



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS
NATURAIS E DESENVOLVIMENTO LOCAL NA AMAZÔNIA

BÁRBARA SOUZA PAIVA

**CIDADES RESILIENTES, ÁREAS VERDES E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS: uma contribuição ao Cadastro Ambiental Urbano no Município de
Barcarena-PA**



Belém-PA
2024

BÁRBARA SOUZA PAIVA

CIDADES RESILIENTES, ÁREAS VERDES E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: uma contribuição ao Cadastro Ambiental Urbano no Município de Barcarena–PA

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestra em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, pelo Núcleo do Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará. Área de concentração: Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Miranda Rocha.

Coorientador: Prof. Dr. Daniel Araújo Sombra Soares.

Belém–PA

2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da
Universidade Federal do Pará**

PAIVA, Bárbara Souza.

Cidades Resilientes, Áreas Verdes e Adaptação às
Mudanças Climáticas: uma contribuição ao Cadastro
Ambiental Urbano no Município de Barcarena-Pa / Bárbara
Souza, PAIVA. — 2024.
127 f. : il. Color.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Miranda Rocha;
Coorientação: Prof. Dr Daniel Araújo Sombra Soares.
Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Pará,
Núcleo do Meio Ambiente, Programa de Pós-Graduação em
Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na
Amazônia, Belém, 2024.

1. Amazônia Brasileira. 2. Planejamento Urbano. 3. Gestão
Ambiental. 4. Sensoriamento Remoto. 5. Geoprocessamento.
I. Título.

CDD 910.13337

BÁRBARA SOUZA PAIVA

CIDADES RESILIENTES, ÁREAS VERDES E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: uma contribuição ao Cadastro Ambiental Urbano no Município de Barcarena–PA

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestra em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, pelo Núcleo do Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará. Área de concentração: Gestão Ambiental.
Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Miranda Rocha.
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Araújo Sombra Soares.

Data de aprovação: 06/03/2024

Banca examinadora

Prof. Dr. Gilberto de Miranda Rocha
Orientador– PPGEDAM/ Universidade Federal do Pará — UFPA

Prof. Dr.^a Rosana Quaresma Maneschy
Examinadora interna — PPGEDAM/ Universidade Federal do Pará — UFPA

Prof. Dr.^a Luziane Mesquita da Luz
Examinadora Externa — Universidade Federal do Pará — UFPA

AGRADECIMENTOS

Em gratidão elevo meus pensamentos e sentimentos ao divino, força que alimenta a minha alma e mente, que me auxiliou a seguir até aqui, forte e intuitivamente guiada. Dedico essa pesquisa como forma de honra e amor em memória a minha mãe Cleide Paiva e a minha tia/mãe Cláudia Paiva, mulheres benevolentes, divertidas e gentis, meus maiores exemplos de empatia e amor, saudades não apenas do que vivemos, mas também do que poderíamos ter vivido. Agradeço também à família e as amigas pelo carinho, força e torcida. Foi mais feliz a caminhada com pessoas importantes ao lado, que auxiliaram a superar os desafios e ficar bem para seguir construindo meu caminho, com propósito e intenção clara.

Sou grata pela oportunidade em ser orientada pelo professor Dr. Gilberto Rocha, tive um generoso mentor, que com toda humildade, sabedoria e bom humor, me conduziu para uma pesquisa bonita e significativa para mim, assim como, importante para a ciência, a natureza e a sociedade. Construimos amizade, tive muita sorte, que seja uma parceria frutífera em contribuição com a ciência na Amazônia.

Assim como, agradeço ao meu coorientador Dr. Daniel Sombra, à Universidade Federal do Pará, ao Núcleo de Meio Ambiente do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, e a toda a equipe de profissionais, em especial as professoras e professores. Grata também as amigas inspiradoras que ganhei na turma de mestrado, entramos no programa no meio de uma pandemia, sobrevivemos e nos mantemos firmes até o fim.

Agradeço ao Instituto Nacional de Pesquisa Espacial — INPE e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA/Amazônia Oriental, pela possibilidade de atuar como bolsista de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação — DTI, por meio do vínculo com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq. Onde desenvolvo pesquisa técnico-científica como analista de imagens orbitais no Projeto TerraClass, atuando no monitoramento e mapeamento Uso e Cobertura da Terra, na produção de dados relacionados a série histórica dos anos de 2016, 2018, 2020 e 2022 em nove Estados que compõe o bioma Amazônia.

As árvores pertencem ao reino Plantae.
São um dos mais altos e mais longevos seres da Terra.

Algumas chegam a 88 metros, como o Angelim Vermelho, no Pará.

E a milhares de anos, como a Sequoia Presidente que, há mais de três séculos, mora num parque da Califórnia.

Existem aproximadamente 80 mil espécies e três trilhões de árvores espalhadas pelos cinco continentes.

Árvore faz remédio: o ácido acetilsalicílico da casca ralada do Salgueiro.

Árvore fornece frutas, flores, sementes, fibras, madeira, látex, chás, resinas e pigmentos.

Ela barra poluição, evita erosão, baixa a temperatura e regula o clima, já que é a maior sequestradora de carbono da atmosfera.

Sem árvore, a gente sufocaria num planeta ultracarbonado, ultraencalorado e ultradesertificado.

Brasil é nome de árvore.

E não é incrível que um país desmate tanto seu próprio nome?

Simone Az (O planeta é um poema: Árvore)

RESUMO

Essa pesquisa visa contribuir com a discussão sobre cidades resilientes e adaptadas às mudanças climáticas devido ao aquecimento global e do El Niño. Diante desse contexto, um recurso estratégico para o enfrentamento dessa realidade é a utilização de áreas verdes, como soluções baseadas na natureza, em virtude dos benefícios socioambientais. Este estudo analisa o ordenamento territorial e a vegetação, além do alinhamento das políticas ambientais e o Plano Diretor municipal, a institucionalização da Agenda 2030 dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável-ODS (metas 11, 13 e 15) e adaptação a Nova Agenda Urbana adotados pela gestão do município de Barcarena-PA. Para tanto, houve a metodologia de aquisição do levantamento bibliográfico sistêmico sobre planejamento urbano, gestão ambiental, áreas verdes, soluções baseadas na natureza, legislação ambiental, as agendas globais e locais e o tema de cidades resilientes na adaptação e mitigação às mudanças climáticas. No sentido de entender o território, houve a produção de dados primários, por meio do mapeamento do Uso e Cobertura da Terra (UCT), nos trinta bairros do município e entorno (aproximadamente 3 km), entre 2016 e 2023. Foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e o geoprocessamento, processados no Google Earth Engine e no *software* Qgis para a análise espacial, estatística, produções cartográficas, gráficas e cálculo das áreas. Os dados da área urbanizada atualmente destacam que a vegetação reduziu e ocupa 144,56 km² (54% do total da área). A hidrografia permaneceu estável em 57,48 km² (representando 22% do total). O solo exposto aumentou para 26,22 km² (10%). A área urbana e ao entorno cresceu e ocupa 17,62 km² (7%). O Complexo industrial-minerário-portuário atualmente abrange 18 km² (7%). Em relação aos 30 bairros, os dados atuais mostram que a vegetação reduziu e ocupa 21,36 km² (41,51% da área total). A área urbanizada expandiu e ocupa 18,94 km² (36,80%). O solo exposto aumentou para 11,15 km² (21,67%). Enquanto isso, a hidrografia permaneceu em 0,01 km² (0,02%). Possui o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) em 10,97% e baixo conforto térmico com o Índice de Cobertura Vegetal (ICVH) em cerca de 9,66 m²/habitantes, possui ilhas de calor. A pesquisa propõe como produto: dados, mapas e metodologia para a elaboração do Cadastro Ambiental Urbano (CAU), para contribuir com construção de um alinhamento da gestão municipal com Plano Estadual de Recuperação da Vegetação Nativa e com a Década da Restauração de Ecossistemas. Visa ser um instrumento de auxílio para um futuro zoneamento ambiental e a próxima Revisão do Plano Diretor, com ações voltadas a resiliência da cidade, diante do agravamento da crise climática, na perspectiva de contribuir com a promoção da qualidade ambiental urbana e qualidade de vida, para o desenvolvimento sustentável local.

Palavras-Chave: Amazônia Brasileira; Planejamento Urbano; Gestão Ambiental; Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento.

ABSTRACT

This research aims to contribute to the discussion on resilient cities adapted to climate change in the face of global warming and El Niño. In this context, a strategic resource for addressing this reality is the use of green areas as nature-based solutions, due to their environmental and social benefits. This study analyzes land use planning, vegetation, alignment of environmental policies, the municipal Master Plan, the institutionalization of the 2030 Agenda for Sustainable Development's 17 Sustainable Development Goals (SDGs 11, 13, and 15), and adaptation to the New Urban Agenda adopted by the management of the municipality of Barcarena, PA. To do so, a methodology of systematic literature review was employed on urban planning, environmental management, green areas, nature-based solutions, environmental legislation, global and local agendas, and the theme of resilient cities in adaptation and mitigation to climate change. In order to understand the territory, the study produced primary data through the mapping of Land Use/Land Cover (LULC) in the thirty neighborhoods of the municipality and its surroundings (approximately 3 km) between 2016 and 2023. Remote sensing techniques and geoprocessing were used, processed in Google Earth Engine and QGIS software for spatial analysis, statistics, cartographic productions, graphs, and area calculations. Current urbanized area data show that vegetation has decreased and occupies 144.56 km² (54% of the total area). Hydrography remained stable at 57.48 km² (representing 22% of the total). Exposed soil increased to 26.22 km² (10%). The urbanized area grew and occupies 17.62 km² (7%). The current industrial-mining-port complex covers 18 km² (7%). Regarding the 30 neighborhoods, current data shows that vegetation has decreased and occupies 21.36 km² (41.51% of the total area). The urbanized area expanded and occupies 18.94 km² (36.80%). Exposed soil increased to 11.15 km² (21.67%). Meanwhile, hydrography remained unchanged at 0.01 km² (0.02%). The study reveals a Vegetation Coverage Index (VCI) of 10.97%, indicating a decline in greenery, and low thermal comfort with the Vegetation Coverage Heat Index (VCHI) at around 9.66 m²/inhabitant, has heat islands. The research proposes as a product: data, maps, and methodology for the elaboration of the Urban Environmental Registry, to contribute to the alignment of municipal management with the State Plan for the Recovery of Native Vegetation and with the Decade of Ecosystem Restoration. It aims to be a tool to aid in future environmental zoning and the next Master Plan Review, with actions focused on the city's resilience, in the face of worsening climate crisis, aiming to contribute to the promotion of urban environmental quality and quality of life, for local sustainable development.

Keywords: Brazilian Amazon; Urban Planning; Environmental Management; Remote Sensing; Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Concentração populacional urbana e rural.
- Figura 2:** Áreas urbanizadas na região norte do Brasil.
- Figura 3:** Adensamento populacional em Barcarena.
- Figura 4:** Serviços ecossistêmicos prestados por categorias de áreas verdes.
- Figura 5:** Efeito ilhas de calor.
- Figura 6:** Serviços Ambientais proporcionados pelas SBN's.
- Figura 7:** Dinâmica do ecossistema.
- Figura 8:** Diferença entre serviços ecossistêmicos e serviços ambientais.
- Figura 9:** As atividades humanas são responsáveis agravamento do aquecimento global.
- Figura 10:** Mudanças climáticas e o aumento da gravidade dos impactos.
- Figura 11:** Os riscos aumentam com cada incremento de aquecimento.
- Figura 12:** Ações que podem mudar as trajetórias do desenvolvimento em direção à sustentabilidade.
- Figura 13:** Localização do município de Barcarena, com destaque para a área urbana.
- Figura 14:** Variação da temperatura e a precipitação no município de Barcarena.
- Figura 15:** Temperatura, precipitação e umidade no verão em Barcarena
- Figura 16:** Localização dos Bairros no município de Barcarena.
- Figura 17:** Metodologia adotada na pesquisa.
- Figura 18:** Imagens da Planet coletadas no Google Earth Engine com recorte da área de interesse e a extração no NDVI.
- Figura 19:** Classificação da área de estudo
- Figura 20:** vias arborizadas com ciclovia na rua São Francisco, no bairro Vila dos Cabanos.
- Figura 21:** Parque Municipal de Preservação Ambiental da Cabanagem (vermelho) e arborização de rua na av. Cônego Batista Campos.
- Figura 22:** Ocupação para a construção de um resort na área de vegetação primária suprimida (amarelo).
- Figura 23:** Ocupação irregular ao lado da estrada do Caripi (vermelho).
- Figura 24:** Mapa de Uso e Cobertura da Terra de Barcarena, ano 2016 e 2023.
- Figura 25:** Imagens entre 1985 e 2023 da área que passou a ser urbanizada após a industrialização.

Figura 26: Mapa de UCT na área urbana no Município de Barcarena, ano 2016 e 2023.

Figura 27: 17 ODS com destaque para os ODS 11, 13 e 15 no Município de Barcarena em 2022.

Figura 28: Linha do tempo de implementação das Agendas da ONU a gestão do município.

Figura 29: Parque Municipal de Preservação Ambiental da Cabanagem e Área de Proteção Ambiental I.

Figura 30: Ações para a resiliência adotadas pela Prefeitura de Barcarena.

Figura 31: Contribuição das áreas verdes urbanas e periurbanas.

Figura 32: CAU para auxiliar diferentes públicos.

Figura 33: Aplicativo CAU Cidadão e CAU Gestor.

Figura 34: Aplicativo CAU Cidadão e seus atributos

Figura 35: Proposição da metodologia de criação do Cadastro Ambiental Urbano.

Figura 36: Mapeamento da cobertura vegetal dos bairros de Barcarena.

Figura 37: Mapeamento do solo para indicativo de áreas para restauração florestal.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Impactos das mudanças climáticas em áreas urbanas.

Quadro 2: Cálculos das Classes de UCT para os anos de 2016 e 2023.

Quadro 3: Incremento e redução UCT entre os anos de 2016 e 2023.

Quadro 4: Cálculo de áreas de Uso e Cobertura da Terra dos bairros de Barcarena, ano 2023.

Quadro 5: Incremento e redução das classes UCT nos bairros, entre os anos de 2016 e 2023.

Quadro 6: Árvores nas calçadas, canteiros centrais e praças nos bairros até o ano de 2020.

Quadro 7: Resultados do índice de arborização do número total de árvores a serem implantadas.

Quadro 8: Cronograma geral do Plano de Arborização Urbana.

Quadro 9: Consumo de combustíveis fósseis em Barcarena no ano de 2022.

Quadro 10: Emissões provenientes do consumo de energia na rede elétrica em tCO₂e, desagregadas por setor e percentual de Emissões provenientes do consumo de Energia Estacionária no ano de 2022.

Quadro 11 - Panorama de Emissões em Barcarena (Setores e Subsetores de Atividades).

LISTAS DE SIGLAS

ABM	Associação Brasileira de Municípios
NASA	Agência Espacial Americana
ABC	Agricultura de Baixo Carbono
ARDECO	Aluminium Resources Development Co
AGW	Antropogenic Global Warming
ACV	Área da Cobertura Vegetal
APA	Área de Preservação Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
Arie	Área de Relevante Interesse Ecológico
ATB	Área Total dos Bairros
AVU	Áreas Verdes Urbanas
ABM	Associação Brasileira de Municípios
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CAU	Cadastro Ambiental Urbano
CTM	Cadastro Técnico Multifinalitário
CAR/PCT	CAR Coletivo dos Povos e Comunidades Tradicionais
Cebrap	Centro Brasileiro de Análise e Planejamento
CRAS	Centro de Referência de Assistência Social
ICVH	Cobertura Vegetal por Habitante
UNECE	Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa
CDP	Companhia das Docas do Pará
CODEBAR	Companhia de Desenvolvimento de Barcarena
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CI-Brasil	Conservação Internacional Brasil
COP	Conferência das Partes
DRE	Década da Restauração de Ecossistemas
DTI	Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
DAP	Diâmetro a Altura do Peito
GSD	Distância de Amostragem do Solo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
UNDRR	Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres
ETE	Estação de Tratamento do Esgoto
UNDRR	Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres
FIG	Federação Internacional de Geômetras
Flona	Floresta Nacional
GEE	Gases do Efeito Estufa

GEE	Google Earth Engine
GCF	Governadores para o Clima e Floresta
ICLEI	Governos Locais para a Sustentabilidade
GI	Green Infrastructure
GT-PRVN	Grupo de Trabalho responsável pelo processo de construção do PRVN
PPGEDAM	Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia
ICLEI	Governos Locais para a Sustentabilidade
ICU	Ilha de Calor Urbana
IPTU	Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana
ICMS	Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação
ICVH	Índice da Cobertura Vegetal por Habitante
ICV	Índice de Cobertura Vegetal
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IDSC-BR	Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
IPAM	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
IMAZON	Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
IIS	Instituto Internacional para Sustentabilidade
INPE	Instituto Nacional de Pesquisa Espacial
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPF	Ministério Público Federal
MLME	Modelo Linear de Mistura Espectral
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
NICFI	Norway's International Climate and Forests Initiative
NAU	Nova Agenda Urbana
NUMA	Núcleo de Meio Ambiente da UFPA
NOX	Número de Oxidação
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
OT	Ordenamento Territorial
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
OMM	Organização Meteorológica Mundial
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
PRVN-PA	Plano de Recuperação da Vegetação Nativa do Estado do Pará
PLAC	Plano Local de Ação Climática
Planaveg	Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa

PNAP	Plano Nacional Estratégico sobre Áreas Protegidas
PPA	Plano Plurianual
PDDU	Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano
PDI	Processamento Digital de Imagens
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
POLAMAZÔNIA	Programa de Polos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia
PMV	Programa Municípios Verdes
PMABB	Programa Nacional de Monitoramento dos Biomas Brasileiros
Projeto ARPA	Projeto de Áreas Protegidas na Amazônia
PGC	Projeto Grande Carajás
REDD	Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal
RRD	Redução de Riscos e Desastres
REURB	Regularização Fundiária Urbana
RDS	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
Refau	Reserva de Fauna
Resex	Reserva Extrativista
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SbN's	Soluções baseadas na Natureza
SEAS	Secretaria Especial de Articulação Social
SEMADE	Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico
SEMAGRI	Secretaria Municipal de Agricultura
SEMAS	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SEMDUR	Secretaria Municipal de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano
SEMPLA	Secretaria Municipal de Planejamento e Articulação Institucional
SEPLE	Secretaria de Portos, Logística e Energia
SR	Sensoriamento Remoto
STTR-Barcarena	Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Barcarena
SIG's	Sistema de Informações Geográficas
SINIMA	Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SBAU	Sociedade Brasileira de Arborização Urbana
SDSN	Sustainable Development Solutions Network
TAC	Termos de Ajuste de Conduta
THB	Total de Habitantes dos Bairros
UC	Unidades de Conservação
UCT	Uso e Cobertura da Terra
VLR	Voluntary Local Review
WRI Brasil	World Resources Institute Brasil
ZC	Zona Costeira
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social

Sumário

1. Introdução	16
1.1 Justificativa	20
1.2 Problemática	23
1.3 Objetivos	25
2. Referencial Teórico.....	25
2.1 Processo de Urbanização.....	26
2.2 Ordenamento Territorial, Planejamento Urbano e Gestão Ambiental	33
2.3 Legislação Ambiental nas esferas nacional, estadual e municipal	37
2.4 Áreas Verdes Urbanas, Soluções Baseadas na Natureza, Infraestrutura Verde e a Qualidade Ambiental	46
2.5 Cadastro Ambiental Urbano e o Programa Cidade+Verdes.....	52
2.6 Agenda 2030 e os 17 Objetivos Desenvolvimento Sustentável	55
2.8 Década da Restauração dos Ecossistemas	60
2.9 Alterações no Clima e o Painel intergovernamental sobre Mudanças Climáticas IPCC	63
2.10 Resiliência para Mitigação e Adaptação de Cidades Inteligentes pelo Clima	73
2.11 Área de estudo	76
3. Procedimentos Metodológicos.....	86
3. 1 Mapeamento em Barcarena	89
3.2 Estudo de campo	95
4. Resultados e Discussões.....	101
4.1 Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra.....	106
4.2 Mapeamento dos Bairros de Barcarena	111
5. Planejamento Urbano, Gestão Ambiental e Agendas Globais da ONU em Barcarena	114
5.1 Barcarena Resiliente e a Adaptação e Mitigação às Mudanças Climáticas	123
5.2 Plano Municipal de Arborização Urbana de Barcarena.....	126

5.3 Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa de Barcarena	133
6. Proposição de um modelo de Cadastro Ambiental Urbano	138
6.1 Produto da Pesquisa	140
7. Conclusões	150
REFERÊNCIAS	155

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Espacial Americana (NASA) e o Observatório Copernicus da União Europeia, julho de 2023 foi o mês mais quente desde o início dos registros em 1880, com intensas ondas de calor. Na Península Antártica, América do Norte e América do Sul, a temperatura aumentou cerca de 4 °C acima da média. Na Grécia, Itália e Estados Unidos, o calor ultrapassou os 50 °C, sobrecarregando hospitais e causando mortes (Clima Info, 2023).

O agravamento da crise climática está associado aos fatores relacionados ao aquecimento global e o fenômeno climático do El Niño, mais intenso, aumentando a temperatura da superfície terrestre e dos oceanos, responsáveis pelas ondas de calor recordes de 2023. A Organização Meteorológica Mundial (OMM), publicou a versão provisória do Estado Global do Clima 2023, no qual, aponta o ano mais quente em 147 anos, os anos de 2015 a 2023 foram os mais quentes, acima da média global de temperatura. Até outubro, a média da superfície ficou 1,4 °C acima da média de 1850/1900 em 1,29 °C e 2020 em 1,27 °C (INEMET, 2023).

No Brasil, o ano 2023 foi o mais quente, desde a década 60, iniciou em julho e em setembro houve alta na temperatura em 1,6 °C acima da média em 1961. Desde o início do ano foram registradas oito ondas de calor consecutivas, com previsão entender até 20/03/24, com elevadas temperaturas, 0,5 e 1 °C acima da média na maioria do País, em destaque a região norte e nordeste (INMET, 2023).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) aponta os dias 19, 24 e 29 de setembro como os mais quentes do ano, com elevadas em temperaturas grande parte da extensão do país, onde várias localidades registraram máximas superiores a 38 °C, inclusive superando os 40 °C, as anomalias de temperatura máxima seguiram elevadas na ordem de 4 °C (INPE, 2023).

O aumento das temperaturas, o desmatamento e a estiagem estão reduzindo a capacidade da maior floresta tropical de absorver dióxido de carbono da atmosfera em decorrência das atividades humanas. Os cientistas Carlos Nobre e Lovejoy apontam que o aumento do desmatamento altera o fluxo da umidade a ponto de impulsionar áreas a uma transição para savana, um ponto de não retorno, que pode chegar a 20% a 25%. Reduzindo o potencial das florestas retirar as emissões de combustíveis fósseis, no qual, as queimadas que liberam poluentes podem também estar agravando mudanças climáticas (*National Geographic Brasil*, 2021).

Diante do exposto, Amazônia e o clima são temas que correlacionam, o aumento do estresse da floresta causado por atividades antrópicas pode levar ao risco de transições irreversíveis ao bioma, em limiares críticos e feedbacks, como o aumento da temperatura e a redução da precipitação (Flores *et al.*, 2024).

A região foi inserida na economia global, num modelo de exploração e ocupação, baseado no desenvolvimento ligado à expansão das atividades produtivas. Essa dinâmica gerou mudanças estruturais de uma economia extrativista que transpôs a fronteira agrícola rural, para ser industrial e uma nova fronteira urbana (Becker, 2007; Coutinho, *et al.*, 2013).

Na Amazônia está localizado o Estado do Pará, pelo qual passou por um ordenamento territorial que transformou o município de Barcarena, para instalação do distrito industrial. Destinado por um modelo de desenvolvimento global no local, guiado pelo beneficiamento mineral do complexo industrial, da companhia estatal Vale do Rio Doce. Que gerou mudanças na dinâmica da cidade e provocou a urbanização e expansão urbana, que negligenciou a natureza e a população, tornando o município um dos mais impactados pelas práticas econômicas no Estado (Nahum, 2006; Silva *et al.*, 2017; Castro, 2017).

Diante do exposto, é necessário abordar as transformações urbanísticas estruturais na gestão de espaços públicos, por representar um desafio para lidar com a urbanização consolidada na criação das cidades (Souza, 2003; Machado, 2014). Este modelo pensar a cidade foi desafiado, ao utilizar o planejamento urbano comprometido com a gestão ambiental, para atuar nas distorções provocadas pela urbanização (Paiva *et al.*, 2022).

Nesse sentido, é importante que as cidades adotem políticas públicas para minimizar os impactos ambientais da urbanização, voltados a sustentabilidade urbana (Santos; Freiria, 2023). Os formuladores de políticas públicas devem fazer uma gestão inteligente dos recursos no planejamento do uso da terra (Souza, 2003; Machado, 2014). Atualmente, os municípios estão cada vez mais mobilizados a incorporar os acordos internacionais e nacionais (Governos locais pela Sustentabilidade, 2017).

Diante das vulnerabilidades as mudanças climáticas e cenário de ameaças, o urbano deve responder viabilizando ações de planejamento e a gestão associado a resiliência da cidade e da população (Espíndola; Ribeiro, 2020). Com soluções criativas e novos modelos de governança, para desenvolver iniciativas e

medidas, além de serviços e estratégias para a construção de cidades inteligentes e resiliente ao clima (Governos locais pela Sustentabilidade, 2017).

Nesse sentido, arborização é considerada estratégica e benéfica ao urbano e aos serviços ecossistêmicos, por atuar no conforto térmico, na qualidade ambiental, no embelezamento da paisagem, na sustentabilidade, na mitigação das mudanças climáticas, além de representar uma questão de saúde pública e qualidade de vida (Mascaró, Mascaró, 2002; Nucci, 2008; Buccheri-Filho, Tonetti, 2011; Londe e Mendes, 2014; Estevêz e Nucci, 2015; Paiva et al., 2022).

A vegetação atua no microclima, a redução a temperatura média no interior da floresta pode chegar a até 4 °C, quando comparada com áreas externas próximas, cumpre funções para o enfrentamento de mudanças climáticas, diante das altas emissões de gases de efeito estufa nas cidades e o potencial da vegetação na mitigação. Diminui as ilhas de calor no urbano ao resfriar a temperatura em cerca de 5,18 °C (Rachawal *et al.*, 2023).

Diante do exposto, o estudo contribui com o debate sobre a perspectiva cidades resilientes, utilizando as áreas verdes e a infraestrutura verde, como soluções baseadas na natureza, no aproveitamento dos benefícios ambientais e as funções ecossistêmicas, para a qualidade ambiental urbana. Assim como, aborda a institucionalização das Agendas Globais pela prefeitura de Barcarena, na revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Nesse sentido, a pesquisa visa propor ações de política pública de iniciativa local, para cidades inteligente e adaptadas ao agravamento das mudanças do clima, ao conter a degradação, manter a restauração e na construção de resiliência urbana, com o alinhamento: a Nova Agenda Urbana; Agenda 2030 e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (metas 11, 13 e 15); Década da Restauração de Ecossistemas (2021–2030).

No qual, a pesquisa fundamenta-se na análise do contexto de Barcarena, por meio das perguntas que nortearam, como: quais os impactos que a urbanização fomentada por um projeto minerário-industrial-portuário pode comprometer a qualidade ambiental da cidade e suas áreas verdes; de que maneira o Cadastro Ambiental Urbano pode ser um instrumento que auxilia os gestores locais para o ordenamento do território, na melhoria da gestão e na qualidade ambiental e qualidade de vida nas cidades, no contexto das mudanças climáticas. Tem por

objetivo abordar as funções estratégicas das áreas verdes, além de contribuir para um ordenamento racional e sustentável do território e atuar na adaptação e mitigação às mudanças climáticas.

Inicialmente, apresentam-se o referencial teórico, análise documental, visita em campo, objetivo geral e específico, justificativa, problema da pesquisa. Na sequência a demonstração dos procedimentos metodológicos desenvolvidos com o uso das geotecnologias, por meio do sensoriamento remoto e o geoprocessamento do contexto da área urbana, como instrumentos técnicos no mapeamento do uso e cobertura da terra do ano de 2016 e 2023 e os resultados e discussões.

Posteriormente, abordam-se o planejamento urbano e a gestão ambiental adotadas em Barcarena, e o tema de cidades resilientes e adaptadas as mudanças climáticas, ao utilizar os benefícios ambientais e as funções ecossistêmicas das áreas verdes urbana, alinhados a Agenda 2030 e os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 11, 13 e 15), a Nova Agenda Urbana e a Década da Restauração dos Ecossistemas.

Por fim, há a apresentação do produto desta pesquisa no Programa Pós-Graduação Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia (PPGEDAM), por meio da elaboração do Cadastro Ambiental Urbano (CAU) alinhado às agendas da ONU. Com informações relativas à cobertura vegetal, como um instrumento de auxílio a gestão ambiental no ordenamento territorial. E assim, fomentar iniciativas para cidades resiliente e adaptadas as crises climáticas, por meio dos benefícios e funções das áreas verdes urbanas, associado a capacidade de resiliência e adaptação. Nesse sentido, a pesquisa visa fornecer subsídio à Prefeitura de Barcarena, como uma política pública voltada a qualidade ambiental urbana, assim como, auxiliar a próxima Revisão do Plano Diretor.

Diante do exposto, a pesquisa tem por finalidade abordar as pautas das cidades resilientes e áreas verdes como agente de adaptação às mudanças climáticas, considerando Barcarena como uma área de risco. Na perspectiva de contribui com a construção de um caminho para alcançar a qualidade ambiental urbana e qualidade de vida. Por meio de um modelo de desenvolvimento sustentável local, alinhado às Agenda Globais, estabelecidas pela ONU, associado a Agenda 2023 e aos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável nos ODS (11, 13, 15), além

da consonância com a Nova Agenda Urbana e a Década da Restauração Ecosistêmica.

1.1 Justificativa

A pesquisa tem por finalidade abordar a adequação do município as ações implementadas, em prol do planejamento e a gestão das áreas verdes ou infraestrutura verde urbanas, previstos em Políticas Ambientais e no Estatuto da Cidade, para auxiliar a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. Com alinhamento a Agenda 2030 (metas 11, 13 e 15) dos 17 ODS, a Nova Agenda Urbana e a Década da Restauração de Ecossistemas (2021–2030), com iniciativas de política pública para a adequação. No qual, estão sendo adotadas ações e estratégias, a partir do fortalecimento da governança para a sustentabilidade, em consonância com a proteção e revitalização do meio ambiente.

Segundo o Secretário-Geral da ONU, é necessária mudança na mentalidade, pois a pressão sobre os recursos naturais está afetando o bem-estar de 40% da população global. Ao cumprimento de todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e impulsionar a restauração, em replantar e proteger as florestas, tornar as cidades mais verdes (Nações Unidas Brasil, 2021). Deve atender as necessidades de adaptação das políticas públicas locais, para produzir cidades resilientes, sustentáveis e com qualidade ambiental e qualidade de vida conforme as necessidades contemporâneas, no sentido da sustentabilidade (Klug *et al.*, 2019).

A mudança climática é uma realidade evidente e a utilização das áreas verdes é um instrumento estratégico para mitigar os danos, além de adaptar o urbano aos impactos, devido às funções que exercem aos serviços ecossistêmicos (Klug *et al.*, 2019). A Nova Agenda Urbana (NAU) aponta a necessidade de investimentos em prol do resfriamento do ambiente construído, atua na melhoria da qualidade de vida, na redução das ilhas de calor, por meio dos benefícios da “cobertura florestal urbana, telhados verdes e outros elementos naturais podem reduzir a carga de energia e as emissões” (ONU Habitat III, 2022, p. 44).

Houve várias intervenções no ordenamento territorial, por meio de gestões que não priorizavam o plano diretor no planejamento urbano e nem na gestão ambiental. A partir de 2013 houve uma mudança na estrutura de poder na gestão

municipal de Barcarena, possibilitou uma gestão inovadora, alinhada com as Agendas Globais na revisão dos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano (PDDU), além de adotar outras iniciativas. Na adequação do planejamento urbano alinhado à Agenda 2030 e os 17 ODS e NAU (Menezes, 2022).

Ha o comprometimento da administração de Barcarena com um modelo de cidade mais resiliência e a sustentável, para lidar com o agravamento dos fenômenos climáticos extremos. Em julho de ano de 2023 foi certificada pela iniciativa *Making Cities Resilients* (MCR2030) como o 25º HUB de Resiliência do mundo e o primeiro da região Amazônica, ligado ao Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres (UNDRR).

Ao propor medidas para adaptar o urbano às mudanças climáticas e alinhada com a Agenda 2030 dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 11, 13 e 15), a Nova Agenda Urbana vincula-se à gestão do conhecimento sobre a Agenda 2030 para fomentar cidades resilientes aos impactos da mudança do clima na Zona Costeira Paraense. Além de disseminar informações e promover o diálogo entre diferentes atores sociais, fundamentais para a construção de soluções sustentáveis e adaptativas às mudanças climáticas na região.

Nesse sentido, a pesquisa visa ser um instrumento de apoio e suporte ao planejamento e gestão do território, que considere a parte ecológica, reconhecendo as limitações e fragilidades dos ecossistemas, como um instrumento para subsidiar ações para revisão do Plano Diretor (Ministério do Meio Ambiente, 2018). E assim, promover a qualidade ambiental e qualidade de vida, ao abordar a adaptação do urbano às mudanças climáticas, representam um dos caminhos mais significativos rumo ao desenvolvimento sustentável local (ONU Habitat III, 2022).

Segundo a Nova Agenda Urbana (2022), a urbanização mundial demanda soluções inovadoras e tecnológicas, para o enfrentamento dos desafios. Visando a inovação na NAU 156 na arena política e governamental e aponta ações destinadas ao mapeamento dos dados espaciais sobre a gestão do uso da terra:

Detecção de móvel: Utilizar os ativos da cidade para coleta de dados, como dispositivos de detecção móveis para monitoramento de tráfego e ambiental (...) Imagem de satélite: identificar a utilidade e o valor das ferramentas de sensoriamento remoto e inteligência artificial para classificação de imagens para estabelecer governança baseada em evidências na gestão do uso da terra e gerenciados centralmente pelo governo (ONU Habitat III, 2022, p. 125).

O planejamento local e regional é favorecido quando as cidades frequentemente utilizam métodos com dados para o gerenciamento do uso da terra e monitoramento ambiental, por meio de técnicas vinculada às geotecnologias, utilizando imagens de satélite para sensoriamento remoto da área, como ferramentas robustas para a governança (ONU Habitat III, 2022), como aponta:

A Nova Agenda Urbana apoia o aumento do compartilhamento de informações, conhecimento e experiência, por meio de “um foco na inovação social, tecnológica, digital e baseada na natureza, interfaces científicas políticas robustas no planejamento urbano e territorial e formulação de políticas e mecanismos institucionalizados para compartilhar e trocar informações, conhecimento e experiência” — NAU 157 (...). Busca melhorar a capacidade dos governos nacionais, subnacionais e locais para coleta, mapeamento, análise e disseminação de dados. Também busca aumentar a capacidade de promover a governança baseada em evidências, através de uma base de conhecimento compartilhada que usa dados comparáveis globalmente e gerados localmente — NAU 159 (ONU Habitat III, 2022, p. 128).

A pesquisa estabeleceu o produto na construção dos dados para a criação do Cadastro Ambiental Urbano, essas informações geoespaciais conterão dados que servirá como apoio ao futuro zoneamento ambiental e a próxima revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU). Nesse sentido, a pesquisa elaborada por essa dissertação, está associada a proposta do CAU (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2023). Ao viabilizar o mapeamento e monitoramento da cobertura vegetal, o zoneamento ambiental e o uso do solo da área urbana do município.

Diante do exposto, o município possui grande potencial consolidação e implementação do Programa Cidades+Verdes na elaboração do Cadastro Ambiental Urbano, devido ao compromisso firmado desde 2013, ao institucionalizar as Agendas da ONU em seus Planos Diretores, com foco na Agenda 2030 com 17 ODS (destacando os ODS 11, 13 e 15 e a Nova Agenda Urbana e as iniciativas adotadas, como: Desafio das Árvores; Localização da Agenda 2023; Plano de Arborização Urbana; roteiro Tornando Barcarena uma cidade Resiliente; HUB de resiliência.

Sendo assim, a pesquisa aponta para um profundo alinhamento das iniciativas adotadas pela prefeitura para ser implementado o Cadastro Ambiental Urbano. No qual, Barcarena se beneficiará com financiamento (Plano de Recuperação da Vegetação Nativa, ICMS Verde, Plano de Qualidade Ambiental do Programa Cidades+Verdes de fundos para criação do CAU; e a Restauração dos

Ecosistemas), para a promoção da qualidade ambiental urbana e a adaptação às mudanças do clima.

