações participativas. Os princípios definidos como fundamentos do PMAU contribuem para a implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e para a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas metas (SÃO PAULO, 2021).

Tal afirmação elaborada pela Prefeitura de São Paulo em uma matéria de seu *website* destaca aspectos relacionados à primeira questão de pesquisa, sobre como o conteúdo dos PDAU aborda o processo de planejamento das florestas urbanas em resposta à crise climática. Dessa forma, é evidenciada a conexão estabelecida entre a floresta urbana e os ODS. Segundo o plano, sobretudo os ODS 11, 13 e 15 correspondentes, respectivamente, a Cidades e Comunidades Sustentáveis; Ação Contra a Mudança Global do Clima; e Vida Terrestre. Inclusive, o objetivo geral do plano visa:

Ser um instrumento para definir o planejamento e a gestão da arborização no Município de São Paulo, visando o aumento da resiliência da cidade às mudanças climáticas, a qualificação da paisagem e a satisfação da população, considerados os pressupostos da ecologia e das cidades inteligentes (SÃO PAULO, 2020a, p. 43).

Tal objetivo se desdobra em objetivos específicos que visam a adoção de estratégias como estabelecer diretrizes para compatibilizar o desenvolvimento urbano com o manejo arbóreo e com a proteção e a promoção da biodiversidade animal; expandindo a educação ambiental focada na arborização; ampliando a participação social no processo de arborização; entre outros.

As propostas abrangem elaborar Planos Regionais de Arborização por Subprefeitura, contendo diretrizes para plantio, manejo arbóreo e ações educativas; indicação de espécies e monitoramento do desenvolvimento das mudas plantadas avaliando sua adaptação às condições climáticas; e estabelecer cooperação técnica

com instituições de ensino e pesquisa para realizar o monitoramento de indicadores climáticos no âmbito dos Planos Regionais, de forma que seja possível avaliar a adaptação climática do processo de arborização, bem como a interlocução junto ao Plano Municipal de Mudanças Climáticas. Além desses tópicos, no PMAU de São Paulo são abrangidas informações gerais sobre as mudanças climáticas, indicadores publicados pelo IPCC e diagnóstico sobre a realidade climática da cidade, incluindo dados como mapeamento das ilhas de calor.

Sobre a segunda questão de pesquisa, acerca de quais as principais propostas de planejamento, projetos urbanos e programas governamentais que empregam a arborização urbana na mitigação e adaptação climáticas e como esse conteúdo é apresentado, o plano compreende uma planilha com 170 ações a serem abrangidas pelo instrumento. Inclusive, há a determinação de um cronograma geral de realização dessas ações.

Assim, cada ação é descrita, são indicados os responsáveis, metas envolvidas e outras informações necessárias à compreensão preliminar da proposta pelos leitores do plano. O trecho final da planilha que sintetiza as 170 ações é ilustrado na FIGURA 17, com destaque para a ação 169 que visa a revisão a cada cinco anos do Sistema de Gestão da Arborização e do Portal da Arborização até dezembro de 2040; e ação 170, com o objetivo de revisar o PMAU a cada cinco anos e primeira revisão prevista para 2025.

O diagnóstico contido no documento é dividido em cinco temas: Conhecer; Envolver; Plantar; Cuidar; e Integrar. Por consequência, os planos de ação propostos empregam tais temas para sistematizar e conectar as estratégias a serem adotadas, uma forma de responder diretamente ao diagnóstico.

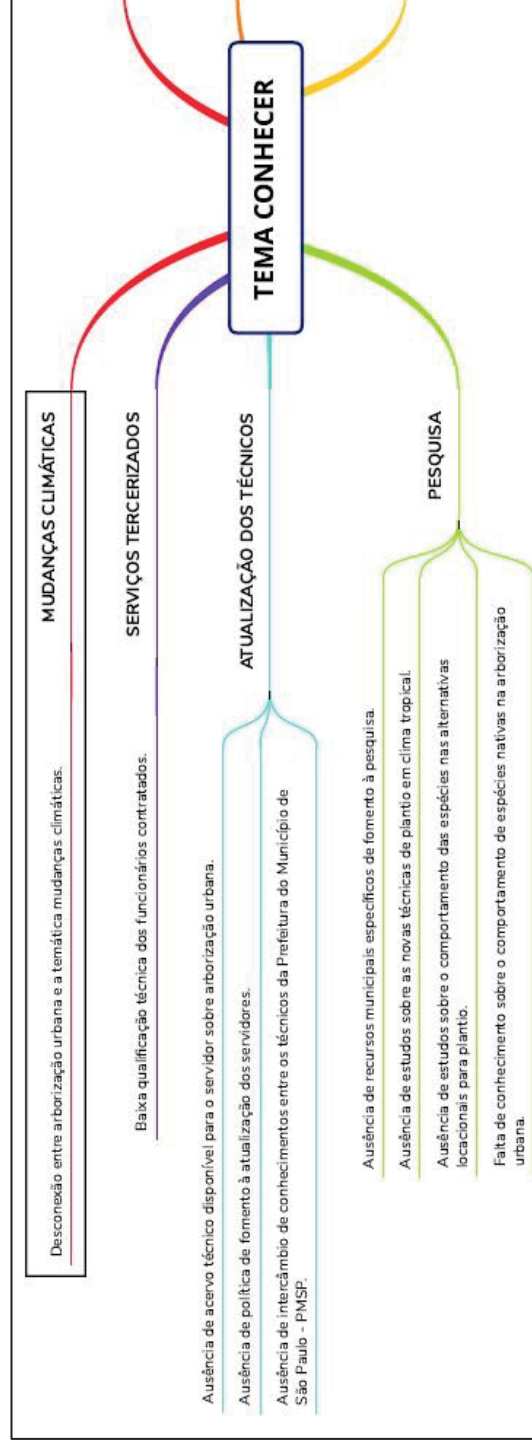
A FIGURA 18 ilustra trecho de um mapa mental elaborado no contexto de elaboração do PMAU. O Tema Conhecer abrange ações de conscientização, educação e divulgação, com o apontamento da existência de desconexão entre arborização urbana e mudanças climáticas entre os problemas relacionados a esse tema, o que evidencia a demanda por ações específicas que respondam a essa problemática.

FIGURA 17 – Trecho da planilha que sintetiza as ações do PMAU

CIDADE DE SÃO PAULO		Tabela 71 - PLANO DE AÇÃO					PLANO MUNICIPAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA MUNICÍPIO DE SÃO PAULO	
Nº DA AÇÃO	AÇÃO	PRAZO	SECRETARIA	SETOR RESPONSÁVEL	ETAPAS	CONTRIBUIÇÃO DA CONSULTA PÚBLICA	METAS	
169	Revisar periodicamente o SisArb e o Portal da Autorização, para atualizar as informações. AÇÃO PRIORITÁRIA - 2025	até dezembro de 2040	PRODAM e SVMA	PRODAM, NDTIC e DAU	- Reuniões técnicas para revisão do Sistema, de suas informações e custos; - Constituir Grupos de Trabalho para atualização do Sistema revisado; - Homologar o Sistema revisado; - Implantar o Sistema revisado.	-	Revisar a cada 05 (cinco) anos o Sistema de Gestão da Autorização - SisArb e o Portal da Autorização, para atualizar as informações.	
170	Revisar o Plano Municipal de Arborização Urbana - PMAU. AÇÃO PRIORITÁRIA - 2025	até dezembro de 2025	SVMA	DAU	- Constituir Grupo de Trabalho Intersecretarial.	-	Revisar a cada 05 (cinco) anos o Plano Municipal de Arborização Urbana - PMAU, com início em 2025.	

FONTE: SÃO PAULO (2020a).

FIGURA 18 – Trecho do mapa mental do diagnóstico do Tema Conhecer



FONTE: SÃO PAULO (2020a).

Determinados processos relacionados ao planejamento e à gestão da floresta urbana são sintetizados em organogramas de forma a facilitar a compreensão da interconexão de informações e sucessão de etapas. Além disso, são empregados desenhos que ilustram possibilidades projetuais para o desenho urbano, mapas e outras formas de facilitação gráfica.

Por fim, no que tange sobre como são propostas estratégias para uma maior participação social no processo de planejamento e gestão da arborização urbana, vale destacar que entre os princípios do plano estão a gestão planejada e inclusiva; a participação social; e o livre acesso à informação, o que evidencia a busca pelo envolvimento populacional no planejamento e gestão da floresta urbana paulistana.

Nesse sentido, o plano propõe a elaboração de cartilhas para disponibilizar à população sobre a arborização utilizando linguagem simples; promover ações de educação ambiental na etapa de elaboração dos projetos de plantio e previamente à execução dos serviços de manejo; e criar o Portal da Arborização e desenvolver seu aplicativo aberto para consulta e registro de ações pela população. Durante a elaboração do plano houve a realização de oficinas técnicas entre profissionais do serviço público, empresas terceirizadas e outros agentes envolvidos na arborização urbana de São Paulo, como no exemplo ilustrado na FIGURA 19.

FIGURA 19 – Oficina técnica para elaboração do PMAU de São Paulo



FONTE: São Paulo (2020a).

Além disso, foram realizadas oficinas participativas com representantes sociais. A metodologia utilizada para a realização de dinâmicas com a comunidade consistiu em três etapas: i) boas-vindas aos participantes seguida de uma apresentação com a contextualização dos Planos PMAU e PLANPAVEL, explanando a motivação para elaboração e importância desses instrumentos; ii) debate entre os participantes, divididos em grupos, sobre a situação atual arborização, das áreas verdes, áreas protegidas e áreas livres do município e sobre as visões de futuro no município de São Paulo, com base em questões pré-estabelecidas; e iii) “colheita”, momento em que os grupos apresentaram aos demais participantes um breve relato sobre as discussões ocorridas.

Como resultado, foi possível somar múltiplos conhecimentos e visões sobre a realidade da floresta urbana de São Paulo, além dos objetivos a serem buscados pelo plano de arborização. Assim, vale destacar interesses citados pelos participantes, como maior densidade de floresta urbana pelas ruas e bairros, implantação de jardins de chuva, plantação de espécies nativas e frutíferas, maior possibilidade de diálogo com o poder público e participação dos habitantes no manejo arbóreo, entre outros.

Essa análise sobre o PMAU de São Paulo evidenciou um instrumento com conteúdo abrangente e propostas claras, interconectadas e explicadas. Tal método de exposição das ações possibilita maior visão geral sobre todo o processo de planejamento e de gestão da floresta urbana de São Paulo.

Diante do panorama apresentado, foi possível constatar três diferentes formas de produzir um PDAU conectado às questões climáticas. Após tais descrições dos casos e análises dentro dos casos, a análise cruzada possibilita comparar estratégias e identificar convergências e divergências no processo de planejamento da arborização urbana.

4.4 ANÁLISE CRUZADA

“Comparar” pressupõe contrastar, estabelecer elementos comuns e fatores que divergem em cada caso, o que possibilita uma maior riqueza de dados, experiências e propostas dissertadas e analisadas. Como já mencionado, mais do que estabelecer um ranqueamento dos “melhores” e “piores” PDAU, estabelecer uma análise comparativa, ou seja, uma análise cruzada, possui o objetivo de evidenciar sinteticamente destaques diagnosticados na análise dentro do caso.

Acerca das três questões de pesquisa, primeiramente ao que diz respeito à abordagem do conteúdo dos PDAU que compõem os estudos de caso sobre o processo de planejamento das florestas urbanas em resposta à crise climática, o “Plano para Floresta Urbana de Austin”, embora seja o plano mais antigo entre os estudos de caso e de uma cidade de pouco mais de um milhão de habitantes, apresenta vasto conteúdo. Fato somado à realidade dos Estados Unidos ser o país com o maior número de cidades pertencentes ao C40 mundialmente, além de possuir uma política de arborização em escala nacional, bem como sofisticados documentos ligados à adaptação climática, recuperação ecossistêmica e outros temas, conforme dissertado na pesquisa exploratória.

Ao apresentar uma visão do plano que, na realidade, é uma mensagem sobre o que representa e a que se propõe a floresta urbana de Austin, é evidenciada a característica de todos os PDAU do grupo C40 analisados de reforçar a importância da arborização urbana. Embora o documento de Austin não apresente muitas menções diretas às questões climáticas, em contrapartida, o “Plano Distrital de Silvicultura Urbana, Áreas Verde e Jardinagem para o Distrito Capital de Bogotá” apresenta uma abordagem mais conectada às alterações do clima. Mas foi o “Plano Municipal de Arborização Urbana” de São Paulo, o plano mais novo desses três analisados, o instrumento que apresentou panorama climático e ações adaptativas de forma mais abrangente e detalhada, com indicação de tratados climáticos, legislações e outras informações.