O que reforça a importância para a região do trabalho aqui proposto, diante do avanço expressivo da urbanização e o agravamento das mudanças climáticas. Ao abordar o papel das áreas verdes e infraestrutura verde na transição para cidades resilientes às mudanças climáticas, com iniciativas a qualidade ambiental urbana e a qualidade de vida.

1.2 Problemática

A ONU-Habitat III (2022) publicou o Relatório Mundial das Cidades 2022, que aponta cerca de 53% da população mundial vive em áreas urbanas e faz a projeção de que até 2050 será cerca de 68%. Segundo Santos; Freiria (2023), no Brasil a concentração em áreas urbanas representa mais de 80% da população. Um desafio para o país, marcada por problemas como a falta de planejamento urbano adequado, a degradação ambiental, a falta de infraestrutura básica, ocupação irregular de áreas de risco, exclusão social, especulação imobiliária, além da falta de participação da sociedade civil nos processos de planejamento urbano.

As cidades estão crescendo e correspondem a uma porção significativa das emissões globais de CO₂. É necessária uma pegada urbana mínima, que seja equipada para mitigar os impactos negativos das mudanças climáticas e do aquecimento global. Diante do contexto, cidades são um elemento importante como implementadores da mitigação e adaptação às mudanças climáticas (ONU Habitat III, 2022).

A urbanização geralmente levar à perda da qualidade ambiental devido à intensificação da ocupação humana e das atividades econômicas, além de levar a uma maior demanda por recursos naturais (Santos; Freiria, 2023). Os ecossistemas naturais são convertidos ou degradados pela expansão urbana e o processo de urbanização, que em como consequente o adensamento populacional (Governos Locais pela Sustentabilidade, 2023).

Nesse sentido, o processo de urbanização que Barcarena foi submetido provocou supressão expressiva da vegetação ao alocar o grande empreendimento para a expansão urbana, havendo como consequência uma intensa ocupação desordenada em áreas ambientalmente sensíveis e adensamento populacional

(Carmo; Costa, 2016; Silva *et al.*, 2017), diante da “ausência de proteção ambiental e a segregação socioespacial (...) que produziu tanto a problemática ambiental, quanto a problemática urbana” (Teles *et al.* 2020, p. 31).

A urbanização envolve a remoção de áreas verdes e a impermeabilização do solo, o que acarreta impactos ambientais negativos, como o aumento da temperatura, poluição do ar, enchentes, perda de biodiversidade e outros. Portanto, a promoção de infraestruturas verdes representa uma importante estratégia na mitigação dos impactos provocados pela urbanização, como uma iniciativa para a sustentabilidade urbana e resiliência as mudanças do clima (Santos; Freiria, 2023).

É importante que as cidades adotem políticas públicas para minimizar os impactos ambientais da urbanização voltados a sustentabilidade urbana (Santos; Freiria, 2023). A Nova Agenda Urbana cumpre essa função, por estar associada aos ODS 11, ao abordar assentamentos urbanos seguros e inclusivos, resilientes e sustentáveis, para que as autoridades urbanas que formulam as políticas e administram e direcionam recursos, por meio governos para alcançar a sustentabilidade ambiental, tratados nas metas 11.6 e 11.B e o 11.C (ONU Habitat III, 2022).

Reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros” — Meta ODS 11.6. Com relação às mudanças climáticas e resiliência, estabelece uma meta para as cidades adotarem planos integrados de mitigação e adaptação e resiliência a desastres — Meta ODS 11.B. Por fim, o ODS 11 expressa a intenção de “apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, na construção de edifícios sustentáveis e resilientes utilizando materiais locais” — Meta ODS 11.C (ONU-Habitat III, 2022, p. 28).

O Estatuto da Cidade possui diretrizes e instrumentos para a política urbana, que fornece subsídios para a promoção de cidades sustentáveis e resilientes a respeito à questão ambiental, promovendo a implementação de infraestruturas verdes e a proteção e recuperação do meio ambiente natural e construído. Usando o planejamento urbano para buscar a correção de distorções decorrentes de crescimento desordenado das cidades e perdas de qualidade ambiental, para proteção e recuperação do meio ambiente natural e construído (Santos; Freiria, 2023).

A perda da vegetação estabelecida pela ocupação do território é apontada como um agravador das mudanças climáticas, devido à perda da biodiversidade no solo urbano. Nesse sentido, estudar a urbanização e a qualidade ambiental

representa uma importante contribuição para o debate, também em âmbito local. Além de propor intervenções que auxiliem a cidade a encontrar soluções baseadas na natureza, adota as áreas verdes e a infraestrutura verde como um instrumento estratégico à resiliência e ao agravamento das mudanças do clima, por meio da elaboração do Cadastro Ambiental Urbano e o reflorestamento alinhado às Agendas Globais.

1.3 Objetivos

O estudo visa analisar as transformações do uso e cobertura da terra no município de Barcarena e seus aspectos ambientais, principalmente aquele ligado às áreas verdes urbanas, na perspectiva do estabelecimento de uma gestão urbana adaptada às mudanças climáticas e às agendas globais. Os dados e informações subsidiam políticas públicas, voltadas ao planejamento e gestão ambiental e para o ordenamento territorial do município, para auxiliar a próxima Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

- a) Identificar os diferentes usos do solo urbano entre 2016 e 2023 e seus efeitos nas áreas verdes.
- b) Analisar a redução da cobertura vegetal e a urbanização no município.
- c) Subsidiar com informações relativas à dinâmica de uso e cobertura da terra, na perspectiva de contribuir com as políticas públicas de ordenamento territorial, voltado à gestão ambiental. O produto da pesquisa será a construção/elaboração do Cadastro Ambiental Urbano, como um instrumento de suporte à próxima revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A pesquisa se fundamenta no ordenamento do territorial, planejamento urbano, gestão ambiental, áreas verdes, infraestrutura verde, soluções baseadas na natureza, serviços ecossistêmicos e às agendas ambientais internacionais e a legislação brasileira correspondente, para a construção de um modelo de cidade inteligente pelo clima. Visa propor ajustes à Revisão do Plano Diretor e o zoneamento ambiental e contribuir com informações para o Cadastro Ambiental Urbano, voltados

a resiliência associada ao planejamento, gestão ambiental e a adaptação do município de Barcarena as mudanças climáticas.

2.1 Processo de Urbanização

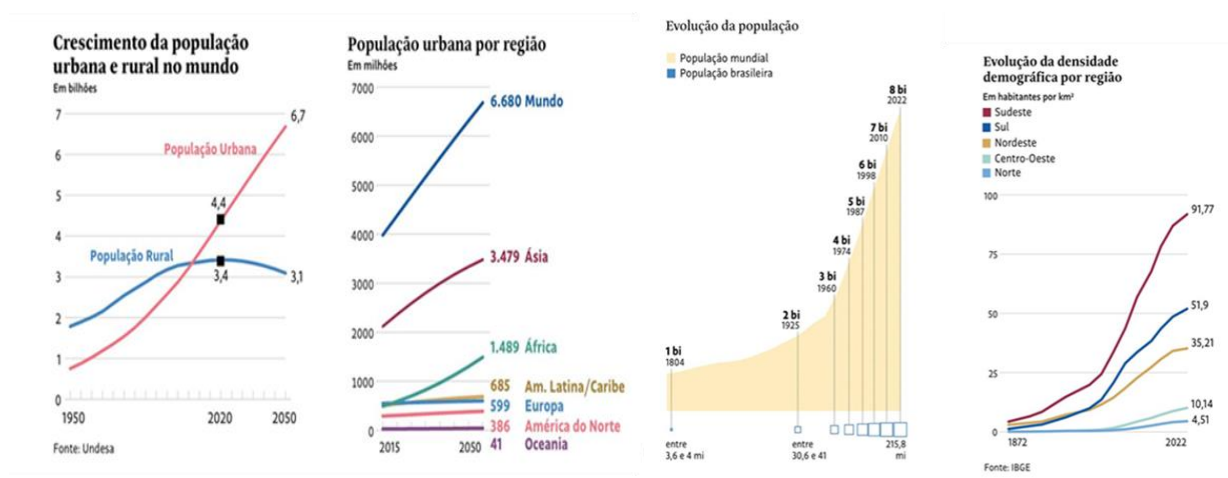
O livro “Urbanização brasileira” do autor Milton Santos é um importante marco referencial para compreender a urbanização nacional e global e as dimensões contraditórias e desiguais inerentes. A obra retrata a evolução da população urbana e rural, a diversificação e complexidade da nova urbanização, além da organização interna das cidades e os desafios enfrentados no planejamento urbano, infraestrutura e qualidade de vida (Santos, 1993).

Nesse sentido, Santos contextualiza o conceito de urbanização, como fenômeno global impulsionado pela industrialização, como um movimento da globalização e da modernização, que tem gerado profundas rupturas e transformações no tecido da organização social, política e econômica das sociedades em todo o mundo. Associado ao processo de crescimento e desenvolvimento das cidades e o conseqüente aumento da população, além da expansão do espaço urbano (Santos, 1993).

A cidade é um produto dos processos socioespaciais gerados por relações complexas, controladas pelo Estado e seus agentes modeladores do espaço (Souza, 2003). De acordo com Harvey (1982) *apud* Maricato (2015), as cidades são influenciadas pelas práticas e lógicas capitalistas, de uma elite que explora, molda e produz o espaço urbano a partir dos seus interesses e desejos, onde estabelecem conflitos entre as classes sociais pelos mercados (financeiros e imobiliários) e o uso da população ao direito à cidade.

A relação entre o adensamento urbano e êxodo rural são intimamente correlacionadas, devido aos interesses econômicos estabelecidos. É possível observar, por meio de projeções, que até 2050 haverá um crescimento exponencial da população nas cidades, em destaque para a Ásia em 3.479 milhões, África 1.489 e na América Latina/Caribe em 685 mil e Europa 599 mil, como aponta a figura 1.

Figura 1: Concentração populacional urbana e rural.



Fonte: Relatório Situação da População Mundial 2022.

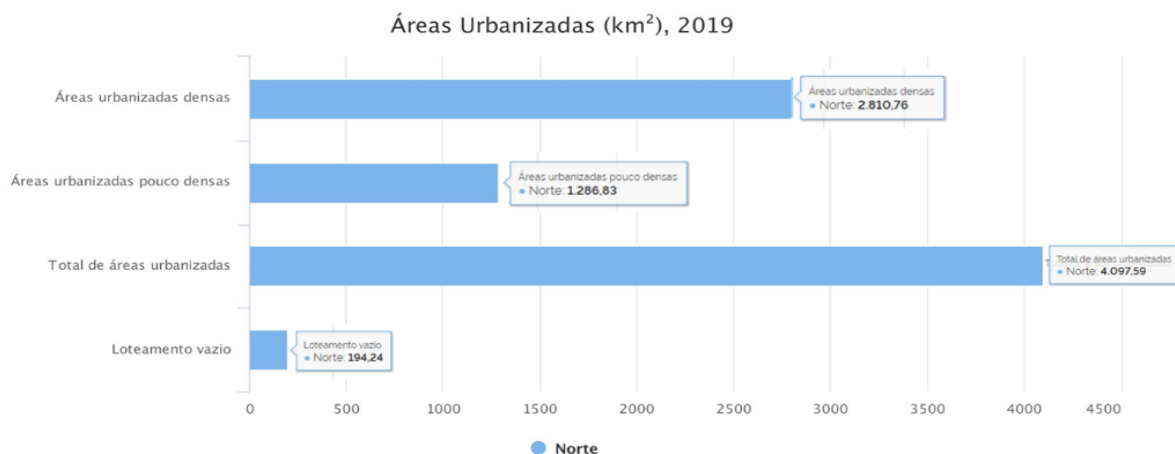
Para entender o contexto da urbanização no Brasil é importante salientar que o processo de êxodo rural e a urbanização são correlacionados, pois ao longo do século XX ocorreu o aumento da população urbana e a redução da população rural devido à migração de trabalhadores do campo para as cidades em busca de trabalho e melhores condições de vida (Santos, 1993).

Essa dinâmica foi potencializada pela modernização da agricultura, a capitalização e a mecanização do campo, que reduziu a necessidade de mão de obra e condicionou trabalhadores rurais a extrema pobreza. Enquanto nas cidades a industrialização criou oportunidades de emprego, que demandou trabalhadores do campo para as áreas urbanas. E resultou num aumento significativo da população urbana, além de ter provocado mazelas como a falta de infraestrutura básica, de moradia adequada e a concentração de pobreza (Santos, 1993).

A urbanização brasileira é complexa e desigual, possui grandes diferenças e contradições entre as regiões no país, apresenta características distintas e dicotômicas em termos de desenvolvimento econômico, social e urbano. Objetivamente, há uma grande distinção no planejamento entre as regiões: no Sudeste e o Sul são desenvolvidos, com elevada urbanização (atrai mais investimentos e recursos, impulsiona o crescimento, melhores condições de vida e de trabalho, além de atrair migrantes); o Norte e o Nordeste são menos desenvolvidos, com baixos índices urbanização (desafios de infraestrutura básica,

falta de empregos e concentração de pobreza em áreas urbanas que desestimula a migração) (Santos, 1993).

Figura 2: Áreas urbanizadas na região norte do Brasil.



Fonte: Áreas urbanizadas IBGE, 2019.

A concentração populacional, as atividades econômicas e infraestrutura em áreas urbanas, possuem grande influência na organização social, tais como: urbanização concentrada (adensamento populacional e as atividades econômicas) e a metropolização (processo de crescimento e desenvolvimento das grandes cidades, as metrópoles). As grandes cidades tornam-se centros de poder político e econômico, influenciando a dinâmica regional e nacional (Santos, 1993).

A partir dos anos 1950, o processo de urbanização brasileira, gerou aumento significativo de núcleos urbanos e aumento populacional. Permeados por um modelo de urbanização concentrada, entre cidades de tamanho intermediário até a sua metropolização, o aumento de cidades milionárias e grandes cidades médias. A taxa de urbanização, no final do século XX, nas regiões norte e nordeste era de 75% e no Sudeste correspondia a 88% (Santos, 1993).

A urbanização extensiva influenciou na transformação espacial do Brasil, impulsionada pela terceira revolução tecnológica das comunicações e informação, além da produção em parcelas amplas dos espaços regionais e nacionais. Criou novas formas de ocupação do espaço e novas lógicas de povoamento nacional, do eixo Rio-SP à fronteira agromineral da Amazônia (Monte-Mór, 1994).

As intervenções geraram uma descontinuidade do espaço geográfico e desterritorialização de populações, que emigraram de grandes áreas urbanas e metropolitanas do país. Nesse sentido, a urbanização estabelece a lógica de

assentamento e povoamento, ao criar novas formas de ocupação do espaço e novas articulações entre as regiões (Monte-Mór, 1994).

A relação cidade/campo e metrópole/região demanda novas territorialidades e reflexões em relação a lógicas de povoamento, que marcam os tempos-espacos. Passaram a ser repensadas no limiar do século XXI, a partir de um olhar ambiental e crítico sobre as territorialidades contemporâneas e suas múltiplas dimensões, incluindo a qualidade do espaço social e natural produzidos (e destruídos) pela dinâmica do capital (e do Estado seu aliado). Dicotomias modernas, a cidade e o campo como espaços interdependentes e integrados, onde a natureza e a cultura se entrelaçam (Monte-Mór, 1994).

Num mundo cada vez mais urbano, grande parte dos mais significativos impactos ambientais é gerado nas cidades, devido à concentração de pessoas e atividades produtivas. Geram impactos ao meio ambiente, reduz a pressão sobre os ecossistemas e as áreas naturais ao diminuir drasticamente a superfície de espaço natural para a ocupação de pessoas. Provocada pelo “elevado padrão de consumo urbano, a degradação ambiental decorrente do crescimento desordenado e socialmente desigual das cidades nas regiões mais pobres do mundo” (Jatobá, 2011, p. 142).

Enquanto nas demais regiões do país a urbanização está mais associada à industrialização, concentração populacional em grandes centros urbanos e desenvolvimento de infraestrutura, distantes dos ecossistemas naturais, a urbanização na Amazônia apresenta características distintas em relação ao modelo predominante no restante do Brasil, com particularidades relacionadas à dinâmica socioeconômica e ambiental (Trindade Júnior, 2013).

A urbanização na região amazônica é marcada por fatores que influenciaram como as cidades se desenvolveram, baseado em transformações e desafios complexos, tais como: ciclos econômicos (exploração da borracha, a mineração, a agropecuária e, mais recentemente, a expansão da fronteira agrícola e a construção de hidrelétricas); conflitos e desafios (conflitos socioambientais, relacionados à disputa por terras, recursos naturais e direitos territoriais de comunidades tradicionais, como indígenas e ribeirinhos); diversidade do urbano (cidades de médio porte, pequenas vilas e assentamentos rurais); crescimento não tutelado (sem um planejamento adequado, resultando em problemas como ocupação

irregular de terras, falta de infraestrutura básica e impactos ambientais); e políticas públicas (desenvolvimento urbano é fundamental para lidar com os desafios da urbanização, ao conciliar a preservação ambiental, o crescimento econômico e o respeito aos direitos das populações locais) (Castro; Alonso, 2017).

Na região, a urbanização se diferencia do modelo de urbanização predominante em função das atividades econômicas, dos padrões de ocupação do território, da relação com a natureza e dos desafios relacionados ao desenvolvimento regional e à sustentabilidade ambiental. Inseridas em áreas de floresta ou em seu entorno, influencia as dinâmicas urbanas e a interação entre o meio urbano e o meio ambiente natural (Trindade Júnior, 2013).

A urbanização na região representa a mistura entre elementos rurais e urbanos que possui uma identidade complexa e híbrida. Reflete a diversidade cultural e social da região e influencia na construção de identidades no espaço da cidade. A oposição entre rural-urbano e tradição-modernidade é evidenciada como um paradoxo, mostrando que essas dicotomias não são tão rígidas como parecem (Castro; Alonso, 2017).

As “cidades da floresta” na região são assentamentos urbanos que podem ter uma conexão mais tênue com a vida rural e tradicional da região, sugerindo uma urbanização que não está diretamente ligada à dinâmica da natureza e da floresta amazônica. Mais comuns até a década de 1960, refletem um modelo de ocupação urbana que se integrava de forma mais direta com a natureza (Trindade Júnior, 2013).

Até a década de 1960, a Amazônia era baseada em pequenas cidades, uma ocupação urbana que se integrava com a dinâmica da natureza, associadas à circulação fluvial, vida rural não moderna e com o ritmo da floresta pouco explorada.

Que

estabeleceram densas articulações com os seus respectivos entornos ou localidades relativamente próximas (vilas, povoados, comunidades ribeirinhas, etc.) (...) enraizamentos e ligações socioeconômicas e culturais com a escala geográfica local e regional (Trindade Júnior, 2013, p. 6).

Houve uma intensificação da ocupação e exploração da região amazônica, durante o regime militar (1964–1985), como área estratégica para a segurança nacional e projetos de desenvolvimento econômico e a ocupação. Que visavam a integração e o aproveitamento dos recursos naturais, por meio de projetos de infraestrutura, como hidrelétricas, a construção de rodovias, incentivos à agropecuária

e projetos de colonização. Assim como, a exploração da mineração e madeira intensificou nesse período (Trindade Júnior, 2013).

Que estabeleceu as “cidades na floresta”, elas refletem a complexidade entre o meio urbano e o meio ambiente natural, com características de urbanização e modernização diferenciada dos modelos mais tradicionais de ocupação e desenvolvimento urbano na região. Ligados a demandas externas da região para atividades econômicas como comércio, serviços, atividades industriais e agropecuárias. Fazendo da floresta um elemento de pouca integração aos novos valores da vida urbana, sendo mesmo sua negação, e tida principalmente como espaço de exploração econômica (Trindade Júnior, 2013).

O autor Trindade Júnior (2013) cita Milton Santos (1995) ao abordar as “cidades na floresta” devido à difusão do meio técnico-científico informacional, que cria as cidades-empresa, modernas e bem equipadas, devido às bases logísticas de grandes complexos econômicos. Inserida nos circuitos globais de produção e de acumulação de capital:

a) negação de um passado regional, considerado, no seu arranjo espacial, pouco adequado à difusão dos novos nexos da globalização, e afirmam-se por meio da retórica de construção de um meio técnico-científico informacional, mais adequado aos interesses das empresas; b) um processo de urbanização do território, possibilitando que a região na qual se encontram inseridas, principalmente na Amazônia oriental, cresça mais que a respectiva metrópole regional; processo esse que acompanha a mesma tendência que se apresenta para o Brasil, mas que não está presente, por exemplo, na Amazônia ocidental; c) um perfil de “cidades econômicas” e “corporativas” (SANTOS, 1993), controladas pelas corporações, que rompe com padrões tradicionais da vida urbana e valoriza a presença das empresas — com organização de trabalho e produção alinhada às novas demandas do mercado global — e de seus “staffs” para a dinâmica da vida política e social local, inclusive com a difusão de novas expressões de consumo; d) formas de articulação dos lugares em que predominam esquemas de comunicação e de dependência em relação ao externo, em que o peso das “solidariedades organizacionais” — que respeitam a hierarquia e a interdependência da organização empresarial — define muito mais verticalidades que horizontalidades; e) a inserção da Amazônia em nexos globais de produção e de informação no período técnico-científico-informacional, reafirmando o papel dessa região na nova Divisão Territorial do Trabalho como “região do fazer”, ou região que obedece aos comandos definidos nas “regiões do mandar” (Trindade Júnior, 2013. p. 11).

A ocupação e colonização da Amazônia foi objeto de uma grande campanha de propaganda pelo Estado, que levou um contingente de dois milhões de pessoas para a região. Assim, as cidades contribuíram para a urbanização do território na Amazônia, por meio de uma estrutura urbana conectada aos circuitos

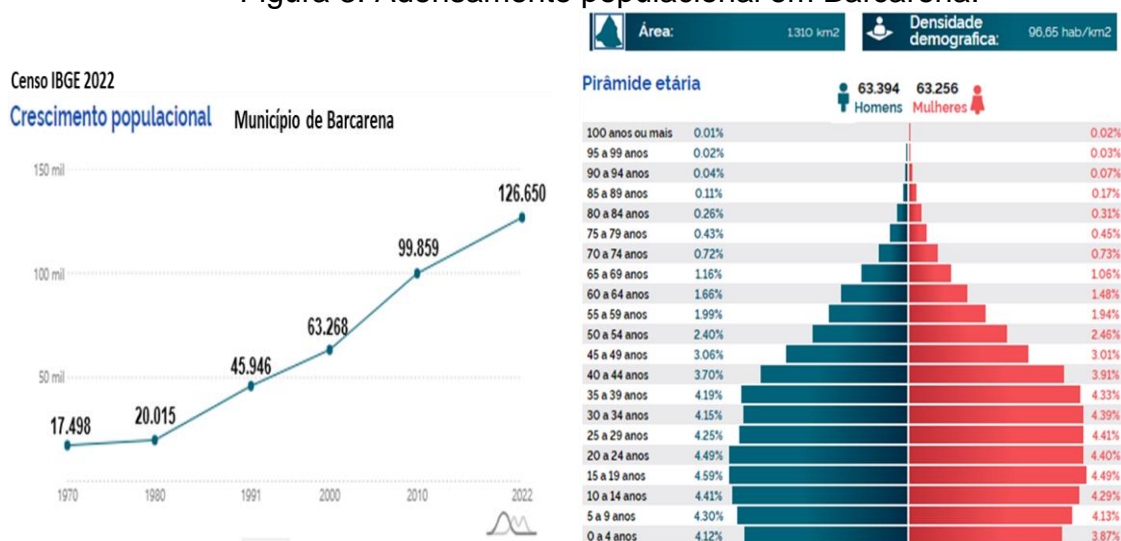
globais de produção e de informação, relativamente moderna, como cidades econômicas e corporativas (Santos, 1993).

A questão territorial na periferia capitalista é baseada em processos de diferentes formas de produção e reprodução. Identificados em fazendas do sul do Pará ou em cidades, vilas, povoados, áreas de mineração e projetos de colonização no interior de Rondônia, envolvendo populações que emigraram de grandes áreas urbanas e metropolitanas do país, com diversos processos em curso nessas regiões (Monte-Mór, 1994).

Na região a taxa de urbanização intensificou a partir da criação das malhas rodoviárias, com a integração da região à dinâmica do capitalismo nacional através das rodovias, como a Rodovia Belém-Brasília e a Rodovia Transamazônica (Costa, 2002). Até 1950 a população não chegava a 15 mil habitantes (IBGE, 2010). O projeto de desenvolvimento do planejamento urbano ocorreu aos moldes hierárquico e tecnocrático dos militares. Provocando migrações e ocupações, concentração populacional que em 1960 a correspondia a 44,67% em 1980 e passou a ser 67,59% (Villaça, 1999).

A urbanização está correlacionada com o adensamento populacional, nesse sentido, segundo dados coletados pelo censo do IBGE 2023, apontam que houve o crescimento populacional no município de Barcarena, a cidade possuía em 1970 cerca de 17.498 habitantes e em 2022 correspondeu a 126.650. O censo aponta que durante 52 anos houve um aumento significativo de 109.152 habitantes, conforme a figura 3:

Figura 3: Adensamento populacional em Barcarena.



Fonte: IBGE Panorama adaptado pela autora, ano 2023.

2.2 Ordenamento Territorial, Planejamento Urbano e Gestão Ambiental

O Ordenamento Territorial (OT) aborda a utilização adequada do espaço geográfico, evitando conflito e impactos negativos sobre o meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas. É um conjunto de ações e políticas, como o planejamento urbano e regional, a gestão de recursos naturais, entre outras (Haesbaert, 2006).

Visam orientar o desenvolvimento territorial para garantir a sustentabilidade ambiental, a equidade social e o crescimento econômico. Para isso, é necessário considerar as diferentes dimensões do território, como as questões sociais, ambientais, econômicas, culturais e buscar soluções integradas e participativas para os problemas territoriais (Haesbaert, 2006).

Segundo Santos (2004), o conceito de planejamento está voltado às questões do uso e ocupação racional do espaço físico, que estabelece relações entre os sistemas ecológicos e as demandas da sociedade. É um processo contínuo, com procedimentos e métodos para chegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis:

Consiste na adequação de ações à potencialidade, vocação local e sua capacidade de suporte, buscando o desenvolvimento harmônico da região e a manutenção da qualidade do ambiente físico, biológico e social [...] trabalha, enfaticamente, sob a lógica da potencialidade e fragilidade do meio, definindo e especializando ocupações, ações e atividades (Santos, 2004, p. 28).

Segundo Souza (2003), o planejamento auxilia no estabelecimento de metas e ações, de autocriação da realidade. A cidade como fenômeno gerado por interações complexas condicionadas por agentes que produzem o espaço. Objetiva a preparação para a gestão futura, para minimizar ou evitar equívocos, visando simular os desdobramentos do processo, corrigir e aproveitar os benefícios voltado à “melhoria de vida e um aumento da justiça social”. São estratégias para políticas públicas, um meio a serviço do bem-estar dos habitantes, efetivação do direito à cidade e a qualidade de vida (Souza, 2003, p. 75).

De acordo com Villaça (1999), o planejamento urbano está atrelado a “organização do espaço urbano (embora possa não se limitar a isso) e aplica-se ao plano de uma cidade individualmente (...) é a ação do Estado sobre a organização do espaço” (Villaça, 1999. p. 172–173). Os conceitos de planejamento e gestão

representam referenciais temporais distintos e não são intercambiáveis e complementares, como aponta Souza (2003):

O planejamento tenta simular os desdobramentos de um processo, com o objetivo de melhor precaver-se contra prováveis problemas ou, inversamente, com o fito de melhor tirar partido de prováveis benefícios. De sua parte, gestão remete ao presente: gerir significa administrar uma situação dentro dos marcos dos recursos presentemente disponíveis e tendo em vista as necessidades imediatas. O planejamento é a preparação para a gestão futura, buscando se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens de manobra, e a gestão é a efetivação, ao menos em parte (pois o imprevisível e o indeterminado estão sempre presentes, o que torna a capacidade de improvisação e a flexibilidade sempre imprescindíveis), das condições que o planejamento feito no passado ajudou a construir. Longe de serem concorrentes ou intercambiáveis, planejamento e gestão são distintos e complementares (Souza, 2003. p. 46).

O disciplinamento do uso do solo pode contribuir para a amenização dos problemas ambientais urbanos, que se mostraram inadequados, pela falta de consideração com as variáveis ambientais Silva (1991). O processo de Gestão Ambiental promove adaptações ou modificações no ambiente natural para adequá-lo às necessidades individuais ou coletivas para gerar o ambiente urbano (Philippi Jr. *et al.*, 2004).

Conforme os autores Villaça (1999), Souza (2003) e Maricato (1994), o Movimento pela Reforma Urbana (MRU) foi o responsável pela institucionalização do Plano Diretor nos moldes atuais. Ainda que o movimento não buscasse especificamente tal instrumento, buscava lutar por direitos urbanos, maior igualdade na propriedade imobiliária urbana, das mudanças nas políticas habitacionais e por uma gestão mais democrática da cidade. Segundo Grazia (1990) *apud* Villaça (1999) o MRU foi criado via emenda parlamentar:

No final dos anos de 1980, seis entidades nacionais e várias regionais encaminharam ao Congresso Nacional uma proposta de Emenda Popular à Constituição, com 160 mil assinaturas, contendo as reivindicações das massas urbanas quanto a questões fundamentais, como a propriedade imobiliária urbana, habitação, transportes e gestão urbana. Consolidava-se o Movimento Nacional pela Reforma Urbana, que a partir de então aglutinam, em escala nacional, os vários movimentos e propostas populares em torno dos chamados problemas urbanos (Grazia, 1990, *apud* Villaça, 1999, p. 232).

O MRU questionou o planejamento estatal dos espaços urbanos, foi responsável por uma série de conquistas, sendo a mais importante a Lei Federal n.º 10.257, de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade. Responsável pela institucionalização dos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano (PDDU) e suas revisões (Maricato, 2019).

Foi fundamental para uma série de avanços, no que diz respeito ao planejamento urbano, além do Plano Diretor. A Lei Federal n.º 10.257/2001 também conhecida como Estatuto da Cidade, criou um conjunto de entidades relacionadas às cidades, tais como: o Ministério das Cidades e as secretarias nacionais das políticas urbanas (habitação, mobilidade urbana e saneamento ambiental); além de uma série de espaços que de participação popular no planejamento urbano, tendo como principais representantes as Conferências Nacionais das Cidades e o Conselho Nacional das Cidades (Maricato, 2015).

O Estatuto da Cidade foi estabelecido pela Lei Federal n.º 10.257/2001, presente na Constituição Federal nos artigos 182 e 183. É um instrumento da política urbana que institucionaliza a política de desenvolvimento urbano. A legislação dispõe a respeito da ordenação e controle do uso do solo, para evitar distorções que fomentam a especulação e a gestão não adequada do solo urbano (Cidades Sustentáveis, 2023).

Segundo Brasil (2008), o Estatuto da Cidade estabelece as diretrizes gerais apropriadas para a política urbana, com normas, de ordem pública e o interesse social. Que regulamentam o uso da propriedade urbana para um bem coletivo, com equilíbrio ambiental, que promova bem-estar dos cidadãos e segurança, citado:

Art. 2º A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais: I — garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações; II — gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano; III — cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade no processo de urbanização, em atendimento ao interesse social; IV — planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente; V — oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características locais; VI — ordenação e controle do uso do solo (...) XII — proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico (Brasil, 2008. p. 15).

No Estatuto da Cidade, o Plano Diretor é um instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, disposto no capítulo II, Art. 39 e no Art. 40.

Abordam a propriedade urbana e a função social, atendendo às exigências de ordenação da cidade, na promoção da qualidade de vida, para a justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas (Brasil, 2008).

Estatuto da Cidade institucionalizou os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano (PDDU) municipais e suas revisões, na construção de um novo modelo de planejar a cidade. Com medidas instrutivas que dão importância a conservação, bem como a necessidade de diretrizes, que visem a arborização urbana, como meios para o bem-estar dos cidadãos e ao equilíbrio biológico, econômico e social do Município (Villaça, 1999; Maricato, 2019).

O PDDU é um instrumento mais adequado para o combate das desigualdades que ocorrem, por meio das “irregularidades fundiárias, segregação socioespacial e a degradação ambiental, quando elaborado e implementado de forma eficaz contribui para a minimização desse quadro instalado” (Santos Junior; Silva; Sant’ana, 2011, p. 14).

Segundo Villaça (1999), o conceito de planejamento urbano está atrelado à “organização do espaço urbano e aplica-se ao plano de uma cidade individualmente [...] é a ação do Estado sobre a organização do espaço” (Villaça, 1999, p. 172 e 173). Para Souza (2003), os conceitos de planejamento e gestão representam referenciais temporais distintos e não são intercambiáveis, mas complementares, como aponta:

O planejamento tenta simular os desdobramentos de um processo, com o objetivo de melhor precaver-se contraprováveis problemas ou, inversamente, com o fito de melhor tirar partido de prováveis benefícios. De sua parte, gestão remete ao presente: gerir significa administrar uma situação dentro dos marcos dos recursos presentemente disponíveis e tendo em vista as necessidades imediatas. O planejamento é a preparação para a gestão futura, buscando se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens de manobra, e a gestão é a efetivação, ao menos em parte (pois o imprevisível e o indeterminado estão sempre presentes, o que torna a capacidade de improvisação e a flexibilidade sempre imprescindíveis), das condições que o planejamento feito no passado ajudou a construir. Longe de serem concorrentes ou intercambiáveis, planejamento e gestão são distintos e complementares (Souza, 2003, p. 46).

Cumprindo a determinação constitucional, várias cidades brasileiras voltaram a elaborar planos diretores no início dos anos de 1990. Tentaram introduzir temas da reforma urbana e dispositivos que atendiam aos princípios de justiça social, no âmbito urbano e que não eram impedidos pela Constituição, como o coeficiente de aproveitamento único e igual a um para toda a cidade (o chamado ‘solo criado’). Outros dispositivos inovadores estão associados, como: a regularização fundiária; a

urbanização de favelas; e as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS)” (Villaça, 1999, p. 233–234).

O Estatuto da Cidade, consegue resolver o ‘caos urbano’ por meio da iniciativa da Reforma Urbana, na busca de justiça social, no combate à concentração de acesso ao solo nas mãos de poucos e por qualidade de vida, pela proposição do desenvolvimento socioespacial das cidades (Villaça, 1999; Maricato, 2019).

A urbanização pode levar à perda da qualidade ambiental devido à intensificação da ocupação humana e da atividade econômica nas áreas urbanas. A urbanização muitas vezes envolve a remoção de áreas verdes e a impermeabilização do solo, o que pode levar a problemas como enchentes, poluição do ar e da água, aumento da temperatura, perda de biodiversidade e outros impactos ambientais negativos. Além disso, a urbanização pode levar a uma maior demanda por recursos naturais, como água e energia, além de intensificar a produção de resíduos e poluentes, podendo agravar ainda mais os impactos ambientais. A falta de planejamento urbano adequado e de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade urbana podem agravar esses problemas (Santos; Freiria, 2023).

2.3 Legislação Ambiental nas esferas nacional, estadual e municipal

Como resposta do Brasil ao encontro de Estocolmo, foi criada a Política Nacional do Meio ambiente pela Lei Federal n.º 6.938/1981. No artigo 2º, define os princípios que orientam a gestão ambiental, consagra no artigo 3º conceitos de que a vida está no centro da proteção ambiental. E no artigo 4º, por meio de objetivos e metas, estabelece normas visando determinar mudanças no comportamento em relação à utilização dos recursos naturais, considerando a preservação e a conservação ambiental como um direito à vida (Brasil, 1981).

O desenvolvimento de políticas voltadas às questões ambientais no Brasil é robusto, no que diz respeito a conservação, uso sustentável e para a repartição de benefícios da biodiversidade, tais como: o Sistema Nacional de Unidades de Conservação — SNUC (Lei Federal n.º 9.985/2000); o Plano Nacional Estratégico sobre Áreas Protegidas — PNAP (Decreto Federal n.º 5.758/2006); a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal n.º 12.651/2012); e o Programa Nacional de Monitoramento dos Biomas Brasileiros (PMABB) (Coutinho *et al.*, 2019).

O Decreto Federal n.º 5.092/2004 e a Portaria MMA (Ministério do Meio Ambiente) n.º 126/2004 foram de identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no reconhecimento de 900 “Áreas Prioritárias para a Biodiversidade”. Em 2006, houve a revisão dessas áreas, resultando na Portaria MMA n.º 09/2007 e no livro *Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: atualização — Portaria MMA n.º 09/2007*, na orientação de propostas de novas Unidades de Conservação (UC) e de projetos, como exemplo o Projeto de Áreas Protegidas na Amazônia (Projeto ARPA) (Coutinho *et al.*, 2019).

A Constituição Federal de 1988, pela Medida Provisória n.º 571/2012, consagra em seu art. 4º a inclusão dos parágrafos 9º e 10º, reduzindo o potencial de conflito entre a legislação municipal e a federal. Os Planos Diretores e Leis de Uso do Solo determinam que sejam respeitados os limites de proteção às margens dos cursos d’água em áreas urbanas. No artigo 21, determina-se que é competência da união nas diretrizes do desenvolvimento urbano. O debate ambiental é apresentado no art. 23, a responsabilidade da união, estados e municípios em proteger o meio ambiente, combater a poluição, preservar as florestas, a flora e fauna, nos incisos VI e VII (Brasil, 1988).

No parcelamento urbanístico do solo, a legislação municipal proíbe solos de altimetria baixa que possam sofrer com alagamento e inundação. O plano de arruamento é estabelecido para espaços livres, destinados a áreas verdes, vias, instituições, relacionados, as ruas, parques e serviços públicos, e as quadras destinadas para equipamentos públicos e sociais e edifícios, como aponta Silva (2006):

Determina o mínimo de área que deve ser destinada ao primeiro elemento do arruamento (...) de 35% a 40% da gleba arruada. As regras, mais ou menos, são do seguinte teor: da área total do plano de arruamento e loteamento serão destinados, no mínimo: I — 20% para vias de circulação; II — 15% para áreas verdes; III — 5% para áreas institucionais. Mas, quando as diretrizes fixadas pela Prefeitura para determinado arruamento excederem os valores estabelecidos na legislação urbanística para aqueles fins, as áreas excedentes serão declaradas de utilidade pública para efeito de desapropriação. Se, no entanto, a juízo do órgão competente da Prefeitura, o espaço para vias de circulação for inferior à porcentagem prevista em relação à gleba arruada, a área necessária para completar essa porcentagem será adicionada às áreas verdes ou para outro fim, conforme dispuser a lei (Silva, 2006, p. 337).

No Estatuto da Cidade, estabelecido pela Lei 10.27 de 2001, é destacado em seu artigo 2º a qualidade ambiental nos núcleos urbanos como o direito a cidades

sustentáveis. A lei se alinha aos artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, por meio dos instrumentos urbanísticos que promovam serviços públicos, infraestrutura urbana, lazer, entre outros. A Lei Federal n.º 6.766, de 19 de dezembro de 1979, sobre o Parcelamento do Solo Urbano, trata no artigo 4º e inciso I, da criação de equipamento urbano e comunitário, como áreas para circulação e criação de espaços livres de uso público, dado pela redação da Lei n.º 785, de 1999. No § 2.º destaca como espaço para educação, saúde, cultura e lazer, vigente pela Lei n.º 11.445, de 2007 (Brasil, 1979).

A Política Florestal do Brasil, conhecida como Código Florestal n.º 12.651/2012, no artigo 1º A, inciso I, discorre sobre o reconhecimento das florestas e a vegetação nativa, bens de interesse comum, incluído pela Medida Provisória n.º 571, de 2012. A Área de Preservação Permanente (APP) é destacada no inciso IV. No artigo 3º, inciso II, destaca-se a responsabilidade da União, Estados, Distrito e Municípios, conjuntamente com a sociedade civil, na elaboração de políticas que promovam a preservação e restauração da vegetação pelas funções ecológicas e sociais. Estabelece no artigo 4º, inciso XI a proteção da vegetação e em APP a faixa marginal de 50 metros, consta nos princípios 5 a Função Social e Função Ambiental (Brasil, 2012).

A Lei Federal n.º 12.727, de 2012, destaca no artigo 1º, a Lei estabelece normas para a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal. No seu artigo 41 a responsabilidade do executivo em promover incentivo e apoio na conservação do meio ambiente, em reduzir os impactos ambientais, para o desenvolvimento ecologicamente sustentável. No inciso I aponta para o incentivo a serviços ambientais com retribuição na conservação da biodiversidade, conservação dos recursos hídricos, equilíbrio do clima, melhoria do uso do solo e das Áreas de Preservação Permanente. O inciso II na Lei n.º 9.433 de 1997, prevê que a destinação deve ser para a recuperação, manutenção e recomposição das Áreas de Preservação Permanente. O parágrafo 4º destaca que as atividades para manutenção das APP podem receber pagamentos ou incentivos pelos serviços ambientais (Brasil, 2012).

A Lei n.º 14.285, de 29 de dezembro de 2021, alterou as Leis de n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, que aborda a proteção da vegetação nativa e a Lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979, sobre o parcelamento do solo urbano relativos às APP no

entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas. Trata no inciso 10º que a lei municipal ou distrital poderá definir faixas marginais distintas em áreas urbanas consolidadas e no inciso 5º, que os limites das margens das áreas de preservação permanente no curso d'água natural em área urbana serão determinados nos planos diretores e nas leis municipais de uso do solo, ouvidos os conselhos estaduais e municipais de meio ambiente (Brasil, 2021).

Na Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de 1997, o artigo 1º aponta os instrumentos de gestão ambiental, no inciso III os Estudos Ambientais, Serviços de tratamento e destinação de resíduos sólidos urbanos nos corpos d'água, recuperação de áreas degradadas ou contaminadas, turismo e lazer com inclusão de parques, exigidos pelo licenciamento (Brasil, 1997).

O Código Florestal n.º 12.651/2012 conceitua a APP como um instrumento importante na política de preservação ambiental, definida como área protegida, com vegetação nativa ou não. Exercem função ambiental na preservação dos recursos hídricos, proteção do solo, biodiversidade, paisagem, fauna e flora, gerando o bem-estar. Atende ao direito do meio ambiente ecologicamente equilibrado, conforme assegurado no art. 225 da Constituição (Brasil, 2012).

Em 2023 foi aprovado o Projeto de Lei n. 380/2023, que ajusta a Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001, alterando Estatuto da Cidade para diretrizes que fomentem a construção de cidades resilientes às mudanças climáticas (Brasil, 2023). Para atuar no planejamento urbano-territorial, por meio de os planos diretores que tenham em suas diretrizes e instrumentos voltados para a gestão urbano-territorial, na perspectiva de reduzir vulnerabilidades, proteger a população dos possíveis impactos da mudança do clima e os eventos extremos. Além de adotar a Agenda 2030 de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Art. 1º Os arts. 2º e 4º da Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001, passam a vigorar com as seguintes alterações:

Art. 2º XXI — a adoção de medidas integradas de adaptação e mitigação dos impactos das mudanças climáticas para a garantia de cidades resilientes, com prioridade para contextos de vulnerabilidade (NR).

Art. 4º VII — estudos de análise de riscos e vulnerabilidades climáticas. (NR) (Brasil, 2023, p. 1).

A Constituição Estadual do Pará de 1989 destaca princípio de gestão no artigo 13, em que trata os Bens do Estado, a vegetação/florestas e os rios, enfatizados na Lei Estadual n.º 6.462/2002. A Política Florestal estabelece no artigo

17 a proteção a floresta e vegetação e na Lei Estadual n.º 7.638/2012, consagra em seu artigo 252 a proteção e melhoria do meio ambiente (Pará, 1989).

A Lei Florestal do Estado do Pará n.º 6.462/2002, destaca em seu artigo 1º, princípios, objetivos e instrumentos para a conservação, preservação e recuperação do patrimônio da flora e o direito das pessoas. Consta no artigo 3º, inciso VIII o objetivo de recuperar áreas em degradação ou alterada. E no artigo 4º, inciso III, os planos de recuperação de áreas alteradas, no VI reposição florestal e no XIV a educação ambiental. Artigo 8º os planos de recuperação de áreas alteradas na recomposição dos ecossistemas (Pará, 2002).

Segundo Barbi (2015) *apud* Silva *et al.* (2017), no Estado do Pará a política de mudanças climáticas é coordenada pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), baseada numa política pública transversal. A pauta está vinculada instituições estaduais, federais e organismos internacionais numa perspectiva multissetorial de governança climática, por meio da criação de um colegiado multitemático de espaços ou conselhos de articulação setorial, que envolve secretarias e diferentes atores segmentos da sociedade.

Segundo Sousa (2015) *apud* Silva *et al.* (2017), no documento organizado pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), a política nacional do Pará sobre mudanças climáticas — Recomendações para uma agenda de mitigação e adaptação às mudanças climáticas no Estado do Pará — prevê as medidas para conter o desmatamento, tais como: Plano Estadual de Prevenção, Controle e Alternativas ao Desmatamento do Estado do Pará (PPCAD) lançado em 2009; o Programa Municípios Verdes (PMV) em março de 2011 visando combate Ao desmatamento e de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), e fortalecimento da produção rural sustentável; Cadastro Ambiental Rural (CAR); Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC); o ICMS Verde; e acordos multi-institucionais, como o TAC da Pecuária, a Moratória da Soja e o TAC da Madeira.

O Governo do Pará possui cerca de 21 milhões de hectares, vinculados em nove áreas de proteção integral e 16 de uso sustentável. A estrutura de governança do Estado na agenda política para mudanças climáticas recebeu aportes financeiros substanciais de fundos, instituições e organismos não-governamentais e internacional. Desde 2008 desenvolve atividades ligadas à mitigação das mudanças climáticas, principalmente o REDD e REDD+. Desenvolvimento e formação da Força

Tarefa dos governadores para o Clima e Floresta (GCF) e da criação do Fórum Paraense de Mudanças Climáticas, em 2009 (Silva *et al.*, 2017).

A primeira tentativa sem sucesso de instituir a Política Estadual de Mudanças Climáticas foi em 2009, no governo de Ana Júlia Carepa (2007–2010), já o seu sucessor Simão Jatene (2011–2014 e 2015–2018) não houve nenhuma vontade política para discussão ou criação. Apenas no mandato de Helder Barbalho (2019-atual) houve interesse, com a aprovação da lei em 2020 (Gueiros, *et al.*, 2021).

Segundo Silva *et al.*, (2017) em 2011 ocorreu o lançamento do Programa Municípios Verdes (PMV), por meio da parceria entre municípios, sociedade civil, setor privado, Ministério Público Federal (MPF) e fontes internacionais. Visando apoiar a implementação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e fortalecer a gestão ambiental municipal, para auxiliar no combate ao desmatamento e a degradação florestal e fortalecimento da produção rural sustentável:

Monitoramento do desmatamento, fortalecimento da gestão ambiental municipal, ações estratégicas de ordenamento ambiental e territorial. Possui projeto aprovado no Fundo Amazônia, cujas principais ações se voltam à regularização ambiental no campo e ao fortalecimento da gestão ambiental em nível municipal. O mesmo foi inspirado na experiência bem sucedida do município de Paragominas, que adotou procedimentos para a regularização ambiental em resposta à sua inclusão na lista do Ministério do Meio Ambiente, que relaciona os municípios prioritários para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento (...) PMV estão sendo desenvolvidos mecanismos de incentivo à adesão ao programa, como exemplo a estruturação do ICMS verde no estado, em que a distribuição dos recursos oriundos deste imposto ao município considera, entre outras variáveis, o desempenho do município em termos de adesão ao CAR (...) PMV, os atores envolvidos partem desde o apoio para a concepção e acompanhamento do desenvolvimento das Bases de Dados e site do Programa Municípios Verdes através do projeto entre Climate and Land Use Alliance (CLUA) e Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) e parceria com a Skoll Foundation. Até no nível do acompanhamento e implementação técnica desenvolvida em conjunto com a ONG The Nature Conservancy (TNC) e apoio financeiro da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID) por meio do Projeto “Preparando o Brasil para REDD+: apoio ao Pará e Mato Grosso” (Silva *et al.*, 2017. p. 353–354).

O Pará vem implementando desde 2009 iniciativas relevantes com o potencial de impactar as principais fontes de emissão de carbono no estado (mudanças de uso da terra, desmatamento e a agropecuária). As principais iniciativas da agenda climática do Estado do Pará foram: o Plano de Prevenção, Controle e Alternativas ao Desmatamento do Estado do Pará, o Plano Agricultura de Baixo Carbono do Estado do Pará, o Plano Pará 2030, o Programa Municípios Verdes e o Programa de Regularização Ambiental (Gueiros *et al.*, 2021).

A Política Estadual sobre Mudanças Climáticas foi aprovada em 2020 (Lei Estadual n. 9.048/2020), após uma década da primeira tentativa em 2009 (Gueiros, *et al.*, 2021). Segundo SEEG (2020) *apud* Gueiros, *et al.*, (2021) no mesmo ano houve um conjunto de iniciativas para atuar nas principais fontes de emissão, em destaque para as mudanças de uso da terra e florestas, que representa 81% das emissões.

A Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) assumiu a coordenação da agenda climática, no qual adquiriu novas competências e passou a ser a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS). No final de 2019 houve a implementação do Plano Estadual Amazônia Agora (PEAA) formalizado pelo Decreto Estadual n.941/2020, ligado ao ordenamento territorial, incentivo ao combate do desmatamento, a sustentabilidade e regularização agropecuária (Gueiros, *et al.*, 2021).

No capítulo I Lei Estadual n. 9.048/2020, estabelece as diretrizes para a implementação, destacado na seção III, o art. 4º que estabelece as diretrizes para a implementação, o capítulo II os objetivos da política e no art. 5º medidas para alcançar para a adaptação e à mitigação, com destaque para:

I — adoção de medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social, cultural e econômico; II — conservação da cobertura vegetal original e o combate à destruição de áreas de vegetação natural remanescente, para garantir a conservação da biodiversidade e o alto estoque de biomassa e carbono;

III — constituição de um sistema de registro para ações, programas e projetos monitoráveis e verificáveis de mitigação de redução de emissões de gases de efeito estufa, compatíveis e integrados com metodologias GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE reconhecidas nacional e internacionalmente;

IV — cooperação com todas as esferas de governo, comércio, indústrias, organizações multilaterais, organizações não governamentais, indígenas, quilombolas, povos e comunidades tradicionais, organizações de produtores e de trabalhadores rurais, empresas, institutos de pesquisa e demais atores relevantes para a implementação desta Política; *Este inciso foi alterado pela Lei n.º 9.781, de 27 de dezembro de 2022, publicada no DOE n.º 35.236, de 28/12/2022 (...).

VIII — identificar e implementar ações para a proteção, gestão, conservação e restauração de ecossistemas, especialmente em áreas naturais que gozem de proteção especial, a fim de garantir que continuem a fornecer serviços ecossistêmicos; (...).

X — incorporar a mitigação e a adaptação no planejamento territorial em níveis regional e local, ao promover processos sustentáveis de construção, desenvolvimento de capacidades técnicas e profissionais, inovação tecnológica e incorporação de tecnologias locais, para a construção de cidades sustentáveis; (Pará, 2023 p 4- 5).

O plano também prevê o Programa estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, no Art. 33-B incentiva a preservação dos ecossistemas, recursos hídricos, biodiversidade, patrimônio genético e conhecimentos tradicionais

associados, valorizando os serviços ecossistêmicos nos âmbitos econômico, social e cultura (Pará, 2023).

O Decreto n.º 2.750, de 10 de novembro de 2022, foi aprovado Plano de Recuperação da Vegetação Nativa do Estado do Pará — PRVN. Em 2023, apresentado pelo governo do Estado do Pará, o Plano de Recuperação da Vegetação Nativa do Estado do Pará — PRVN. Com “estratégias para orientar, motivar, facilitar e implementar a recuperação da vegetação nativa em larga escala, a partir da determinação e avaliação, para o sucesso da recuperação e os desafios e oportunidades da agenda” (Pará, 2023, p. 4). O diálogo com atores de diferentes esferas e setores da sociedade foram construídas linhas de ação específicas a diferentes objetivos estratégicos, que consideram as diversas demandas e dimensões da recuperação da vegetação nativa no estado.

Nos níveis federal e estadual, as principais políticas foram adotadas foi o Plano Estadual de Recuperação da Vegetação Nativa do Estado do Pará PRVN-PA, via parceria, entre o Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS), o *World Resources Institute Brasil* (WRI Brasil), o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), a Conservação Internacional (CI-Brasil), a Aliança pela Restauração na Amazônia e outras instituições o Grupo de Trabalho responsável pelo processo de construção do PRVN (GT-PRVN) do estado (Pará, 2023). A SEMAS-PA visa promover a gestão ambiental, assegurando a preservação, a conservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida, viabilizados por meio da:

Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC — Lei Estadual n.º 9048/2022, Pará 2022c), do Plano Estadual Amazônia Agora (PEAA — Decreto Estadual n.º 941/2020, Pará 2020a), da Instrução normativa conjunta SEMAS/IDELFOR-BIO no 7/2019 (Pará 2019), da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Código Florestal — LPVN — Lei Federal no 12.651/2012, Brasil 2012) e da Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PROVEG — Decreto Federal n.º 8.972/2017, Brasil 2017a). A criação de políticas para a recuperação da vegetação nativa considera, em sua maioria, adequações ao Código Florestal, com responsabilidade comum da União, estados, Distrito Federal e municípios, em colaboração com a sociedade civil, evidenciando o importante marco estabelecido por esta lei (Pará, 2023, p. 77).

O município de Barcarena estabeleceu na revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (2016–2026) através da Lei Complementar Municipal n.º 49, de 17 de outubro de 2016 (LC n.º 49/2016), a política de gestão e desenvolvimento territorial e revogou por meio da Lei Complementar n.º 23/2006, que havia instituído

o PDDU, que vigorava até então. Alinhada à nova agenda da ONU, a Agenda 2030 (Barcarena, 2016).

A Revisão do PDDU Foi um instrumento estratégico importante na orientação o desenvolvimento urbano de forma mais sustentável e resiliente. O planejamento da expansão urbana deve considerar a implementação de infraestruturas, tecnologias e demais ações que promovam a adaptação e mitigação aos impactos da mudança do clima (Menezes, 2022).

Estabelece no capítulo IV as diretrizes para a criação de praças, parques, jardins públicos e a áreas de preservação permanente (APPs) e de faixas de proteção ambiental. Para a gestão ambiental das áreas verdes e para a promoção de um ambiente urbano mais saudável e sustentável em Barcarena. Com critérios para a implantação de áreas verdes em novos empreendimentos imobiliários e para a manutenção dessas áreas ao longo do tempo (Barcarena, 2016).

Nesse sentido, segundo Barcarena (2016), o PDDU no capítulo IV aborda no Art. 63º a política municipal de meio ambiente, no qual visa preservar, defender e proteger o meio ambiente natural. Assim como, promover ações para a recuperação e melhorias o meio ambiente antrópico, artificial. Compreendendo as peculiaridades locais, em consonância com o desenvolvimento econômico-social, visa assegurar a qualidade ambiental. No Art. 64, a política Ambiental é articulada com a Política de Gestão e Desenvolvimento Territorial, no qual remete aos objetivos:

Art. 64 — A política Ambiental, articulada com a Política de Gestão e Desenvolvimento Territorial de Barcarena terá os seguintes objetivos:

I — Orientar as decisões de intervenção e investimentos públicos e privados, partir da Política Ambiental Municipal e das legislações de caráter ambiental e de patrimônio cultural;

II — Orientar os investimentos e as decisões que promovam a recuperação do ambiente degradado, natural e construído, em especial, nos locais onde haja ameaça segurança humana e ao patrimônio natural, histórico e cultural;

III — Compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, visando assegurar as condições da sadia qualidade de vida e do bem-estar da coletividade;

IV — Promover e assegurar a sustentabilidade ecológica e a elevação da qualidade do ambiente, conservando os recursos naturais e os ecossistemas (Barcarena, 2016).

Segundo Barcarena (2023), no final de 2023 o Município de Barcarena instituiu o Plano Municipal de Arborização Urbana, Lei Municipal n.º 2328 de 27 de dezembro de 2023. No qual, no capítulo III, Art. 3º, tem como instrumentos:

I — Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização existente no município de Barcarena;

- II — Plano de ação de plantio e manutenção;
- III — Plano de ação de retirada e poda de árvores;
- IV — Educação ambiental voltada a arborização urbana e a divulgação pública do Plano;
- V — Fixar diretrizes municipais a serem implementadas para subsidiar a Implementação e a efetividade do Plano (Barcarena, 2023, p. 2).

Na Seção I, a lei aborda no Art. 4^o o estabelecimento do diagnóstico quantitativo e qualitativo, pelo método do Censo Florestal. O Art. 5^o define os critérios em fornecer o número de árvores e localização (calçadas das vias públicas, canteiros centrais, praças e prédios público). Na Seção V sobre as disposições gerais, aponta no Art. 19^o, a elaboração o banco de dados do diagnóstico deve ser contínuo e atualizado. Já nos Art. 23^o e Art. 24^o estabelece-se por meio de Ato Normativo da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (SEMADE) a Comissão Executiva de Gestão do Plano, encarregada de atualizar o Plano de Arborização a cada quatro anos (Barcarena, 2023).

2.4 Áreas Verdes Urbanas, Soluções Baseadas na Natureza, Infraestrutura Verde e a Qualidade Ambiental

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (2012), às áreas verdes urbanas são consideradas o conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal (nativa ou introduzida), arbórea, arbustiva ou rasteira (gramíneas) e contribuem significativamente para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades.

O MMA destaca que as áreas verdes representam áreas públicas livres de construção não edificadas, tais como: parques, florestas, Áreas de Preservação Permanente (APP e Unidades de Conservação (UC) urbanas; nas praças, jardins institucionais; canteiros centrais; parque balneário e esportivo; jardim botânico; jardim zoológico; faixas de ligação entre áreas verdes (Ministério do Meio Ambiente, 2012).

Segundo Nucci (2008), as áreas verdes são como um subsistema do sistema de espaços livres de construção, onde há predominância de áreas plantadas, cuja vegetação e solo permeável devem ocupar pelo menos 70% da área e ainda desempenhar função estética, ecológica e de lazer. O espaço urbano é compartimentado em três sistemas:

Sistema de espaços com construções (habitação, comércio, hospitais, escolas etc.); sistema de espaços livres de construção (praças, parques, águas superficiais etc.); e Sistema de espaços de integração urbana (Nucci, 2008, p. 49–50).

De acordo com Guzzo (2006), as áreas verdes são “um tipo especial de espaço livre urbano onde os elementos fundamentais de composição são a vegetação e o solo livre de impermeabilização” e que essas áreas devem ser constituídas por “pelo menos 70% do seu espaço por áreas vegetadas com solo permeável” (Guzzo, 2006, p. 21).

Representa um subgrupo da categoria de espaços livres de edificações, um tipo especial destinado à recreação e ao lazer da população, potencialmente coletivos ou públicos e podem desempenhar funções eco ambientais, estéticas e de lazer. Com vegetação em áreas urbanas como parques, praças, bosques, balneários, *playgrounds* e *camping*, e nas margens de rios e lagos. E conforme o seu porte, criam diferentes estratégias para o resfriamento do ar na escala microclimática (Estevêz e Nucci, 2015).

Segundo Silva *et al.* (2010), a cobertura vegetal inserida em ambientes urbanos é importante no ciclo hidrológico por promover a redistribuição da água da chuva através da evapotranspiração e interceptação pelas copas. Estas formam um sistema de amortecimento, direcionamento e retenção das gotas de água que chegam ao solo, assim como auxiliam na dinâmica do escoamento superficial e infiltração no solo.

As áreas verdes urbanas (AVU) apresentam fragilidades em razão da proximidade com o urbano, reforçando a necessidade de visibilizar sua importância e torná-las parte do cotidiano das populações urbana. Trazem diversos benefícios à população, categorizadas com base nos principais serviços ecossistêmicos prestados e na relevância desses serviços para os ambientes urbanos, cada qual compreendendo diferentes tipologias (Governos Locais pela Sustentabilidade, 2023), como aponta a figura 4:

Figura 4: Serviços ecossistêmicos prestados por categorias de áreas verdes.

CATEGORIA DE ÁREA VERDE URBANA (AVU)	TIPOLOGIA DE AVU	PRINCIPAIS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PARA O AMBIENTE URBANO
Sociocultural 	Praça	Serviços Culturais
	Canteiro	
	Jardim Zoológico	
	Área Verde Institucional	
Socioambiental 	Horto Florestal	Serviços Culturais Serviços de Regulação
	Jardim Botânico	
Econômica 	Agricultura Urbana	Serviços de Provisão Serviços de Suporte
Ecológica 	Parque	Serviços de Regulação Serviços Culturais Serviços de Suporte
	Bosque	
	Áreas Protegidas Urbanas	

Fonte: Curso de capacitação e do Governos Locais pela Sustentabilidade, 2023.

As áreas verdes é um atributo muito importante, mas negligenciado no desenvolvimento das cidades, pois além de todas as necessidades que o ser humano tem em relação à vegetação, as cidades estão cada vez mais poluídas, principalmente no ar e nos rios, e pode ser reduzido substancialmente ao preservar a vegetação local (Nucci, 2001). Segundo Londe e Mendes (2014) assumem diferentes papéis na sociedade, possui funções inter-relacionadas ao ambiente urbano, associadas com o tipo de uso a que se destinam e aos quais estão relacionadas:

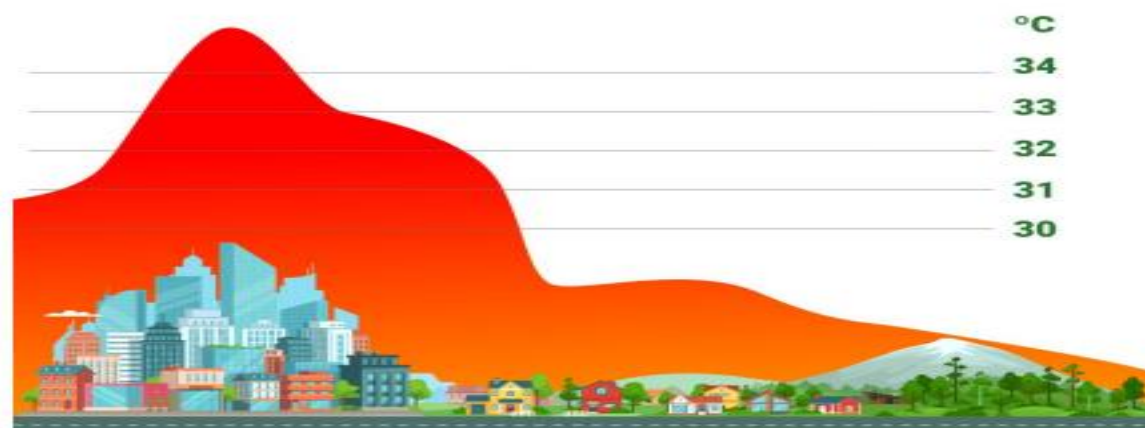
À Função Social (possibilidade de convívio social e de lazer que essas áreas oferecem à população), Função Estética (diversificação da paisagem construída e embelezamento da cidade), Função Ecológica (melhorias no clima da cidade e na qualidade do ar, água e solo, proporcionando bem-estar dos habitantes e na diversificação da fauna), Função Educativa (ambiente para o desenvolvimento de atividades educativas extraclasse e de programas de educação ambiental) e Função Psicológica (realização de atividades físicas, de lazer e de recreação) (Londe e Mendes, 2014, p. 267).

Segundo Mascaró e Mascaró (2002), uma árvore, dependendo da espécie, pode interceptar 93,4% da radiação solar que chega à Terra, pode reduzir 2,2 °C da

temperatura ao nível microclimático. Tendem a assumir diferentes papéis na sociedade e tem funções inter-relacionadas no ambiente urbano.

As áreas verdes urbanas auxiliam na mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Atuam na redução dos efeitos de redução das ilhas de calor, como foi demonstrado em vários casos, tanto com formações de florestas interiores, quanto na vegetação costeira, como os manguezais (Governos Locais pela Sustentabilidade, 2023), como aponta a figura 5:

Figura 5: Efeito ilhas de calor.



Fonte: Site aubicon.com. Disponível em: <https://www.aubicon.com.br/ilhas-de-calor-urbanas-e-efeito-estufa/>.

Segundo Serra e Comassetto (2023), as Soluções Baseadas na Natureza (SBN) envolvem estratégias que adotam processos naturais existentes nas áreas urbanas como as Adaptações Baseadas em Ecossistemas, as Infraestruturas Naturais e as Infraestruturas Verdes, drenagem sustentável as quais têm sua elaboração e planejamento, tais como:

São projetos e ações inspiradas na natureza e que reproduzem os processos naturais com o objetivo de fortalecer e ampliar a resiliência das cidades, por meio de serviços ambientais¹ que incluem o gerenciamento de recursos naturais, a conservação de ecossistemas, infraestruturas verdes, entre outros. A expressão “soluções baseadas na natureza” foi proposta pela união internacional para a conservação da natureza (UICN) no final dos anos 2000, como forma de dimensionar este até então novo conceito, que é capaz de abordar tantas ações (algumas delas já conhecidas pelos gestores municipais) ao mesmo tempo que proporciona inúmeros benefícios aos municípios (Serra e Comassetto, 2023, p. 12).

As SBN é uma abordagem inovadora e sustentável, que visa enfrentar desafios ambientais e sociais, utilizando processos naturais e ecossistemas para fornecer benefícios para a sociedade, principalmente no urbano, por meio dos benefícios: a) resiliência dos ecossistemas e das comunidades, ajudando a enfrentar os impactos das mudanças climáticas e outros desafios ambientais; b) mudanças

climáticas, por ajudarem a mitigar e adaptar aos impactos das mudanças climáticas; c) segurança hídrica para a gestão sustentável dos recursos e a redução de riscos. Por meio de ações adotadas como práticas de restauração de ecossistemas, infraestrutura verde, agricultura sustentável, gestão integrada de recursos hídricos (Marques *et al.*, 2021).

A SBN promove formas de abordar a gestão sustentável nos Municípios, via restauração dos ecossistemas naturais ou por meio da restauração dos ecossistemas alterados. Ações adotadas que auxiliam na promoção do bem-estar e aumenta a qualidade de saúde da população, promovem segurança alimentar, diminui a perda hídrica e reduz os riscos de desastres, além de beneficiar a biodiversidade local (Serra e Comassetto, 2023) como aponta a figura 6:

Figura 6: Serviços Ambientais proporcionados pelas SBN's.



Fonte: Elaboração Jomary Serra, 2022.

A terminologia de Infraestrutura Verde (IV) na tradução em inglês “Green Infrastructure” (GI), refletem as raízes na Arquitetura Paisagística e na Ecologia de Paisagens. Visa integrar planejamento e desenvolvimento urbano, os elementos naturais e ecossistêmicos. Consiste em uma rede de espaços interconectados, na escala do planejamento urbano e regional, composta por áreas naturais e outros tipos de espaços abertos que conservam os ecossistemas naturais e suas funções, tais como: controle ambiental; regulação climática; mananciais; recreação e lazer; proporcionando diversos benefícios para a sociedade (Santos; Enokibara, 2021).

A vegetação é um elemento importante na Infraestrutura Verde, uma vez que a abordagem visa integrar elementos naturais e ecossistêmicos ao planejamento

e desenvolvimento urbano. A vegetação pode desempenhar um papel fundamental na promoção da qualidade de vida nas cidades (Santos; Enokibara, 2021).

A infraestrutura verde refere-se a elementos naturais e seminaturais, como áreas de conservação, corredores ecológicos, parques, jardins, entre outros, que desempenham funções ecológicas, sociais e econômicas em ambientes urbanos. Esses elementos contribuem para a qualidade ambiental, a resiliência urbana, a mitigação dos impactos ambientais e a promoção do bem-estar da população (Santos; Freiria, 2023).

Tem em vista promover a resiliência e a sustentabilidade das paisagens urbanas, compreende que a natureza e os ecossistemas desempenham um papel fundamental na promoção da qualidade de vida nas cidades, visa incorporar esses elementos de forma planejada e estratégica no ambiente construído (Santos; Enokibara, 2021).

O planejamento urbano deve adotar a Infraestrutura Verde de forma integrada e estratégica, considerando a inclusão de elementos naturais e ecossistêmicos no ambiente construído. Fundamental para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis, resilientes e agradáveis para seus habitantes (Santos; Enokibara, 2021).

Algumas diretrizes para a adoção da Infraestrutura Verde no planejamento urbano incluem: integração de espaços verdes para criar uma rede de espaços interconectados que promovam a biodiversidade e ofereçam benefícios ambientais, sociais e econômicos para a população; manejo de águas pluviais como estratégia para o manejo sustentável, por meio de técnicas como telhados verdes, pavimentos permeáveis, áreas de infiltração e sistemas de drenagem sustentável, contribuindo para a redução do escoamento superficial e a recarga dos aquíferos; promoção da resiliência urbana auxiliando na adaptação às mudanças climáticas, na redução do impacto de eventos extremos, na melhoria da qualidade ambiental e na promoção de ambientes mais saudáveis e sustentáveis; participação da comunidade: planejamento urbano deve envolver a participação da comunidade no processo de implementação da Infraestrutura Verde, buscando integrar as necessidades e demandas da população local, promovendo a apropriação e o cuidado com os espaços verdes urbanos (Santos; Enokibara, 2021).

A qualidade ambiental nas paisagens urbanizada pode ser definida como o aumento de condições favoráveis do ambiente urbano, que suprem as necessidades fisiológicas e psicológicas do ser humano, como resultado, propicia a melhoria da qualidade de vida da população (Buccheri-Filho; Tonetti, 2011).

A qualidade ambiental urbana necessita de ações para a melhoria das condições ambientais do espaço urbano. Deste modo, a criação de áreas verdes públicas proporciona inúmeros benefícios ao meio ambiente urbano, tais como: conforto térmico, estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas, minimização da poluição do ar, sonora e visual, abrigo para a fauna local. São fundamentais na malha urbana, como um indicador de qualidade de vida, por estarem intimamente ligadas ao lazer e recreação da população e por se constituírem em locais de convívio social e de manifestação da vida comunitária (Nucci, 2008).

Para Londe e Mendes (2014) o contexto da qualidade de vida urbana as áreas verdes, além de atribuir melhorias ao meio ambiente e ao equilíbrio ambiental; contribuem para o desenvolvimento social e é benéfico ao bem-estar, a saúde física e psíquica da população, ao proporcionarem condições de aproximação do ser humano ao meio natural, que possua condições estruturais que favoreça a prática de atividades de recreação e de lazer.

Quando dotadas de infraestrutura adequada, segurança, equipamentos e outros fatores positivos, poderão se tornar atrativas à população, que passará a frequentá-las, para a realização de atividades como caminhada, corrida, práticas desportivas, passeios, descanso e relaxamento; práticas importantes na restauração da saúde física e mental dos indivíduos (Londe; Mendes, 2014, p. 269).

2.5 Cadastro Ambiental Urbano e o Programa Cidade+Verdes

A compreensão do conceito de Cadastro Ambiental Urbano se associa ao conceito de cadastro da antiguidade, um inventário da propriedade fundiária para auxiliar o controle da ocupação no território, por meio de medições dos limites da propriedade e levantamento das informações para fins de arrecadação de impostos. A origem da palavra é grega: “Katastikhon”, que significa lista e na Roma antiga no latim: “Capitastra”, como um registro de indicação dos proprietários e bens (CREA-PR, 2016).

A definição de cadastro representa um inventário territorial e sistemático municipal, baseado na delimitação das parcelas do solo, com finalidade de auxiliar o

planejamento do município. De acordo com Loch (1993) *apud* Pereira (2009), representa um sistema de informações do espaço territorial, com dados da unidade territorial jurídica da parcela (propriedade, lote ou imóvel). O cadastro serve como suporte ao ordenamento do território, no planejamento e administração, que auxilia no desenvolvimento econômico, além de fornecer dados a respeito do espaço, realizar o acompanhamento e controle temporal.

Em outra definição, o conceito de cadastro representa um registro oficial das informações que definem as propriedades. Segundo a Federação Internacional de Geômetras (FIG), o conceito clássico representa um sistema de informações que se baseia no parcelamento, com direitos, obrigações e interesse sobre o uso da terra (CREA-PR, 2016). As técnicas utilizadas no cadastro são implementadas no Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e no Cadastro Ambiental Urbano (CAU).

O cadastro direcionado ao rural é o Cadastro Ambiental Rural, criado pela Lei 12.651/2012 no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente — SINIMA foi regulamentado pela Instrução Normativa Ministério do Meio Ambiente n.º 2/2014. Contém informações ambientais georreferenciadas das propriedades e/ou posses, nele há a base de dado para o planejamento ambiental, controle econômico e combate ao desmatamento. Fornece o monitoramento do uso do solo, das riquezas florestais, dos recursos hídricos e o controle sobre o uso alternativo dos ativos naturais (Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2015).

O Estado do Pará criou em 2022 o CAR coletivo dos povos e comunidades tradicionais (CAR/PCT), como um instrumento eficiente de gestão territorial, que valoriza a proteção e conservação dos recursos naturais, dos povos e comunidades tradicionais e a produção coletiva (Pará, 2022). O CAR coletivo proporciona benefícios de regularização ambiental: regularidade vinculada às diretrizes do Código Florestal brasileiro; pagamento por serviços ambientais; informações para o monitoramento ambiental; subsídio a planos de desenvolvimento e integridade dos espaços e da vida (Semas, 2022).