Sobre quais são as propostas de planejamento, projetos urbanos e programas governamentais que empregam a arborização urbana na mitigação e adaptação climáticas e como são apresentadas, o segundo questionamento de pesquisa, enquanto no plano de Austin as propostas são apresentadas de forma sintética, no

instrumento colombiano são abrangidas as estratégicas em 13 metas para a gestão da cobertura arbórea, enquanto as propostas do PMAU de São Paulo totalizam 170 ações tabeladas e discorridas individualmente. Essa extensão de conteúdo e de ações no PMAU resulta no único documento a abranger todos os critérios de análise empregados para a delimitação dos casos que compõem esse estudo.

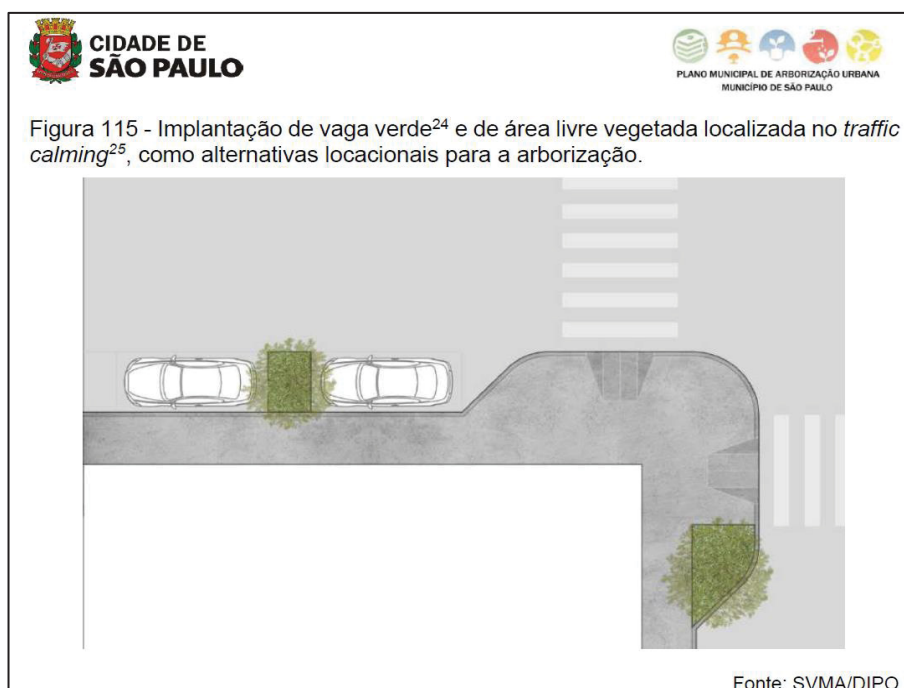
Embora o tamanho de documentos não reflita, necessariamente, uma maior qualificação ou abrangência, o PMAU é caracterizado por ser o trabalho mais extenso analisado, com 528 páginas, compreendendo os mais diversos conteúdos abrangidos, como detalhes sobre cada etapa de elaboração do plano. Somado a esse instrumento, o documento Manual Técnico de Arborização Urbana (2015) adiciona conteúdo ao planejamento e gestão da floresta urbana paulistana, possibilitando maior detalhamento sobre instruções de plantio e técnicas de manejo.

Assim, o PMAU se destaca como um plano que apresenta uma gama de informações específicas de forma facilitada à compreensão pelos leitores do documento, como normas sobre a inserção de mudas e apresentação de organograma para maior interconexão das etapas do plano e seu sequenciamento cronológico. Além disso, o documento apresenta desenhos de vias com instruções ao desenho urbano, como o exemplo ilustrado na FIGURA 20. Na imagem é apresentada uma estratégia para a implantação de árvores e ajardinamentos entre vagas de estacionamento e junto a cruzamentos, que apresentam rampas de acessibilidade, faixas de pedestre e alargados, evidenciando a conexão de propostas voltadas à arborização, acessibilidade e mobilidade urbana.

Tal forma de exposição de projetos urbanos relacionados à arborização de vias apenas foi apresentado no caso brasileiro. Ilustrar possíveis estratégias dessa maneira pode colaborar com demonstração visual e exemplificadora de propostas, possibilitando que planejadores urbanos, agentes políticos e a população sejam conscientizados e possam visar tais proposições.

Explicações e propostas que empregam desenhos em escala urbana e local foram pouco adotadas pelos planos, predominando textos corridos, somados a tabelas, gráficos e mapas em muitos casos. Enquanto isso, a forma de exposição dos objetivos propostos para Austin é sintética e sequenciada, enquanto para Bogotá as estratégias são apresentadas com o emprego de mapas e descrições mais aprofundadas.

FIGURA 20 – Exemplo de sugestão projetual de implantação de vaga verde



FONTE: SÃO PAULO (2020a).

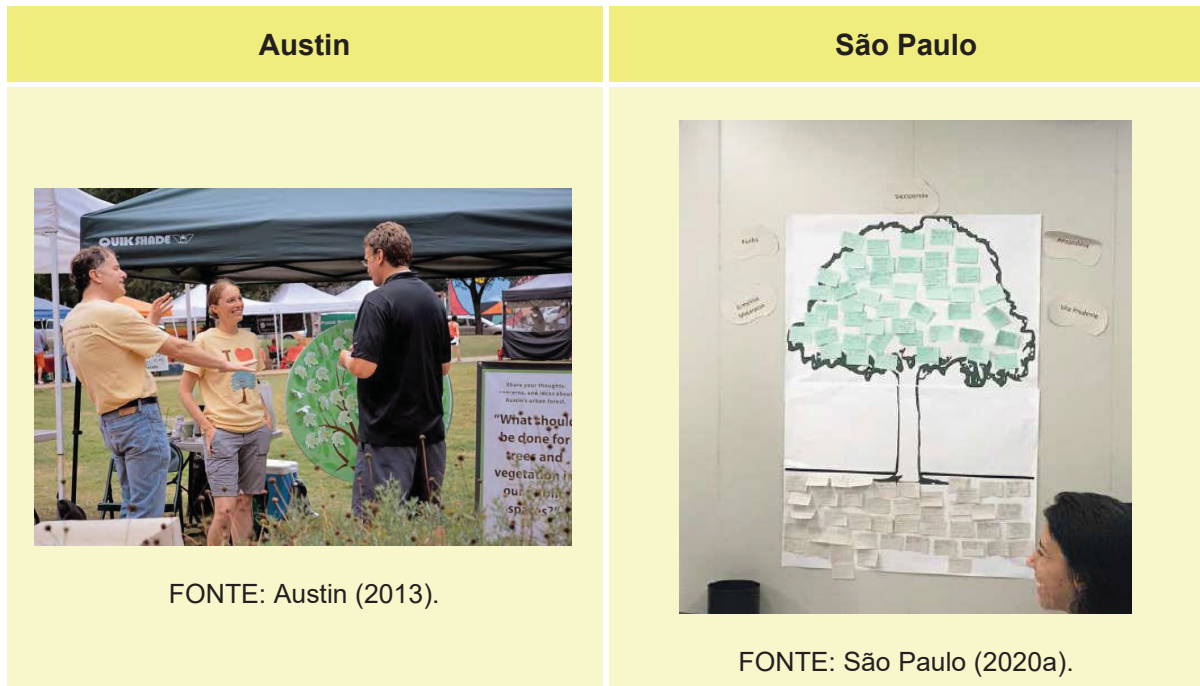
A terceira questão de pesquisa possui como enfoque como são propostas estratégias para uma maior participação social no processo de planejamento e gestão da arborização urbana. Praticamente todos os planos do grupo C40 analisados apresentaram formas de participação social em alguma etapa da elaboração ou implantação do PDAU. Embora ocasionalmente não há detalhes sobre como se configuraria, ou como ocorreria, tal participação.

A criação de práticas colaborativas compreende múltiplas técnicas que se somam para que a população possa atuar desde a etapa de diagnosticar a realidade da floresta urbana, fato beneficiado pela relação preexistente entre as pessoas e as árvores. Além de poder haver a participação na estipulação de propostas, prioridades e demais etapas de planejamento. Por fim, é possível o auxílio popular na gestão, fiscalização, manutenção, limpeza, preservação, plantio, eventos, capacitações e contato com agentes políticos.

Diante disso, algumas metodologias didáticas são empregadas para registrar pontos de vista, como a “árvore dos sonhos”, uma concentração de palavras, expressões e frases sob um ou mais temas, como problemas ligados à floresta urbana, objetivos a serem alcançados, prioridades, entre outros. Assim, o QUADRO

6 compreende métodos similares adotados em Austin e São Paulo para possibilitar a participação social no planejamento da arborização urbana.

QUADRO 6 – Métodos similares de participação social



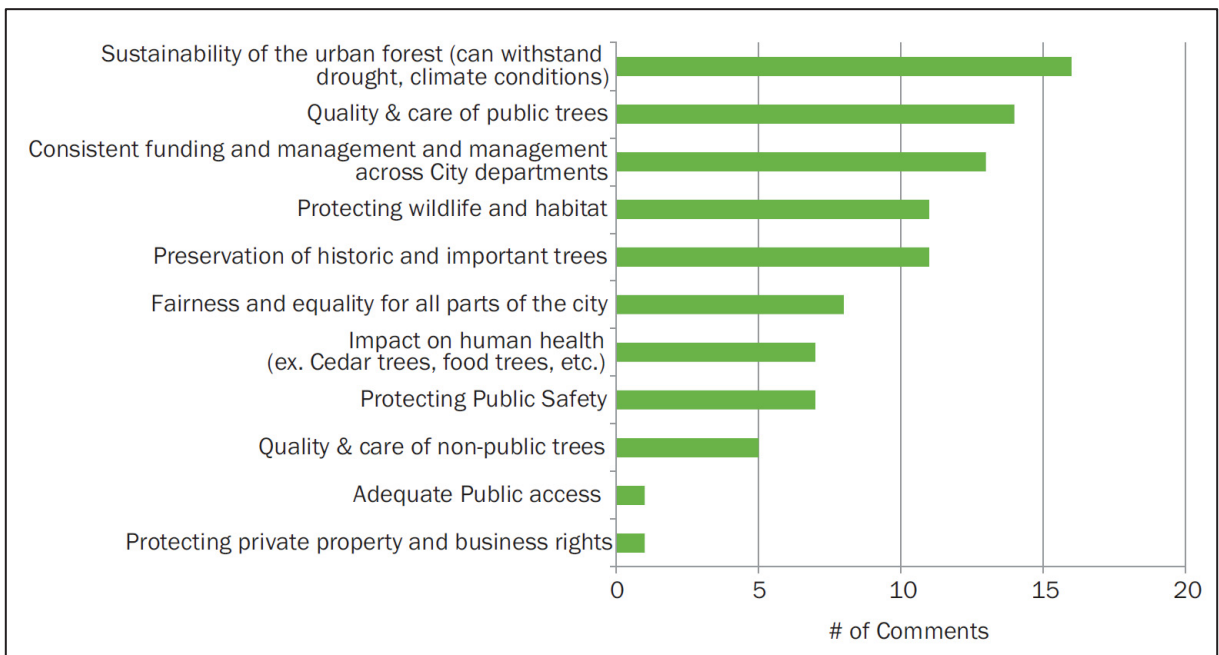
Os casos estudados convergem na aplicação de questionários à população como forma de compreensão de suas visões sobre as demandas da arborização urbana e outros temas. A forma de aplicação e enfoque dessas pesquisas são variáveis. No caso de Austin, uma pesquisa em redes sociais destacou um maior número de menções dos participantes aos temas: sustentabilidade da floresta urbana, como a resistência à seca e diferentes condições climáticas; qualidade e cuidado com as árvores públicas; e consistente financiamento e gerenciamento da através de diferentes instâncias e departamentos da administração pública.

A FIGURA 21 compreende o gráfico apresentado nos apêndices do plano com os resultados mais citados pelos participantes dessa campanha realizada *online*. Além da participação dessa forma, a participação social em Austin abrangeu ações educacionais, eventos, reuniões públicas e divulgação na mídia, totalizando 1.243 respostas na pesquisa realizada e 917 comentários públicos recebidos.