O Cadastro Técnico Multifinalitário é um instrumento direcionado a área urbana, estabelecido pelo Ministério das Cidades, por meio da Diretriz Nacional do CTM, representa um inventário territorial sistemático e oficial de um município, através do levantamento de informações a respeito do limite das parcelas que

recebem numeração específica para cada propriedade (CREA-PR, 2016). Utiliza as coordenadas geográficas dos limites reais da propriedade, possibilitando construir bases temáticas, tais como: dados tributários; de sistema de saúde; cadastro das áreas verdes públicas, entre outros. Um sistema de registro dos elementos espaciais da estrutura urbana, com funções como: coletar e armazenar informações descritivas do espaço urbano atualizadas; informações para os órgãos públicos para o planejamento e à gestão urbana; implementar e manter atualizado o sistema cartográfico; definição precisa da propriedade e confiabilidade de transações imobiliárias (Urbanidades, 2010).

Em 2019, o MMA (2021), criou a Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana, com o propósito de melhorar a qualidade de vida nas cidades, por concentrarem 85% da população do território brasileiro. A agenda nacional possui eixos prioritários, dentre eles, em destaque, o Programa Cidades+Verdes, cujo propósito é ampliar a quantidade e qualidade das áreas verdes, alinhado as leis já vigentes, tais:

(...) à Política Nacional de Meio Ambiente (Lei n.º 6.938/1981) que estabelece o zoneamento ambiental como um de seus instrumentos; ao Estatuto das Cidades (Lei n.º 10.257/2001), que institui o zoneamento ambiental como um dos instrumentos de planejamento territorial municipal; e ao Código Florestal (Lei n.º 12.651/2012), que em sua Seção III do Capítulo IV trata do “Regime de Proteção das Áreas Verdes Urbanas (MMA, 2021, p. 8).

A contribuição do programa envolve a melhoria da qualidade ambiental nas áreas urbanas, por meio da gestão ambiental nos municípios, visa executar “projetos de criação, ampliação, recuperação e integração de áreas verdes urbanas, no curto e médio prazo”. Por meio de categorias, indicadores e tipologias para o planejamento, a implantação e monitoramento, e assim, contribuir na melhoria da qualidade de vida nas cidades e na valorização dos serviços ecossistêmicos (Brasil, 2021, p. 8).

Em 2020 foi criado MMA o Cadastro Ambiental Urbano (CAU), como primeira entrega do programa Cidades+Verdes. O CAU está previsto no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, como um registro de áreas verdes urbanas públicas ou privadas. Criado para melhorar a gestão e contribuir para aumentar a quantidade e qualidade das áreas verdes nas cidades. Destinadas à recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, manutenção ou melhoria paisagística, proteção dos recursos hídricos, proteção de bens e manifestações culturais (Brasil, 2023).

Segundo o MMA o programa Cidades+Verdes auxilia a gestão ambiental do município e segue as normas estabelecidas pelos governos federal e estaduais, além da participação “de centros de pesquisa, da iniciativa privada e da sociedade na implementação do Programa (...) é imprescindível para assegurar a consolidação de ações estruturantes voltadas à promoção de cidades sustentáveis e à superação de desafios urbanos” (Brasil, 2021, p. 13). O MMA fornece no *site* o aplicativo, que serve como uma ferramenta de mapeamento, para identificar e qualifica as áreas verdes urbanas (AVU) na plataforma digital, compatível com a escala de planejamento ambiental e urbano, elaborada para auxiliar na gestão das áreas verdes (Brasil, 2022).

Nesse sentido, o reconhecimento das áreas verdes urbanas é estabelecido por meio de dois módulos: o CAU Gestor, para o cadastramento áreas verdes urbanas, e o CAU Cidadão, que incentiva a população a conhecer e usar essas áreas. O CAU Gestor possui uma interface que permite acesso à localização e características das áreas verdes, fornecendo informações sobre a condição ambiental, segurança, lazer e a infraestrutura, contribuindo com a gestão ao sugerir ações necessárias nas áreas e emitir alerta sobre os perigos (Brasil, 2021; 2022).

O aplicativo no módulo CAU Gestor é um modelo inovador para gestão de áreas verdes urbanas que fornece aos técnicos e gestores municipais o aprimoramento para realiza de forma “autodeclaratória a demarcação e o cadastro dos atributos de cada área verde existente ou planejada na malha urbana do município” (Brasil, 2021, p. 13).

Menos de um semestre depois da criação do CAU, 23 estados em 100 municípios deram entrada do registro, categorização e monitoramento das áreas verdes urbanas. Com pouco mais de cinco meses de existência possuía 3.777 registros de áreas verdes. Desses registros, 1.571 áreas foram validadas por gestores, acessíveis no aplicativo para os cidadãos (CAU, 2023).

2.6 Agenda 2030 e os 17 Objetivos Desenvolvimento Sustentável

A Agenda 2030 apresenta os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que os 17 objetivos e 169 metas de ação global para alcance até 2030, em sua maioria, abrangendo as dimensões ambiental, econômica e social do

desenvolvimento sustentável de forma integrada e inter-relacionado (IBGE, 2021; SEAS, 2021).

A Agenda 2030 é um conjunto de objetivos e metas universais, transformadoras, abrangentes, adotado em setembro de 2015 pelos Chefes de Estado e de Governo e Altos Representantes das Nações Unidas. No qual, possui quatro dimensões: ambiental, social, econômica e institucional. Definidos em 17 Objetivos Desenvolvimento Sustentável que guiam os países ao mundo sustentável, por meio 169 metas globais interconectadas para serem atingidas até 2030, para um futuro mais justo, próspero e sustentável (ONU, 2016).

Apresentam oportunidades para enfrentar esses desafios, como a cooperação internacional, a inovação tecnológica, a participação da sociedade civil, a promoção da igualdade de gênero, a proteção dos direitos humanos e a promoção da paz e da justiça. Seus objetivos são: acabar com a pobreza em todas as formas e lugares; acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável; garantir uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades; garantir educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos; alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas; garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos; garantir o acesso à energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos; promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos; construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação; reduzir a desigualdade econômica, social e territorial, garantindo a inclusão e a coesão social e territorial; tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; promover padrões sustentáveis de produção e consumo; tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos; proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação do solo e deter a perda de biodiversidade; promover sociedades pacíficas, justas e inclusivas; fortalecer a implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2016).

A implementação é orientada para ser adaptada às realidades nacionais, capacidades e níveis de desenvolvimento, no qual respeite as políticas e prioridades de cada país. Deve desenvolver as próprias políticas para um crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, comprometendo-se com as regras e compromissos internacionais. Além de dar relevância, na integração econômica regional e a interconectividade do desenvolvimento sustentável. Em níveis regionais e sub-regionais podem ser mais eficazes para as políticas de desenvolvimento sustentável. É necessária parceria global para garantir a implementação, envolvendo os Governos, o setor privado, a sociedade civil, o sistema das Nações Unidas e outros atores, que mobilizem recursos disponíveis (ONU, 2016).

Esta pesquisa aborda em específico 3 ODS relacionados a cidade e as áreas verdes, conforme a ONU (2016) aponta: 11 — Cidades e comunidades sustentáveis (tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis); 13 — Ação contra a mudança global do clima (adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos); 15 — Vida terrestre (proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda da biodiversidade).

A Agenda 2030 para a cidade destaca a importância de proporcionar acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, em particular para as mulheres e crianças, pessoas idosas e com deficiência. Nesse sentido, para adotar a Agenda 2030 em relação às áreas verdes, as cidades devem desenvolver políticas e práticas que promovam a criação e manutenção de áreas verdes acessíveis e seguras para todos os cidadãos. Isso pode incluir a criação de novas áreas verdes, a restauração das áreas degradadas e a promoção da biodiversidade urbana (ONU, 2016).

2.7 Nova Agenda Urbana

As Conferências das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat II e Habitat III), fundamentou a criação da Nova Agenda Urbana (NAU), aprovada na 3ª Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável, realizada em Quito em 2016. Possui uma visão de mundo compartilhada para a criação de um futuro melhor e sustentável. Visa orientar o desenvolvimento urbano sustentável ao fornecer recurso para governo,

setor privado e a organizações da sociedade civil e a quem mais resida, para o desenvolvimento e/ou renovação urbana (ONU Habitat III, 2022).

A NAU foi projetada para ser universalmente aplicável, representa mudanças no paradigma das cidades com princípios e padrões para dar subsídio ao planejamento, desenvolvimento, construção, administração e melhoria das áreas urbanas. Apresenta uma visão de longo prazo, estabelece prioridades e ações de implantação, como: políticas nacionais urbanas; legislação e regulação urbanas; planejamento e desenho urbano; economia local e finança municipal; e implantação local (ONU Habitat III, 2022).

Visa prioridades ao longo prazo ao fornecer ferramentas aplicáveis na escala de interesse, alinhadas: a Declaração de Quito sobre Cidades Sustentáveis e Assentamentos Humanos para Todos (“Nossa visão compartilhada”; “Nossos princípios e compromissos”; “Chamada para ação”); o Plano de implementação de Quito (“Compromissos transformadores para o desenvolvimento urbano sustentável”; “Desenvolvimento urbano sustentável para inclusão social e erradicação da pobreza”; “Prosperidade urbana sustentável e inclusiva e oportunidades para todos”; “Desenvolvimento urbano ambientalmente sustentável e resiliente”); a Implementação efetiva (“Construir a estrutura de governança urbana: estabelecendo uma estrutura de apoio”; “Planejamento e gestão do desenvolvimento do espaço urbano”; “Meios de implementação”) (ONU Habitat III, 2022).

A Nova Agenda Urbana está intrinsecamente associada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em destaque ao ODS 11 — Tornar as cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Como uma forma de acelerar metas e os indicadores. Foca na urbanização sustentável, melhoria da qualidade de vida, oportunidades de subsistência e a incorporação de todos os setores, políticas e estratégias de desenvolvimento ou renovação urbana, por meio da governança (ONU Habitat III, 2022).

No manual inclui-se a “sustentabilidade espacial” como uma quarta dimensão (que não é explicitamente abordada na NAU). A sustentabilidade espacial é um indicador para a gestão eficiente do desenvolvimento urbano, principalmente em países em desenvolvimento, que urbanizam rapidamente, alinhado aos outros três princípios da NAU, sendo as metas transversais necessárias para alcançar o desenvolvimento urbano sustentável: garantir a sustentabilidade ambiental;

economias urbanas sustentáveis e inclusivas; e não deixar ninguém para trás (ONU Habitat III, 2022).

A ONU Habitat III (2022) a Nova Agenda Urbana Ilustrada aborda as dimensões da Sustentabilidade social, Sustentabilidade econômica, Sustentabilidade espacial, Sustentabilidade ambiental. Está intrinsecamente associada aos ODS 11 ao fornecer acesso universalizado aos espaços verdes. Ao abordar as metas 11.7 na articulação para o acesso aos espaços verdes e públicos, que sejam inclusivos e seguros. E também a meta 11.A. que aborda a relevância na conexão positiva dos “vínculos” sociais, ambientais e econômicos, entre as áreas localizadas no urbano, periurbano e no rural, para o fortalecimento com conexões planejadas para o desenvolvimento:

ODS 11 inclui uma série de metas de sustentabilidade espacial, como equidade espacial no trânsito, acesso a espaços verdes e públicos e conexões bem planejadas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais. (...) fornece acesso universal a espaços verdes e públicos seguros, inclusivos e acessíveis, em particular para mulheres e crianças, idosos e pessoas com deficiência — ODS 11 Meta 11.7 (...) por meio do fortalecimento do planejamento de desenvolvimento nacional e regional — ODS 11 Meta 11.A. (ONU Habitat III, 2022, p. 45).

É responsabilidade dos governos viabilizar a sustentabilidade espacial ao ordenar o urbano, as “condições espaciais de uma cidade podem aumentar seu poder de gerar valor e bem-estar social, econômico e ambiental” (ONU Habitat III, 2022, p. 47). Associada aos ODS 11 ao abordar a criação de assentamentos urbanos seguros e inclusivos, resilientes e sustentáveis, para que as autoridades urbanas que formulam as políticas e administram e direcionam recursos, por meio governos, para alcançar a sustentabilidade ambiental, nas metas 11.6 e 11.B e o 11.C (ONU Habitat III, 2022).

Reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, inclusive prestando atenção especial à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros” — Meta ODS 11.6. Com relação às mudanças climáticas e resiliência, estabelece uma meta para as cidades adotarem planos integrados de mitigação e adaptação e resiliência a desastres — Meta ODS 11.B. Por fim, o ODS 11 expressa a intenção de “apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, na construção de edifícios sustentáveis e resilientes utilizando materiais locais” — Meta ODS 11.C (ONU Habitat III, 2022, p. 28).

A ONU Habitat III (2022), considera que as cidades estão crescendo e correspondem a uma porção significativa das emissões globais de CO₂. É necessária uma pegada urbana mínima, que consuma menos recursos e seja equipada para mitigar os impactos negativos das mudanças climáticas e do

aquecimento global. Nesse sentido, a NAU reconhece a importância das cidades como implementadores da mitigação e adaptação às mudanças climáticas, se compromete a integrar e apoiar o acesso a fontes de financiamento para a implementação de uma agenda que forneça políticas que incentivem o desenvolvimento, para sustentabilidade ambiental:

Promover ações climáticas internacionais, nacionais, subnacionais e locais, incluindo a adaptação e mitigação das mudanças climáticas, e a apoiar os esforços das cidades e assentamentos humanos, seus habitantes e todas as partes interessadas locais como implementadores importantes” — NAU 79. (...) “incluindo o Fundo Verde para o Clima, o Fundo para o Meio Ambiente Global, o Fundo de Adaptação e os Fundos de Investimento no Clima, entre outros” — NAU 143. Esta seção apresenta ferramentas e políticas para mitigar esses impactos, ao mesmo tempo que incentiva o desenvolvimento e a capacitação econômica para as populações urbanas vulneráveis e desfavorecidas (ONU Habitat III, 2022, p. 41).

A NAU propõe princípios e ações em prol da sustentabilidade e resiliência urbana, adotando iniciativas que fomentem: redução de risco (via políticas públicas); desenvolver cenários (calibrar as políticas públicas em torno do risco caracterizados); planejamento específico do setor (considerar os riscos das indústrias e outros setores); capacidade institucional (resposta aos desastres por meio do planejamento e governança). Tem em seu escopo ações que ilustram os caminhos adotados pela NAU: estratégia de resiliência; desenvolver cenários; risco de desastres; financiamento de adaptação; financiamento de recuperação; sistemas de alerta precoce; instituição; e ambiente construído.

2.8 Década da Restauração dos Ecossistemas

O conceito de ecossistemas é complexo e dinâmico entre as plantas, animais e comunidades de microrganismos e seus ambientes inorgânicos, interagindo como uma unidade funcional. A noção de interação é muito importante para o conceito (Governos Locais pela Sustentabilidade, 2023) (Figura 7).

Figura 7: Dinâmica do ecossistema.



Fonte: Governos Locais pela Sustentabilidade (2023).

Os serviços ecossistêmicos são os benefícios para o bem-estar humano decorrentes dos ecossistemas e da biodiversidade, os serviços ambientais referem-se às atividades e ações exercidas pelo ser humano que impactam positivamente nos ecossistemas e na biodiversidade. Dessa forma, os serviços ambientais contribuem com os serviços ecossistêmicos (Governos Locais pela Sustentabilidade, 2023). Como aponta a figura 8:

Figura 8: Diferença entre serviços ecossistêmicos e serviços ambientais.



Fonte: Governos Locais pela Sustentabilidade, 2023.

A Assembleia Geral das Nações Unidas aprovou a resolução sobre a Década da Restauração dos Ecossistemas (2021–2030) em 2019, que contribui com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e outros acordos ambientais multilaterais. Visa o apoio e a ampliação para prevenir, deter e reverter a degradação dos ecossistemas do mundo, por meio da conscientização da sua importância para os recursos hídricos, habitats naturais, diversidade e mitigar os efeitos das mudanças climáticas, fundamentais para a resiliência (Decenio de Las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas, 2019).

A resolução apresenta recomendações importantes, como: desenvolver políticas e planos nacionais e regionais baseados em estratégias: restauração de

ecossistemas; viabilizar recursos financeiros por meio de financiamento público e privado; cooperação internacional (trocas de experiências, informações, colaboração em projetos e coordenação de esforço global); promoção da educação ambiental e a sensibilização (educar e conscientizar sobre a importância); envolver os povos indígenas e as comunidades locais (dando voz e visibilidade às demandas); promover a restauração de ecossistemas em todo o mundo; avaliar e monitorar os progressos (desenvolvimento de indicadores e metas para medir o sucesso) (Decenio de Las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas, 2019).

Os estados-membros das Nações Unidas estabelecem a Década da Restauração para combater a crise climática global, atuar na melhoria da segurança alimentar, no fornecimento de biodiversidade, água e reforçar o compromisso com a recuperação de áreas degradadas. No Brasil a recuperação é viabilizada pelo Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg), com finalidade de restaurar 12 milhões de hectares de florestas até 2030 e também implementar a agricultura de baixo carbono em outros 10 milhões de hectares (metade em integração Lavoura, Pecuária e Floresta e metade em recuperação de pastagens) (WRI Brasil, 2021).

Estudo do WRI Brasil estima que 2 bilhões de hectares no mundo todo têm algum grau de degradação, e para reverter o cenário a restauração de paisagens e florestas é o caminho mais assertivo. De acordo com o estudo, há 1,2 bilhões de pessoas que dependem da floresta como meio de vida, sendo 2 bilhões de hectares no mundo e 69 milhões de hectares no Brasil. As metas são restaurar 12 milhões de hectares no Brasil (WRI Brasil, 2021).

Restaurar é bom para o meio ambiente por melhorar o solo e a água (reduzir erosão, melhorar fertilidade), limitar o aquecimento global e reduzir a poluição (restaurar áreas da Amazônia e Mata Atlântica pode sequestrar 18 milhões de toneladas de carbono da atmosfera), e proteger a biodiversidade (reduz o risco de extinção em 369 espécies na Amazônia) (WRI Brasil, 2021).

Assim como é bom para a economia, o Brasil pode aumentar em 2,6 trilhões o Produto Interno Bruto (PIB) com a retomada verde com ações de restauração e reflorestamento, as áreas de pastagem restauradas podem gerar 19 bilhões e recuperar em larga escala, a vegetação nativa pode gerar 191 mil empregos rurais por ano (WRI Brasil, 2021).

E por fim, é bom para a comunidade, pois os benefícios não são apenas nacionais ou globais, são também locais, ao gerarem empregos, é aliado dos produtores contra a seca, promoção de laços comunitários em comum e renda para mulheres. Na Amazônia paraense a restauração diversifica a produção de famílias rurais. Foram restaurados 113 mil hectares por meio da Aliança pela Restauração da Amazônia (WRI Brasil, 2021).

Segundo a WRI Brasil (2021), parte da solução para os grandes desafios do século XXI são as possibilidades de ações de restauração, reflorestamento e a regeneração que aceleram o processo de planejamento. A capacitação de financiamento, pesquisa, desenvolvimento e monitoramento também gera benefícios para o ambiente, a sociedade e a economia, para o planeta e as comunidades (WRI Brasil, 2021).

2.9 Alterações no Clima e o Painel intergovernamental sobre Mudanças Climáticas IPCC

As mudanças climáticas são uma realidade, que tem provocado danos irreversíveis a produção, a segurança alimentar e ao bem-estar da população. Geram impactos e ameaças à saúde das pessoas e do planeta, que vão além da capacidade de adaptação. Se a temperatura ultrapassar 1,5 °C, os ecossistemas inteiros nas regiões polares, costeiras e montanhosas podem sumir para sempre. Entre 3% e 14% de todas as espécies terrestres estarão sob risco muito elevado de extinção e maior aquecimento agravará as ameaças à biodiversidade (*Climate Science 2030*, 2023).

A temperatura da superfície da terra já aumentou 1,09 °C desde a época pré-industrial, mais rápido do que em qualquer outro momento, pelo menos nos últimos 2000 anos. As marcas destas das alterações climáticas podem ser encontradas na atmosfera, oceano, criosfera e na biosfera, desde o degelo dos glaciares até à subida do nível dos mares (*Climate Science 2030*, 2023).

Há dois grupos no campo científico que debatem sobre o tema das mudanças do clima: um deles defende ação antrópica como responsável pelo aquecimento global, o outro grupo aponta esses fenômenos como algo inerente à natureza. O último enfatiza que o sistema capitalista é o verdadeiro responsável pelo adiantamento dos processos naturais, devido à exploração ambiental (Fenzl; Ravena, 2014).

O primeiro grupo aponta as “projeções climatológicas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), há também os cientistas que são críticos aos argumentos do IPCC”, que desde a sua criação responsabiliza as atividades humanas. Baseados na tese do *Antropogenic Global Warming* (AGW) onde o CO₂ é o principal responsável pelas mudanças climáticas (Fenzl; Ravena, 2014).

O segundo grupo acredita não haver linearidade climática, como fator natural e perpassa o contexto das eras geológicas. Um contexto complexo, associado ao movimento das placas tectônicas, vulcanismo, variação do eixo de rotação, variações cíclicas da radiação solar, grandes épocas glaciais, as ilhas urbanas de calor e a concentração atmosférica do CO₂ (Fenzl; Ravena, 2014, p. 5).

A variabilidade climática e as catástrofes decorrentes, somente trazem à tona as consequências de um insustentável modo de produção globalizado que engendrou a ocupação destrutiva, caótica, especulativa e irracional dos espaços geográficos do planeta. Isto deve ser o eixo central do debate sobre mudanças climáticas (Fenzl; Ravena, 2014, p. 24).

Existe um consenso entre ambos os grupos de que as “mudanças climáticas são fenômenos naturais, que ocorreram permanentemente durante a história do planeta, e certamente ocorrerão no futuro”. Mas os céticos ao IPCC divergem, em relação ao peso das ações antrópicas, como causadoras do aquecimento global e o efeito estufa (Fenzl; Ravena, 2014).

Consideram que as mudanças climáticas “não são fenômenos anormais, senão uma característica inerente à evolução do planeta, que nunca se encontrou em equilíbrio ou estabilidade climática”, pois não há uma referência de clima padrão (Fenzl; Ravena, 2014, p. 9).

Conforme as principais conclusões do IPCC, a ação humana é responsável pelo efeito estufa, por meio das emissões dos gases dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) e metano (CH₄). As projeções apontam que a temperatura média deve subir entre 1,8 °C e 4 °C nesta década, o que aumentará a incidência de eventos climáticos extremos, causando dezenas de impactos socioambientais. Enfatiza a possibilidade do aumento do nível do mar entre 18 e 58 cm até 2100, criando assim, refugiados climáticos, além da possibilidade de a Amazônia virar savana e a perda de 75% das fontes de água do Nordeste, podendo desaparecer em 2050 (Fenzl; Ravena, 2014).

Nesse sentido, para os críticos ao IPCC, as mudanças climáticas estão além dos domínios humanos e suas perspectivas antropocêntricas, que repetem o discurso de que podemos mudar o clima. A presença das mudanças climáticas na história das eras geológicas (modificações do eixo de rotação da terra e atividades geológicas internas), a intensidade de atividades solares, balanço hídrico e a temperatura dos oceanos (Fenzl; Ravena, 2014).

Assim, o clima é um fenômeno que não possui linearidade, bastante complexo, conectado com inúmeros fatores que “não pode ser controlado ou estabilizado simplesmente” (Fenzl; Ravena, 2014, p. 9).

Segundo Freidenreich e Ramaswamy (1993) *apud* Fenzl e Ravena (2014), apontam que no século passado a concentração de CO₂ na atmosfera aumentou de 285 ppm para 365 ppm, cerca de 0,03% dos gases atmosféricos. O IPCC associa as atividades econômicas ao aumento do CO₂ (indústria, uso energético e agropecuária). Há discordância entre os adeptos e os céticos ao IPCC, em relação no aumento de 0,6 °C nos últimos 150 anos, por argumentarem que a concentração de água na atmosfera pode chegar a 4% sendo a água responsável por 90% do efeito estufa, a umidade do ar em 70% e associado ao CO₂, NOX, NH₄, ozônio etc. em 20%.

O aquecimento do oceano diminui a solubilidade do CO₂ na água liberando mais CO₂, que pode levar de 800 a 1000 anos após ocorrer o aumento da temperatura das águas do mar (Monnin, 2001 *apud* Fenzl e Ravena, 2014). Apontam que a queda global da temperatura seria fatal para a biodiversidade e dramático para a humanidade, se comparado a perspectiva de um aquecimento. Fenzl e Ravena (2014) são críticos à teoria do AGW, devido à medição de temperatura média global, pois a “variações climáticas ocorrem de maneira diferente em partes diferentes do planeta” (Fenzl; Ravena, 2014, p. 12).

Se a temperatura ultrapassar 1,5 °C, os ecossistemas inteiros nas regiões polares, costeiras e montanhosas podem sumir para sempre. Entre 3% e 14% de todas as espécies terrestres estarão sob risco muito elevado de extinção e um maior aquecimento irá agravar ainda mais estas ameaças à biodiversidade (*Climate Science 2030*, 2023).

A estimativa baseada em dados históricos e modelos climáticos sugerem que o mundo atingirá o limite de 1,5 °C em 2030–2035. Se permanecermos nesse

limite, só poderemos emitir mais cerca de 460 mil milhões de toneladas de CO₂, o equivalente a 11,5 anos de emissões anuais (*Climate Science 2030*, 2023).

Nesse sentido, os autores Fenzl e Ravena (2014) defendem a perspectiva de que o debate sobre as mudanças climáticas na formação da opinião pública é manipulado ao ponto de não incluir a complexidade do fenómeno e suas incertezas. Há uma ineficiente pressão os países desenvolvidos e industrializados, responsáveis pelo processo, com seus lobbies econômicos, como o real enfrentamento direto, a mitigação dos impactos dos eventos extremos, na elaboração de políticas concretas para amenizar os impactos a socioeconomia mundial:

A humanidade está vivendo uma época de eventos climáticos extremos, causando crescentes impactos e catástrofes socioeconômicas para a humanidade. (...) O atual modelo de desenvolvimento e crescimento econômico globalizado é insustentável e causa a destruição do planeta em dimensões alarmantes e já é possível detectar os limites dos recursos naturais. (...) É consenso que o clima é um fenómeno não linear. Enquanto resultado de uma conjunção de fatores altamente complexos e da emissão dos gases por atividades humanas (Fenzl; Ravena, 2014, p. 15).

A relação de poder dos interesses globais, políticos e econômicos escondem o capitalismo como o principal responsável pelo agravamento das mudanças climáticas, por gerar impactos e provocar vulnerabilidades ambientais e socioeconômicas (Fenzl; Ravena, 2014).

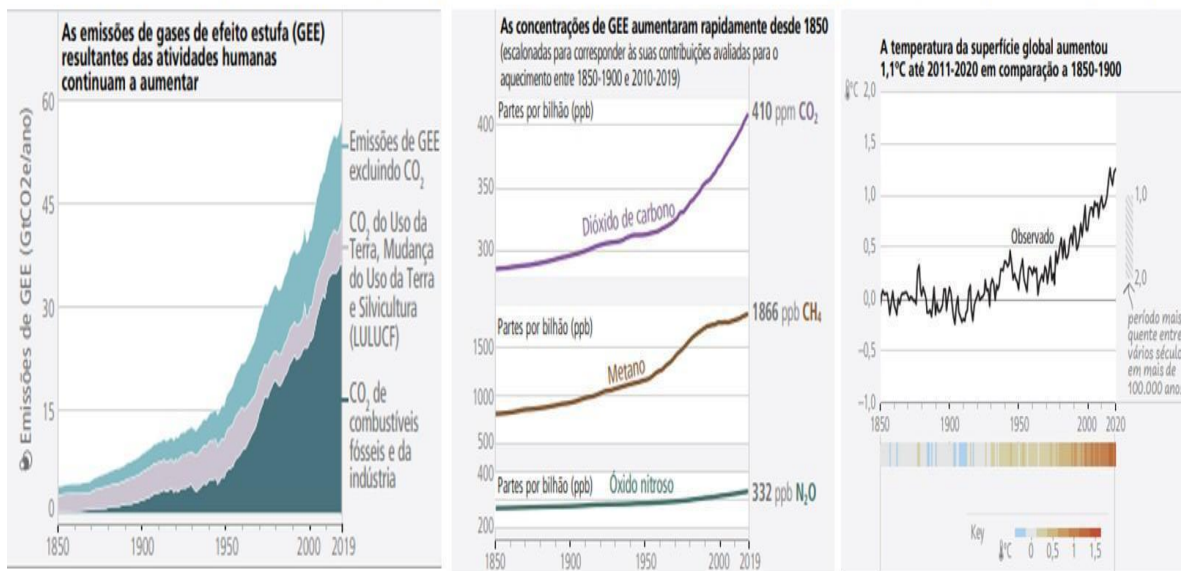
Os autores Fenzl e Ravena (2014), enfatizam que as reuniões internacionais sobre mudanças climáticas deveriam além discutir, mobilizar os recursos financeiro prometido que não foram implementados. E assim, resolver os problemas criados por suas próprias atividades econômicas históricas, por meio de ações:

(i) a prevenção e adaptação às mudanças climáticas, (ii) a mitigação dos impactos causados pelos eventos climáticos extremos, (iii) financiar a reestruturação das indústrias e processos produtivos altamente poluentes para reduzir efetivamente a poluição atmosférica a nível global (Fenzl; Ravena, 2014, p. 23).

Entre 2021 e 2022, o IPCC apresentou três relatórios do seu sexto ciclo de avaliação (AR6) que abrangem as últimas informações científicas sobre o estado físico do clima global, o impacto das alterações climáticas e a mitigação das alterações climáticas (*Climate Science 2030*, 2023). Como aponta a figura 9:

Figura 9: As atividades humanas são responsáveis agravamento do aquecimento global.

Aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) ➔ Aumento das concentrações de GEE na atmosfera ➔ Mudanças na temperatura da superfície global



Fonte: Relatório Síntese do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, 2023.

O relatório AR6 aponta a necessidade urgente de ação pelos governos, empresas e pela sociedade na aplicação dos planos existentes, particularmente do acordo de Paris. Aponta que as lacunas de implementação estão nos levando a nossa sociedade para um futuro perigoso (IPCC, 2022).

Interdependência do clima, dos ecossistemas e da biodiversidade, bem como das sociedades humanas; o valor das diversas formas de conhecimento; e as estreitas ligações entre a adaptação às alterações climáticas, a atenuação, a saúde dos ecossistemas, o bem-estar humano e o desenvolvimento sustentável, e refletem a crescente diversidade de intervenientes envolvidos na ação climática" (IPCC, 2022, p. 3).

Aponta que existem tecnologias necessárias como solução para reduzir pela metade as emissões de gases de efeito estufa até 2030. E que também há recursos financeiros para realizar esta tarefa. O relatório enfatiza a urgência em reduzir as emissões de gases de efeito estufa, pois a janela de tempo se estreitou, alguns dos efeitos das mudanças climáticas são irreversíveis, como, por exemplo, a destruição de ecossistema e o derretimento de geleiras (IPCC, 2022).

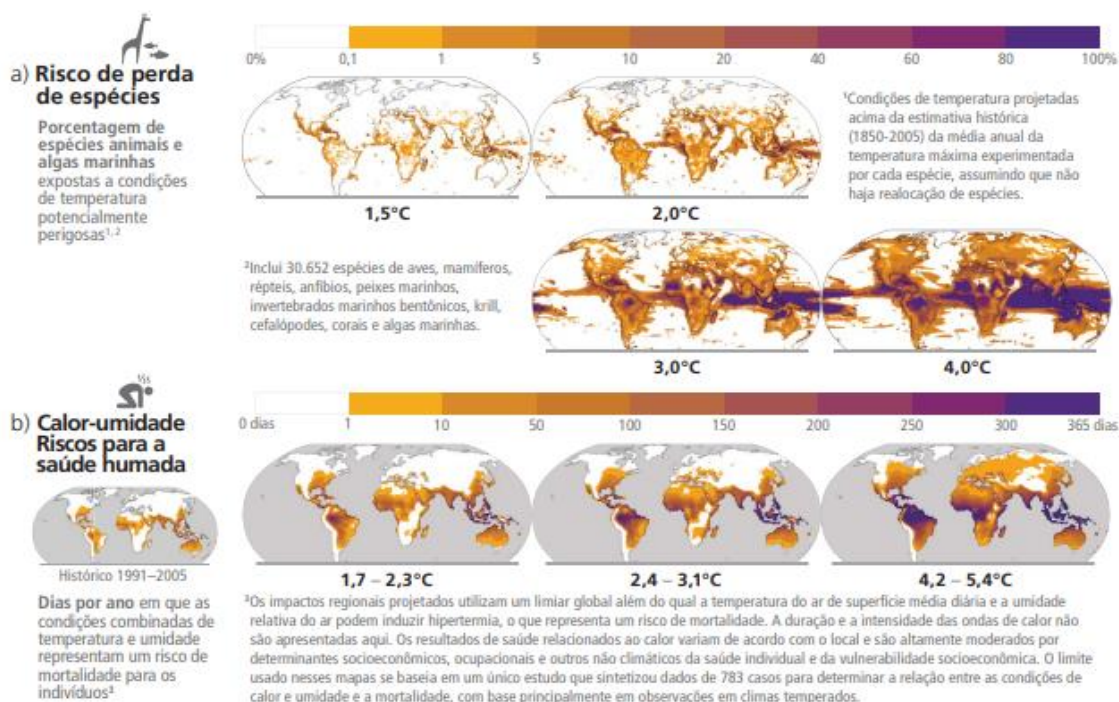
A temperatura global da superfície foi 1,09 °C [0,95 °C–1,20 °C], maior em 2011–2020 do que em 1850–1900, com maiores aumentos sobre a terra (1,59 °C [1,34 °C–1,83 °C]) do que sobre o oceano (0,88 °C [0,68 °C–1,01 °C]). A temperatura da superfície global nas duas primeiras décadas do século 21 (2001–2020) foi de 0,99 °C [0,84 a 1,10] superior a 1850–1900. A temperatura da superfície global aumentou mais rapidamente desde 1970 do que em qualquer outro período de 50 anos durante pelo menos os últimos 2000 anos (IPCC, 2022, p. 4).

Não há como evitar alguns impactos das alterações climáticas, mas devemos tentar reduzi-los ao mínimo absoluto. Nesse sentido, segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2022), os Grupos de Trabalho I e III (AR6 WGI e III) verificou-se ser urgente combater os gases CO₂ e o metano, por serem um dos maiores responsáveis pelo aquecimento global. A redução das emissões cumpre os objetivos de temperatura estabelecidos no Acordo de Paris. Para manter o aquecimento em 1,5 °C até ao final do século é necessário reduzir as emissões globais até 2025 e atingir emissões líquidas zero, assim como fazer a transição para as energias limpas e renováveis.

Segundo o Relatório de Síntese do Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023), o texto “resume o estado do conhecimento das alterações climáticas, os seus impactos e riscos generalizados e a mitigação e adaptação às alterações climáticas” (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, 2022, p. 3). Enfatizam evidências crescentes de que a mudança climática está afetando negativamente a nossa sociedade e o funcionamento dos nossos ecossistemas. Como aponta a figura 10:

Figura 10: Mudanças climáticas e o aumento da gravidade dos impactos.