Para Bogotá a estratégia adotada abrangeu pesquisa *online* com 126 pessoas e presencial com 648 usuários de algum serviço prestado pela Secretaria Distrital do Meio Ambiente. Cada pesquisa possuiu um enfoque e estruturação, com resultados

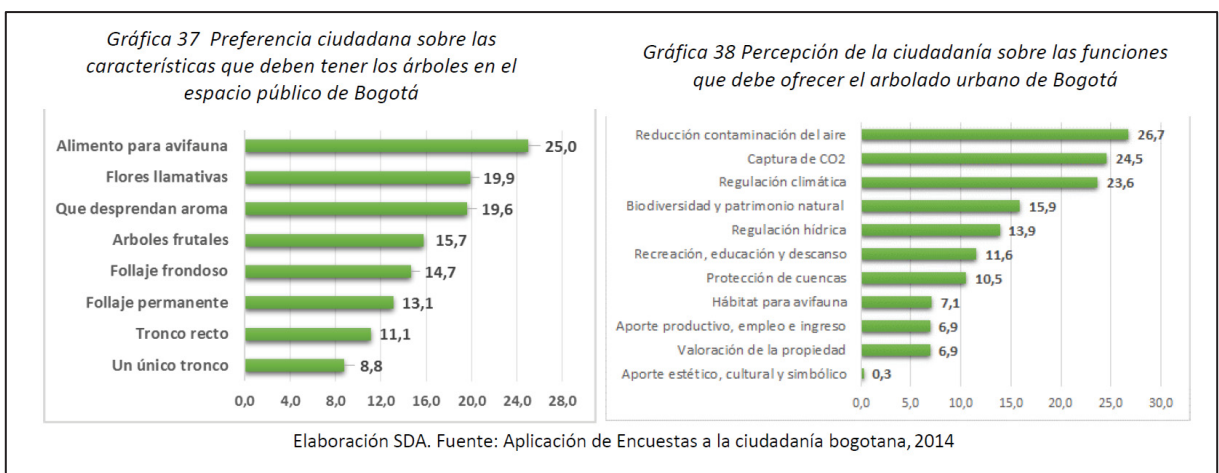
sintetizados na FIGURA 22 sobre a preferência acerca das características que as árvores situadas nos espaços públicos devem possuir, como atuar como alimento para a avifauna e aspectos sinestésicos ligados ao embelezamento urbano e aromatização ambiente; e sobre a percepção relacionada às funções que a floresta urbana deve prover, com destaque à redução da contaminação do ar, captura de gás carbônico e regulação climática.

FIGURA 21 – Resultado de pesquisa pública elaborada em Austin



FONTE: AUSTIN (2013).

FIGURA 22 – Resultado de pesquisa pública elaborada em Bogotá



FONTE: BOGOTÁ (2019).

Em São Paulo também foi aplicado questionário *online*, compreendendo respostas de 5.684 pessoas. O enfoque das perguntas abrangeu a percepção ambiental dos indivíduos sobre a arborização urbana e a operação dos serviços públicos:

O questionário foi estruturado de modo a abordar diferentes aspectos da arborização urbana: a) Sobre o bairro: questões que traçam relação do cidadão com o seu entorno, com o conhecimento do que existe próximo de organizações formais e não formais que empreende ações para arborização; b) Sobre o município: questões ampliadas sobre a arborização na cidade; c) Sobre as árvores: impressão sobre arborização na cidade e nos trajetos, relação com os cuidados necessários, apropriação dos canais de comunicação com o poder público; d) Sobre a gestão da arborização: questões que tratam do conhecimento sobre o manejo, dos órgãos responsáveis, de perspectivas para os próximos anos; e) Sobre a pessoa: questões para saber de maneira mais detalhada o público principal interessado ou alcançado com o questionário (SÃO PAULO, 2020a, p. 312).

A FIGURA 23 compreende um quadro com respostas obtidas pelo questionamento com enfoque nos fatores vistos como importantes para melhorar a arborização de São Paulo. Como destaque, os entrevistados julgaram necessário, sobretudo, o plantio de maior número de árvores; avaliação e monitoramento das árvores com maior frequência; e conscientização da população sobre a importância da arborização.

De forma oposta, o tópico visto como menos demandado é, justamente, a avaliação e o monitoramento, que também reúne o maior número de entrevistados sem opinião formada sobre o assunto. Esse resultado reforça o argumento da necessidade de conscientização e educação da população sobre a importância do planejamento e gestão da floresta urbana, além da participação de cada indivíduo nesse processo.

Para maior conscientização sobre a importância da floresta urbana, alguns planos apresentam estudos que buscam estabelecer um valor monetário médio para cada indivíduo arbóreo e para a floresta urbana, ou para o conjunto exclusivo das árvores urbanas. No plano de Austin, é apresentado uma estimativa de custo-benefício das árvores situadas junto das vias públicas, com custo unitário de US\$ 1,4 e benefícios de US\$ 13,87, como é destacado na FIGURA 24.

FIGURA 23 – Resultado de pesquisa pública elaborada em São Paulo

Ação para melhorar a arborização	É importante aumentar a arborização no município?		
	Sim	Não	Não tem opinião formada
Plantar mais árvores	10,5%	2,9%	2,5%
Plantar árvores frutíferas	7,8%	2,9%	2,5%
Plantar árvores com flores	8,1%	4,3%	2,5%
Avaliar e monitorar as árvores com mais frequência	10,4%	18,6%	22,5%
Aumentar o número de técnicos especializados para avaliar e cuidar das árvores	9,8%	15,0%	17,5%
Conscientizar a população sobre a importância da arborização	10,0%	7,1%	10,0%
Reduzir vagas de garagem para plantar mais árvores	2,9%	2,1%	2,5%
Descontar o IPTU de imóveis com árvores (na calçada e/ou no interior do imóvel)	8,2%	10,7%	7,5%
Permitir que a população cuide das árvores	6,3%	10,7%	10,0%
Capacitar agentes na população para cuidarem das árvores nos bairros	9,1%	8,6%	7,5%
Formar Associação, Grupo de moradores, Coletivos, Movimentos, Conselhos ou Organização Social para acompanhar a gestão da arborização	8,5%	7,1%	5,0%
Aumentar os recursos financeiros para a gestão da arborização	8,0%	7,1%	10,0%
A arborização está satisfatória, não há o que melhorar	0,3%	2,9%	0,0%

FONTE: SÃO PAULO (2020a).

FIGURA 24 – Estimativa de custo-benefício das árvores de vias públicas¹⁰⁰

Chapter 2: State of Austin's Urban Forest			
Figure 2.12 Cost-Benefit of Public Street Trees*			
	Total Value	Value per Tree	Value per Capita
Benefits:	\$10,251,979	\$65.82	\$13.87
Costs:	\$1,038,873	\$6.67	\$1.40
Net Benefits:	\$9,213,106	\$59.15	\$12.46

Source: City of Austin Urban Forestry Program, 2008
*Based on a 6,465 street tree sample extrapolated to 155,762 street trees

Green Infrastructure
ImagineAustin defines green infrastructure as “strategically planned and managed networks of natural lands, working landscapes and other open spaces that conserve ecosystem values and functions and provide associated benefits to human populations.”

FONTE: AUSTIN (2013).

¹⁰⁰ Em valores aproximados de agosto de 2022, o custo-benefício de US\$ 12,46 por árvore corresponde a R\$ 65,20, uma vez que 1 dólar equivale a aproximadamente R\$ 5,23.

Além disso, apresentar estimativa de orçamento ligado ao planejamento e gestão da floresta urbana é mencionado pelos planos de algumas localidades, como no PMAU de São Paulo, que busca a elaboração desse estudo, e o plano de Bogotá, que apresenta um orçamento estimado para cada “produto” proposto pelo planejamento da arborização, como ilustrado na FIGURA 25.

FIGURA 25 – Exemplo de apresentação de orçamentos para as propostas

Plan Distrital de Silvicultura Urbana, Zonas Verdes y Jardinería para Bogotá (2019-2030)				
Cuadro 15 Presupuesto estimado para atender el incremento del acompañamiento de la ciudadanía bogotana en la gestión del arbolado y de las zonas verdes urbanas				
PRODUCTO	ENTIDAD LIDER / ENTIDAD DE APOYO	PROYECTO y/o Actividad	UNIDADES Y OBSERVACIONES	PRESUPUESTO ESTIMADO
Acciones de socialización de la gestión de las coberturas verdes urbanas	Todas las entidades, ONG'S	Capacitar comunidades, grupos sociales, JACs y ONGs .	Global	\$ 180.000.000
Programa de adopción de árboles	Ciudadanía	Realizar campañas de adopción de árboles tanto recién plantados como patrimoniales	Global	Funcionamiento
Acompañamiento permanente de trabajo social a la ejecución de los tratamientos silviculturales en el D.C.	JBB	Acompañamiento del trabajo social en todas las actividades de plantación de árboles jóvenes y en la sustitución de árboles con concepto técnico de evaluación de tala.	Global	\$ 6.360.000.000
	SDA	Realizar seguimiento al impacto de los programas sociales.	Global	
Programa de divulgación del conocimiento del arbolado urbano, zonas verdes y jardinería	SDA - JBB / instituciones competentes	Publicar documentos técnicos, informes e investigaciones sobre el manejo del arbolado urbano, la jardinería y las zonas verdes	Global	\$ 420.000.000
		Editar libros, cartillas, manuales, audiovisuales y material divulgativo	Global	

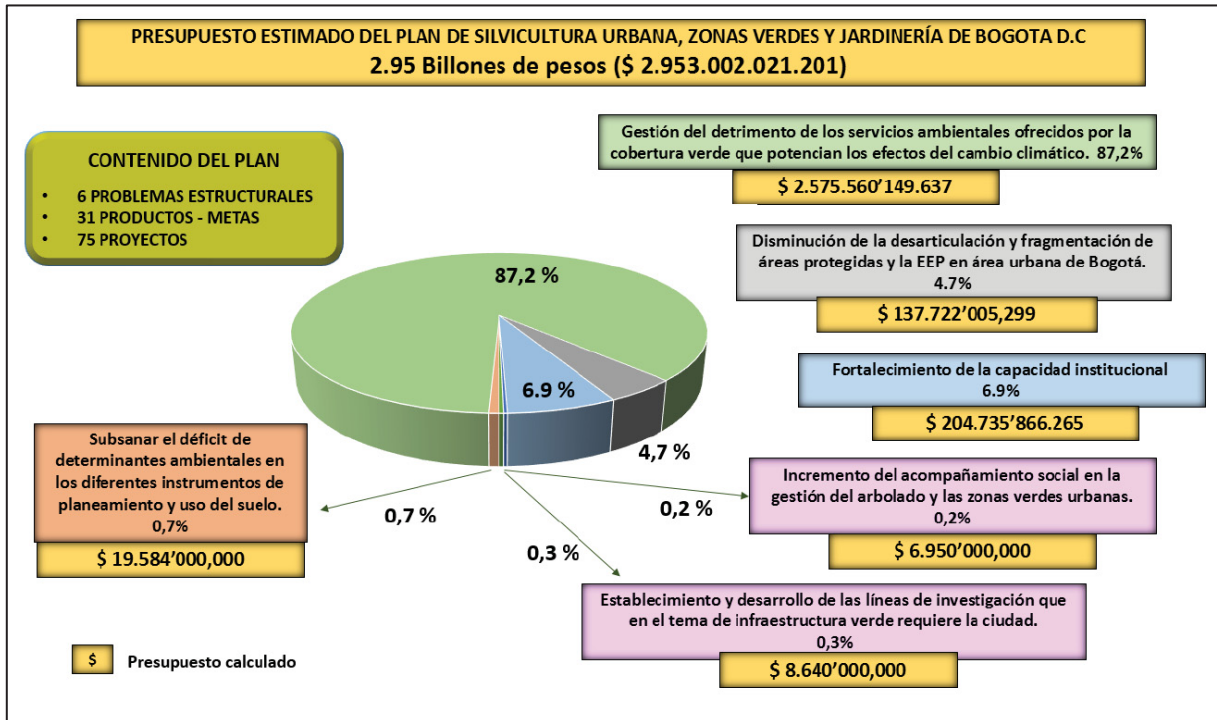
FONTE: BOGOTÁ (2019).

O plano de Bogotá ainda apresenta esquema gráfico sintetizando o orçamento demandado para a efetivação do plano, como destacado na FIGURA 26, com estimativa de investimento de 2,95 bilhões de pesos colombianos. Dessa forma, são apresentados os custos de cada conjunto de ações e a porcentagem correspondente em relação ao valor total a ser investido.

Ao efetuar essa análise cruzada, determinadas ações se destacaram, como a possibilidade de “adoção” de árvores pela população; emprego de *websites*, aplicativos e canais telefônicos para o acesso a serviços, informações e diagnósticos; criação de perfis em redes sociais para auxiliar no registro das atividades e divulgações, difusão do tema e conscientização ambiental e efetuar convites, responder à comunicação e gerar interatividade; detalhamento das propostas para facilitar a compreensão pela população e agentes envolvidos; inventários geográfica

e quantitativamente abrangentes; emprego de propostas a serem realizadas durante décadas, prever revisões e relatórios intermediários; entre outras estratégias.

FIGURA 26 – Esquema gráfico sobre o orçamento do plano¹⁰¹



FONTE: BOGOTÁ (2019).

Além dos pontos citados, vários outros elementos de convergência e divergência entre os documentos poderiam ser apresentados e analisados, a depender dos objetivos da pesquisa realizada. Assim, foi buscado responder aos três objetivos específicos através da formulação de três questões de pesquisa e, consequentemente, três tópicos para a análise dentro do caso e análise cruzada, constatando quanto os planos de arborização abordam a questão climática, como respondem a essa problemática com propostas e como a população participa desse processo. Com base nisso, vale discutir sobre a realização e resultados desta dissertação a partir do cumprimento de suas etapas.

¹⁰¹ Em valores aproximados de agosto de 2022, o montante de 2,95 bilhões de pesos colombianos corresponde a R\$ 3,44 milhões, uma vez que 1 real equivale a 856 pesos colombianos.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inquietação acadêmica que motivou a realização desta dissertação proveio de uma busca por colaborar cientificamente com a elaboração de possíveis ações frente à realidade climática à qual são submetidas as cidades, e da qual são grandes responsáveis. Concomitantemente, prevalece um planejamento urbano que pouco emprega o potencial da arborização na mitigação dos efeitos das mudanças do clima e para a adaptação a esse cenário.

Por mais que este trabalho tenha sido centrado em analisar o conteúdo dos planos, foram identificados trabalhos com grande riqueza estética, com diagramação complexa, uso de grafismos, esquemas para facilitação gráfica, infográficos e fotos. Pesquisas que envolvam analisar tais aspectos em PDAU não foram encontradas no Estado da Arte realizado, o que destaca uma possível linha de trabalhos acadêmicos a serem realizados. Isso se justifica uma vez que foi constatado que esses elementos facilitam a compreensão, condensação de conteúdos, ilustração, exemplificação e embelezamento, o que pode colaborar com a divulgação e o embasamento de estudos e de políticas públicas.

A primeira etapa desta dissertação possibilitou dissertar sobre temas importantes fundamentados em bibliografia científica e documentos, tais como planos de arborização, manuais e cartilhas de temas diversos. Tal pesquisa permitiu constatar a complexidade de benefícios ligados à arborização urbana, além das potencialidades do planejamento da floresta urbana com participação social como resposta à crise climática.

A segunda etapa contou com a delimitação dos planos a partir dos 22 documentos analisados. Originalmente foi previsto para que tal etapa representasse menor proporcionalidade dentro desta pesquisa, e que a maior discussão fosse centrada nas etapas seguintes. Porém, ao analisar os documentos, foi constatada uma riqueza de abordagens e propostas que justificaram ampliar e aprofundar tal fase.

A terceira etapa teve o objetivo de apresentar breve contextualização sobre o estado do planejamento da floresta urbana e do enfrentamento da crise climática pelas cidades de Austin, Bogotá e São Paulo. Foram acessados planos, projetos e programas de diferentes temas, como planos especificamente voltados à gestão de áreas verdes e de preservação ambiental; destinados à mitigação climática;

objetivados à restauração ecossistêmica; entre outros. Essa multiplicidade de abordagens, estratégias e instrumentos enfatiza possibilidades de estudos que podem ser adotados relacionados a essa temática, sob os mais diferentes enfoques, critérios e inquietações.

A quarta etapa, a análise dentro do caso, destacou de forma aprofundada algo que também foi evidenciado pela delimitação dos casos, ou seja, a multiplicidade de maneiras de elaborar e propor um PDAU. Da mesma forma, cada plano possui particularidades, formas de abordagem e composição diferentes, fato que incrementa o repertório teórico sobre o planejamento e gestão da floresta urbana.

A quinta etapa, com a análise cruzada, possibilitou indicar os resultados de destaque obtidos após a análise de cada caso. Ao efetuar uma pesquisa comparativa com instrumentos empregados no planejamento urbano de diferentes cidades, de regiões diversas do continente, e com características geográficas discrepantes, foi possível ampliar a compreensão sobre as possibilidades relacionadas à construção de um PDAU.

Como indica Creswell (2014), na conclusão da pesquisa com estudos de caso há o apontamento dos aprendizados resultantes. Portanto, a partir da pesquisa realizada vale destacar que esse panorama de estudos de caso permitiu compreender a multiplicidade de opções ao planejamento da arborização diante alterações do clima. A partir da realidade climática irreversível e progressivamente mais intensiva, empregar a arborização urbana na adaptação das cidades pode representar uma opção viável e abrangente ao aumento da resiliência urbana.

Os dados continuamente lançados pelas diferentes instituições de pesquisa mundiais evidenciam o cenário de crise climática e a necessidade da implementação de ações rápidas e efetivas. Adotar uma pesquisa com metodologia que emprega estudos de caso se mostrou vantajoso para compreender diferentes contextos urbanos, formas de planejamento da arborização e diferentes objetivos almejados.

Cada instrumento foi produzido sob um contexto sociocultural, político e administrativo, em um contexto, época e região específicos, onde não há um modelo ideal ou único de planejamento. Fato esse que evidencia a importância das pesquisas com estudos de caso para estudos urbanos, conforme destacam os autores referenciados.

Para auxiliar na busca por uma arborização urbana voltada à mitigação e adaptação climáticas, é possível elaborar um PDAU que abranja temas diversos e que proponha ações objetivas e detalhadas, com estimativas de gastos, cronograma e interconexão de estratégias, e produzido com participação social. Em virtude disso, contrastar propostas possibilita acessar estratégias diversas, que podem ser analisadas, adaptadas e empregadas em outras cidades.

Também seria possível a adoção de uma metodologia com um único estudo de caso. Assim, ao invés de possuir enfoque na comparação entre realidades, o estudo seria centrado em compreender com maior profundidade a abordagem e estratégias de apenas um PDAU. O método comparativo foi empregado nesta dissertação em virtude da emergência global relacionada às mudanças climáticas, onde predominou o interesse em compreender o contexto geral continental ligado ao planejamento das florestas urbanas diante da crise climática, de forma a mapear diferentes estratégias empregadas em documentos similares.

A forma de divulgação desses planos foi fator influenciador desta pesquisa. Algumas localidades não possuem plano de arborização disponível *online*, o que inviabilizou serem analisados. Para algumas cidades foram adotados apenas documentos complementares, como inventários arbóreos e manuais, mas sem a determinação de objetivos como um PDAU.

Outro fato evidenciado diz respeito ao potencial da adoção de folhetos e cartilhas informativas como estratégia para educação ambiental e conscientização populacional, onde a divulgação *online* e pela imprensa possibilita o acesso à informação de forma rápida e facilitada. Para isso, redes sociais, *websites* e aplicativos podem colaborar com o acesso à informação, maior acessibilidade ao conteúdo e diversas possibilidades para o acompanhamento da gestão da floresta urbana e para a participação social.

A geração de oportunidades econômicas e maior competitividade foi tema pouco mencionado, porém representa uma oportunidade de viabilização das propostas dos PDAU. Assim, os planos podem prever parcerias entre o poder público e iniciativa privada para a gestão e exploração sustentável da floresta urbana, a adoção de regulamentações, incentivos e punições, e outras estratégias.

Os vários manuais adotados de forma paralela aos PDAU possuem como enfoque o estabelecimento de normas técnicas ligadas ao plantio e manejo da floresta

urbana. Esse tipo de produção técnica representa uma possibilidade adicional ao planejamento e gestão das árvores, uma vez que dialogam diretamente com as propostas do PDAU e apresentam instruções a técnicos, população e representantes do setor público.

O problema apresentado por esta dissertação destaca que, diante da crise climática e da demanda das cidades por ações de mitigação e adaptação, a arborização urbana possui potencial pouco explorado para um planejamento urbano voltado à resiliência climática. Assim, foi questionado como se configuram as estratégias empregadas em PDAU por diferentes localidades panamericanas e quais as convergências e divergências resultantes.

Tal questionamento norteou o desenvolvimento desta pesquisa através das cinco etapas realizadas, desde a pesquisa exploratória bibliográfica e documental, a delimitação dos casos a partir dos eixos e critérios de análise, a descrição dos casos, a análise dentro do caso, a análise cruzada e esta discussão do estudo. Como resultado, foi possível concluir que os planos de arborização urbana mais novos possuem maior destaque direto às questões climáticas e à busca pela adaptação urbana.

Entretanto, as propostas objetivadas a responder a essa problemática foram limitadas e pouco conectadas a outros temas. Em contrapartida, tem havido uma expansão na elaboração de documentos especificamente objetivados a responder à crise climática, onde a arborização é pouco relacionada. Portanto, para maior efetividade e capilaridade na realização das propostas, é válida a conexão estratégica entre PDAU e outros instrumentos, como Plano Diretor, Plano de Adaptação Climática, Plano de Desenvolvimento Regional, Plano de Turismo, Plano de Drenagem Urbana e estratégias similares.

Embora não caiba a esta dissertação analisar a utilização de grafismos e demais aspectos visuais pelos documentos, vale destacar que a utilização desses meios pode representar uma facilitação na divulgação de informações contidas nos planos, conforme constatado. Essa potencialidade é pouco mencionada nos guias, manuais e trabalhos científicos que embasaram esta conceituação temática, mesmo que a acessibilidade seja um objetivo recorrente. Inclusive, o Estado da Arte elaborado evidenciou a inexistência de trabalhos que analisem grafismos especificamente de

planos de arborização, bem como foram poucos os trabalhos com abordagem comparativa sobre as estratégias de PDAU, tal como é realizada esta pesquisa.

O referencial internacional apresentou vasto conteúdo sobre os temas dissertados. Em virtude disso, as figuras provenientes dos autores mencionados foram redesenhadas buscando a tradução do idioma, maior padronização estética e melhoria da legibilidade e, conseqüentemente, da compreensão e reflexão sobre os temas debatidos de forma gráfica.

A adoção de uma abordagem mais abrangente pelos PDAU permite a concentração de conteúdos relacionados ao planejamento da arborização de cada localidade, como evidenciado através dos estudos de caso. Além disso, criar guias, manuais e outros documentos possibilita à população o acesso a informações, aprendizado e conscientização, bem como canais de ouvidoria e solicitação de serviços.

O tema da arborização e das mudanças climáticas são abrangentes e, por isso, podem ser interpretados a partir de múltiplas abordagens e interrelações. A decisão de analisar PDAU a partir da busca pela adaptação climática das cidades foi escolhida em virtude desse potencial relacionado à floresta urbana.

Portanto, há outras possibilidades de pesquisas que podem colaborar com esse tema, tal como análises de manuais de arborização, planos de mitigação e adaptação climáticas, plano de infraestrutura verde, planos relacionados a áreas verdes, ecossistemas e áreas protegidas, entre outros. Dessa forma, um maior número de estudos e de metodologias podem resultar em maiores constatações científicas e, somado a isso, oportunidades de ação.

Se planejar e efetivar não são termos sinônimos, como já debatido, pois são conceitos separados por fatores como participação social e compromisso político, uma possível conclusão com este trabalho é que para um planejamento efetivo da arborização urbana é necessário elaborar, implantar e monitorar planos. Para que os planos sejam abrangentes, é demandado um processo de planejamento sistematizado e participativo, fator que permitirá a manutenção da iniciativa e, inclusive, a interlocução com os representantes políticos, resultando em ações colaborativas.

Portanto, com base nesta pesquisa, é possível afirmar que planejar na paisagem, ou planejar com a paisagem, se conecta à aplicação de princípios ligados à Ecologia e à visão sistêmica, resultando em um planejamento onde a natureza não apenas é um cenário ou instrumento de trabalho, mas um sujeito. Ao aplicar princípios projetuais que se baseiam nos processos da natureza, como a arborização urbana, é possibilitada a construção de uma cidade mais adaptada e resiliente. Arborizar as cidades inclui ampliar, planejar e gerir a floresta urbana através de programas governamentais, projetos urbanos, legislações, planejamento multiescalar e diferentes estratégias somadas, atuando como uma possível resposta às consequências da crise climática, fator transformador das paisagens e, conseqüentemente, da vida humana.