Exemplos de impactos sem adaptação adicional



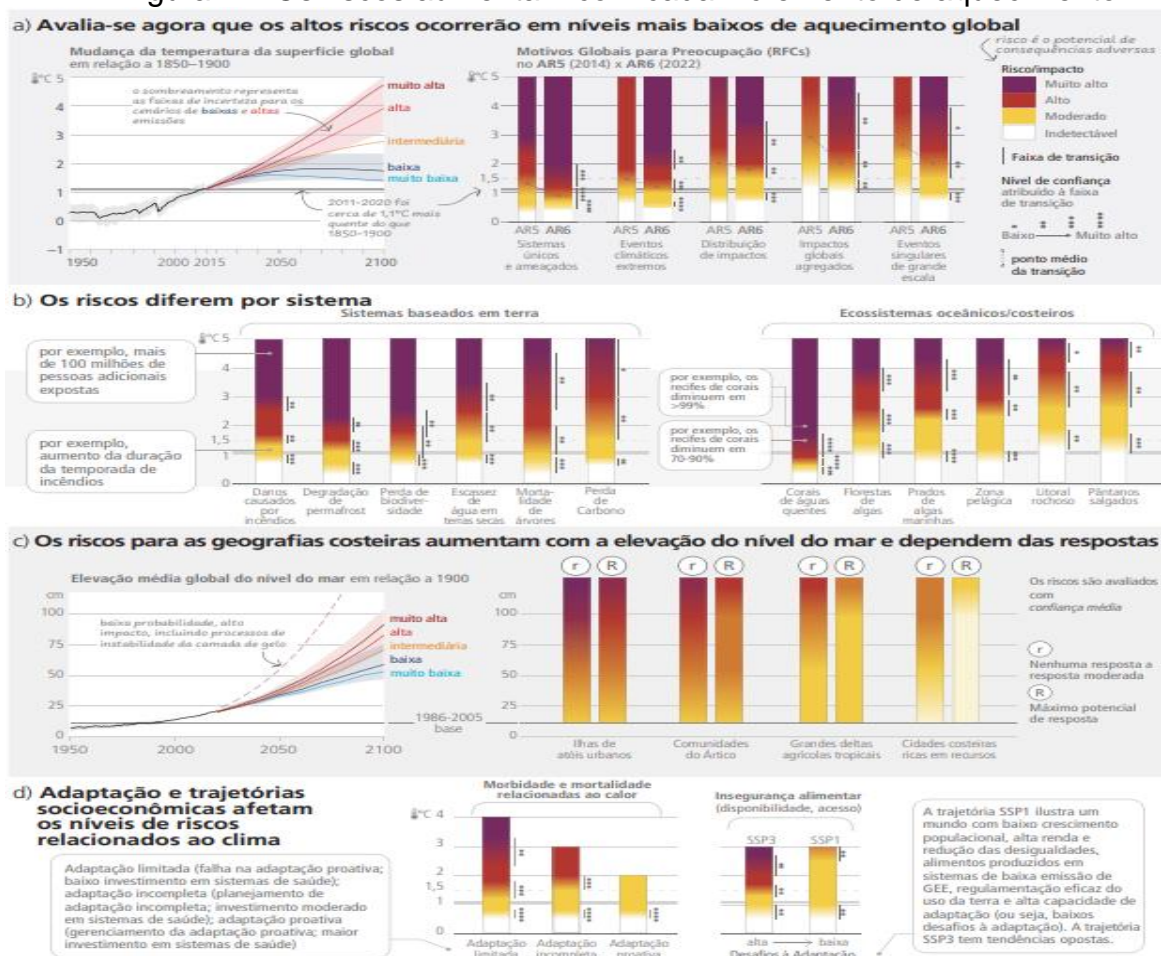
Fonte: Relatório Síntese do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, 2023.

Os impactos provocados envolvem vários aspectos relacionados com as mudanças climáticas, a populações mais vulneráveis estão sendo afetadas

desproporcionalmente, são cerca de 3,5 bilhões de pessoas com maior probabilidade de morrer devido às secas, enchentes, inundações e tempestades, as pessoas que vivem em região de vulnerabilidade muito baixo (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas, 2022).

As emissões de gás do efeito estufa estão levando o planeta a uma rota de aquecimento de mais de dois graus Celsius, com os impactos que vão ser muito mais graves e riscos maiores do que alguns anos atrás. Enfatiza que precisamos reduzir as emissões em 50% até 2030 e 100% das emissões de gases de efeito estufa até 2050. E que precisamos cortar as emissões de outros gases de efeito estufa, além de reduzir as emissões de CO₂, reduzir também o metano e outros gases, em particular reduzir as emissões de metano em 34% até 2030 (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas, 2022). Como aponta a figura 11:

Figura 11: Os riscos aumentam com cada incremento de aquecimento.



Fonte: Relatório Síntese do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, 2023.

Os sumidouros naturais de carbono terrestre e oceânico estão ocupando uma proporção decrescente na absorção do CO₂ ao longo das próximas décadas. O

relatório enfatiza o aumento dos eventos climáticos extremos, com maior instabilidade e maior imprevisibilidade, o relatório aborda que a terra mais quente não sequestra tanto carbono nos ecossistemas naturais. Alguns ecossistemas estão se aproximando de um ponto de não retorno causado pelo impacto, como o derretimento das calotas polares e a degradação de florestas tropicais na Amazônia (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas, 2022).

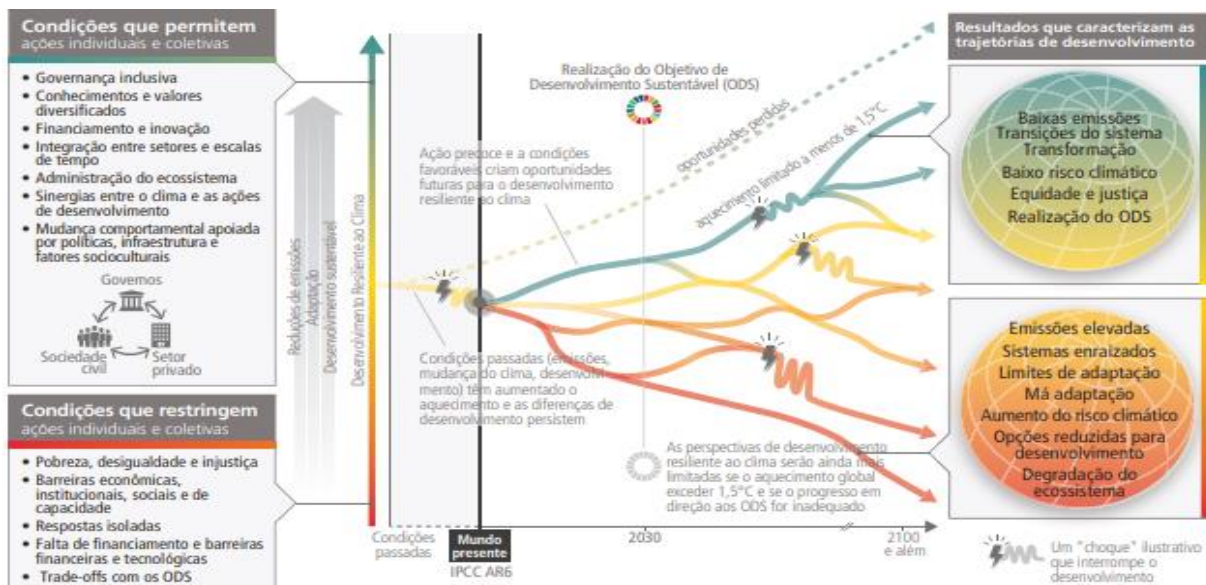
A implementação de estratégias de adaptação ao clima é uma pauta urgente para as cidades e deve ser aplicada por meio de políticas públicas. Voltado à proteção da população das ondas de calor e das inundações, em destaque as cidades costeiras, que geralmente são locais mais vulneráveis, muito numerosos, áreas de alto risco devido ao aumento do nível do mar (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas, 2022).

As tecnologias necessárias para a mitigação e adaptação existem e podem reduzir significativamente os danos futuros, se implementadas em uma ação conjunta de cooperação internacional de enfrentamento. Podem atuar como catalisadores para acelerar e mudar o caminho do desenvolvimento, em direção à sustentabilidade do nosso planeta (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas, 2022).

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2022), para evitar grandes impactos socioeconômicos, o relatório foca no desenvolvimento resiliente ao clima, ao propor um modelo de desenvolvimento pautado na adaptação e mitigação, voltados a redução de emissões de maneira coordenada e conjunta.

É possível construir um futuro aliando a sustentabilidade por meio do desenvolvimento resiliente ao clima ao adotar ações rápidas de investigação e adaptação. O relatório nos aponta as lacunas de implementação, é necessário focar no aumento do financiamento primário, assim como, de tecnologias e auxiliar países em desenvolvimento. Dá ênfase ao debate de governança ao incorporar o tema de mudanças existentes de governança política, incorporado às políticas econômicas, sociais, industriais, transporte, entre outros (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas, 2022). Como aponta a figura 12:

Figura 12: Ações que podem mudar as trajetórias do desenvolvimento em direção à sustentabilidade.



Fonte: Relatório Síntese do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, 2023.

O relatório traz questões associadas à justiça social e à Justiça climática.

O cuidado da comunidade para o enfrentamento das ameaças e riscos, com relação à mortalidade e a mobilidade pelo calor, combinado com outros eventos adversos podem criar situações em cascata que são difíceis de manejar, incremento também dos riscos dos impactos e as perdas e danos. Alguns dos impactos observados já são considerados irreversíveis na escala de centenas a milhares de anos, sobretudo, aquelas que afetam a biosfera e os sistemas terrestres (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas, 2022).

Diante do agravamento das mudanças climáticas e a intensificação dos eventos extremos, principalmente em ambientes mais vulneráveis, como na Amazônia, há pressão para os governos subnacionais reagirem “por meio de políticas domésticas e redes e coalizões regionais, nacionais e transnacionais” de “caráter limitado e compensatório, diante das contradições do modelo de desenvolvimento predatório que tem se perpetuado na Amazônia” estabelecida pela condição histórica de “colônia”, como maior fronteira de recursos naturais do planeta, diante dos interesses hegemônicos (Silva *et al.* 2017, p. 360).

Não há dúvida de que a mudança climática é um dos desafios mais complexos do novo século, e nenhum país pode ficar imune a ela sozinho, enfrentar esses desafios requer o apoio da cooperação internacional. As mudanças climáticas são uma realidade que sempre afetou o planeta, e se demonstrou que as mudanças climáticas não só se tornam mais intensas, profundas e frequentes em um país ou um continente, mas em todo o planeta (Silva *et al.* 2017).

Portanto, negar essa realidade — “negacionismo” climático — é adiar e prolongar debates como qualidade de vida e desenvolvimento sustentável, principalmente Amazônia. A região está sendo severamente impactada por eventos climáticos extremos, como secas, incêndios, enchentes e ondas de calor, afetando os estoques de água e a biodiversidade, além de persistentes problemas de infraestrutura, mobilidade e saúde pública, causando prejuízos econômicos e impactos na qualidade de vida (Silva *et al.* 2017).

Os desafios às mudanças climáticas são complexos e multifacetados, por implicarem em profundo relacionamento entre economia, sociedade, desenvolvimento e, principalmente, meio ambiente. É necessário construir pontes colaborativas entre a mitigação das mudanças climáticas e o desenvolvimento sustentável na região, significa implementar acordos, planos e estratégias de proteção e conservação ambiental, ao estabelecer agendas de negociação. As estratégias de mitigação do clima já fazem parte da gestão no Pará” as ações empreendidas como o “Programa Municípios Verdes”, ICMS Verde, os TAC (Termos de Ajuste de Conduta) em diversos setores entre outros” (Silva *et al.* 2017, p. 344).

As mudanças climáticas e os correspondentes desastres ambientais anunciados são motivo de preocupação e afetam os países, não é por acaso que as agendas políticas priorizam as questões ambientais e a adequabilidade dos modelos de desenvolvimento aos padrões sustentáveis é um dos maiores desafios governamentais deste século (Silva *et al.* 2017).

Nesse sentido, a mitigação e sustentabilidade as mudanças climáticas começam bem antes da implementação do projeto, e vão além de equilibrar as necessidades ambientais, econômicas e sociais. Requer esforço global, nacional e local, e todas as discussões paralelas adentraram a agenda de governança ambiental global por meio da “coordenação da ação coletiva, aos meios e aos processos políticos de tomada de decisão, em prol da garantia de resultados coletivamente esperados” por políticas públicas (Silva *et al.* 2017, p. 349).

Nesse sentido, “alguns cientistas e governos vêm trabalhando em mecanismos e estratégia para mitigar os impactos advindos do aquecimento global” (Silva *et al.* 2017, p. 347) ao abordar mitigação e/ou adaptação em relação às mudanças do clima, associada aos estudos com base nos relatórios do IPCC, órgão

da ONU criado em 1988, para fornecer informações científicas, técnicas e proposições, como na realização das COP (Conferência das Partes).

Na COP-21, realizada em Paris em 2015, um dos mais importantes desafios assumidos pelo governo brasileiro foi o de se comprometer com o desmatamento zero na Amazônia até 2030. Comprovando que a agressão à natureza e a perda da biodiversidade não só contribuem para o aquecimento global, como também tornam inacessível à população local o modelo de desenvolvimento equilibrado (Silva *et al.*, 2017).

O fortalecimento das interdependências ecológicas, econômicas e políticas, a gestão dos problemas ambientais globais, antes focada quase exclusivamente nas unidades estatais nacionais, está dando lugar a agenciamentos entre atores estatais e não estatais e diversas coalizões transnacionais (Silva *et al.*, 2017). Envolvem múltiplas arenas de governança multinível, influenciando agendas multilaterais e subnacionais, definindo novas abordagens para as mudanças climáticas.

Portanto, por sua extraordinária diversidade ecossistêmica, cultural e social, a Amazônia tem uma relação direta e emblemática com o fenômeno das mudanças climáticas globais, o que tem gerado diversos atores e iniciativas de governança para políticas climáticas, especialmente os governos subnacionais amazônicos. Esses governos dependem da necessidade de formular e implementar políticas estaduais territoriais adequadas (Silva *et al.*, 2017).

2.10 Resiliência para Mitigação e Adaptação de Cidades Inteligentes pelo Clima

Na ecologia o conceito de resiliência representa a capacidade de um sistema se recuperar, o equilíbrio mediante a perturbação, funcional ao enfrentar as diversidades dos impactos futuros, além de remete-se à restauração. No ecossistema urbano é a capacidade de uma cidade lidar com as vulnerabilidades, ao adotar medidas de mitigação para resistirem aos desastres por meio da adaptação, no sentido de evitar e controlar aos danos, aproveitando os benefícios ao ajuste necessário ao clima (Saccaro Junior; Coelho Filho, 2016).

O Conselho do Ártico, no V Relatório de avaliação do painel intergovernamental sobre mudanças climáticas (IPCC, 2014), define o conceito de resiliência como “a capacidade dos sistemas social, econômico e ambiental de lidar

com um evento, tendência ou distúrbio perigoso, respondendo ou se reorganizando de modo a manter sua função essencial, identidade e estrutura, mantendo, ao mesmo tempo, a capacidade de adaptação, aprendizagem e transformação” (Klug *et al.*, 2018, p. 84).

A Conferência Habitat III estabelece compromissos que norteiam os governos durante vinte anos a um desenvolvimento urbano resiliente e ambientalmente sustentável, por meio da Nova Agenda Urbana (NAU). Como um esforço adotado para mitigação e adaptação às mudanças do clima, as questões demográficas, os usos dos recursos e dos ecossistemas. No *policy paper 8 (Urban ecology and resilience)* e os *issue papers 15 (Urban resilience)*, *16 (Urban ecosystems and resource management)* e *17 (Cities and climate change and disaster risk management)* abordam os compromissos e ações que devem ser adotados pelos governos na incorporação no processo de planejamento (Klug *et al.*, 2018).

Na perspectiva de mitigar como as cidades são planejadas, governadas e administradas, produzem impactos que afetam a sustentabilidade e resiliência. O texto final do *policy paper 8* apresenta a vinculação da Nova Agenda Urbana para o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, associado aos ODS 11 — tornar as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis (Klug *et al.*, 2018).

Ao construir cidade resiliente é necessário considerar as questões ambientais e de mudanças climáticas na implementação das medidas, diante exposição das cidades às ameaças e riscos, a fim de garantir a sustentabilidade (ONU, 2012). O maior desafio para o planejamento urbano atual é integrar o ambiental, como resiliência da cidade, na perspectiva de identificar as fragilidades e o que pode ser otimizado (Programa Cidades Sustentáveis, 2023).

As práticas de desenvolvimento geram mudanças ambientais complexas, que contribui para a ampliação do risco, se não forem consideradas e postas em prática as ações de resiliência (Programa Cidades Sustentáveis, 2023). Na política pública o direito a cidade a matriz ambiental está vinculado como obrigatória, por meio de instrumentos do Estatuto da Cidade. Estabelece proteção e assegura a qualidade ambiental, conservação da biodiversidade, dos recursos hídricos e do solo, para um modelo de desenvolvimento sustentável voltado à melhoria da qualidade de vida da população para construção de cidades resilientes (Programa Cidades Sustentáveis, 2023).

Segundo Espindola; Ribeiro (2020), as cidades devem estar preparadas para enfrentar os desafios das alterações climáticas, na sustentabilidade e a qualidade de vida de seus habitantes. O autor cita Marques (2014), que as cidades serão cada vez mais impactadas às mudanças climáticas, que demonstra dos possíveis impactos das mudanças em áreas urbanas, como aponta o Quadro 1:

Quadro 1: Impactos das mudanças climáticas em áreas urbanas.

	Mudança climática	Impactos em áreas urbanas
Mudança nas condições médias	Temperatura	Demanda energética crescente (aquecedor/ar-condicionado); deterioração da qualidade do ar; ilhas de calor urbano.
	Precipitação	Risco crescente de enchentes; risco crescente de deslizamentos de encosta; migrações das zonas rurais; interrupção das redes de abastecimento de produtos alimentares.
	Elevação do nível do mar	Inundações costeiras; redução de renda oriunda de agricultura e turismo; salinização das fontes de água.
Mudanças em condições extremas	Chuvas extremas/ciclones tropicais	Inundações mais frequentes; maior risco de deslizamentos de encostas; danos em casas, fábricas e infraestruturas urbanas.
	Secas	Escassez de água; maior preço dos alimentos; perturbações no sistema hidroelétrico; migrações das zonas rurais.
	Ondas de frio/calor	Maior demanda energética no curto prazo (aquecedor/ar-condicionado).
	Mudança abrupta do clima (ainda pouco provável, mas crescentemente considerada)	Possíveis impactos de uma elevação extrema do nível do mar; possíveis impactos de um aumento rápido e extremo das temperaturas.
Mudanças na exposição	Movimentos populacionais	Migrações de habitats rurais afetados.
	Mudanças biológicas	Aumento de vetores de doenças.

Fonte: Elaborado por Espindola e Ribeiro (2020).

Para as cidades serem resilientes é necessário ter um governo local competente, inclusivo e transparente. Com uma urbanização sustentável, investimentos e recursos necessários ao desenvolvimento das capacidades de gestão e organização antes, durante e após um evento adverso ou ameaça natural. Com participação da comunidade, as questões ambientais e de mudanças climáticas na implementação das medidas de resiliência (ONU, 2012).

Em relação a medidas de resiliência, está a mitigação, que consiste na intervenção humana com o intuito de reduzir ou remediar um determinado impacto ambiental negativo. A adaptação representa o processo pelo qual sistemas humanos e naturais se ajustam aos efeitos climáticos atuais e futuros. No qual sistemas humanos buscam adaptação para moderar ou evitar danos, ou encontrar oportunidades benéficas. Já nos sistemas naturais a intervenção humana pode facilitar seu ajuste a efeitos esperados (Governos locais pela Sustentabilidade, 2017).

Nesse sentido, a adaptação é um processo de ajuste ao clima atual ou às mudanças esperadas, definidas pela pesquisa científica. Trata-se de controlar, evitar

e contornar os danos, aproveitando possíveis benefícios. Nas áreas naturais, trata-se de preservar características como a biodiversidade e a própria resiliência (IPCC, 2014).

Segundo Menezes (2022) a mitigação e a adaptação são as ações que reduzam as emissões de Gases de Efeito Estufa, que causam o aquecimento global. Ao amenizar os impactos relacionados a mudança do clima, relacionados a:

Educação Ambiental; obras de infraestrutura (retenção de encostas, aumento da permeabilidade do solo em áreas urbanas); adoção de soluções baseadas na natureza (áreas verdes urbanas, telhados e paredes verdes); reúso de água são alguns exemplos de ações de adaptação aos impactos da mudança do clima nas cidades (Menezes, 2022, p. 9).

No que diz respeito à mitigação, a infraestrutura verde pode ajudar a reduzir as emissões de GEE, com a captura de carbono e da redução do consumo de energia. As presenças de áreas verdes ajudam a reduzir a temperatura da cidade, reduzindo a demanda por energia para refrigeração, que reduz o consumo de energia, por meio da sombra e da redução da radiação solar direta (Santos; Enokibara, 2021).

Em relação à adaptação, a infraestrutura verde pode ajudar a promover a resiliência das cidades aos impactos das mudanças climáticas, como enchentes, deslizamentos de terra, aumento da temperatura e escassez de água. Ajudam a reduzir o risco de enchentes, absorvendo a água da chuva e reduzindo a erosão do solo. Além disso, a presença de áreas verdes pode ajudar a reduzir a temperatura da cidade, melhorando o conforto térmico e reduzindo o risco de doenças relacionadas ao calor (Santos; Enokibara, 2021).

2.11 Área de estudo

O município de Barcarena faz parte do plano de integração da região Amazônica promovida pelo governo militar com o Programa de Polos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia (POLAMAZÔNIA), por meio do Decreto n.º 74.067/1974. Pelo Projeto Grande Carajás (PGC), criado por meio do Decreto Lei n.º 1.813/80, que destinou ao município de Barcarena o polo industrial, minerário e portuário (Silva, *et al.*, 2017).

De acordo com Nahum (2006), a instalação do complexo foi viabilizada por intermédio do convite do governo brasileiro ao grupo japonês da *Aluminium Resources*

Development Co (ARDECO), para a colaboração com a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), empresa que era estatal para a produção de alumina na região Amazônica. No qual, intensificou como fronteira de riquezas naturais e recursos do território no período pós-1964, através da Operação Amazônia em 1966–1967, por meio de ações conservadoras associados a modernização do capitalismo. A região compõe um dos 47 municípios localizados na zona costeira paraense, divididos em 5 setores estabelecidos na Política Estadual de Gerenciamento Costeiro. Integra o Setor III–Continental Estuarino, entre o Rio e o oceano (águas mais claras e esverdeadas no verão e marrons no inverno) (Barcarena, 2022; Menezes, 2022, p. 182).

De acordo com Menezes (2022), Barcarena compõe a zona costeira estuarina, com portos internacionais instalados, numa faixa de transição entre rio e o oceano, seus aspectos geográficos representam uma área de vulnerabilidade ambiental aos cenários de elevação do nível do mar, devido ao agravamento das mudanças do clima.

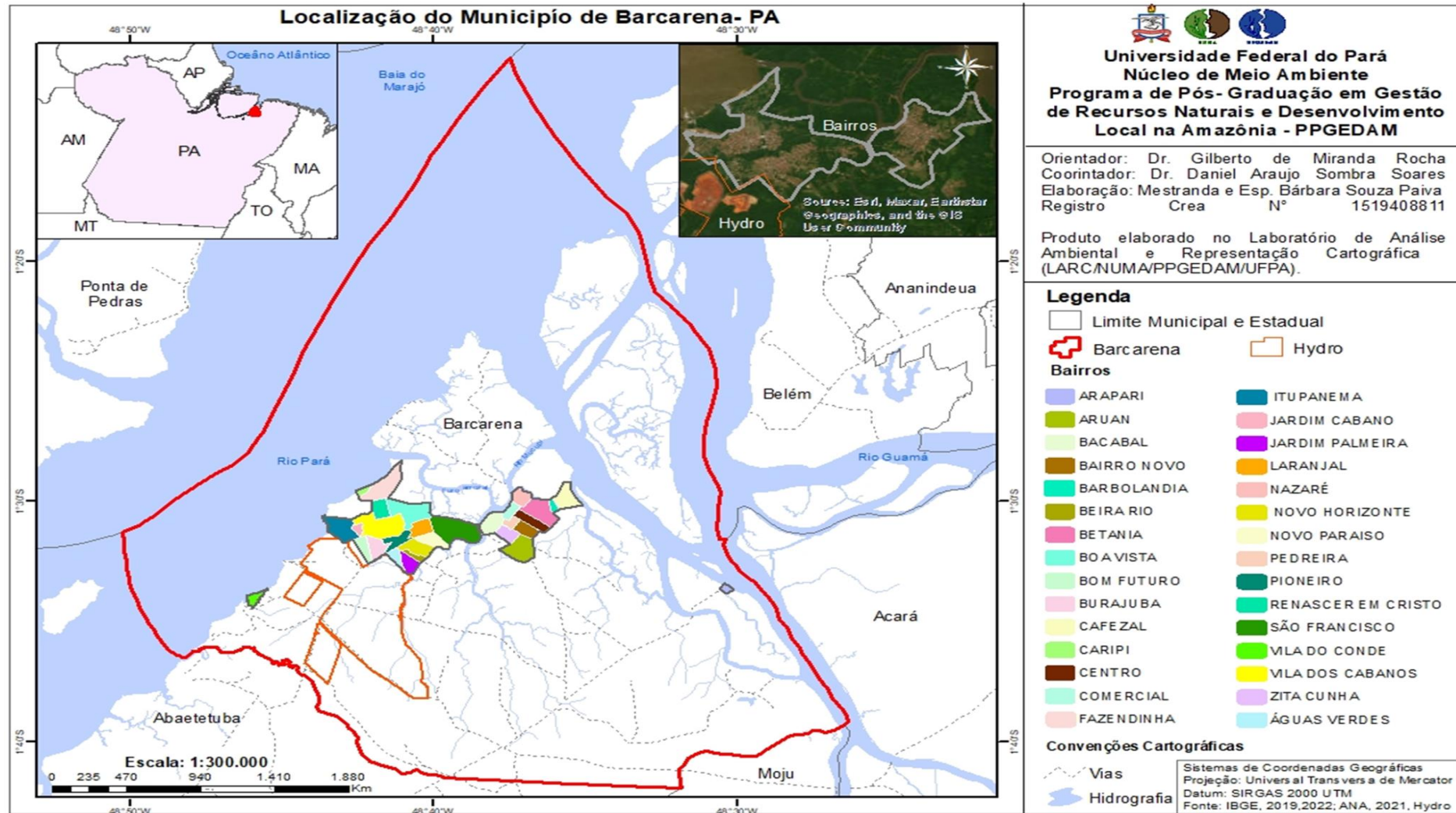
O município é composto por vegetação primária de floresta equatorial subperenifolia, como o IBGE é denominado de floresta densa de terra firme ou floresta tropical úmida, como uma floresta ombrófila densa. Há também a presença da floresta equatorial hidrófila de várzea, às margens dos cursos d'água, com espécies das florestas ciliares, onde existe mangue e predominância de palmáceas como o açazeiro (Santos *et al.*, 2003).

A hidrografia do município compõe o “Golfão Marajoara” ao nordeste, banhado pelas baías do Marajó (principal acidente hidrográfico de Barcarena) e a baía do Guajará, cortado pelos rios Barcarena, Carnapijó e Itaporanga, e outros menores cursos d'água. Alguns furos, como o Arrozal, separam a Ilha de Carnapijó da porção continental e insular do Município, o furo do arrozal e recebe o rio Barcarena e o rio Itaporanga, que nasce ao sul do Município (Barcarena, 2022). Desenvolve uma forte conexão entre a economia e o oceano, por meio de seu potencial portuário (Barcarena, 2022; Menezes, 2022).

Barcarena é composta por rio, o furo e a baía Carnapijó que cortam o município de sudeste para noroeste, com alta navegabilidade e coletor da drenagem da região. Outro rio é o Moju, cuja foz possui o limite com o município de Acará. A sudoeste, o rio Arienga limita com Abaetetuba e, a sudeste, o limite com Moju é através do Igarapé Cabresto (Barcarena, 2022).

O município contém uma área territorial em 1.310,338 km² (IBGE, 2022). Está localizado na Mesorregião Metropolitana de Belém, a 15 km ao sul-oeste, nas coordenadas geográficas na latitude 1° 31' 8" sul e longitude 48° 37' 1" oeste. Os limites territoriais da cidade são definidos ao norte com a Baía de Marajó, ao sul com o Município de Moju, ao leste com Belém e ao oeste com Abaetetuba, banhado pelo rio Pará, recortada pelo furo Arrozal e o rio Mucupí e seus afluentes, conforme aponta a figura 13:

Figura 13: Localização do município de Barcarena, com destaque para a área urbana.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

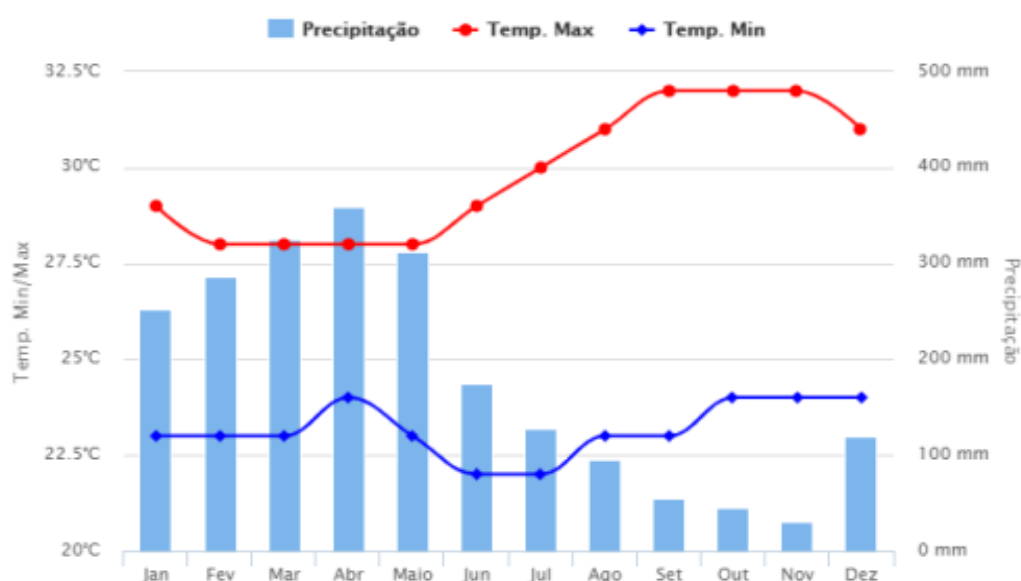
Segundo a classificação de *Köppen* o clima da região corresponde ao tipo Am — subtipo que pertence ao clima tropical chuvoso (úmido), apresenta temperatura do ar média de todos os meses, maior que 28 °C, com geralmente duas estações chuvosas no verão e no outono, cuja quantidade na precipitação pluviométrica média mensal do mês mais seco (Alves, 2006). Nesse sentido, a Embrapa (2003) aponta que o clima estabelece:

A umidade relativa do ar é elevada, acompanhando o ciclo da precipitação, apresentando valores mensais multianuais — mensais entre 80% a 90%. A insolação é muito intensa na região, com o total médio anual da ordem de 2.178,1 horas. A retenção hídrica do solo na ordem de 125 mm reflete um total anual de deficiência hídrica de 88 mm, distribuída entre os meses de agosto a novembro e um total anual de excedente hídrico em torno de 1.113 mm, distribuído entre os meses de janeiro a julho (Santos *et al.*, 2003, p. 12).

O clima é caracterizado por baixas precipitações entre os meses de agosto a novembro e de altas precipitações (estação chuvosa) entre os meses de dezembro a julho, com temperatura e umidade relativamente constantes (Barcarena, 2022).

Segundo Silva Junior (2020), em Barcarena a precipitação das chuvas está acima de 2500 mm/ano, com maior incidência nos primeiros seis meses e menos intensa nos últimos seis meses do ano. A maior concentração de chuva são os meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio, no restante dos meses são as épocas mais quente e seca (figura 14).

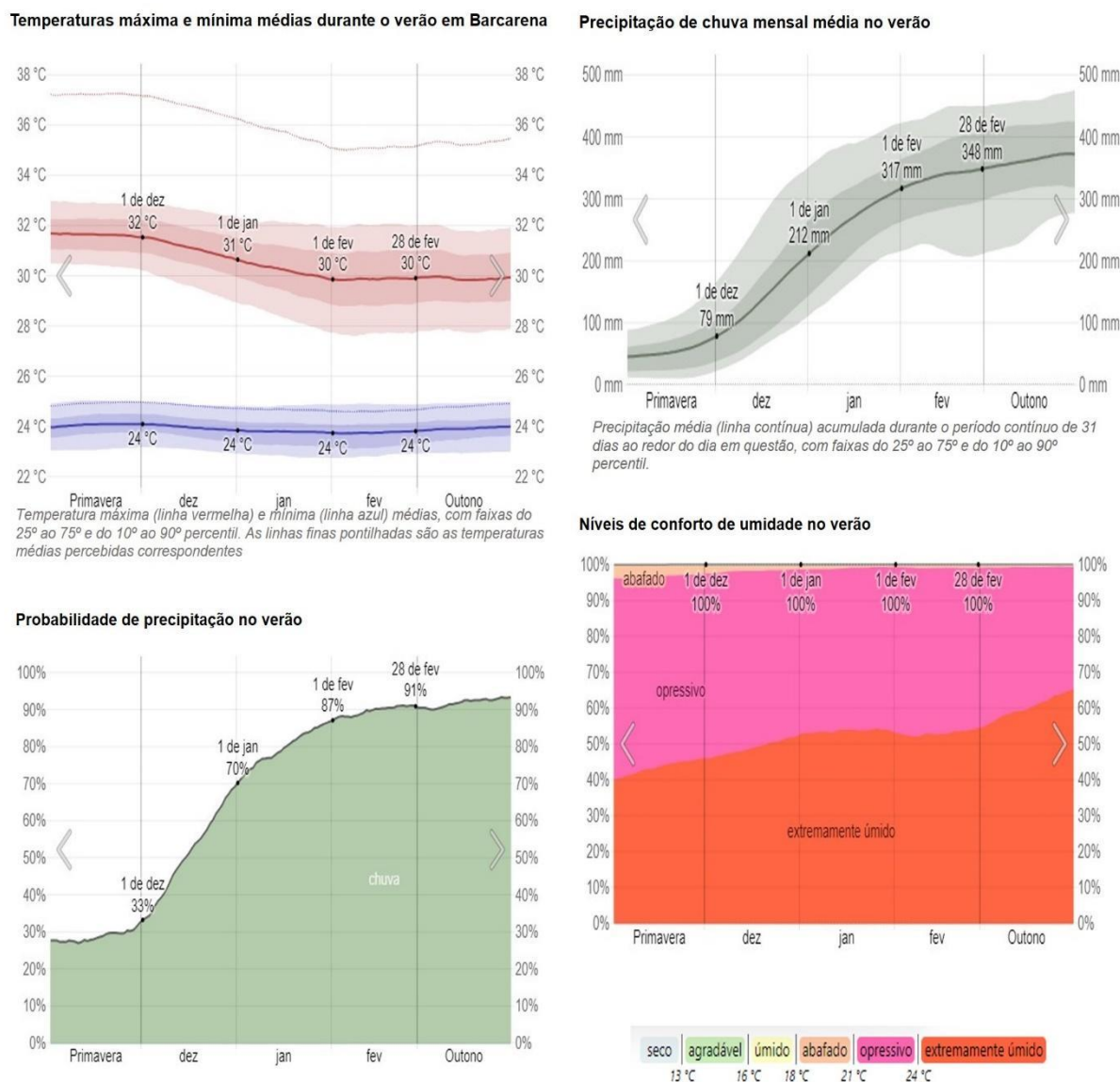
Figura 14: Variação da temperatura e a precipitação no município de Barcarena.



Fonte: Climatempo, 2019 adaptado por Silva Junior (2020).

Segundo Weatherspark (2024) a temperatura no verão varia entre 24 °C e 32 °C, as máximas diárias ficam em torno de 31 °C, raramente abaixo de 28 °C ou mais de 33 °C, já as mínimas diárias atingem 24 °C, raramente abaixo de 23 °C ou ultrapassando 25 °C, a precipitação atinge com 33% e terminando com 91% (figura 15).

Figura 15: Temperatura, precipitação e umidade no verão em Barcarena



Fonte: Weatherspark, ano 2024.

O município compõe o Bioma Amazônia, composto por vegetação primária de floresta equatorial subperenifólia, com espécies que perdem a folhagem em épocas de menor pluviosidade. Conforme a classificação do IBGE é denominada de

floresta densa de terra firme ou floresta tropical úmida, como uma floresta ombrófila densa (Santos *et al.*, 2003).

Há também a presença da floresta equatorial hidrófila de várzea, às margens dos cursos d'água, com espécies adaptadas a florestas ciliares com a presença de mangue e predominância de palmáceas como o açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) e o buriti (*Mauritia flexuosa* L.), classificada pelo IBGE como Floresta Ombrófila Densa de planície aluvial, que margeiam os rios e ilhas. Com a perda da vegetação para uso agropecuário durante décadas, surgiu assim, a vegetação secundária, regionalmente denominadas de capoeira. Embora tenha com característica de floresta equatorial subperenifólia se diferencia na constituição florística (Santos *et al.*, 2003, IBGE, 2015).

Segundo a Brasil (1974) *apud* Embrapa (2003), a estrutura geológica é marcada pela presença de litologias dos Períodos Quaternário e Terciário, representado por áreas de aluviões que se estendem pelas margens dos rios: Barcarena, Carnapijo, Itaporanga, e as baías do Guajará e de Marajó. Em faixas aluviais que constituem a planície de acumulação, sujeita a inundações sazonais. São formadas por sedimentos fluviais recentes, constituídos de siltes e argilas, cascalhos e areias. No período Terciário, na área de terra firme é representado pela Formação Barreiras, constituída por siltitos, arenitos finos, argilitos caulíníticos, com lentes de conglomerados e arenitos grosseiros, pouco consolidado até friáveis; no geral são maciços e horizontalmente estratificados.