De um lado, o potencial pouco aproveitado da floresta urbana.

De outro, um cenário climático sem precedentes com futuro incerto.



REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 8. ed. Cotia, São Paulo: Ateliê Editorial, 2021.
- AHERN, J. Green infrastructure for cities: the spatial dimension. *In*: NOVOTNY, V.; BROWN, P. (ed.). **Cities of the Future Towards Integrated Sustainable: Water and Landscape Management**. Londres: IWA Publishing, 2007. p. 267-283.
- A POLLARO, C. ALVIM, A. Estratégias e desafios do planejamento urbano para a adaptação de cidades frente à mudança climática. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 13, n. 6, p. 29-49, jun./dez. 2017.
- ARAUJO, M. N. de; ARAUJO, A. J. de. **Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar: Arborização Urbana**. Curitiba: CREA-PR, 2016. Disponível em: <https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/arborizacao-urbana.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2020.
- ARAUJO, R. A de. **A Cidade sou eu?: o urbanismo do século XXI**. 2007. 232 f. Tese (Doutorado em Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/21/teses/702153.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.
- AUSTIN. **Austin's Urban Forest Plan: a Master Plan for Public Property**, 2013. Disponível em: https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Parks/Forestry/AUFP_Final_DRAFT_01-07-14_No_Appendices.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.
- AUSTIN. **Demographics**. Austin Texas, 2022. Disponível em: <https://www.austintexas.gov/departament/demographics>. Acesso em: 29 nov. 2021.
- BARASA, G. **Your Guide to the Coolest Neighborhoods in Austin**. 2022. 1 fotografia, color., 1000 x 750 px. Disponível em: <https://www.austintexas.org/austin-insider-blog/post/neighborhood-guide>. Acesso em: 10 out. 2022.
- BEATLEY, T. **Biophilic cities: integrating nature into urban design and planning**. Washington: Island Press, 2011.
- BENEDICT, M. A.; E. T. MCMAHON. **Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities**. Washington: Island Press, 2006.
- BERTRAND, Georges. PAISAGEM E GEOGRAFIA FÍSICA GLOBAL. ESBOÇO METODOLÓGICO. **Raega – O Espaço Geográfico em Análise**, [S. l.], v. 8, dez. 2004. ISSN 2177-2738. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3389/2718>. Acesso em: 28 jun. 2022.

BESSE, J. M. **O gosto do mundo**: exercícios de paisagem. Rio de Janeiro: Eduerj, 2014.

BÍBLIA. Gênesis. *In*: BÍBLIA. **Bíblia Sagrada**: Antigo e Novo Testamentos. Tradução: José Simão. São Paulo: Sociedade Bíblica de Aparecida, 2008.

BIONDI, D. Floresta urbana: conceitos e terminologias. *In*: BIONDI, D. (ed.). **Floresta Urbana**. Curitiba: [s. n.], 2015. p. 11-27.

BOBROWSKI, R. A Floresta Urbana e a Arborização de Ruas. *In*: BIONDI, D. (ed.). **Floresta Urbana**. Curitiba: [s. n.], 2015. p. 81-107.

BOGOTÁ CÓMO VAMOS. **Total de población en Bogotá por localidades, 2008 – 2021**. Bogotá Cómo Vamos, 202?. Disponível em: <https://bogotacomovamos.org/datos/poblacion/>. Acesso em: 15 fev. 2022.

BOGOTÁ. **Acuerdo 757 de 2019**, de 26 de dezembro de 2019. Por el cual se crea la “Estrategia Bogotá + Verde 2030” y se dictan otras disposiciones. Régimen Legal de Bogotá D.C., Bogotá, n. 6706, dez. 2019. Disponível em: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=88531>. Acesso em: 24 jan. 2022.

BOGOTÁ. **Estrategia Distrital de Crecimiento Verde 2021-2030**: documento orientador de políticas públicas distritales. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., 2021. Disponível em: <https://ambientebogota.gov.co/es/estrategia-distrital-de-crecimiento-verde>. Acesso em: 24 jan. 2022.

BOGOTÁ. **Plan Distrital de Silvicultura Urbana, Zonas Verdes y Jardinería para Bogotá D.C. 2019**. Bogotá: Secretaria Distrital de Ambiente, 2019. Disponível em: <https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/2190638/PLAN+DISTRITAL+DE+SILVICULTURA+URBANA%2C+ZONAS+VERDES+Y+JARDINERIA+Doc+Final.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2021.

BRANDT, L. A.; ROTTLE, C.; GORDON, W.; CLARK, S. L.; O'DONNELL, L.; ROSE, A.; RUTLEDGE, A.; & KING, E. **Vulnerability of Austin's urban forest and natural areas: a report from the Urban Forestry Climate Change Response Framework**. Houghton: Department of Agriculture, Climate Hubs, 2020. Disponível em: https://www.climatehubs.usda.gov/sites/default/files/2020%20Brandt%20et%20al.%20Austin_TX%20Climate%20vulnerability%20assessment%20of%20Austins%20Urban%20Forest%20and%20Natural%20Areas-3.pdf. Acesso em: 10 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade)**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União de 11 de julho de 2001, Brasília, DF.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**: volume 1: estratégia geral: portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016. Brasília: MMA, 2016. 2 v. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/arquivos-biomas/plano-nacional-de-adaptacao-a-mudanca-do-clima-pna-vol-i.pdf>. Acesso em: 14 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf. Acesso em: 20 jan. 2021.

BUENOS AIRES. **Plan Maestro para el Arbolado Público Lineal de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires**. Buenos Aires: Jefatura de Gabinete, 2013. Disponível em: <https://www.buenosaires.gob.ar/jefaturadegabinete/atencion-y-gestion-ciudadana/gestion-comunal/arbopedia/normativa>. Acesso em: 09 out. 2021.

C40. **C40 DEADLINE 2020**. Liverpool: Arup, 2016. Disponível em: https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Deadline-2020-How-cities-will-get-the-job-done?language=en_US#:~:text=Deadline%202020%20is%20the%20first,findings%20are%20more%20broadly%20applicable. Acesso em: 03 jan. 2022.

C40. **C40 Mayors' Agenda for a Green and Just Recovery**. C40 Knowledgehub, jul. 2020. Disponível em: https://www.c40knowledgehub.org/s/article/C40-Mayors-Agenda-for-a-Green-and-Just-Recovery?language=en_US. Acesso em: 20 jun. 2021.

C40. **Declaração da Natureza Urbana da C40**. [S. l.: S. n.], 2021. Disponível em: https://c40.org/wp-content/uploads/2021/07/2886_PT-Urban_Nature_Declaration.original.pdf. Acesso em: 03 jan. 2022.

C40. **Sobre C40**. C40 Cities, [202?] Disponível em: <https://www.c40.org/about-c40/>. Acesso em: 5 dez. 2021.

CAETANO, F. ROSANELI, A. A paisagem no Plano Diretor Municipal: uma reflexão sobre sua referência na legislação urbanística dos municípios paranaenses. **Eure (Santiago)**, Santiago, v. 45, n. 134, p. 193-212, jan. 2019.

CALAZA, P.; CARIÑANOS, P.; ESCOBEDO, F. J.; SCHWAB, J. TOVAR, G. Building green infrastructure and urban landscapes. **Unasyiva: An International Journal of Forestry and Forest Industries**, [S. l.], v. 69, n. 250, p. 11-21. 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/l8707EN>. Acesso em: 13 abr. 2022.

CANTALICE, A. S.; MAFORT, M. E.; MIRANDA, J. C. A árvore sagrada da Amazônia. **Ciência Hoje das Crianças**, [S. l.], v. 314, p. 11-13, 2020. Disponível em:

<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/15702/A%20%c3%a1rvore%20sagrada%20da%20Amaz%c3%b4nia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 mar. 2021.

CAPRA, F. **A Teia da Vida**. São Paulo: Cultrix, 1996.

CASSILHA, G. A.; CASSILHA, S. A. **Planejamento urbano e meio ambiente**. Curitiba: IESDE Brasil, 2012.

CASTRO, J.; OSTOIC, S. K.; CARIÑANOS, P.; FINI, A.; SITZIA, T. Edible urban forests as part of inclusive, sustainable cities. **Unasyuva: An International Journal of Forestry and Forest Industries**, [S. l.], v. 69, n. 250, p. 59-65. 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/l8707EN>. Acesso em: 13 abr. 2022.

CELLARD, A. A análise documental. *In*: POUPART, J.; DESLAURIERS, J.; GROULX, L.; LAPERRIÈRE, A.; MAYER, R.; PIRES, A. (ed.). **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2012. p. 295-316.

CÉSAR, P. S. M.; ALMEIDA, G. H. M. D. Reflexões sobre o planejamento urbano sustentável e o direito à cidade em Bento Rodrigues/Brasil e em Kiruna/Suécia / Reflections about sustainable urban planning and the right to the city in Bento Rodrigues/Brazil and Kiruna/Sweden. **Revista de Direito da Cidade**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 893-911, jul. 2017. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/27957>. Acesso em: 19 dez. 2021.

CHEN, X. *et al.* Effects of Urbanization Intensity on the Distribution of Black Carbon in Urban Surface Soil in South China. **Forests**, [S. l.], v. 13, n. 3, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/359695171_Urbanization_induced_changes_in_the_accumulation_mode_of_organic_carbon_in_the_surface_soil_of_subtropical_forests. Acesso em: 07 set. 2022.

CHICAGO. **Chicago Region Trees Initiative Master Plan**. Chicago, 2019. Disponível em: <https://chicagorti.org/master-plan/#:~:text=The%20Master%20Plan,the%20Chicago%20region%20by%202050>. Acesso em: 08 jul. 2021.

CIDADE DO MÉXICO. **Presente y Futuro de las Áreas Verdes y del Arbolado de la Ciudad de México**. Cidade do México: Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial, 2010. Disponível em: http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/libro_areas_verdes.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

CITIES4FORESTS. **Urban Forests for Healthier Cities: Policy, Planning, Regulations, and Institutional Arrangements**. Brussels: Cities4Forests, 2019. Disponível em: <https://cities4forests.com/wp-content/uploads/2020/06/C4F-Urban-Forests-for-Healthier-Cities.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021.

CLIMATE DATA. **Austin Climate (United States Of America)**. Climate Data, 2022b. Disponível em: <https://en.climate-data.org/north-america/usa/austin/austin-714914/> . Acesso em: 4 fev. 2022.

CLIMATE DATA. **Climate Bogota (Colombia)**. Climate Data, 2022c. Disponível em: <https://en.climate-data.org/south-america/colombia/bogota/bogota-5115/> . Acesso em: 4 fev. 2022.

CLIMATE DATA. **Climate São Paulo (Brazil)**. Climate Data, 2022a. Disponível em: <https://en.climate-data.org/south-america/brazil/sao-paulo/sao-paulo-655/> . Acesso em: 4 fev. 2022.

COMISSÃO EUROPEIA. Pacto Ecológico Europeu, 2019. Disponível em: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pt . Acesso em: 4 mar. 2022.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf. Acesso em: 30 ago. 2020.

COMPANHIA ELÉTRICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). **Manual de arborização**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2011. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/10/manual-arborizacao-cemig-biodiversitas.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2020.

CORFIELD, J. Abrupt Climate Changes. *In*: PHILANDER, S. G. (ed.). **Encyclopedia of global warming and climate change**. 2. ed. Nova York: SAGE Publications, 2012. p. 1-3.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e Ambiente**, [S. l.], n. 25, p. 127-142, 2008. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i25p127-142. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105962>. Acesso em: 15 jun. 2022.

CRESWELL, John W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

CURADO, M. M. de C. **Paisagismo contemporâneo**: Fernando Chacel e o conceito de ecogênese. 2007. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

DANTAS, C. **Prefeitura de SP encerra nesta quarta-feira audiências públicas sobre Lei de Zoneamento**. 2018. 1 fotografia, color., 1008 x 567 px. Disponível em:

<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/prefeitura-de-sp-encerra-nesta-quarta-feira-consultas-publicas-sobre-lei-de-zoneamento.ghtml>. Acesso em: 10 jun. 2022.

DWYER, J. F.; NOWAK, D. J.; NOBLE, M. H. Sustaining Urban Forests. **Journal of Arboriculture**, [S. l.], n. 29, p. 49-55, 2003.

ENRICONI, L. **Advocacy**: o que é? Politize, 2017. Disponível em: <https://www.politize.com.br/advocacy-o-que-e/> . Acesso em: 26 maio 2022.