A Geomorfologia possui feições fisiográficas denominadas de área de terra firme, com predominância do relevo plano, relevo suave ondulado (ou relevo ondulado), e área de várzea domina o relevo plano, com pouco declive nas margens dos rios na várzea alta (várzea baixa), até alcançar o igapó alagado (Santos *et al.*, 2003).

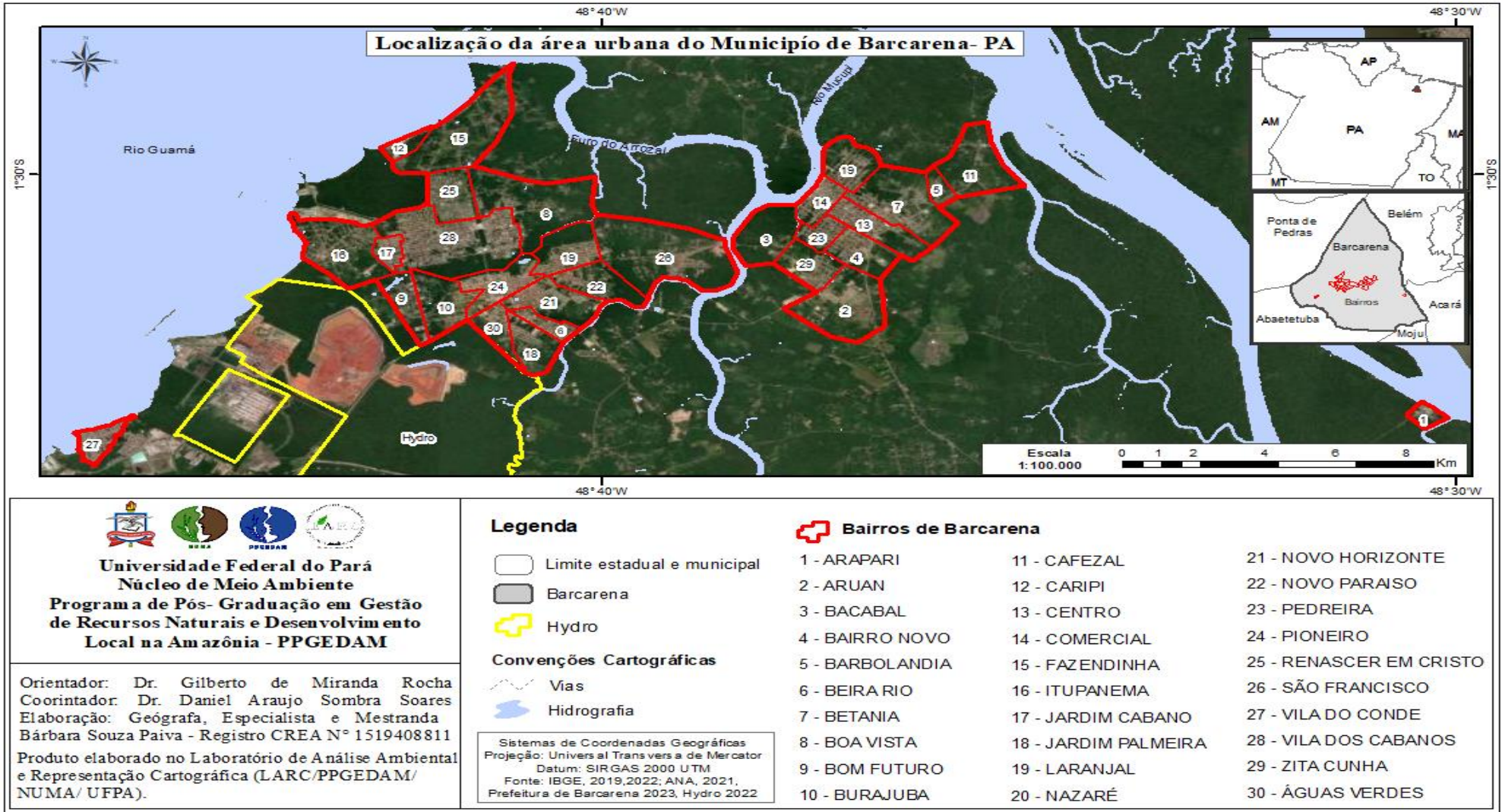
Os tipos de solos encontrados no município são: Latossolo Vermelho-Amarelo Argissolo Amarelo Distrófico típico; Argissolo Amarelo Distrófico concrecionário; Distrófico concrecionário; Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico; Espodossolo Ferrocárbico 1lidromórfico; Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico e Cambissolo Tb Distrófico plíntico (Santos *et al.*, 2003).

Os dados do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 2010 indicam que correspondia 0,662, já os dados de 2019 atribuem o Produto

Interno Bruto (PIB) per capita em R\$ 43.064,73 (IBGE, 2022). O censo prévio do IBGE em 2023 aponta que residem em 126.733 habitantes no município, o ritmo de crescimento do número de habitantes é menor em relação à década anterior (Agência de Notícias IBGE, 2023). No censo de 2010, aproximadamente em 36.297 pessoas (36,35%) da população vivia nos espaços urbanos (IBGE, 2011; Barcarena em Números, 2022) os dados mais atuais sobre a população urbana estão em elaboração, por meio a parceria com a prefeitura de Barcarena e o IBGE.

O município é dividido em 5 regiões administrativas: Sede, Murucupí, Estrada, Ilhas e Conde (Barcarena, 2022). A área urbana adotada pela Lei Municipal n.º 2226/2019 do abairramento, estabelece no Art. 5 os trinta (30) bairros dos setores urbanos do município de Barcarena: Cafezal; Barbolândia; Betania; Nazaré; Comercial; Centro; Novo; Pedreira; Cabal; Zita Cunha; Aruan; São Francisco; Novo Paraíso; Novo Horizonte; Beira Rio; Jardim Das Palmeiras; Água Verde; Bom Futuro; Burajuba; Pioneiro; Laranjal; Boa Vista; Vila Dos Cabanos; Jardim Cabano; Itupanema; Renascer Com Cristo; Caripi; Fazendinha; Vila Do Conde; Arapari (Barcarena, 2019). Muitos bairros surgiram por ocupação desordenada, como aponta a figura 16:

Figura 16: Localização dos Bairros no município de Barcarena.



Fonte: Elaborado pela autora, ano 2023.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar os objetivos propostos, os métodos utilizados foram as análises dos referenciais teóricos sobre os temas de cidades resilientes, adaptação e mitigação as mudanças climáticas, planejamento urbano, gestão ambiental, áreas verdes e infraestrutura verde, leis ambientais, contexto do município e as Agenda Global da ONU, além de documentações, mapas antigos, pesquisa de campo e a reambulação (elaboração da parte cartográfica dos dados em campo a respeito acidentes naturais e artificiais). A pesquisa possui um caráter aplicado, ao fornecer proposições à prefeitura de Barcarena.

Nesse sentido, foi efetuado pesquisa qualitativa e quantitativa, ao auxiliar a representação dos fenômenos que correlacionam e se modificam, para elaborar os mapeamentos e estudar a realidade do município na escala apropriada (Andrade; Schmidt, 2014). Nessa perspectiva, houve trabalho em campo e em laboratório, como instrumentos que direcionam a pesquisa na compreensão dos processos que ocorrem na área de estudo, para validar o que o sensor do satélite coletou, e assim, fornecer informações geoespaciais com mais precisão e detalhamento.

A visita em campo ocorreu por meio da disciplina do Programa de Mestrado do Núcleo de Meio Ambiente (PPGEDAM) do Núcleo de Meio Ambiente da UFPA (NUMA). Foram efetuadas entrevistas semiestruturadas aos representantes das secretarias da prefeitura, sobre o planejamento urbano e a gestão ambiental, o contexto histórico do ordenamento territorial e às questões ambientais e sociais no município. Não houve um roteiro por parte dos alunos para a elaboração das entrevistas.

Para auxiliar na compreensão do contexto espacial e ambiental do município, esta pesquisa é fundamentada no uso das geotecnologias, por meio da utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG's), a partir do sensoriamento remoto (SR), geoprocessamento e a cartografia, na produção dos dados qualitativos e quantitativos.

A utilização do sensoriamento remoto, permite identificar o comportamento espectral e geração de informações espaciais (Ponzoni *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2019). Segundo Silva (2013), a utilização do geoprocessamento possibilita a execução de procedimentos de SR com as técnicas como o Processamento Digital de Imagens (PDI), ferramentas importantes, que auxiliam na tomada de decisões, para que “os

planejadores urbanos possam analisar e discutir as melhores alternativas” (Silva, 2013, p.155).

A metodologia na produção dos dados no *Google Earth Engine* (GEE), fornece o processamento via programação, corresponde como uma ferramenta robusta e inovadora, que realiza o processamento das imagens de SR na geração dos dados em nuvem. O GEE é uma plataforma de análise geoespacial de dados ambientais em nuvem que permite visualizar, processar e analisar imagens de satélite para a classificação do uso e cobertura da terra (Google Earth, 2023).

Foram aplicadas as técnicas de processamento digital para o pré-processamento dos dados por algoritmos, que corrigem imperfeições radiométricas, geométricas, por meio de técnicas de melhoramento da qualidade visual das imagens, na eliminação de ruído na classificação digital por píxeis, associado as classes pelas características espectrais. Utilizando o treinamento supervisionado nas imagens de satélite, e extraído os dados por algoritmo de classificação, pela assinatura espectral das classes, por cada píxel em agrupamento (*clustering*), por “uma feição espacial de dimensão igual ao número de bandas presentes. O algoritmo assume cada grupo (*cluster*) representa a distribuição de probabilidade de uma classe” (Ponzoni; Shimabukuro; Kuplich, 2012).

Desse modo, o trabalho é fundamentado no uso das geotecnologias para a análise da dinâmica do uso e cobertura da terra em Barcarena. Assim, as imagens de satélite processadas no Google Earth Engine onde ocorreram as etapas na elaboração do PDI e o geoprocessamento com o uso *software* livre Qgis 3.10.10. Onde os dados foram refinados no software Qgis, com o uso da técnica de geoprocessamento, que possibilita o manuseio dados fornecido pelo GEE. No qual, o SR cria arquivos no formato *raster* (matricial), que possibilitaram a criação dos vetores, o georreferenciamento reconhece as especificidades das feições no espaço e quantificação das áreas das classes definida na elaboração dos dados de Uso e Cobertura da Terra em Barcarena.

Os resultados são interpretados reflexivamente no tratamento, para confirmar a hipótese e os objetivos do trabalho foram alcançados ou não, para a aplicabilidade e ampliação do conhecimento sobre o tema em estudo. Diante do exposto, foram utilizados trabalho em campo e em laboratório, como instrumentos que direcionam a pesquisa na compreensão dos atores e os processos que ocorrem

na área de estudo, para validar o que o sensor por satélite coletou, e assim, fornecer informações geoespaciais.

Com a criação da classe correspondente a vegetação, foi possível quantificar as áreas verdes urbanas, no qual foi calculado do Índice de Cobertura Vegetal (ICV), baseado no mapeamento da cobertura vegetal através da quantificação em m² ou km² (Guzzo, 1999; Luz e Rodrigues, 2012; Paiva *et al.*, 2022). E assim, gerar a porcentagem de cobertura vegetal existente na área, elaborado por meio do Índice de Cobertura Vegetal (ICV), com os calculados da Área Total dos Bairros (ATB) e a Área da Cobertura Vegetal (ACV), a partir do cálculo baseados em Nucci (2008):

$$\frac{ATB}{ACV} = \frac{100\%}{X}$$
$$X = (ACV \times 100) / ATB$$

Assim como, a criação do Índice da Cobertura Vegetal por Habitante (ICVH), por meio dos cálculos, da Área da Cobertura Vegetal (m²) e o Total de Habitantes dos Bairros (N^oTHB), baseados em Nucci (2008):

$$ICVH = ACV / N^{\circ}THB.$$

Segundo Guzzo (1999), a Organização Mundial da Saúde (OMS) sugere que o Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICV/Hab.) seja 12 m²/habitante, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) estabelece índice mínimo 15 m²/habitante. Mas devido o fator climático equatorial, quente e úmido das cidades amazônicas, registram altas temperaturas em quase todo ano, que provoca desconforto térmico à população. Diante das condicionalidades, o Índice de Cobertura Vegetal satisfatório deveria ser acima de 12m² por habitante representando mais de 30% (Luz e Rodrigues, 2014).

Desse modo, para gerar esses índices ICV/Hab serão utilizados os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) para levantamento dos setores censitários e número de habitantes. Serão analisadas as informações da revisão do Plano Diretor Municipal e banco de dados da Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, que forneceram o *status* das áreas verdes na paisagem urbana (figura 17).

Figura 17: Metodologia adotada na pesquisa.



Fonte: elaborado pela autora, ano 2024.

3. 1 Mapeamento em Barcarena

Os procedimentos adotados nesta pesquisa perpassam pela utilização das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, por meio de imagens do sensor óptico. Foram utilizados os satélites da constelação *CubeSat*, as imagens do sensor *PlanetScope* vinculado ao programa *Norway's International Climate and Forests Initiative* (NICFI), da Iniciativa Internacional do Clima e Florestas da Noruega — cujo objetivo é reduzir e reverter a perda de florestas tropicais, para contribuir com combate as mudanças climáticas. Além de conservar a biodiversidade e promover o desenvolvimento sustentável (Planet Team, 2020).

A utilização do mosaico das imagens do satélite *PlanetScope* possui alta resolução para análise, contendo todas as imagens do ano de 2016 e do ano de 2023 (outubro). Segundo Planet Team (2020), o sensor possui quatro bandas espectrais; azul (455–515 nm), verde (500–590 nm), vermelho (590–670 nm) e NIR (780–860 nm). Possui uma distância de amostragem do solo (GSD) de 3 a 4 m no nadir e uma precisão posicional de <math><10\text{ m RMSE}^1</math> (Planet Team, 2018).

¹ É uma medida da dispersão de valores residuais. Informa o nível de concentração dos dados em torno da linha de melhor ajuste.

O guia de usuário para a obtenção da Planet está disponível no sítio eletrônico https://assets.planet.com/docs/NICFI_UserGuides_PT.pdf e a coleção das imagens no site <https://www.planet.com/signup/> para trabalhos voltados a proteção das florestas tropicais de forma gratuita para estudantes e instituições públicas.

As imagens da Planet foram manuseadas na plataforma do Google Earth Engine (EE Explorer) que representa um visualizador de dados geoespacial em nuvem — um recurso avançado com acesso a um grande conjunto de informações em um catálogo de dados para a classificação de cobertura do solo, download de conjuntos de dados e a capacidade de criar seus próprios algoritmos de análise (Google Earth Engine, 2023).

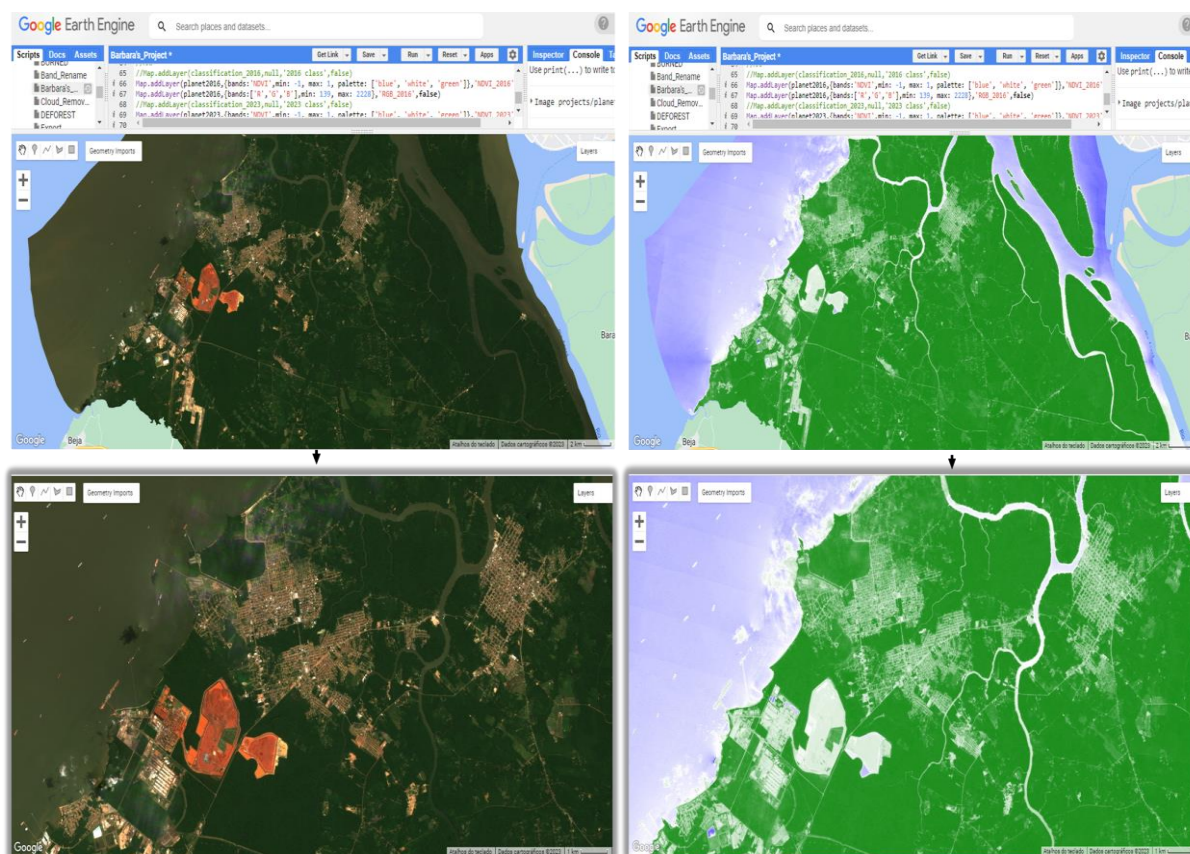
No Google Earth Engine (GEE) há técnicas de linguagem de programação, em Javascript. Usando a metodologia do *RandomForest* (floresta aleatória) de redes neurais desenvolvidas no método de Machine Learning (aprendizado de máquina), no qual foi aplicado as técnicas do Modelo Linear de Mistura espectral (MLM) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

As imagens do sensor foram selecionadas no *GEE*, por meio do *basemap*, que utiliza técnicas avançadas de processamento de imagem pelo *PlanetScope*, que remove os efeitos atmosféricos, e assim, otimiza a precisão de píxeis e capacita análises espectrais e quantitativas robustas. Possui 04 bandas espectrais no visível e infravermelho, resolução radiométrica de 12 bits com 5 metros de resolução espacial ortorretificadas (Planet, 2022). O uso do *basemap* supriu a necessidade em reduzir as nuvens para fazer a classificação das imagens, para elaborar com maior precisão e acurácia a classificação das áreas de uso e cobertura da terra no município de Barcarena.

As imagens Planet permitem a composição colorida com quatro bandas: *red*, *green*, *blue* (RGB) e bandas do NIR (infravermelho próximo) e o NDVI. Foi desenvolvido pelo código https://code.earthengine.google.com/?scriptPath=users%2Fflucascortinhas19%2FProject_EMBRAPA%3ABarbara%27s_Project. Foi aplicado um filtro que abrange o mosaico de imagem no intervalo entre 01 de janeiro de 2016 até 31 de dezembro de 2016 e as imagens de 01 de janeiro de 2023 a 01 de novembro de 2023. Para delimitação da área de interesse foi realizado o clipe do limite do município de Barcarena.

Na plataforma Google Earth Engine (GEE) foi executado uma sequência de operações em *JavaScript* usando, para a análise de imagens de satélite, melhoria de processamento e análise de imagens de satélite, cujo objetivo é a classificação do uso e cobertura da terra, para os anos de 2016 e 2023. Por meio de algoritmo de classificação *Random Forest*, usando o Modelo Linear de Mistura Espectral e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Foram selecionadas as classes: de vegetação, área urbanizada, complexo minerário-industrial-portuário, solo exposto e hidrografia (figura 18).

Figura 18: Imagens da Planet coletadas no Google Earth Engine com recorte da área de interesse e a extração no NDVI.



Fonte: <https://code.earthengine.google.com/> elaborado e adaptado pela autora, ano 2023.










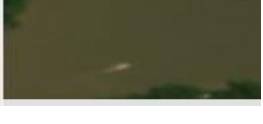
Dessa forma, foram aplicados às técnicas de processamento digital para o pré-processamento dos dados por algoritmos, que corrigem imperfeições radiométricas, geométricas, por meio de técnicas de melhoramento da qualidade visual das imagens, na eliminação de ruído na classificação digital por pixels, associados as classes por meio das características espectrais. Utilizando o treinamento supervisionado nas imagens de satélite, foi extraído os dados por algoritmo de classificação, devido à assinatura espectral das classes, cada píxel em

agrupamento (*clustering*), em uma feição espacial de dimensão igual ao número de bandas que estão presentes. O algoritmo assume que cada grupo (*cluster*) representa a distribuição de probabilidade das classes (Ponzoni; Shimabukuro; Kuplich, 2012).

Para o mapeamento foram utilizados os dados de suporte para validação os dados produzido pelo Projeto TerraClass Amazônia, desenvolvido entre a parceria do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, executado por bolsista CNPq, no qual, faço parte como pesquisadora. A escolha do dado ocorreu devido ao suporte consolidado efetuado pelo mapeamento e monitoramento do Uso e cobertura da Terra no Bioma Amazônia desde 2004 até 2022 divulgados pelas instituições públicas, disponível no sitio eletrônico do TerraBrasilis, do governo federal.

Foram definidos as classes e os procedimentos de sensoriamento remoto e geoprocessamento, por meio da utilização do dado do TerraClass, assim, houve e validação das escolhas das amostras, para treinamento do algoritmo executar a classificação supervisionada de cada classe, com a coleta de tais amostras, como: vegetação (10 pontos, 20 linhas e 30 polígonos); área urbana consolidada (10 pontos, 20 linhas e 30 polígonos); complexo minerário-industrial-portuário (10 pontos, 20 linhas e 30 polígonos); solo exposto (10 pontos, 20 linhas e 30 polígonos); e Água (10 pontos, 20 linhas e 30 polígonos). Como aponta a figura 19:

Figura 19: Classificação da área de estudo.

Classes	Descrição	Cor	Referência
Área Urbanizada	Densidade de ocupação		
Complexo industrial-minerário-portuário	Concentração de atividades econômicas do grande projeto		
Vegetação	Árvores de diferentes estágios de sucessão ecológica		
Solo	Áreas com exposição do solo e sem vegetação		
Hidrografia	Cursos de água ou lagos		

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

As amostras passaram por uma validação e avaliação de precisão da mudança de terreno, na quantificação das amostras de referência, como base para estimativas de área de cada classe, onde a área é definida pela classificação de referência. Esses dados amostrais de avaliação de exatidão contribuem para a estimativas de incerteza das estimativas de área (Olofsson *et al.*, 2014).

Sem uma avaliação de precisão, não há qualidade quantitativa significativa para a elaboração do mapa. Nesse sentido, consideremos a análise das mudanças na série histórica, produzido por classificação supervisionada, que estima as taxas de perda e ganho florestal (Olofsson *et al.*, 2014).

Após o recorte da área de estudo foram aplicadas funções para extrair o índice de vegetação conhecido como NDVI, através de interpretação de imagens do sensor, que permitem analisar e avaliar o processo de mudanças da cobertura vegetal, por meio da reflectância do infravermelho próximo e do visível. Fornece dados para monitorar as mudanças da cobertura vegetal, além de reduzir os ruídos como as sombras, diferentes iluminações solares e topografias, que interferem no resultado (Dorigo *et al.*, 2007).

Os procedimentos metodológicos adotados foram os Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), a imagens-fração foram recortadas pela máscara do desflorestamento e a interpretação visual com base nas imagens. Foi aplicada a

técnica de fatiamento da imagem para a criação da imagem temática classificada, após os polígonos das classes de Vegetação Secundária terem sido delimitados e mapeados “foi executado um processo de segmentação da imagem (...), para a identificação e mapeamento das classes temáticas”, cujo objetivo foi fragmentar a região (Coutinho *et al.*, 2013).

Para um melhor mapeamento da cobertura vegetal foi utilizado o NDVI, que auxiliou nas escolhas das classes amostrais para o processo de classificação supervisionada através dos algoritmos. No mapeamento das classes de urbanizada “foram observadas algumas características como, cor, tamanho, forma, rugosidade, contexto inserido” (Coutinho *et al.* 2013, p. 25).

O primeiro passo da avaliação inspecionou visualmente e gerou-se a classificação do *RandomForest*. Conforme a Didática Tech Inteligência Artificial & Data Science (2022), é uma metodologia que seleciona aleatoriamente algumas amostras dos dados de treino, assim, cria muitas árvores de decisão (podemos associar a uma floresta), em que cada árvore é utilizada na escolha final, como uma votação. Busca as melhores condições para inserir cada uma no fluxo, para o algoritmo entender e gerar os resultados. A *Decision Trees* ou Árvores de Decisão, estabelecem as regras, cria uma estrutura similar a um fluxograma como “nós” onde a situação é verificada e se for atendida o fluxo segue por um ramo, senão será levado ao próximo nó, até a finalização da árvore para a decisão.

Com os dados de treino, o algoritmo, foi feito os processos de verificação visual e estatística, assim gerou uma matriz de confusão nos valores das classes e o valor de acerto, a partir disso foi efetuado o ajuste fino dessa classificação. Para validar a acurácia dos dados do sensor PlanetScope, foram utilizados os indicativos das áreas mapeadas pela série do TerraClass, com auxílio também das ferramentas *on-line* do *Earth Engine App* através do *landsat time serie*, além do auxílio das imagens do *Google Earth Pro*. A partir das coordenadas coletadas na área de estudo, objetivou-se o reconhecimento da classe representada. É importante salientar que o recurso *on-line* escolhido utiliza imagens do *sentinel* em 10 m de resolução espacial, enquanto o mapeamento deste trabalho usa a imagem do satélite Planet em 5 m.

Os dados foram exportados do GEE para o *software* livre Qgis, onde foram efetuadas as correções dos dados, refinando a aquisição do banco, usando indicativos de campo e imagens de mais alta resolução, para gerar o produto com os

dados estatísticos de validação da classificação. Onde ocorreu o detalhamento do geoprocessamento do UCT, entre os anos de 2016 e 2023, definidas em cinco classes: área urbana; complexo mineral-industrial-portuário; vegetação; solo exposto; e hidrografia.

Foram aplicadas as técnicas de análise espacial, por meio do geoprocessamento para a análise de duas escalas de mapeamento em duas etapas: a) definindo a área de estudo dos bairros urbanos, num recorte de aproximadamente 3 km da área ao entorno dele (*buffer* e recortar); b) Limite dos trinta bairros estabelecidos pela lei do abairramento (recortar).

Nesse sentido, para efetuar a elaboração dos dois dados foram usadas técnicas disponíveis pelo geoprocessamento no Qgis, como aponta Forest-Gis (2020), a ferramenta do *buffer* possibilita criar um polígono de distância ao redor a feição. A função recortar extrai da *layer* das feições e cria outra *layer*. O *dissolver* agrega feições de polígonos com o mesmo valor no campo da tabela de atributos, e a função de união que junta as camadas de entrada em um único *layer* de saída.

Estas técnicas citadas, foram responsáveis pelo melhoramento do sensoriamento remoto executado no GEE, no qual, passou por um processo de acurácia e validação no Qgis. O georreferenciamento teve o detalhamento das classes, a elaboração desta etapa contribuiu com a produção da qualidade do dado para a quantificação dos cálculos de áreas, estatística e produção cartográfica.

3.2 Estudo de campo

A visita de campo ocorreu entre os dias 11 e 13 de dezembro de 2022, por meio da visita técnica da turma de doutorado do PPGEDAM, para compreender a dinâmica no município de Barcarena em seus contextos ambientais, sociais e econômicos. E em 15 a 16 abril de 2024 para visita técnica em órgãos públicos e acesso a documentos e entrevistas.

O roteiro das visitas: 1) organizações da sociedade civil (Associação de Preservação Ambiental e Cultural de Barcarena — Lixoxique); 2) Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Barcarena (STTR-Barcarena); 3) comunidade Agro-quilombola do Igarapé Tauá em conflito territorial com a empresa Hydro; 4) prefeitura com os técnicos da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (SEMADE), da Secretaria Municipal de Planejamento e

Articulação Institucional (SEMPLA) e da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano (SEMDUR).

Inicialmente, esta pesquisa teve por finalidade focar nas informações contidas no último trabalho em campo, relacionado a visita aos técnicos da prefeitura e aborda posteriormente os respectivos temas da visita técnica. Foram abordados reflexões e apontamentos pelos secretários da prefeitura sobre as questões de planejamento e gestão ambiental no município.

Ao iniciarmos a visita em alguns pontos estratégicos ao planejamento urbano com o técnico assistente da prefeitura, foi destacado que após a posse do prefeito Antônio Villaça, as políticas mudaram. Segundo o técnico: “na gestão ocorreu uma renovação, tendo por base uma gestão técnica e planejada, que fomentou grandes obras de infraestrutura na cidade, como asfaltamento e equipamentos urbanos” (informação verbal)². O município não era protagonista nas ações, mas com o ex-prefeito houve mudanças, “ao assumir a responsabilidade de melhorias, criando Unidades Básicas de Saúde, os Centro de Referência de Assistência Social (CRAS), creches, escolas e restauração delas climatizadas com energia solar” (informação verbal), comunicou o técnico da SEMPLA.

A condução da visita guiada pelos pontos problemáticos para a gestão em Barcarena, abordou o contexto histórico, como o local escolhido para sediar a Vila dos Cabanos (figura 20). Conforme o entrevistado:

A gleba Murucupi, foi planejada em 1983 para ser a área urbana onde os engenheiros do grande empreendimento iriam morar. O bairro é considerado o único com área planejada em relação à estrutura urbana, esgotamento sanitário, água, asfalto e as áreas verdes (Informação verbal).

² Entrevista concedida pelo técnico da SEMPLA em março de 2021.

Figura 20: vias arborizadas com ciclovias na rua São Francisco, no bairro Vila dos Cabanos.



Fonte: a autora, 2023.

Na vila dos Cabanos está localizada uma área verde, que possui extensão de 8 km, que está sob estudos prévios para tornar-se uma Área de Preservação Ambiental (APA), segundo o entrevistado, como aponta a figura a seguir:

após a ocupação da área do Laranjal, como forma de conter a ocupação dessas áreas devido ao avanço das queimadas e desmatamento. A futura APA é ocupada por uma escola particular, batalhão de polícia, comércio, várias residenciais e a Estação de Tratamento do Esgoto — ETE. Mas a área é de domínio da união e isso gerou entraves para gestão, pois a dificuldade em lidar com áreas federais e municipais na jurisdição, o município não tem autonomia (Informação verbal).

No antigo PDDU essa área era considerada rural, mas após ser ocupada pela população, foi transformada em expansão urbana. Além disso, este território está em conflito a respeito da titulação da terra por povos tradicionais, como cita a seguir:

a prefeitura precisa fazer um prognóstico para a solução, pois isso provocou um grande problema dentro do PDDU, gerando conflitos. A APA recebeu recursos financeiros para que se tornasse um grande parque ecológico, mas o município foi acionado pela justiça [Ministério Público do Estado] a parar de fazer qualquer atividade, pois o município está sofrendo uma ação civil pública da população tradicional quilombola, que anexou documentos contundentes de seus antepassados, de rituais, entre outros, junto ao Incra, ao Ministério da Agricultura, o Ministério da Cultura e as instâncias federais, para o reconhecimento como território quilombola (Informação verbal).

Figura 21: Parque Municipal de Preservação Ambiental da Cabanagem (vermelho) e arborização de rua na av. Cônego Batista Campos.



Fonte: Elaborado pela autora utilizando *Google Earth Engine*, ano 2023.

O técnico apontou que existem áreas que precisam ser planejadas e trabalhadas, principalmente a área natural, o município possui áreas ambientais preservadas, mas há falta de maiores ações de gestão ambiental nas áreas:

precisam de legislação e de um trabalho de planejamento e ação que venham manter esses espaços como eles estão hoje e aumentar, pois, a especulação imobiliária tende cada vez mais aumentar no município, como já está ocorrendo. Existem áreas maiores que quarteirões destinadas à criação de áreas verdes, que seriam feitas pela união, em contrapartida, ao impacto gerado na gleba Murucupi, e por todo esse tempo de criação industrial não foi feito nada (Informação verbal).

Há dificuldades na atuação em áreas de domínio público federal e estadual, mas o município intervém constantemente na proteção dessas áreas, pois não há ação federal de combate a ocupações irregulares, como exemplo no parque natural, no qual ocorrem várias tentativas de ocupação.

A caminho da estrada do Caripi houve a supressão florestal em 1,40 km (0,11 km²) devido à instalação de um empreendimento imobiliário, as imagens de satélite indicam para o início da ocupação e perda da vegetação a partir de junho de 2021 (figura 22).

Figura 22: Ocupação para a construção de um resort na área de vegetação primária suprimida (amarelo).



Fonte: Elaborado pela autora e *Google Earth Engine*, ano 2022.

O bairro fazendinha é novo e acompanha a praia na extensão da orla do Caripi, segundo o técnico foi feita uma obra de recuperação da orla com aterramento e retirada da população da margem do rio, “foi criado um recuo para ocupação de casas para a população, criados pela gestão do prefeito Antônio Villaça. No lado esquerdo está surgindo um grande resort e do lado da APA tem um condomínio fechado que pertence à Samaúma hotel” (informação verbal). Na visita a campo foi possível compreender a dinâmica de ocupação dos bairros e a arborização que compõe a parte do município, apontando as fragilidades e potencialidades presentes nesse território.

O servidor da SEMPLA relatou o contexto da ocupação do conjunto, que passou a ser ocupado por famílias de baixa renda:

Em parte da área ocorreu também a ocupação desordenada no intervalo de 15 anos, um espaço que não foi planejado, não é legalizado, possuindo rua que parece uns labirintos, mas o REURB está chegando para dar a posse da terra. Nesse local existe um conflito, foi criado o bairro São José, que passa por um conflito religioso entre católicos e evangélicos, aonde parte do bairro não se reconhece pertencentes e pedem que o bairro seja dividido em dois e a outra parte, seja o bairro renascer. Eles cobram o autor reconhecimento por parte da prefeitura (informação verbal).

Existe também o conflito na área, no campo religioso e do pertencimento, próxima à praia do Caripi. Segundo as imagens de satélite é possível aferir que o local passou a ser ocupado, onde foi suprimida uma grande área para dar uso ao solo (figura 23).

Figura 23: Ocupação irregular ao lado da estrada do Caripi (vermelho).



Fonte: Elaborado pela autora e *Google Earth Engine*, ano 2022.

Ao entrevistar a servidora da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano (SEMDUR), foi questionado o papel a ser desempenhado pela gestão municipal em relação ao Planclima de resiliência da cidade e as ações efetivas. O que faz em prol da qualidade ambiental e qualidade de vida urbana em Barcarena, a técnica apontou que:

O Município está em fase de duas grandes frentes na questão da resiliência — a dimensão adaptação, que está sendo contemplada a partir da construção do inventário de GEE (em desenvolvimento) por agendas fixas entre as Secretarias SEMDUR, Secretaria de Portos, Logística e Energia [SEPLE] e a Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico [SEMADE]. A dimensão mitigação passa a ser contemplada com a construção do Plano Local de Ação Climática [PLAC], cuja metodologia instrumental foi recém repassada aos técnicos da prefeitura, por parte da rede ODS [Objetivos de Desenvolvimento Sustentável], ABM [Associação Brasileira de Municípios], ICLEI [Governos Locais para a Sustentabilidade]. As duas frentes caminham de forma complementar e representam instrumentos concretos de enfrentamento das questões climáticas em Barcarena e, a partir delas, vão se estabelecendo novas articulações institucionais, com reflexo direto nas obras, nas intervenções, nas medidas tomadas por todas as pastas (...) existem também medidas emblemáticas para a qualidade ambiental e de vida: Regularização Fundiária Urbana (REURB) sendo uma premissa a dignidade socioterritorial em Barcarena, pavimentação e drenagem urbana, com finalidade de ampliar a malha viária e favorecer o redesenho e a ampliação das rotas de transporte público, reforma e construção de espaços de convivência social, como praças, orlas, trapiches, ampliação 2022/2023 das unidades habitacionais atendidas por rede de água, implantação de 3 estações de tratamento de esgoto (ETE) (informação verbal)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A região amazônica é uma fronteira estratégica de recursos à economia global. O Município de Barcarena está inserido na dinâmica voltada aos lugares-globais ou local-global, configurado por estruturas de poder e redes no território. Materializado pela malha de infraestrutura logística, criando novas territorialidades em disputa, um município “dinâmico, processual, multidimensional e multiescalar da gestão territorial, com a correlação de força dos atores sociais e suas redes, estratégias, temporalidades, linguagens, saberes e poderes” (Eunápio, 2017, p. 70).

Na Amazônia Oriental o município é um distrito industrial, inserido na “geoestratégia global”, configurado por uma estrutura de poder e redes no território, que passou por profundas transformações espaciais estimuladas pela lógica de reprodução do capital. A Industrialização e a urbanização, são diretamente responsáveis pelos impactos nas populações e seus modos de vida, provocando tensão e disputa por terra (Eunápio, 2017).

O neoextrativismo dos recursos nativos, o avanço do agronegócio e a malha de logística (transporte, energia e comunicação) compõem a atual cena em Barcarena. Soma-se a isso a grande presença de empreendimentos nacionais e internacionais (...) que insere o município na geopolítica mundial por se tratar de um entreposto de produção econômica e logístico para a economia mundial de comercialização de bens primários e para a economia mundial de circulação (...) O episódio ocorrido em Barcarena envolvendo o naufrágio de uma carga de 5.000 bois em pé é um desdobramento deste cenário, pois, definitivamente, revela que o município é um exemplo emblemático do circuito complexo e conflituoso que envolve território de mineração e logística portuária (Eunápio, 2017, p. 67).

O programa Grande Carajás, entre os anos 1970 e 1980, estabeleceu a criação do complexo industrial e minerário na região metropolitana de Belém, em Barcarena, devido aos Acordos de Cooperação Econômico entre o Brasil e o Japão. No acordo, o governo brasileiro forneceu infraestrutura para a criação do complexo portuário-industrial da Albrás e Alunorte, fundadas em 1985 e 1996, respectivamente, por meio da estatal companhia Vale do Rio Doce, posteriormente privatizada pelo grupo Hydro. Foi criado para dinamizar a economia, porém resultou na reestruturação do espaço, que alterou a paisagem urbana e rural e transformou as relações socioespaciais do município (Trindade Jr.; Rocha, 2002; Carmo; Costa, 2016; Silva *et al.*, 2017).

Uma estrutura de poder violenta que suprime os direitos das populações locais, “avanço do capital na Amazônia vem acompanhado de disputas pela terra e

consequentes desapropriações e deslocamentos forçados, acumulação por espoliação” (Castro, 2017, p. 12). Havendo desterritorialização de populações rurais, deslocamentos forçados, impasses no uso dos rios, impactando no modo e reprodução da vida.

As ações provocadas pelo reordenamento são associadas à lógica da centralização do poder e uso do território como recurso de dominação política da elite governante municipal, em função da empresa que reorganiza a configuração territorial. E impõe uma modernização com o discurso de progresso e desenvolvimento que, na prática, foi consolidado pela coerção sobre a sociedade sem beneficiar os habitantes do município. Houve um poder dominado por ações conservadoras que gerou desigualdades territoriais, que centralizou o planejamento administrativo sem transparência e sem inclusão da sociedade civil, priorizando os interesses particulares dos gestores (Nahum, 2006).

Segundo Damasceno (2020), Barcarena faz parte da Zona Costeira (ZC) do estado do Pará, onde houve também a instalação do Complexo Portuário, que trouxe transformações na Vila dos Cabanos e a Vila de Itupanema, que passaram por transformações devido à chegada dos empreendimentos, como aponta autor:

Antes da transformação econômica e social, influenciada pela chegada das empresas Albrás, Alunorte, Pará Pigmentos, Imerys Rio Capim Caulim, a Vila de Itupanema abrigava comunidades rurais que sobreviviam da agricultura familiar, cujas foram direcionadas a outras atividades econômicas, proporcionadas pelas novas empresas e suas subcontratadas que chegavam ao município de Barcarena. É importante ressaltar que a presença significativa de núcleos urbanos, localizados na porção leste da Vila de Itupanema, foi resultado da implantação da Vila dos Cabanos, um espaço urbano criado para abrigar funcionários da Albrás e da Alunorte. A chegada de pessoas em busca de emprego na região prosseguiu pela década de 2000, onde a chegada dos portos também contribuiu para este incremento demográfico e com a expansão das ocupações espontâneas na Vila de Itupanema (Damasceno, 2020, p. 57).

De acordo com Hazeu (2017), a relação de poder e uso da terra gerou processos de migração, por meio do deslocamento forçado composto por violência física e simbólica, gerando transformações profundas e radicais na estrutura social no município — desde os colonizadores, os engenhos, plantações de cacau, a Cabanagem até os dias atuais com a implementação do complexo industrial-portuário. Nos anos 1990 e 2000 houve uma nova fase na disputa e na ocupação do território em áreas destinada para o distrito industrial, o núcleo urbano e a nova área portuária expandida:

O poder que está em disputa neste campo é o poder sobre o uso da terra, a propriedade, a questão fundiária e até os modos de produção. É uma disputa sobre a função social da terra; a sua função de produção e reprodução material e simbólica de comunidades tradicionais *versus* a função para a produção capitalista e a incorporação da terra no mercado imobiliário especulativo (...) os deslocamentos forçados foram extremamente (des)estruturantes, envolvendo em torno de 513 famílias, praticamente todas elas de agricultores, pescadores, ribeirinhos e extrativistas (Hazeu, 2017, p. 84–85).

De acordo com Eunápio (2017), o processo de apropriação do território impôs uma nova dinâmica local-global, composta pelo papel estratégico de produção econômica, fronteira industrial do beneficiamento mineral e a cidade portuária, como o bairro de Vila do Conde. Nesse sentido, a apropriação das terras para o uso e ocupação é fundamentada por contradições sociais:

O espaço é reconfigurado para priorizar a função econômica e logística para atender à dinâmica do capital, gerando impactos diretos nas relações socioespaciais, sobretudo em razão das percepções conflitantes dos atores sociais sobre o que é o território e suas identidades com o município. (...) Os investimentos privados e públicos em infraestrutura (...) promovem desequilíbrios internos de ordem socioambiental e cultural, caracterizados tanto pela consolidação de áreas dinâmicas e competitivas em escala global — com grande contribuição para a posição do país nas exportações — quanto pela constatação de áreas impactadas com crescentes desequilíbrios socioeconômico e ambiental, marcadamente vividos por comunidades locais e grupos sociais em condições de exclusão socioespacial (Eunápio, 2017, p. 74).

Houve uma intensa transformação para as demandas econômicas, que transformam a paisagem e as relações sociais, via políticas públicas de incentivo a infraestrutura. A urbanização se consolidou via exploração dos territórios, para atender a demanda nacional e global de commodities. Em contrapartida, esse processo de uso e ocupação gerou problemas ambientais e sociais no local (Nahum, 2006; Silva *et al.*, 2017).

O processo de reordenamento e ocupação do território resultou na formação de lugares de ocupação espontânea, um grande adensamento informal, sem ordenamento territorial, com desigualdades sociais e territoriais. Esses espaços são negligenciados, nem a administração pública ou a empresa se responsabilizaram em urbanizá-la, há falta de infraestrutura, à mercê da gestão pública (Nahum, 2006; Carmo, Costa, 2016; Silva *et al.*, 2017; Castro, 2017).

A instalação do grande projeto desrespeitou as normas ambientais, geram poluição, falta de fiscalização e a pouca responsabilização. Parecem reforçar a lógica de pressão sobre as comunidades para saírem e se afastarem da poluição, para deixar aquele lugar que as prejudica a saúde, suas colheitas e seu modo de vida. Os

movimentos sociais formam resistência para a retomada das áreas, por direitos territoriais, como no Distrito Industrial. Na reafirmação da identidade tradicional, por meio de ações coletivas, estratégias de reocupação de terra e permanência (Hazeu, 2017).

De acordo com Silva *et al.* (2017), a implantação das indústrias quase triplicou a população em duas décadas e a estrutura administrativa municipal não acompanhou as mudanças socioeconômicas, em consequência houve um intenso crescimento urbano desordenado. De acordo com Nahum (2006), as áreas concebidas pela Companhia de Desenvolvimento de Barcarena (CODEBAR) e a ocupação espontânea na década de 1980, como o Bairro Novo, Novo Horizonte, Bairro Laranjal, foram viabilizadas por políticas de assentamentos urbanos, para ocupação das famílias desapropriadas pelo grande empreendimento.

O Bairro Laranjal está localizado entre o Núcleo Urbano eram os alojamentos dos trabalhadores da Albrás/Alunorte, onde as construções padronizadas e foram também construídas em mutirão e sorteadas entre os participantes em 1982. O Bairro Pioneiro era um acampamento provisório que após as obras seria um centro comercial do núcleo urbano da Vila dos Cabanos. Mas ao término das obras os alojamentos foram desativados e a área foi praticamente abandonada, voltou a ser ocupada a partir de 1996, sendo considerada uma área de ocupação irregular (Nahum, 2006).

Ha uma peculiaridade no Bairro Novo, situado numa área de ocupação espontânea, parte do bairro pertencia à família Dias Melo. Havia interesse a elite governante municipal a suas territorialidades, houve indenização por parte do território ocupado, assim como doação, lotes e aberturas de ruas. É considerado “uma área de expansão da sede municipal, onde passam a localizar prédios administrativos e de política social” (Nahum, 2006, p. 49).

As áreas de ocupação espontânea, ainda que não tenham sido planejadas, não foram políticas de habitação, mas um remédio paliativo para conter as tensões das ações das empresas no uso do território. Nesse sentido, “transformam as funções sociais e políticas da sede municipal que deixa de exercer o comando político sobre a totalidade dos usos do território para exercer a função de executores da política das empresas” (Nahum, 2006, p. 114).

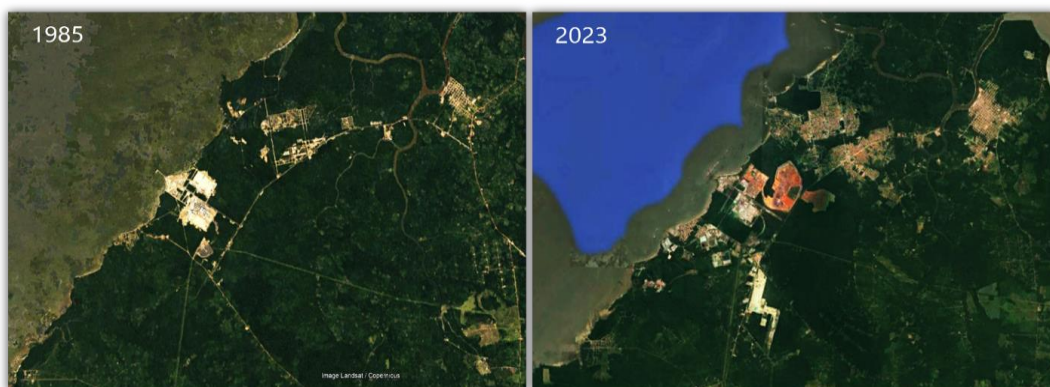
Assim, o espaço na Vila de São Francisco, a Vila do Conde e Caripi configura-se por um sistema de objetos técnicos instalados numa cidade amazônica, com a planta industrial, os sistemas de abastecimento de energia e matérias-primas, a rede de transporte, porto, núcleo urbano e as áreas de expansão (Nahum, 2006). Como Milton Santos chamou de “um ponto ou mancha de meio técnico-científico-informacional” (Santos, 2005, p. 134).

Ao leste do vilarejo de Itupanema está localizada a praia de Caripi, antes da instalação das empresas não havia infraestrutura, mas entre as décadas de 1970 e início de 1980, houve a implementação de portos, fábrica, núcleo urbano planejado, sistema de energia e estradas. Transformou a praia em espaço de lazer e rota turística, impulsionada a partir de 2002 pela criação da rodovia PA-150 através da Alça Viária, ligando o município a Belém (Nahum, 2006).

Foi criado ao leste do município o Porto de Vila do Conde, a 1 km da fábrica da Albrás, projetado para servir ao complexo de produção de alumina-alumínio e ao distrito industrial. É um porto público sob responsabilidade da Companhia das Docas do Pará (CDP), que em 2002, integrou a malha rodoviária do Estado. Além de servir à fábrica da Albrás, que por ele é importa quase toda a sua produção de matéria-prima (Nahum, 2006).

As florestas do município foram significativamente reduzidas durante trinta e oito anos de análise espaço-temporal, como aponta os dados da coleção 8 do MapBiomas. Houve a supressão da vegetação em Barcarena, entre 1985 e 2022, em cerca de 13.132 ha, correspondendo a 60,8% do total no município (MapBiomas, 2022). Como aponta a figura 24:

Figura 24: Entre 1985 e 2023 da área urbanizada após a industrialização.



Fonte: Google Earth Pro, 2023.

Houve mudanças estruturais do eixo de poder na prefeitura, o que possibilitou implementação de novo modelo de governar com a chegada do prefeito Antônio Vilaça. Houve a aplicação das regras estabelecidas pelo Plano Diretor e os Planos Plurianuais com as agendas ambientais internacionais da ONU, ao adotar um modelo de gestão inovador (Menezes, 2023).

4.1 Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra

A pesquisa visou criar os dados primários, por meio das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, com a utilização as imagens do sensor Planet para o mês de novembro de 2016 e de 2023, para o Uso e Cobertura da Terra (UCT) nos 30 bairros e transpondo os limites do urbano. Que possibilitou a análise ambiental e quantificação das áreas correspondentes às classes de UCT. Foi adotado a técnica *buffer* do geoprocessamento, numa extensão de 3 km² ao entorno dos bairros, com o objetivo e mapear possíveis áreas para a expansão da urbanização e o grande empreendimento, como aponta a quadro 2 a seguir:

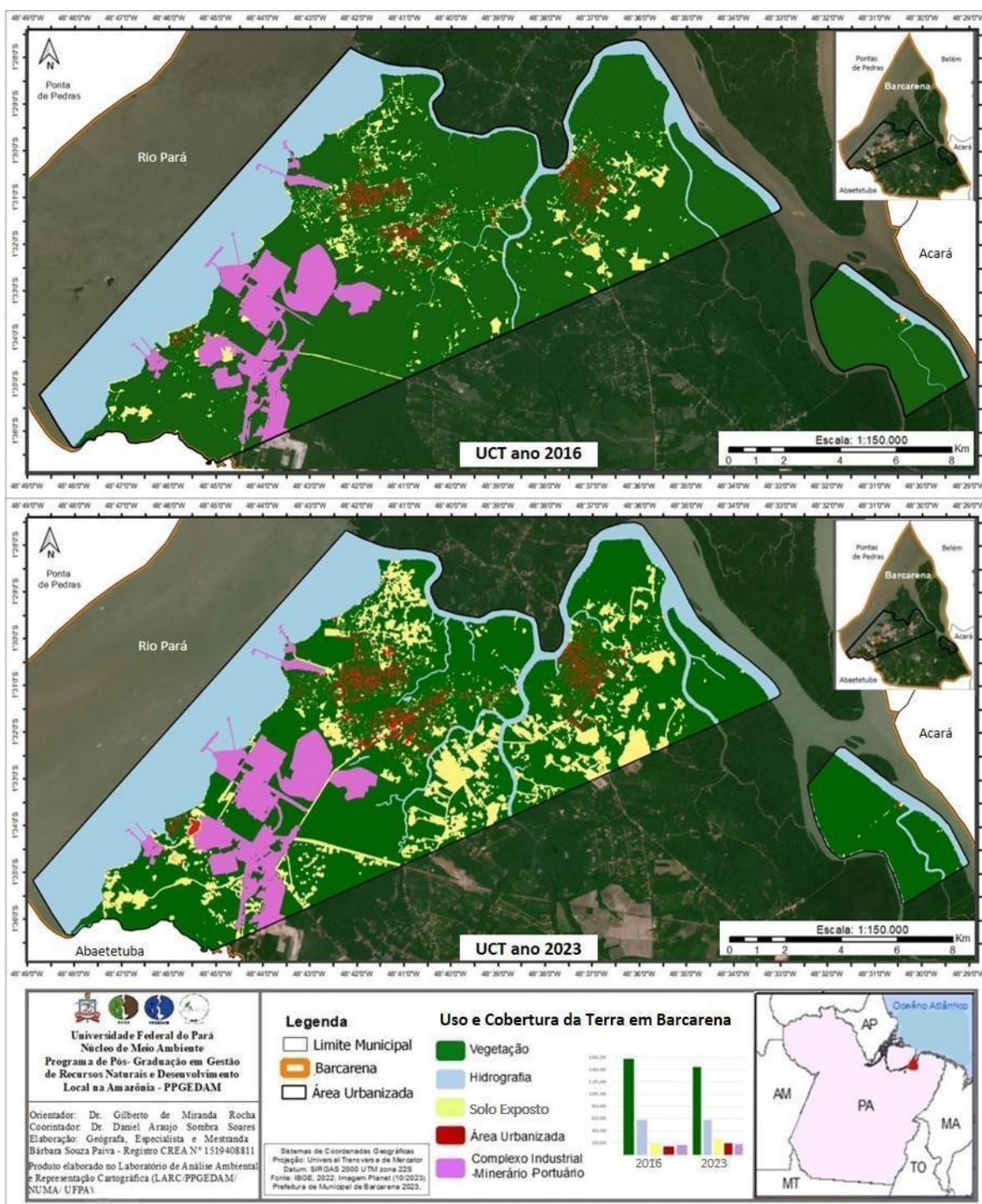
Quadro 2: Cálculos das Classes de UCT para os anos de 2016 e 2023.

Classes	2016 (km ²)	(%)	2023 (km ²)	(%)
Vegetação	157,60	59,53%	144,56	54%
Hidrografia	57,48	21,71%	57,48	22%
Solo Exposto	18,97	7,16%	26,22	10%
Área Urbanizada	13,97	5,28%	17,62	7%
Complexo industrial- minerário-portuário	16,73	6,32%	18,00	7%

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Esta pesquisa elabora a produção dos dados primários, relacionados aos 30 bairros e uma extensão de aproximadamente 3 km além dos limites do mesmo, para os anos de 2016 e 2023. Na Figura, observa-se o mapa da área urbanizada, os bairros de Barcarena, foram definidas a classificação de uso e cobertura da terra, nas classes: de floresta (verde); áreas urbanizadas (vermelho); e o complexo minerário-industrial-portuário (lilás). Demonstram o avanço da perda florestal e o aumento da ocupação, como aponta a figura 24:

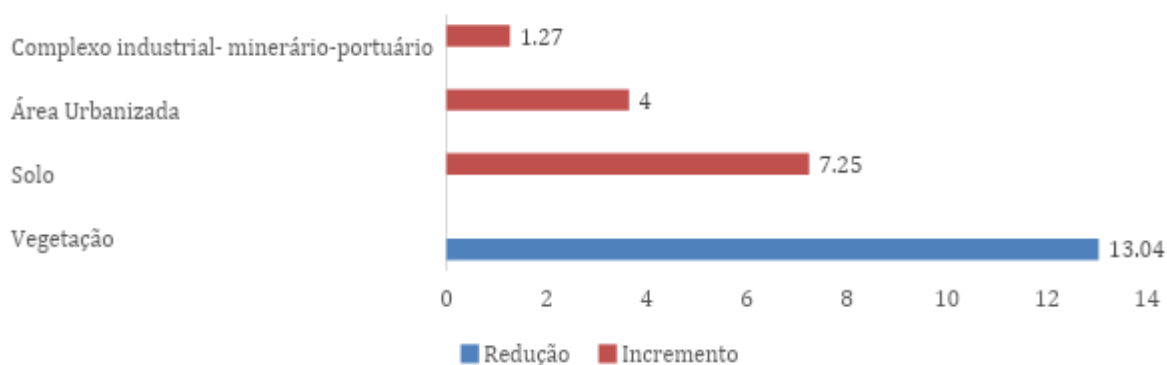
Figura 25: Mapa de Uso e Cobertura da Terra de Barcarena, ano 2016 e 2023.



A cidade de Barcarena está reduzindo as áreas de vegetação, impulsionado pelas práticas econômicas e de habitação. No ano de 2016, nas classes de cobertura da terra, a vegetação apresentava 157,60 km² (59,53%) e em 2023 possui 144,56 km² (54%) houve uma redução de 13,04 km² de cobertura vegetal, enquanto a hidrografia apresentava 57,48 km² (22%) manteve-se a mesma em 2023.

As classes de uso houve incremento nas áreas urbanizada em 2016 possuía a 13,97 km² (5,28%) passou a ocupar 17,62 km² (7%) em 2023 em 4 km², assim como, área do Complexo industrial-minerário-portuário que em 2016 correspondia a 16,73 km² (6,32%) e passou a ocupar cerca de 18 km² em 2023 um aumento de 1.27 km² (7%) e pôr fim a classe solo exposto em 2016 possuía a 18,97 km² (7,16%) passou a ocupar 26,22 km² (10%) acréscimo de 7.25 km² de áreas, como aponta quadro 3 a seguir:

Quadro 3: Incremento e redução UCT em km² entre os anos de 2016 e 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

Constatou-se a diminuição da floresta e o aumento das áreas urbanizadas, com uma grande concentração de ocupações espontâneas, desordenadas ao entorno, que não seguem um ordenamento territorial e causaram um processo de mudança da paisagem. Assim como, houve concentração de empresas relacionados que o grande projeto, como ocorreu com a Vila de Itupanema (Costa, 2021).

A técnica de geoprocessamento feita pelo buffer de 3 km possibilitou mapear a área urbanizada ao entorno dos bairros estabelecida pela lei do abairramento. Foi possível quantificar a área do Complexo Industrial-Minerário-Portuário que correspondem ao distrito industrial do município. A perda de massiva cobertura vegetal, em que parte foi suprimida para alocar o empreendimento de atividades produtivas, que causaram impactos ambientais e sociais.

Segundo dados do censo do IBGE 2022, apontam que a população do município antes da consolidação do empreendimento em 1970, correspondia em 17.498, com a instalação do distrito industrial passou para cerca de 45.946 e após duas décadas a quantidade saltou para 126.650 pessoas. O adensamento urbano está intrinsecamente associado com a expansão urbana, estabelecida após a

consolidação do grande projeto, uma estrutura que se apresenta com padrão de exploração e mazelas socioambientais onde se instala e como consequência gera a expansão urbana.

A dinâmica de ocupação desordenada gerou a expansão de assentamentos nos bairros do município, denotando o agravamento das vulnerabilidades sociais. A ocupação espontânea continua a ocorrer entre 2016 e 2023, o mapeando da pesquisa aponta que aos bairros Caripi, Fazendinha, Boa Vista, Jardim Palmeira, Beira Rio, Burajuba e Águas Claras são os mais impactados pela nova frente de ocupação desordenada.

Diante do contexto, a urbanização no município produziu alterações no meio ambiente, via atividades voltadas à economia e habitação. Grandes áreas florestais foram suprimidas para dar lugar e esse modelo de desenvolvimento estabelecido pelo empreendimento no distrito industrial-minerário-portuário. Essa reestruturação do espaço fomentou um intenso fluxo migratório em busca de emprego e moradia, o que gerou um adensamento populacional.

Diante do exposto, a urbanização no município suprimiu a vegetação para dar espaço para as atividades econômicas e de habitação, fomentadas pelo grande projeto alocado no município. Deste modo, os dados da pesquisa apontam que o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) corresponde em cerca de 10,97%.

O que provoca o fenômeno de Ilha de Calor Urbana (ICU) relacionado as condições microclimáticas da temperatura do ar mais elevada, provocados pelo adensamento urbano, a camada de ar acima da solo troca calor com a cidade movimentando o ar no meio urbano e formam as ilhas de calor urbana. As geometrias barram os ventos, a remoção de vegetação causa redução da evapotranspiração, que afeta a umidade relativa do ar, deixando mais baixa, além de alteração na velocidade dos ventos, regime de chuvas, entre outros. A temperaturas de ar no meio urbano são mais elevadas em relação às áreas mais afastadas (Romero *et al.*, 2017).

O urbano possui diferentes padrões de uso do solo e suas respostas térmicas, principalmente os que são ocupados por atividades industriais e comerciais, carente de vegetação. Apresentam intensidade maior da ilha de calor urbana, com diferenças de temperatura local em até 8 °C, em áreas com menor cobertura vegetal e maior impermeabilização do solo contribuem para o aumento da temperatura. Aponta que a presença de áreas verdes na cidade desempenha um papel crucial na

redução da temperatura nos ambientes urbanos, contribuindo para amenizar os efeitos da ilha de calor urbana (Barros; Lombardo, 2016).

Estudos desenvolvidos para o Estado de São Paulo apontam que em um bosque urbano, a temperatura no interior da mata nativa pode ser até 5,18 °C mais baixa em relação à área externa. A diferença de temperatura pode chegar a 3,9 °C em média, sendo mais expressiva no verão, com uma diferença média de 5,18 °C. Interior da mata nativa: média de 17,37 °C. Borda da mata nativa: média de 19,44 °C. Estacionamento de veículos: média de 20,14 °C. Rua urbana: média de 21,27 °C. Destaca o papel crucial da vegetação na regulação do microclima e na criação de ambientes mais frescos e confortáveis (Rachawal *et al.*, 2023).

Em relação ao Índice de Cobertura Vegetal por Habitante foram usados os dados de população urbana do censo do IBGE de 2010, pois até a elaboração desta pesquisa ainda não foi atualizado o censo 2022, está em processo de elaboração atualização em parceria com prefeitura de Barcarena. O cálculo do ICV/Hab desta pesquisa aponta um baixo conforto térmico da população nas áreas urbanas, que correspondem em cerca de 9,66 m²/habitante, inferior aos limites estabelecidos pela OMS — 12 m²/ habitante. A SBAU indica 15 m²/habitante. Devido à região possuir o fator climático equatorial, o satisfatório sugerido deve ser acima de 12 m²/habitante (Luz e Rodrigues, 2014).

O avanço da urbanização compromete a qualidade ambiental e de vida, a cidade de Barcarena foi intensamente impactada pelas dinâmicas econômicas que transformaram a paisagem, que provocou a perda da vegetação. Diante do exposto, a gestão municipal deve estender a adequação da gestão ambiental das áreas verdes, alinhada as agendas de restauração da floresta, assim como, proteção, manutenção da década da Restauração dos Ecossistemas. Por meio de ações políticas que geram ganhos ambientais, financeiros e sociais para o município, por meio de fundos internacionais e nacionais, de iniciativas locais para mitigação e adaptação as mudanças climáticas.

São necessárias ações para conter o desmatamento, promover práticas de sustentabilidade no uso da terra e de restauração florestal. Diante do exposto, para promover resiliência requer medidas eficazes local e globalmente, e assim, garantir oportunidades para ação voltadas a resiliência no Antropoceno e a sustentabilidade diante das mudanças ambientais (Flores *et al.*, 2024).

4.2 Mapeamento dos Bairros de Barcarena

Em 52 anos, antes da instalação em 1970 até 2022, houve um expressivo adensamento populacional em cerca de 109.152 habitantes (IBGE, 2023). Provocou um crescimento desordenado e vulnerabilidades sociais e ambientais a população mais empobrecida, que passaram a ocupar os bairros considerados áreas periféricas, negligenciado pelo poder público

Os dados gerados denotam que a vegetação presente nos bairros para o ano de 2016 correspondia em cerca de 27,32 km² (53,39%) e em 2023, 21,36 (41,51%). Enquanto de uso por Área Urbanizada, em 2016, correspondia cerca de 14,88 km² (29,08%) e em 2023, 18,94 (36,80%). O solo exposto representava, em 2016, cerca de 8,96 km² (17,50%) e em 2023, 11,15 (21,67%). A classe de hidrografia com apenas 0,01 km² (0,02%) representada por dois rios que compõe áreas urbana e limite das margens da zona costeira, como aponta o quadro 4:

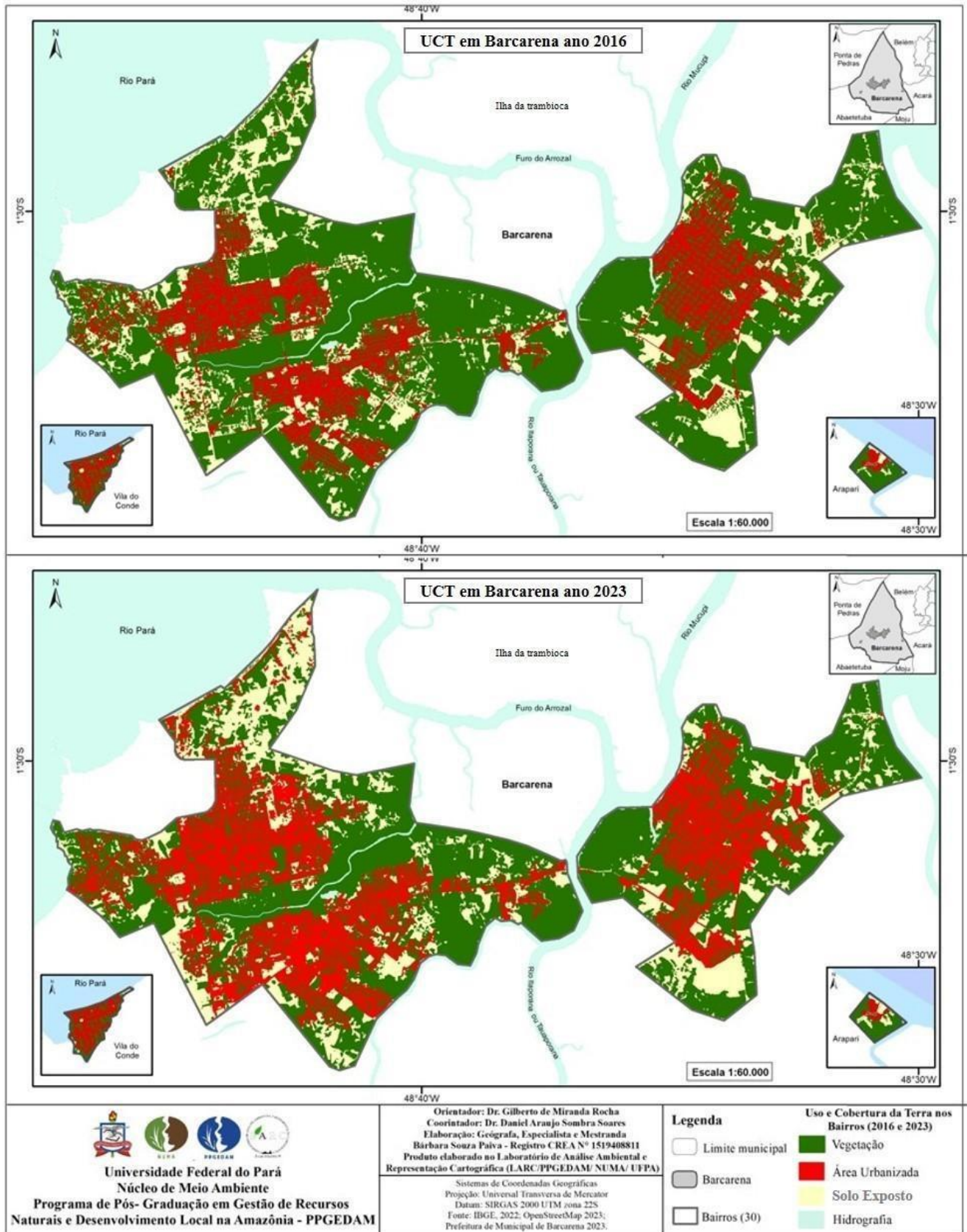
Quadro 4: Cálculo de áreas de Uso e Cobertura da Terra dos bairros de Barcarena, ano 2023.

Classes	2016 (km)	(%)	2023 (Km)	(%)
Vegetação	27,32	53,39%	21,36	41,51%
Área Urbanizada	14,88	29,08%	18,94	36,80%
Solo Exposto	8,96	17,50%	11,15	21,67%
Hidrografia	0,01	0,02%	0,01	0,02%

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Foi elaborado o mapeamento do UCT que compõe os 30 bairros da área urbana do município, a partir do limite territorial dos bairros (figura 26).

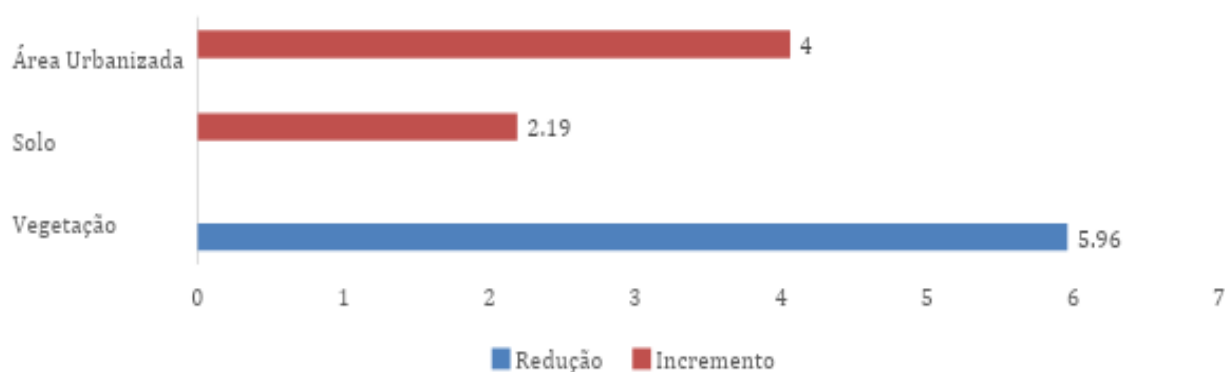
Figura 26: Mapa de UCT na área urbana de Barcarena, ano 2016 e 2023.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Os bairros de Barcarena reduziram as áreas de vegetação, motivados por práticas econômicas e de habitação que estabeleceram no processo de urbanização. No ano de 2016, nas classes de cobertura da terra, a vegetação apresentava 27,32 km² e em 2023 possui 21,36 km² e a hidrografia 0,01 km² manteve-se a mesma em 2023, com apenas dois rios cortando os bairros. Às classes de uso houve incremento nas áreas urbanizada, em 2016 possuía 14,88 km² e passou a ocupar 18,94 km² em 2023, bem como a classe solo exposto em 2016 possuía a 8,96 km² e passou a ocupar uma área de cerca de 11,15 km² em 2023 (gráfico 5).

Quadro 5: Incremento e redução das classes UCT nos bairros, entre os anos de 2016 e 2023.



Fonte: Elaborado pela autora, ano 2024.

Diante do exposto, fica claro que o processo de urbanização predatória é baseado num modelo de desenvolvimento pautado na instalação de um grande projeto industrial na Amazônia paraense. Como principal fator que impulsionou a urbanização na floresta, devido a interesse globais no local que, ao se consolidar, estabelece um padrão de exploração do uso da terra para atender as demandas econômicas e de moradia, que impactou a natureza e sociedade local.

Os dados primários desta pesquisa fizeram o recorte comparativo em dois níveis de escalas de abordagens: a) área urbanizada onde está alocado o projeto minerário, industrial e portuário, impulsionou a urbanização e fomentou a perda da vegetação para atividades econômicas e de moradia; b) detalha a urbanização especializada pelos 30 bairros, para compreender como o uso da terra aconteceu após a revisão do Plano diretor em 2016 até 2023, e assim, fornecer subsídios à prefeitura por meio de dados, na perspectiva de auxiliar o ordenamento territorial mais

sustentável, dando suporte ao zoneamento ambiental e a próxima revisão PDDU alinhado as agendas de desenvolvimento sustentável da ONU.

5. Planejamento Urbano, Gestão Ambiental e Agendas Globais da ONU em Barcarena

Houve o alinhamento do planejamento municipal às Agendas de Desenvolvimento da ONU, no qual posicionou o município rumo a uma cidade mais sustentável. Que visa o desenvolvimento econômico associado à redução das desigualdades sociais, mais justiça social e na permanente preservação ambiental (Menezes, 2022).

O PDDU Está alinhado à Agenda 2030 e as práticas ODS, à Nova Agenda Urbana vinculada ao ODS 11. O planejamento da expansão urbana considera a implementação de infraestruturas, tecnologias e demais ações que promovam a adaptação e mitigação aos impactos da mudança do clima (Menezes, 2022).

Desde 2013, a gestão municipal visou alinhar seus planos, programas, projetos e ações municipais às agendas de desenvolvimento internacionais da ONU, por meio de leis, decretos e iniciativa, tais como: o Plano Plurianual (PPA) 2014/2017 (Lei municipal n.º 2.138/2013), intitulado PPA Justiça Social e Desenvolvimento, aprovado alinhado à Declaração do Milênio, agenda anterior da ONU, que vigorou de 2000 a 2015; O PPA 2018/2021 (Lei municipal n.º 2.200/2017), também chamado de PPA Desenvolvimento e Sustentabilidade, foi alinhado à Agenda 2030, agenda atual da Organização. Atualizou o texto da dimensão estratégica, mantendo a sua essência e visão de futuro. Que instituiu como prioridade de gestão a vinculação dos ODM aos planos, programas, projetos e ações da Prefeitura (Menezes, 2022).