ESCOBEDO, F. J.; GIANNICO, V.; JIM, C. Y.; SANESI, G.; LAFORTEZZA, R. Urban forests, ecosystem services, green infrastructure and nature-based solutions: Nexus or evolving metaphors? **Urban Forestry & Urban Greening**, [S. l.], v. 37, p. 3-12, jan. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866717303485>. Acesso em: 22 nov. 2020.

ESPÍNDOLA, I. B.; RIBEIRO, W. C. Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros. **Cad. Metropole**, [S. l.], v. 22, n. 48, maio/ago. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cm/a/ZY47nWVQJfMfCFcx7Q9hywn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 set. 2020.

FARAH, I. M. C. **Árvores Urbanas**: em busca de uma cidade arborescente. 2005. 236 f. Tese (Doutorado em Urbanismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Rio de Janeiro, 2005.

FERREIRA, G. C. F. Os “Novos” Modelos de Planejamento e Gestão Urbanos. **ANAI DO XV ENANPUR**, [S. l.], v. 15 n. 1, 2013. Disponível em: <http://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/view/483>. Acesso em: 11 out. 2021.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação e Sociedade**, Campinas, ano XXIII, n. 79, p. 257-272, ago. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v23n79/10857.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

FISHER, M. R. **Environmental Biology**. [S. l.]: Open Oregon Educational Resources, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Guidelines on urban and peri-urban forestry**. Roma: FAO, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO); INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN); COMMISSION ON ECOSYSTEM MANAGEMENT OF INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (CEM); SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER). **Principles for ecosystem restoration to guide the United**

Nations Decade 2021–2030. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb6591en/cb6591en.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2022.

FOREST FOR ALL NYC. **NYC Urban Forest Agenda:** Toward A Healthy, Resilient, Equitable, and Just New York City. New York: NYC Urban, 2021.

Forest Task Force, 2021. Disponível em: <https://forestforall.nyc/wp-content/uploads/2021/06/NYC-Urban-Forest-Agenda-.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2022.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento Ambiental para a cidade sustentável.** 2. ed. São Paulo: Annablume, 2001.

GIBBONS, K. H.; RYAN, C. M. Characterizing comprehensiveness of urban forest management plans in Washington State. **Urban Forestry & Urban Greening**, [S. l.], n. 14, p. 615-624, 2015.

GIDDENS, A. **A política da mudança climática.** Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLOBAL Witness. **Climate Justice.** Global Witness, 2021. Disponível em: <https://www.globalwitness.org/pt/what-climate-justice-pt/> . Acesso em: 15 nov. 2021.

GUADALAJARA. **Programa de Ordenamiento Forestal Metropolitano.** Guadalajara, 2018. Disponível em: <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2019/04/Avances-Ordenamiento-Espacios-Verdes.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2022.

HOUSTON. **Houston Area Urban Forests.** Houston, 2018. Disponível em: https://houstonforests.weebly.com/uploads/9/6/6/3/9663419/vision_document_final_2020.pdf. Acesso em: 01 jul. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **São Paulo.** IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama> . Acesso em: 30 jan. 2022.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2001:** Synthesis Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2001b.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2001:** The Scientific Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2001a.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2021:** The Physical Science Basis – Summary for Policymakers. Genebra: IPCC, 2021.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Geneva: IPCC, 2022.

JANOWIAK, M. K.; BRANDT, L. A.; WOLF, K. L.; BRADY, M.; DARLING, L.; LEWIS, A. D.; FAHEY, R. T.; GIESTING, K.; HALL, E.; HENRY, M.; HUGHES, M.; MIESBAUER, J. W.; MARCINKOWSKI, K.; ONTL, T.; RUTLEDGE, A.; SCOTT, L.; SWANSTON, C. W. **Climate adaptation actions for urban forests and human health**. Madison: Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, 2021. Disponível em: <https://www.nrs.fs.usda.gov/pubs/62807>. Acesso em: 06 mar. 2022.

JANOWIAK, M. K.; BRANDT, L. A.; WOLF, K. L.; BRADY, M.; DARLING, L.; LEWIS, A. D.; FAHEY, R. T.; GIESTING, K.; HALL, E.; HENRY, M.; HUGHES, M.; MIESBAUER, J. W.; MARCINKOWSKI, K.; ONTL, T.; RUTLEDGE, A.; SCOTT, L.; SWANTSTON, C. W. **Climate adaptation actions for urban forests and human health**. Gen. Tech. Rep. NRS-203. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 115 p. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/62807>. Acesso em: 10 ago. 2021.

JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ JOSÉ CELESTINO MUTIS (JBB). **Conozca El Sistema De Gestión Para El Arbolado Urbano**. 202?. Disponível em: <https://storymaps.arcgis.com/stories/4261e58f91fe416d935c8f15db4c1cec>. Acesso em: 20 out. 2021.

JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ JOSÉ CELESTINO MUTIS (JBB). **Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá**. Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Bogotá, 2007. Disponível em: <https://ambientebogota.gov.co/es/documentos-especificos-silvicultura>. Acesso em: 20 out. 2021.

JIM, C. Y. Protecting heritage trees in urban and peri-urban environments. **Unasyuva: An International Journal of Forestry and Forest Industries**, [S. l.], v. 69, n. 250, p. 66-74. 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/I8707EN>. Acesso em: 13 abr. 2022.

JORGENSEN, E. **Towards an urban forestry concept**. In: COMMONWEALTH FORESTRY CONFERENCE, 10., 1974. Ottawa: Canada Forestry Service. 1974.

KOSTOF, S. **The City Shaped: Urban Patterns And Meanings Through History**. New York: Bulfinch Press, 1991.

KUCHELMEISTER, G. Trees for the urban millennium: urban forestry update. **Unasyuva**, [S. l.], v. 51, n. 200, p. 49-55. 2000.

LEMONS, M. F. R. C. **Adaptação de cidades para mudança climática: uma metodologia de análise para os planos diretores municipais**. 2010. 295f. Tese (Doutorado em Urbanismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Rio de Janeiro, 2010.

LIN, J.; KROLL, C. N.; NOWAK, D. J.; GREENFIELD, E. J. A review of urban forest modeling: Implications for management and future. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 43, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866718305016>>. Acesso em: 03 out. 2021.

LOS ANGELES. **Los Angeles Urban Forest Management Plan**. Los Angeles: Municipal Administration, 2018. Disponível em: https://www.cityplants.org/wp-content/uploads/2018/12/10939_LA-City-Plants_FirstStep_Report_FINAL_rev12-7-18.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

MACCRACKEN, M. C. What Is Climate Change? *In*: LOVEJOY, T. E.; HANNAH, L. (ed.). **Biodiversity and Climate Change**. New Heaven: Yale University. p. 12-22. 2019.

MAGALHÃES, L. M. S. Arborização e florestas urbanas - terminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades brasileiras. **Série Técnica Floresta e Ambiente**, [S. l.], p. 23-26, jan. 2006

MAPAS BOGOTA. **Home**. Mapas Bogotá, 2022. Disponível em: <https://mapas.bogota.gov.co>. Acesso em: 8 abr. 2022.

MARICATO, E. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias: planejamento urbano no Brasil. *In*: ARANTES, O. *et al.* **A cidade do pensamento único**. Petrópolis: Vozes, 2000.

MARTÍNEZ, C. **Así cambió el Plan de Desarrollo de Bogotá por el coronavirus (COVID-19)**. 2020. 1 fotografia, color., 1050 x 587 px. Disponível em: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/administracion-distrital/asi-cambio-el-plan-de-desarrollo-de-bogota-por-el-coronavirus>. Acesso em: 21 jul. 2021.

MARTINS, G. de A. **Um estudo de caso: uma estratégia de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

MARTINS, R. D.; FERREIRA, L. da C. Uma revisão crítica sobre cidades e mudança climática: vinho velho em garrafa nova ou um novo paradigma de ação para a governança local? **Rev. Adm. Pública**, [S. l.], v. 45, n. 3, jun. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/xFczn4Gyk5m3YjVMPjnPNCR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 02 mar. 2021.

MCDONALD, R.; ALJABAR, L.; AUBUCHON, C.; BIRNBAUM, H. G.; CHANDLER, C.; TOOMEY, B.; DALEY, J.; JIMENEZ, W.; TRIESCHMAN, E.; PAQUE, J.; ZEIPER, M. **Funding trees for health: an analysis of finance and policy actions to enable tree planting for public health**. Arlington: The Nature Conservancy, 2017.

MCHARG, I. L. **DESIGN WITH NATURE**. New York: Doubleday & Company, 1971.

MEDELLÍN. Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región Metropolitana del Valle de Aburrá. **Gaceta Oficial**, Medellín, n. 3045, 2007.

Disponível em:

https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/Plan deDesarrollo_0_15/Publicaciones/Shared%20Content/GACETA%20OFICIAL/2007/Gaceta%203045/ACUERDO%20METROPOLITANO%2023%20DE%202007.pdf.

Acesso em: 09 ago. 2021.

MEDINA, Edgar. **Así cambió el Plan de Desarrollo de Bogotá por el coronavirus (COVID-19)**. Bogotá Gov, 2022. Disponível em: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/administracion-distrital/asi-cambio-el-plan-de-desarrollo-de-bogota-por-el-coronavirus> . Acesso em: 6 fev. 2022.

Disponível em: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/administracion-distrital/asi-cambio-el-plan-de-desarrollo-de-bogota-por-el-coronavirus> . Acesso em: 6 fev. 2022.

Acesso em: 6 fev. 2022.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 1, n. 1-2, p. 1-9 2001. DOI: 10.1590/S1676-06032001000100006. Disponível em:

<https://www.biotaneotropica.org.br/BN/article/view/1575>. Acesso em: 28 jun. 2022.

<https://www.biotaneotropica.org.br/BN/article/view/1575>. Acesso em: 28 jun. 2022.

MIAMI. **Street Tree Master Plan**. Miami-Dade Street Tree Master Plan. Miami: Department of Environmental Resources Management, 2007. Disponível em:

<https://www.miamidade.gov/zoning/library/studies/street-tree-master-term-plan-rev-sept-2007.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2022.

Acesso em: 02 abr. 2022.

MIAMI-DADE COUNTY. **Miami Canopy Coalition: Assessment of Policy, Regulatory, and Programmatic Measures for Improving Canopy Coverage and Urban Forestry Outcomes in Greater Miami**. Miami: Dade Heritage Trust, 2022. Disponível em:

<https://www.miamidade.gov/zoning/library/studies/street-tree-master-term-plan-rev-sept-2007.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2022.

Acesso em: 02 abr. 2022.

MIAMI-DADE COUNTY. **Miami-Dade County Urban Tree Canopy Assessment:**

Report prepared for Miami-Dade County and American Forests. Miami, 2021.

Disponível em: <https://www.miamidade.gov/parks/library/urban-tree-canopy-assessment-2021.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2022.

Acesso em: 02 abr. 2022.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO PARANÁ. **Manual para elaboração do Plano**

Municipal de Arborização Urbana. 2. ed. Curitiba: Procuradoria-Geral de Justiça, 2018. Disponível em:

https://meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/Manual_Arborizacao_Urbana_2_edicao.pdf. Acesso em: 20 jul. 2020.

Acesso em: 20 jul. 2020.

MONTEIRO, R.; FERREIRA, J. C; ANTUNES, P. (2022). Green Infrastructure Planning Principles: Identification of Priorities Using Analytic Hierarchy Process. **Sustainability**, [S. l.], v. 14, 2022. Disponível em:

https://research.unl.pt/ws/portalfiles/porta/46668615/Green_Infrastructure_Planning_Principles.pdf. Acesso em: 29 set. 2021.

Acesso em: 29 set. 2021.

MONTREAL. **Plan d'action canopée 2012-2021**. Direction des grands parcs et du verdissement. 2012. Disponível em:

https://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/GRANDS_PARCS_FR/MEDIA/DOCUMENTS/PAC_JUIN_2012_FINAL.PDF. Acesso em: 10 jun. 2021.

MONTREAL. **Tree Policy of Montréal**. Montreal: Municipal Administration, 2005. Disponível em: http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/ARR_VER_EN/MEDIA/DOCUMENTS/POLITIQUEDELARBREMONTREAL2005ANG.PDF. Acesso em: 10 jun. 2021.

MUMFORD, L. **A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas**. São Paulo: Martins Fontes, 2004. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5631528/mod_resource/content/1/MUMFORD%20Lewis%20A%20cidade%20na%20historia%20compacto.pdf. Acesso em: 05 out. 2020.

NATIONAL URBAN AND COMMUNITY FORESTRY ADVISORY COUNCIL (NUCFAC). **Ten-Year Urban Forestry Action Plan: 2016-2026**. Charlottesville: NUCFAC, 2015. Disponível em: <https://urbanforestplan.org/engage>. Acesso em: 10 jun. 2021.

NAVEH, Z; LIEBERMANN, A. S. **Landscape Ecology: Theory and Application**. [S. l.]: Springer Science + Business Media, LLC, 1990.

NESPOLO, C. C. da C.; ABREU, E. L.; VICENTE, C. P.; PERES, R. B. PLANOS DIRETORES DE ARBORIZAÇÃO URBANA: NECESSIDADE DE INCORPORAÇÃO NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA. **REVSBAU**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 42-55, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/70466#:~:text=A%20incorpora%C3%A7%C3%A3o%20do%20Plano%20Diretor,Federal%20n%C2%B0%2010.257%2F2001>. Acesso em: 19 abr. 2021.

NEW ORLEANS. **Tree Preservation Study**. New Orleans: City Planning Commission, 2020. Disponível em: <https://www.nola.gov/nola/media/City-Planning/Applications/Tree-Preservation-Study-Final.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2021.

NEW YORK (State). **New York State Forest Action Plan**. 2020. Disponível em: <https://www.dec.ny.gov/lands/60829.html>. Acesso em: 11 jun. 2021.

NEW YORK RESTORATION PROJECT (NY RESTORATION PROJECT). **Vibrant Cities & Urban Forests: A National Call to Action**. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: <https://issuu.com/vibrantcities/docs/vibrantcitiesreport>. Acesso em: 09 jan. 2022.

NOGUEIRA, R. C. Reflexões sobre os processos participativos de planejamento e projetos na cidade sustentável. **Anais do XVII ENANPUR**, [S. l.], v. 17 n. 1, 2017. Disponível em: <http://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/view/1528>. Acesso em: 11 out. 2021

NOVICK, A. Ciudad. *In*: TOPALOV, C.; BRESCIANI, S.; LILLE, L. C.; D'ARC, H. R. **A aventura das palavras da cidade, através dos tempos, das línguas e das sociedades**. São Paulo: Romano Guerra Editora, 2014. p. 240-246.

NOWAK, D. J.; BODINE, A. R.; HOEHN, R. E.; EDGAR, C. B.; HARTEL, D. R.; LISTER, T. W.; BRANDEIS, T. J. **Austin's Urban Forest, 2014**. Resource Bulletin NRS-100. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 55 p. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/50393>. Acesso em: 10 ago. 2021.

NOWAK, D. J.; BODINE, A. R.; HOEHN, R. E.; EDGAR, C. B.; RILEY, G.; HARTEL, D. R.; DOOLEY, K. J.; STANTON, S. M.; HATFIELD, M. A.; BRANDEIS, T. J.; LISTER, T. W. **Houston's Urban Forest, 2015**. Resour. Bull. SRS 211. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 91 p. 2017. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/54109>. Acesso em: 01 jul. 2021.

NOWAK, D. J.; BODINE, A. R.; HOEHN, R. E.; ELLIS, A.; HIRABAYASHI, S.; COVILLE, R.; AUYEUNG, D. S. N.; SONTI, N. F.; HALLETT, R. A.; JOHNSON, M. L.; STEPHAN, E.; TAGGART, T.; ENDRENY, T. **The Urban Forest of New York City**. Resource Bulletin NRS-117. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 82 p. 2018. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/57234>. Acesso em: 01 jul. 2021.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 6. ed. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

OJEDA, A. A.; BECCHI, F. G.; CARTES, S. D. **Manual de plantación de árboles en áreas urbanas**. Santiago: Editorial e Imprensa Maval, 2014.

ORDÓÑEZ, C. Adopting public values and climate change adaptation strategies in urban forest management: A review and analysis of the relevant literature. **Journal of Environmental Management**, [S. l.], v. 164, p. 215-221 1 dez. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479715302565>. Acesso em: 21 mai. 2022.

ORDÓÑEZ, C.; DUINKER, P. N. An analysis of urban forest management plans in Canada: Implications for urban forest management. **Landscape and Urban Planning**, [S. l.], n. 116, p. 36-47, 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Acordo de Paris**. Nações Unidas Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/node/88191> . Acesso em: 6 fev. 2022.

PELLEGRINO, P. R. M. Pode-se Planejar a Paisagem? **Paisagem Ambiente: ensaios**, São Paulo, n. 13, p. 159-179, dez. 2000.

PHOENIX. **Tree and Shade Master Plan**. Phoenix, 2010. Disponível em: <https://www.adaptationclearinghouse.org/resources/city-of-phoenix-arizona-tree-and-shade-master-plan.html>. Acesso em: 10 out. 2021.

PORTLAND. **Portland Urban Forestry Management Plan**. Portland: Portland Parks and Recreation, 2004. Disponível em: https://www.portland.gov/sites/default/files/2020/ufmp2004_0.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

PORTLAND. **Urban Forest Action Plan. Portland**: Portland Parks & Recreation, 2007. Disponível em: <https://www.portland.gov/trees/urban-forest-management-plan>. Acesso em: 27 dez 2021.

PORTLAND. **Urban Forest Action Plan: 2021 Implementation Update**. Portland: Portland Parks & Recreation, 2022. Disponível em: <https://www.portland.gov/trees/urban-forest-management-plan>. Acesso em: 24 out 2022.

PRAMOVA, E. *et al.* Forests and trees for social adaptation to climate variability and change. **WIRES Clim Change**, [S. l.], v. 3, n. 6, p. 581-596, nov./dez. 2012. Disponível em: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/wcc.195>. Acesso em: 07 ago. 2021.

RANDOLPH, R. Planejamento colaborativo ao planejamento subversivo: reflexões sobre limitações e potencialidades da elaboração de Planos Diretores no Brasil. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, [S. l.], v. 245, maio 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/28185008_Do_planejamento_colaborativo_ao_planejamento_subversivo_reflexoes_sobre_limitacoes_e_potencialidades_da_elaboracao_de_Planos_Diretores_no_Brasil. Acesso em: 18 set. 2021.

REIS, Vivian. Prefeitura de SP encerra nesta quarta-feira audiências públicas sobre Lei de Zoneamento. **G1 SP**, 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/prefeitura-de-sp-encerra-nesta-quarta-feira-consultas-publicas-sobre-lei-de-zoneamento.ghtml>. Acesso em: 15 nov. 2021.

REMIEN, S. A Comparative Study of Urban Forest Management Programs for Three Major Cities in Santa Clara County: A Benchmarking Study. **Master's Projects**, San Jose, 2016.

RIO DE JANEIRO (Cidade). **Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em:

<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5560381/4146113/PDAUtotal5.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

ROLNIK, R. **O que é Cidade**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1995.

SALVADOR. **Plano Diretor de Arborização Urbana do Município de Salvador**. Salvador: Secretaria de Sustentabilidade e Resiliência, 2017. Disponível em: <https://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/plano-diretor-de-arborizacao-urbana/#:~:text=O%20PDAU%20foi%20feito%20para,os%20novos%20projetos%20da%20cidade>. Acesso em: 10 out. 2021.

SANDEVILLE, E. Paisagem. **Paisagem Ambiente**: ensaios, São Paulo, n. 20, p. 47-60, 2005.

SANTIAGO, I. M. F. L. A Jurema Sagrada da Paraíba. **Qualitas Revista Eletrônica**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 1-14, 2008. Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/122/98>. Acesso em: 10 nov. 2020.

SANTOS, E. A. Por que planejar com a paisagem? **PosFAUUSP**, São Paulo, v. 13, p. 100-123, 2003.

SANTOS, M. M LANZINHA, J. C.G. FERREIRA, A. V. Review on urbanism and climate change. **Cities**, [S. l.], v. 114, 2021. ISSN 0264-2751. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275121000743>. Acesso em 09 jan. 2022.

SANTOS, V. S. dos. **Diferença entre vetor e agente etiológico**. Mundo Educação, 2016. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/doencas/diferenca-entre-vetor-agente-etiologico.htm> . Acesso em: 20 abr. 2022.

SÃO FRANCISCO. **San Francisco Urban Forest Plan**. São Francisco: San Francisco Planning Department, 2014. Disponível em: https://issuu.com/sfplanningdept/docs/urban_forest_plan_may_14_2014_final. Acesso em: 25 nov. 2021.

SÃO PAULO (Cidade). **Manual Técnico de Arborização Urbana**. 3. ed. São Paulo: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, 2015. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/publicacoes_svm_a/index.php?p=188452

SÃO PAULO (Cidade). **Panclima SP: Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050**. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 2020b. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf. Acesso em: 15 out. 2022.

SÃO PAULO (Cidade). **Plano Municipal de Arborização Urbana (PMAU)**. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 2020a. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/pmau/PMAU_texto_final.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

SÃO PAULO (Cidade). **Plano Municipal de Arborização Urbana (PMAU)**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2021. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/projetos_e_programas/index.php?p=284680. Acesso em: 24 fev. 2022.

SÃO PAULO (Cidade). **Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres (PLANPAVEL)**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2022. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/projetos_e_programas/index.php?p=284679. Acesso em: 24 fev. 2022.

SCHWANDT, T. A.; GATES, E. F. Case Study Methodology. *In*: DENZIN, N. K; LINCOLN, Y. S. (ed.). **The SAGE Handbook of Qualitative Research**. 5 ed. Thousand Oaks: SAGE Publishing, 2018.

SEATTLE. **2020 Urban Forest Management Plan**. Seattle: City of Seattle Urban Forestry Core Team, 2020. Disponível em: https://www.seattle.gov/documents/Departments/UrbanForestryCommission/Resources/UFMPv11_100620.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR DO MATO GROSSO DO SUL (SEMAGRO). **Roteiro para elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana**. Campo Grande: SEMAGRO, 2020.

SILVA, G. M. A. *et al.* Metanálise do Conteúdo Técnico de Diferentes Planos Diretores de Arborização Urbana do Brasil. **Rever**: Revista de Extensão e Estudos Rurais, Viçosa, v. 8, n. 2, p. 62-83, jul./dez. 2019.

SILVA, M. M. A. Hiato Verde - Por uma leitura ecossistêmica da vegetação. Alguns desafios de abordagem para a instrumentação urbana. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE PAISAGISMO, 2020, Campo dos Goytacazes. **Anais [...]**. Campo dos Goytacazes, 2020. Disponível em: https://www.academia.edu/50176393/Hiato_Verde_Por_uma_leitura_ecossist%C3%AAmica_da_vegeta%C3%A7%C3%A3o_Alguns_desafios_de_abordagem_para_a_instrumenta%C3%A7%C3%A3o_urbana. Acesso em: 23 jan. 2021.

SOUZA, R. C. de. **Fluxos de gases de efeito estufa [GEE] em florestas urbanas de São Paulo, SP**: uma análise da contribuição das áreas verdes na resiliência da cidade. 2019. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2019.

Disponível em: <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/1995>. Acesso em: 05 mar. 2022.

SPOSITO, M. Encarnação Beltrão. Oportunidades e desafios da pesquisa urbana comparada. *In: FIRKOWSKI, O. et al. (ed.). Estudos urbanos comparados: oportunidades e desafios da pesquisa urbana comparada*. 1.ed. San Miguel de Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán, 2016. p. 25-60.

STORY MAPS. **Conozca el sistema de gestión para el arbolado urbano**. Story Maps, 2022. Disponível em: <https://storymaps.arcgis.com/stories/4261e58f91fe416d935c8f15db4c1cec>. Acesso em: 8 abr. 2022.

THE WORLD BANK. **A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience**. Washington: World Bank Group, 2021.

TORONTO. **Sustaining And Expanding The Urban Forest**: Toronto's Strategic Forest Management Plan. Toronto: Municipal Administration, 2012. Disponível em: <https://www.toronto.ca/data/parks/pdf/trees/sustaining-expanding-urban-forest-management-plan.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

TREE AND DESIGN ACTION GROUP. **Trees in the Townscape A Guide for Decision Makers**. Cambridge: TDAG, 2012. Disponível em: https://www.tdag.org.uk/uploads/4/2/8/0/4280686/tdag_trees-in-the-townscape_november2012.pdf. Acesso em: 19 abr. 2021.

TREE CANADA. **The Canadian Urban Forest Strategy 2019-2024**. [S. l.]: Tree Canada, 2018. Disponível em: <https://treecanada.ca/wp-content/uploads/2018/10/TC-CUFS-2019-2024-Eng-1.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2021.

TROLL, C. **Landscape Ecology**. Delf: Publ. UNESCO, 1966. 23 p.

ULTRAMARI, C.; SILVA, R. C. E. O. ST 10 Planos Diretores em linha do tempo: Cidade brasileira 1960-2015. **Anais do XVII ENANPUR**, [S. l.], v. 17 n. 1, 2017. Disponível em: <http://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/view/2019>. Acesso em: 11 out. 2021.

UN DECADE. **Sobre a década da ONU**. Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas, [202?]. Disponível em: <https://www.decadeonrestoration.org/pt-br/sobre-decada-da-onu>. Acesso em: 10 jan. 2022.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (UNECE). **Sustainable Urban and Peri-urban Forestry An Integrative and Inclusive Nature-Based Solution for Green Recovery and Sustainable, Healthy and Resilient Cities Urban forest**: policy brief. Estocolmo: United Nations, 2021. Disponível em:

https://unece.org/sites/default/files/2022-02/Urban%20forest%20policy%20brief_final_0.pdf. Acesso em: 08 jan. 2022.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-HABITAT). **Sustainable Urbanisation: Achieving Agenda 21**, 2002. Disponível em: <https://unhabitat.org/sustainable-urbanisation-achieving-agenda-21>. Acesso em: 6 fev. 2022.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Reducing Urban Heat Islands: Heat Island Reduction Activities**. Pensilvânia: USEPA, 2008. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-05/documents/reducing_urban_heat_islands_ch_6.pdf. Acesso em: 27 fev. 2022.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **The Water Cycle: Evapotranspiration**. USGS, 12 jun. 2018. Disponível em: <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/evapotranspiration-and-water-cycle>. Acesso em: 02 mar. 2022.

VANCOUVER. **Vancouver's Urban Forest Strategy**. Vancouver: Municipal Administration, 2018. Disponível em: <https://vancouver.ca/files/cov/urban-forest-strategy.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

VEIGA, J. E. O âmago da sustentabilidade. **Estudos avançados**, [S. l.], v. 28, n. 82, p. 7-23. 2014.

VEIGA, J. E.; ZATZ, L. **Desenvolvimento sustentável, que bicho é esse?** São Paulo: Autores Associados, 2008. Disponível em: http://www.zeeli.pro.br/wp-content/uploads/2015/04/2008_DS_Que_bicho_e_esse_Veiga_Zatz.pdf. Acesso em: 08 jan. 2022.

VILLAÇA, F. J. M. **As Ilusões do Plano Diretor**. São Paulo: Edição do Autor, 2005.

VILLAÇA, F. J. M. **Dilemas do plano diretor**. Fundação Prefeito faria Lima - CEPAM. O município no século XXI: cenários e perspectivas. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 1999. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001069324>. Acesso em: 25 set. 2021.

VINK, A. P. A. **Land use in advancing agriculture**. Berlin: Springer-Verlag, 1975.

VISIT AUSTIN. **Your Guide to the Coolest Neighborhoods in Austin**. Austin, Texas, 2022. Disponível em: <https://www.austintexas.org/austin-insider-blog/post/neighborhood-guide/> Acesso em: 4 mar. 2022.

WALTERS, G.; COHEN-SHACHAM, E.; MAGINNIS, S.; Lamarque, P. What are Nature-based Solutions? *In*: COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.;

MAGINNIS, S. (ed.). **Nature-based Solutions to address global societal challenges**. Gland: IUCN, 2016.

WASHINGTON. **District of Columbia State Forest Action Plan**. Washington: Government of the District of Columbia, 2020. Disponível em: <https://forestactionplan.dc.gov/documents/2020-washington-dc-statewide-forest-action-plan/explore>. Acesso em: 20 dez. 2021.

WATERMAN, T. **The Fundamentals of Landscape Architecture**. New York: Fairchild Books, 2015.

WISCONSIN DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES (WDNR). **March 2011 Natural Resources Board agenda**. Madison: Department of Natural Resources (WDNR), 2011. Disponível em: <https://dnr.wisconsin.gov>. Acesso em: 18 dez. 2021.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **State of the Global Climate 2021**. Geneva: Publications Board, 2022. Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11178. Acesso em: 09 jan. 2022.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.



ANEXO A – ESTADO DA ARTE

QUADRO 1 – Planilha utilizada para o Estado da Arte

PLATAFORMA	TERMOS USADOS	QUANTIDADE DE RESULTADOS	CONSTATAÇÕES
29/05/2020			
Google Acadêmico	Plano de Arborização Urbana	22.800	A busca resultou em poucos resultados que, de fato, dissertem sobre Planos de Arborização Urbana. Principalmente foram encontrados trabalhos sobre arborização urbana em si.
	"Plano de Arborização Urbana"	330	Os resultados foram parecidos com a busca sem aspas, porém apenas surgiram trabalhos que possuíam tais termos em seu título ou conteúdo. Poucos são os trabalhos com enfoque em Planos de Arborização.
	"Plano Diretor de Arborização Urbana"	296	Foi encontrado um maior contingente de trabalhos que abordam especificamente Planos de Arborização, bem como grande quantidade de artigos que apenas o citam.
	"Urban Forest Plan"	178	Os trabalhos encontrados aparentemente são satisfatórios e correlacionados ao Plano de Arborização e temas próximos.
ScienceDirect	Plano de Arborização Urbana	<i>Sem resultados</i>	<i>Sem resultados em português.</i>
	Urban Forest Plan	50.730	Constatada uma elevada quantidade de trabalhos correlacionados ao Plano e temas similares.
Mendeley	Plano de Arborização Urbana	1.918	Foram encontrados poucos trabalhos que dissertem sobre o Plano de Arborização especificamente.
	"Plano de Arborização Urbana"	6	2 dos 6 trabalhos encontrados falam sobre Planos de Arborização.
	"Plano Diretor de Arborização Urbana"	9	2 dos 9 trabalhos encontrados falam sobre Planos de Arborização.
	Urban Forest Plan	706	Apareceram apenas alguns trabalhos correlacionados ao Plano.
Elsevier	Plano de Arborização Urbana (e entre aspas)	11.515	<i>Não apareceram resultados satisfatórios.</i>
	Urban Forest Plan	52.086	<i>Não apareceram resultados satisfatórios.</i>
Periódicos CAPES	Plano de Arborização Urbana	44	Foram encontrados apenas alguns trabalhos que falem sobre o Plano em si. Quando tentado entre aspas, a pesquisa obteve 1 resultado, que não condiz com a busca.
23/06/2020			
Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES	Plano Arborização	34.985 (22.254 dissertações)	Muitos trabalhos sobre arborização, poucos sobre o Plano em si.
	Plano de Arborização Urbana	62.231 (42.385 dissertações)	Muitos trabalhos sobre arborização, poucos sobre o Plano em si.
	Plano de Arborização Urbana. Filtros: dissertações; área de avaliação: arquitetura e urbanismo	1.683	Os resultados foram mais aproximados que as tentativas anteriores, mas poucos abordam planos e planejamento ligados à arborização urbana.
BDTD (Biblioteca digital de teses e dissertações)	Plano Arborização	53	Resultados com temas aproximados ao Plano, alguns propondo diretrizes ao planejamento, outros de tema divergentes.

15/07/2020			
Google Acadêmico	Plan de arborización	8.750	A pesquisa resultou em trabalhos ligados a Planos de Arborização.
	"Plan de arborización"	153	Não apareceram resultados satisfatórios.
	Plano de paisagem	243.000	Não apareceram resultados satisfatórios.
	Manual arborização	18.000	Foram encontrados manuais de algumas cidades e artigos sobre planejamento e arborização.
	Inventário arborização	8.940	Encontrados inventários de várias localidades, inclusive pequenos municípios, glebas e propriedades rurais.
	Urban afforestation plan	51.300	Resultados pouco relacionados à temática desejada.
Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES	Manual arborização	11.444	Trabalhos principalmente relativos à arborização, poucos específicos sobre o Plano.
	Inventário arborização	8.098	Evidenciados inventários de várias localidades e algumas pesquisas sobre métodos de inventariação.
BDTD (Biblioteca digital de teses e dissertações)	Manual arborização	10	Não apareceram resultados satisfatórios.
	Inventário arborização	37	Evidenciados inventários de várias localidades e algumas pesquisas sobre métodos de inventariação.
Periódicos CAPES	Manual arborização	97	Não apareceram resultados satisfatórios.
	Inventário arborização	58	Evidenciados inventários de várias localidades e algumas pesquisas sobre métodos de inventariação.
ScienceDirect	Plan de arborización	4	Não apareceram resultados satisfatórios.
	Landscape plan	132.560	Os resultados foram pouco satisfatórios.
	Urban afforestation plan	3.777	Predominantemente encontradas iniciativas de plantio de espécies arbóreas.
10/08/2022			
Google Acadêmico	Plano de Arborização Urbana	27.100	Alguns planos de arborização e artigos sobre o Plano.
	"Plano de Arborização Urbana"	425	Alguns planos de arborização e com maior enfoque a artigos sobre o Plano.
	"Plano Diretor de Arborização Urbana"	382	Várias análises de Planos e conteúdos relacionados.
	"Urban Forest Plan"	233	Resultados sobre o Plano e sobre arborização.
	Plan de arborización	12.700	Trabalhos sobre Planos de Arborização, inclusive "Planos Locais de Arborização", algo não evidenciado da mesma forma em outras buscas.
	"Plan de arborización"	Sem resultados	Não foram encontrados resultados.
	Plano de paisagem	316.000	Temas diversos sobre paisagem e seu planejamento.
	Manual arborização	21.000	Pesquisas com enfoque em arborização.
	Inventário arborização	11.300	Pesquisas diversas sobre o estado da floresta urbana.
Urban afforestation plan	59.000	Estudos sobre arborização e seus benefícios e possibilidades, além de alguns trabalhos sobre planos.	
ScienceDirect	Plano de Arborização Urbana	Sem resultados	Sem resultados em português.
	Urban Forest Plan	65.861	Trabalhos diversos sobre o planejamento da arborização.
	Plan de arborización	4	Não apareceram resultados satisfatórios.
	Landscape plan	166.602	Trabalhos sobre paisagem, seu planejamento, e relacionados à arborização urbana, inclusive estudos recentes de 2021.
	Urban afforestation plan	4.974	Estudos gerais sobre arborização e seu planejamento.

Mendeley	Plano de Arborização Urbana	60	Trabalhos alinhados ao tema, inclusive com estudos novos, de 2020, com abordagem similar.
	"Plano de Arborização Urbana"	6	Trabalhos principalmente com enfoque em inventários.
	"Plano Diretor de Arborização Urbana"	13	Trabalhos predominantemente alinhados ao tema.
	Urban Forest Plan	2.744	Trabalhos alinhados ao tema, compreendendo estudos sobre os Planos e o processo de planejamento.
Elsevier	Plano de Arborização Urbana (e entre aspas)	9.706	<i>Não apareceram resultados satisfatórios.</i>
	Urban Forest Plan	45.183	<i>Não apareceram resultados satisfatórios.</i>
Periódicos CAPES	Plano de Arborização Urbana	88	Trabalhos gerais sobre árvores, arborização, Plano de Arborização e outros.
	Manual arborização	6	Trabalhos gerais sobre árvores, arborização, Plano de Arborização e outros.
	Inventário arborização	165	Predomínio de pesquisas focadas em compreender o estado da floresta urbana.
Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES	Plano Arborização	22.914	Alguns trabalhos sobre Planos de algumas localidades, além de muitos trabalhos sobre arborização ou o planejamento da arborização.
	Plano de Arborização Urbana	1.420.017	Vários tipos de trabalhos sobre arborização e Plano.
	Plano de Arborização Urbana. Filtros: dissertações; área de avaliação: arquitetura e urbanismo	5.446	Trabalhos principalmente não conectados ao tema da arborização.
	Manual arborização	6.568	Estudos gerais sobre arborização e planejamento.
	Inventário arborização	5.676	Diagnósticos sobre a floresta urbana.
BDTD (Biblioteca digital de teses e dissertações)	Plano Arborização	66	Resultados sobre planejamento da arborização e diretrizes.
	Manual arborização	10	Trabalhos gerais sobre árvores.
	Inventário arborização	62	Estudos com enfoque em compreender o estado da floresta urbana.
LEGENDA: ■ Principais resultados			

FONTE: O autor (2022).





MARIO HENRIQUE FELGUEIRA PAVANELLI

PLANOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O PLANEJAMENTO DA FLORESTA URBANA PARA
ADAPTAÇÃO AO CLIMA EM CIDADES AMERICANAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CURITIBA | PARANÁ | 2022