O primeiro passo para a institucionalização das Agendas de Desenvolvimento da ONU no município foi o Plano Plurianual 2014–2017 – Justiça Social e Desenvolvimento (...). O diagnóstico situacional do município foi baseado no Índice de Desenvolvimento Humano — IDH-M e nos ODM. Para alterar o cenário encontrado, foi proposta a adoção de uma Agenda Territorial de Desenvolvimento Sustentável composta por estratégias de curto, médio e longo prazo baseadas nos ODM e nos princípios da Agenda Pós-2015. Ademais, os ODM foram adotados como indicadores de resultado da gestão (Menezes, 2022, p. 63).

Diante do exposto, houve a institucionalização das Agendas de Desenvolvimento da ONU em 2013 pela Prefeitura, com a por meio do PPA 2014-2017 que tinha como referência os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio com

a Agenda de Compromissos ODM. E a Agenda Pós-2015. Estabeleceu como visão de futuro reconhecimento do município, até 2025, como uma cidade sustentável (Menezes, 2022).

Em 2013, a gestão municipal iniciou o alinhamento as Agendas Globais ao adotar dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Por meio da iniciativa da Presidência da República, realizada de 2009 a 2016, para incentivar a implementação dos instrumentos de planejamento, que visa a disseminação de boas práticas governamentais. Em 2015 foi a única da Região Norte a receber certificados de cumprimento de metas da Agenda (Barcarena, 2024).

A revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PPDU) de Barcarena (2016–2026), por meio da Lei Complementar Municipal n.º 49, de 17 de outubro de 2016 (LC n.º 49/2016). Foi realizada em 2016, através da é um instrumento importante para o planejamento municipal. Que aprovou a política de gestão e desenvolvimento territorial e revogou por meio da Lei Complementar n.º 23/2006, que havia instituído o PDDU, que vigorava em Barcarena (Barcarena, 2016). Um instrumento estratégico importante na orientação o desenvolvimento urbano do município mais sustentável e resiliente (Menezes, 2022).

Destacando no capítulo IV o compromisso com gestão ambiental, ao adotar diretrizes para a criação de praças, parques, jardins públicos e a áreas de preservação permanente (APPs) e de faixas de proteção ambiental. Definiu critérios para a implantação de áreas verdes em novos empreendimentos imobiliários e para a manutenção dessas áreas ao longo do tempo. Essas medidas contribuem para a gestão ambiental das áreas verdes e para a promoção de um ambiente urbano mais saudável e sustentável em Barcarena. A Revisão do PPDU é intrinsecamente alinhada à nova agenda da ONU, a Agenda 2030 (Barcarena, 2016).

Nesse sentido, segundo Barcarena (2016) o PDDU no capítulo IV aborda no Art. 63 a política municipal de meio ambiente, no qual visa preservar, defender e proteger o meio ambiente natural. Assim como, promover ações para a recuperação e melhorias o meio ambiente antrópico, artificial. Compreendendo as peculiaridades locais, em consonância com o desenvolvimento econômico-social, visando assegurar a qualidade ambiental. No Art. 64 a política Ambiental é articulada com a Política de Gestão e Desenvolvimento Territorial, no qual remete aos objetivos:

Art. 64 — A política Ambiental, articulada com a Política de Gestão e Desenvolvimento Territorial de Barcarena terá os seguintes objetivos:

- I – Orientar as decisões de intervenção e investimentos públicos e privados, partir da Política Ambiental Municipal e das legislações de caráter ambiental e de patrimônio cultural;
- II – Orientar os investimentos e as decisões que promovam a recuperação do ambiente degradado, natural e construído, em especial, nos locais onde haja ameaça segurança humana e ao patrimônio natural, histórico e cultural;
- III – Compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, visando assegurar as condições da sadia qualidade de vida e do bem-estar da coletividade;
- IV – Promover e assegurar a sustentabilidade ecológica e a elevação da qualidade do ambiente, conservando os recursos naturais e os ecossistemas (Barcarena, 2016).

A gestão municipal possui reconhecido como referência nacional e internacional, devido à implementação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), como o primeiro governo subnacional que publicou um relatório de acompanhamento sobre a implementação da Agenda 2030, em 2017 (Menezes, 2022). Em 2015, houve a transição para a Agenda 2030, por meio do decreto municipal, que priorizou a gestão ao alinhamento de todos os planos, programas, projetos e ações da Prefeitura aos ODS e a vinculação de seus ícones a todo material de divulgação governamental (Barcarena, 2018; 2023).

A Prefeitura de Barcarena compôs as atividades realizadas pela Presidência da República e pelo Ministério das Relações Exteriores durante o processo de negociação multilateral da Agenda Pós-2015, com destaque em defesa do então ODS Urbano. No qual, os servidores foram qualificados para o alinhamento, havendo a transição dos ODM para a Agenda 2030 implementada nos instrumentos de planejamento e gestão, por meio da conexão Rede ODS na democratização do tema e ações (Barcarena, 2018).

Houve o alinhamento do planejamento municipal com as Agendas de Desenvolvimento da ONU implementadas, pautado no desenvolvimento econômico associado à redução das desigualdades sociais, para a promoção de justiça social e preservação ambiental (Menezes, 2022).

Desde 2013, alinhou seus planos, programas, projetos e ações municipais por meio de leis, decretos e iniciativas através do PPA 2014/2017 alinhado à Declaração do Milênio, agenda anterior da ONU, que vigorou de 2000 a 2015; O PPA 2018/2021 em consonância com a Agenda 2030; e a revisão do PDDU em 2016 que implementou às agendas internacionais de desenvolvimento, o município foi elogiado em relatórios governamentais pelos Governos Federal e Estadual (Relatório Local Voluntário Sobre os ODS no Estado do Pará, 2020).

Em 2017, a Prefeitura de Barcarena foi o primeiro governo subnacional brasileiro e o segundo do mundo a publicar o Relatório Local Voluntário (Voluntary Local Review — VLR). Visa abordar os seguintes eixos: identificar como as estratégias, programas, dados e metas existentes se alinham aos ODS; promover pelo menos um evento para troca de experiências, lições aprendidas e informações usando a estrutura dos ODS; submeter um VLR durante o Fórum Político de Alto Nível da ONU (Barcarena, 2023).

Em 2019, foi lançado na Cúpula de Ação Climática da ONU, o Desafio Árvores nas Cidades (Trees in Cities Challenge) é uma campanha global promovida pela Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE) para localizar as ações tomadas para combater a mudança do clima e promover a sustentabilidade e a resiliência urbana.

No qual, a cidade tem adotado estratégias como o alinhamento do planejamento governamental à Agenda 2030 e demais protocolos vinculados a ela, como a Nova Agenda Urbana e a Década da Restauração dos Ecossistemas (Barcarena, 2023). Além de ser sustentável, precisa ser uma cidade resiliente, devido ao agravamento das mudanças climáticas (Menezes, 2022).

Segundo a Rede ODS Brasil (2021), devido ao reconhecimento e valorização da vegetação urbana, a Prefeitura de Barcarena se comprometeu em implementar o Desafio Árvores nas Cidades (o município é cofundador da Rede ODS Brasil, foi o primeiro e única cidade até o momento a aderir), em novembro de 2019. Os resultados atingidos foram 3 mil árvores, o indicando benefícios econômicos, sociais e ambientais mensuráveis para a cidade (Rede ODS Brasil, 2021).

É uma referência nacional ao implementar a Agenda 2030 ao nível local, no planejamento e capacitação. Assim como, em publicações sobre agenda local e os ODS e com frequência participa de debates sobre o tema, é o primeiro município brasileiro a participar de fóruns da ONU, é também cofundadora da Rede ODS Brasil (Rede ODS Brasil, 2017; Menezes, 2022).

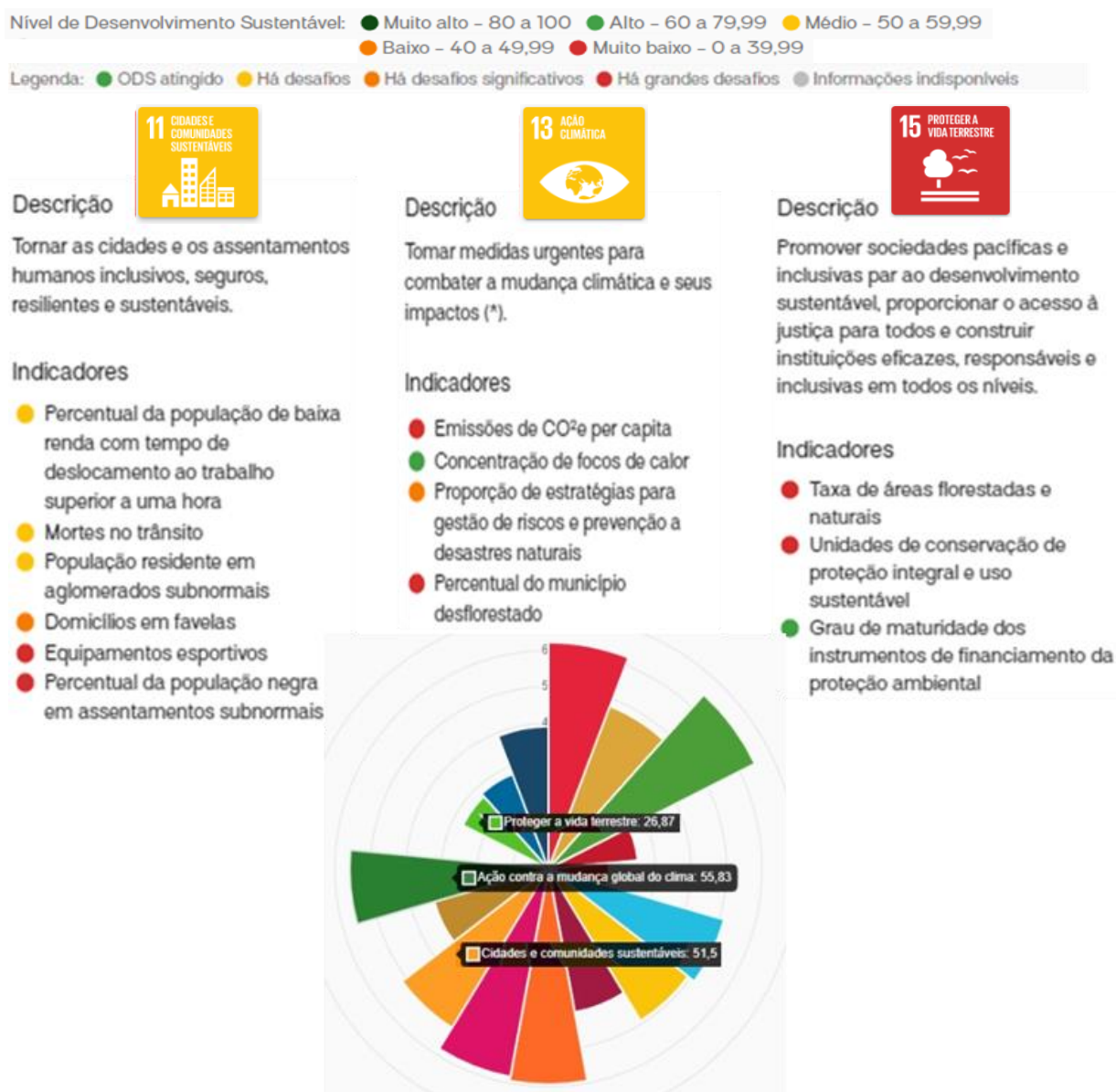
A agenda atual da ONU, em vigor até 2030, no qual é apontado pelo IBGE e a Secretaria Especial de Articulação Social (SEAS), do Governo Federal, que “abrange o desenvolvimento econômico, a erradicação da pobreza, da miséria e da fome, a inclusão social, a sustentabilidade ambiental e a boa governança em todos os níveis, incluindo paz e segurança” (IBGE 2021; SEAS, 2021).

O Instituto Cidades Sustentáveis criou o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades–Brasil (IDSC-BR), no âmbito do Programa Cidades Sustentáveis, abordando a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em parceria com o Sustainable Development Solutions Network (SDSN), apoio do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap) e financiamento do Projeto CITInova. As cidades estão classificadas pela pontuação final, que mede o progresso total para a realização de todos os 17 ODS. O IDSC-BR cumpre a dupla função de auxiliar as cidades a medir seu desempenho segundo os objetivos da ONU e uma série de análises (Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades–Brasil, 2023).

O monitoramento de indicadores é uma ferramenta para a gestão pública e a ação política nos municípios brasileiros, que permite guiar as prioridades dos governos locais conforme os desafios identificados a partir da análise de dados. O sistema de classificação por cores (verde, amarelo, laranja e vermelho) indica quanto mais próximo do vermelho, mais distante de alcançar o ODS (Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades–Brasil, 2023).

Este estudo dirigido está intrinsecamente associado as metas dos ODS: 11 – cidades sustentáveis: metas 11.7 - Acesso a todos a espaços públicos verdes inclusivos; 11.b implementar políticas públicas para mitigar e adaptar às mudanças climáticas. ODS 13 – ações contra a mudança global do clima, com planejamento e gestão, em destaque para comunidades marginalizadas; 15 – proteção e conservação da vida terrestre, recuperar ecossistemas terrestres e de água doce e as florestas (United Nations Development Program, 2021) (figura 27).

Figura 27: 17 ODS com destaque para os ODS 11, 13 e 15 no Município de Barcarena em 2022.



Fonte: Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades–Brasil (2022) para o município de Barcarena, adaptado pela autora Paiva, 2023.

Nesse sentido, a medição da implementação das metas no município fora apresentada, aponta para níveis muito baixos: ODS 11 de cidades resilientes no nível Médio — 50 a 59,99; ODS 13 de ação global a mudança global do clima está nível médio — 50 a 59,99; e a meta ODS 15 sobre a vida terrestre está muito baixo — entre 0 a 39,99 (Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades–Brasil, 2022).

O Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades-Brasil (2023), mede a pontuação do progresso total das cidades para a realização de todos os 17 ODS. Uma pontuação 100 indica a realização ótima aos Objetivos de

Desenvolvimento Sustentável. Nesse sentido, o Município de Barcarena possui a pontuação geral em 41,77/100 e está classificada em 4308/5570. Muito abaixo de uma pontuação razoável. A pontuação geral de Barcarena está em 45,65 e na classificação geral está localizado em 3,142 entre os 5570 municípios, com o nível de desenvolvimento sustentável baixo (Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades-Brasil, 2023).

Deste modo, a gestão municipal estabeleceu iniciativa de alinhar as políticas públicas locais, ao criar meios e instrumentos para municipalização dos ODS. Além de estar comprometida com um planejamento estratégico, para aumentar a resiliência da cidade frente às mudanças climáticas (Rede ODS Brasil, 2017; Menezes, 2022).

Em 2022, houve a criação do Roteiro Tornando Barcarena uma Cidade Resiliente, fruto da dissertação da servidora Patrícia Menezes, que elaborou o instrumento para Gestão do Conhecimento sobre a Agenda 2030. Dispõe de estratégias para fomentar a resiliência das cidades frente às mudanças climáticas, ao adotar iniciativas como fortalecer a capacidade das cidades em desenvolver e implementar estratégias/planos locais, para aumentar a resiliência (Menezes, 2022).

O roteiro é composto pelas fases A – cidades entendem melhor, B – planejam melhor e C – implementam melhor. Etapa A – Cidades entendem melhor visa melhorar a compreensão da cidade sobre a redução dos riscos e sobre a resiliência. Etapa B – Cidades planejam melhor visa aprimorar a capacidade das cidades em desenvolver estratégias/planos locais para aumentar a resiliência. Etapa C – Cidades implementam melhor visa apoiar as cidades na implementação de estratégias/planos locais para aumentar a resiliência (Menezes, 2022).

As atividades de gestão do conhecimento visa impulsionar ações concretas para reduzir o risco de desastres e promover o desenvolvimento urbano sustentável. O Roteiro Tornando Barcarena uma Cidade Resiliente, é baseado nos 10 fundamentos para construir cidades resilientes, da iniciativa MCR2030. Barcarena é o mais recente Centros de Resiliência da iniciativa Making Cities Resilient 2030 (MCR2030). Para o fortalecimento da missão de impulsionar a redução da ação climática, do risco de desastres e o desenvolvimento urbano sustentável. O município está desenvolvendo capacidades institucionais para cidades de pequeno e médio porte na região pan-amazônica (Making Cities Resilient 2030, 2023).

Em novembro de 2021, a gestão municipal aderiu ao MCR2030, implementou a Fase A da iniciativa com o roteiro MCR2030 para a resiliência, progredindo para as Fases B e C com o desenvolvimento do plano local de redução de riscos e resiliência. Teve assistência técnica da Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNDRR) e do Governos Locais para a Sustentabilidade (ICLEI) (Making Cities Resilient 2030, 2023). Visa garantir que as cidades se tornem inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis até 2030, contribuindo para o cumprimento do ODS 11, o Marco de Sendai para Redução de Riscos e Desastres, o Acordo de Paris e a Nova Agenda Urbana (Barcarena, 2023).

Em 2022, aderiu ao Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia – GCOM e em 2023 recebeu mentoria, por meio do Instituto Nosso Clima, para orientar a elaboração do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) da cidade. A Prefeitura criou um Grupo de Trabalho – GT, no âmbito do Comitê Municipal de Resiliência, coordenado pelo Gabinete do Prefeito, composto por representantes de Secretarias. Em abril de 2024 lançou o inventário de GEE (Barcarena, 2024).

As ações concretas para a institucionalização da Agenda 2030 realizadas por implementações: Plano Municipal de Arborização (ODS 15); IPTU verde (ODS 11) obras de infraestrutura (ODS 8, 9, 11), práticas institucionalizadas de Educação Ambiental formal e não-formal (ODS 4) em instrumentos para a municipalização dos ODS ao nível local (Menezes, 2022).

Assim como, apresenta diversas iniciativas locais implementadas pela gestão municipal alinhadas às Agendas Globais, objetivando estabelecer o desenvolvimento sustentável no local por meio de parcerias para a implementação de ações de governança e políticas públicas, como aponta a figura 28:

Figura 28: Linha do tempo de implementação das Agendas da ONU a gestão do município.



Fonte: Baseados em documentos disponibilizado pela prefeitura Municipal de Barcarena, ano 2024.

5.1 Barcarena Resiliente e a Adaptação e Mitigação às Mudanças Climáticas

Barcarena é uma área de risco, vulnerável aos impactos da mudança do clima, nesse sentido, busca alternativas para ser sustentável e resiliente aos riscos de catástrofes climáticas, tais como: aumento no nível do mar, inundações e alagamentos além da redução das ilhas de calor (Menezes, 2022).

A gestão considera que as áreas verdes desempenham um papel importante por reduzirem os impactos da mudança do clima, ao contribuir para a conservação da biodiversidade, áreas prioritárias para a criação, desenvolvimento de planos de manejo para as áreas existentes (conservação e uso sustentável). Além de atuar na melhoria da qualidade de vida, promoção da participação da comunidade na gestão das áreas verdes. Assim como, ações de educação ambiental para a conscientização da população (Menezes, 2022).

A vegetação executa função e benefícios, que ajudam a reduzir a poluição do ar, absorvendo gases poluentes e as partículas finas (que provocam doenças respiratórias). Reduz também a temperatura, evitando as ilhas de calor, contém os riscos de enchentes ao absorver a água da chuva, atuando na drenagem, ao reduzir o escoamento superficial, além de contribuir para a conservação da biodiversidade (Nucci, 2001, Luz; Rodrigues, 2012).

Atua na redução da temperatura local, aumentam a umidade na melhoria do microclima, proporcionam um ambiente mais fresco e agradável, reduz a necessidade de uso de ar-condicionado e o consumo de energia elétrica. Potencializam os serviços ecossistêmicos, como a melhoria do microclima e da qualidade do ar e da água, e a promoção do bem-estar físico e mental da sociedade (Luz; Rodrigues, 2012; Menezes, 2022).

Segundo Pivetta; Silva Filho (2002) *apud* Barcarena (2022), as árvores desempenham um papel muito importante no ambiente urbano, como: melhorias no efeito estético; proteção contra a ação dos ventos; conforto acústico, amenizando a poluição sonora; proteção contra o impacto da água de chuva e seu escoamento superficial; conforto térmico por absorverem os raios solares e proporcionam sombra para os pedestres e veículos; proporcionam ambientes para descanso e lazer.

É necessário que a cidade planeje e gerencie suas áreas verdes para aumentar os benefícios sociais e ecológicos. Nesse sentido, para a conservação e ampliação a prefeitura de Barcarena adotou estratégias, como a criação do Sistema

Municipal de Áreas Verdes (lei n.º 2190/2017) e em parceria com Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Em 2019 adere ao Desafio Árvores nas Cidades, promovido pela UNECE, ao implementar e soluções baseadas na natureza (relacionados aos ODS 11, 13 e 15) (Menezes, 2022).

Segundo Menezes (2022), o município busca se tornar uma cidade resiliente aos impactos da Mudança do Clima ao elaborar o Plano Municipal de Arborização, IPTU verde, obras de infraestrutura, práticas institucionalizadas de Educação Ambiental (formal e não-formal), entre outras ações. Que não dependem somente da administração pública, mas também em corresponsabilidade, no engajamento e pactuação de todos os setores da sociedade local, para incentivar soluções baseadas na natureza, no qual em 2022 adotou:

Critérios do IPTU Verde (Lei Complementar N.º 61/2019) como condicionantes para a emissão de licença ambiental. O IPTU Verde prevê a redução no valor do imposto para imóveis residenciais e não residenciais (terrenos), que adotem: sistema de captação de água da chuva; sistema de reuso de água; sistema de aquecimento hidráulico solar; sistema de aquecimento elétrico solar; construções com material sustentável; utilização de energia passiva; sistema de utilização de energia eólica; separação de resíduos sólidos; plantio de árvores; uso e ocupação do solo sustentável; manutenção do terreno sem a presença de espécies invasoras e com a utilização do mesmo para adoção de programas de hortas urbanas comunitárias (Menezes, 2022 p, 198–199).

A Prefeitura cumpriu a primeira etapa do Desafio de plantar 1.000 árvores em áreas urbanas até o fim de 2020, elaborar o Plano Municipal de Arborização e elaborar o Manual de Arborização. Em 2021, recebeu o Certificado de cumprimento das metas na primeira etapa, pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (SEMADE) (Menezes, 2022).

E cumpriu com as metas da segunda etapa no prazo e plantou 1.080 árvores em áreas urbanas até o fim de 2022, promoveu ações de educação urbana para reduzir o impacto negativo ambiental nas cidades (meta ODS 11.6). Acesso a áreas públicas seguras, inclusivas, acessíveis e verdes (meta ODS 11.7) (Menezes, 2022).

Essas estratégias adotadas contribuem para ações de adaptação e mitigação, que potencializam os serviços ecossistêmicos, conserve a biodiversidade, com o aumento da cobertura vegetal nas áreas urbanas. As áreas verdes podem desempenhar um papel importante para tornar Barcarena Resiliente por ajudarem a reduzir os riscos de desastres naturais, contribuir para a conservação da

biodiversidade local, por meio de ações, como: a) Redução de riscos de desastres naturais; b) Conservação da biodiversidade; c) áreas prioritárias para a criação; c) Desenvolvimento de planos de manejo para as áreas existentes (conservação e uso sustentável); d) Melhoria da qualidade de vida; e) Promoção da participação da comunidade na gestão das áreas verdes; f) ações de educação ambiental para a conscientização da população (Menezes, 2022; Barcarena, 2022).

Às áreas verdes são estratégicas, pois suas funções auxiliam a gestão do município, com: a redução de doenças respiratória devido a melhoraria na qualidade do ar; esporte e lazer ao ar livre e atividades recreativas que auxiliam a saúde física e mental (Menezes, 2022). Para Barcarena ser resiliente, o poder público e as empresas devem identificar os riscos futuros, e a elaboração de uma macroestratégia capaz de intensificar ações de adaptação e mitigação (Menezes, 2022).

A Prefeitura Municipal de Barcarena, considerando a Resolução 001/2013/COMAM, via Conselho Municipal de Meio Ambiente, estabeleceu a criação do Parque Municipal de Preservação Ambiental da Cabanagem, por meio do Decreto n.º 1716, de 04 de setembro de 2013. Considerando também os anseios e solicitações das associações dos moradores de Vila dos Cabanos, manifestados em audiências públicas do Plano Plurianual 2014/2017 (Barcarena, 2016). E a Lei Municipal n.º 2210/2018, criou a Área de Proteção Ambiental I do Rio Murucupi — APA I, na Vila dos Cabanos, numa área que corresponde a cerca de 338.507 m² (Barcarena, 2018), como aponta a figura 29:

Figura 29: Parque Municipal de Preservação Ambiental da Cabanagem (acima) e Área de Proteção Ambiental I (abaixo).



Fonte: Google Earth Pro, 2024.

A área da PMPA da Cabanagem é composta pela extensão territorial de 63.990 m³, com fauna e flora de espécies nativas primárias da região, assim como, espécies ameaçadas de extinção. Está localizado na quadra 285, Avenida Germano Aranha, Vila dos Cabanos/Barcarena, nos limites: Norte P-1 com a Av. Germano Aranha; Leste P-2 com a Av. Eduardo Angelim; Sul P-3/P-4 com a Rua 9 de março; Oeste P-1/P-4 com a Av. Conego Batista Campos (Barcarena, 2016). Há também uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Sumaúma, localizada no Hotel Samaúma.

5.2 Plano Municipal de Arborização Urbana de Barcarena

Segundo Barcarena (2022), a Prefeitura elaborou o instrumento técnico denominado de Plano Municipal de Arborização Urbana, com um diagnóstico da situação atual da cidade, criado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico, com a contribuição da Secretaria Municipal Extraordinária de Ordenamento Territorial e Habitação (SEMEOH) e da Secretaria Municipal de Agricultura (SEMAGRI). Baseado na Constituição Federal de 1988, a Lei Complementar Municipal n.º 049 de 2016 e a Lei Complementar n.º 14 de 2004, como aponta:

O Plano Municipal de Arborização Urbana serve como uma medida mitigadora e compensatória aos impactos negativos da urbanização desordenada, uma vez que este indicará as melhores medidas e ações para correção dos problemas e o plantio correto das espécies mais indicadas para cada lugar, proporcionando a melhor da qualidade de vida das populações” (Barcarena, 2022, p. 13).

É uma ferramenta adequada para estabelecer um reflorestamento urbano, foi executado um o Inventário Florestal, com um diagnóstico quantitativo da arborização existente, a partir de imagens aéreas obtidas com uso de drone (ortofoto), com resolução espacial de 1 m, executado nos 30 bairros que compõe o Município. E assim, foi possível obter as informações sobre a quantidade, diversidade, além de outros estudos que fornecem as condições de sanidade as árvores (Barcarena, 2022).

No planejamento da arborização urbana existem parâmetros relativos aos vegetais e a situação no entorno, tais como: identificação botânica da espécie, altura (porte), fitossanidade (saúde da espécie), espaço ocupado pelo vegetal, necessidades de manejo, possíveis conflitos com a rede de

distribuição elétrica, construções ou com a infraestrutura urbana, entre outros parâmetros que podem ser observados” (Barcarena, 2022, p. 16).

O número de árvores no perímetro urbano correspondente em 2.663 árvores, distribuídas entre calçadas, canteiros centrais e as praças (Barcarena, 2022). Os resultados por bairro podem ser observados no quadro 6:

Quadro 6: Árvores nas calçadas, canteiros centrais e praças nos bairros até o ano de 2020.

#	BAIRROS	N°. DE ÁRVORES	#	BAIRROS	N°. DE ÁRVORES
1	ÁGUA VERDE	11	16	FAZENDINHA	25
2	ARAPARÍ	25	17	ITUPANEMA	117
3	ARUAN	9	18	JARDIM CABANO	1
4	BACABAL	10	19	JARDIM DAS PALMEIRAS	10
5	BAIRRO NOVO	42	20	LARANJAL	103
6	BARBOLÂNDIA	26	21	NAZARÉ	18
7	BEIRA RIO	35	22	NOVO HORIZONTE	36
8	BETÂNIA	96	23	NOVO PARAÍSO	9
9	BOA VISTA	30	24	PEDREIRA	51
10	BOM FUTURO	30	25	PIONEIRO	179
11	BURAJUBA	15	26	RENASCER COM CRISTO	11
12	CAFEZAL	19	27	SÃO FRANCISCO	58
13	CARIPI	25	28	VILA DO CONDE	283
14	CENTRO	384	29	VILA DOS CABANOS	947
15	COMERCIAL	29	30	ZITA CUNHA	29
		TOTAL			2.663

Fonte: Plano Municipal de Arborização Urbana de Barcarena, 2022.

O diagnóstico quantitativo possibilitou o índice de arborização em cada bairro, considerando nos cálculos o número de árvores e o comprimento de calçadas. Estabelecido a distância média ideal entre árvores, deve ser no mínimo 70 metros, também determina o índice de arborização ideal e o número de árvores possíveis de serem implantadas. “Descontando-se do número total de árvores possíveis as árvores existentes se determinou o número de árvores que necessita ser implantado nos próximos três anos a fim de melhorar a arborização existente nos bairros” (Barcarena, 2022, p. 20), como aponta o quadro 7:

Quadro 7: Resultados do índice de arborização do número total de árvores a serem implantadas.

QUADRO 1- RESULTADOS DO ÍNDICE DE ARBORIZAÇÃO, O NÚMERO TOTAL DE ÁRVORES POSSÍVEIS DE SEREM IMPLANTADAS E A NECESSIDADE DE PLANTIO PARA MELHORAR A ARBORIZAÇÃO EXISTENTE NOS BAIRROS DE BARCARENA-PA.

#	BAIRROS	A) N°. DE ÁRVORES	B) EXTENSÃO DO EIXO DE RUA (EM METROS)	C) EXTENSÃO DE CALÇADAS [2xB] (EM METROS)	(D) ÍNDICE DE ARBORIZAÇÃO ATUAL [C+A] (METROS/ÁRVORE)	(E) ÍNDICE DE ARBORIZAÇÃO IDEAL (METROS/ÁRVORE)	F) NÚMERO DE ÁRVORES POSSÍVEIS [C+E]	G) NECESSIDADE DE PLANTIO [F-A]
1	ÁGUA VERDE	11	1.428	2.855	260	70	41	30
2	ARAPARI	25	1.222	2.444	98	70	35	10
3	ARUAN	9	1.317	2.634	293	70	38	29
4	BACABAL	10	2.451	4.902	490	70	70	60
5	BAIRRO NOVO	42	9.596	19.192	457	70	274	232
6	BARBOLÂNDIA	26	2.412	4.823	186	70	69	43
7	BEIRA RIO	35	8.018	16.037	458	70	229	194
8	BETÂNIA	96	9.572	19.144	199	70	273	177
9	BOA VISTA	30	10.241	20.482	683	70	293	263
10	BOM FUTURO	30	6.106	12.212	407	70	174	144
11	BURAJUBA	15	3.880	7.759	517	70	111	96
12	CAFEZAL	19	2.468	4.936	260	70	71	52
13	CARIPI	25	1.500	3.000	120	70	43	18
14	CENTRO	384	22.099	44.199	115	70	631	247
15	COMERCIAL	29	11.156	22.312	769	70	319	290
16	FAZENDINHA	25	11.350	22.700	908	70	324	299
17	ITUPANEMA	117	8.809	17.617	151	70	252	135
18	JARDIM CABANO	1	180	359	359	70	5	4
19	JARDIM DAS PALMEIRAS	10	4.119	8.237	824	70	118	108
20	LARANJAL	103	7.797	15.593	151	70	223	120
21	NAZARÉ	18	4.251	8.502	472	70	121	103
22	NOVO HORIZONTE	36	4.310	8.620	239	70	123	87
23	NOVO PARAÍSO	9	3.923	7.846	872	70	112	103
24	PEDREIRA	51	7.141	14.282	280	70	204	153
25	PIONEIRO	179	11.566	23.131	129	70	330	151
26	RENASCER COM CRISTO	11	2.340	4.679	425	70	67	56
27	SÃO FRANCISCO	58	4.029	8.057	139	70	115	57
28	VILA DO CONDE	283	13.544	27.088	96	70	387	104
29	VILA DOS CABANOS	947	41.710	83.420	88	70	1192	245
30	ZITA CUNHA	29	3.534	7.067	244	70	101	72
TOTAL		2.663	161.854	323.708		70	6.345	3.682
NECESSIDADE DE MUDAS A SEREM PLANTADAS POR ANO [G+3]:								1.227

Fonte: Plano Municipal de Arborização Urbana de Barcarena, 2022.

A partir do levantamento destas informações é possível propor o planejamento das ações de plantio de mudas, em áreas com maior carência de arborização. Além de possibilitar o dimensionamento da equipe de plantio, equipamentos, veículos, ferramentas para as ações, implantação e manutenção pós-plantio (Barcarena, 2022). Como aponta o quadro 6:

Quadro 8: Cronograma geral do Plano de Arborização Urbana.

QUADRO 8- ESPÉCIES INDICADAS PARA O PLANTIO VISANDO A ARBORIZAÇÃO URBANA EM BARCARENA-PA.

NOME VULGAR	ESPÉCIE	FAMÍLIA	ORIGEM	PORTE	INDICAÇÃO
Cássia do nordeste	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	Nativa	Pequeno	Calçadas
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia variegata</i> L.	Fabaceae	Exótica	Pequeno	Calçadas
Leucena ou Esporinha	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Fabaceae	Naturalizada	Pequeno	Calçadas
Jasmim-manga	<i>Plumeria rubra</i> L.	Apocynaceae	Exótica	Pequeno	Calçadas
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	Nativa	Pequeno	Calçadas
Cacho-de-ouro	<i>Cassia fistula</i> L.	Fabaceae	Exótica	Pequeno	Calçadas
Culeira	<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae	Nativa	Pequeno	Calçadas
Tamanqueiro	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Lamiaceae	Nativa	Pequeno	Calçadas
Pingo-de-ouro	<i>Senna macrantheca</i> (DC. Ex Collad.) H. S. Irwin & Barneby	Fabaceae	Exótica	Médio	Calçadas
Pau-cigarra	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	Nativa	Médio	Calçadas
Ipê amarelo	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl.) S. Grose	Bignoniaceae	Nativa	Médio	Calçadas
Ipê branco	<i>Tabebuia rosealba</i> (Ridl.) Sandwith	Bignoniaceae	Nativa	Médio	Calçadas
Quaresmeira	<i>Pleroma granulatum</i> (Desr.) D. Don	Melastomataceae	Nativa	Médio	Calçadas
Carobinha	<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	Bignoniaceae	Nativa	Médio	Calçadas
Acácia javanessa	<i>Cassia javanica</i> L.	Fabaceae	Exótica	Médio	Calçadas
Castanhola	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	Exótica	Médio	Calçadas
Chuva-de-ouro	<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrader ex DC.	Fabaceae	Nativa	Médio	Calçadas
Flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Fabaceae	Exótica	Médio	Praças
Lanterneira	<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	Malpighiaceae	Nativa	Médio	Calçadas
Mangueira	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Exótica	Médio	Canteiro / Praças
Pinho tropical	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Sénécl)	Pinaceae	Exótica	Médio	Canteiro / Praças
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Fabaceae	Exótica	Médio	Canteiro / Praças
Tamarindo negro	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Fabaceae	Nativa	Médio	Canteiro / Praças
Tanibuca	<i>Terminalia grandis</i> (Ducke) Gere & Boatw.	Combretaceae	Nativa	Médio	Canteiro / Praças
Tento vermelho	<i>Adenantha pavonina</i> L.	Fabaceae	Exótica	Médio	Canteiro / Praças
Samaumeira	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	Nativa	Grande	Canteiro / Praças
Visgueiro	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	Fabaceae	Nativa	Grande	Canteiro / Praças
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. Ex A. Juss.) Muell. Arg.	Euphorbiaceae	Nativa	Grande	Canteiro / Praças
Paricá	<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke)	Fabaceae	Nativa	Grande	Canteiro / Praças
Parapará	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Bignoniaceae	Nativa	Grande	Canteiro / Praças
Munguba	<i>Pseudobombax munguba</i> (Mart.) Dugand	Malvaceae	Nativa	Grande	Canteiro / Praças
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Meliaceae	Nativa	Grande	Canteiro / Praças
Freijó cinza	<i>Cordia goeldiana</i> Huber	Boraginaceae	Nativa	Grande	Canteiro / Praças
Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f.	Fabaceae	Nativa	Grande	Canteiro / Praças
Caju-çu ou Cajuí da Mata	<i>Anacardium spruceanum</i> Benth. ex Engl.	Anacardiaceae	Nativa	Grande	Canteiro / Praças
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae	Nativa	Grande	Canteiro / Praças
Rabo-de-cutia	<i>Stiffia chrysantha</i> J. C.Mikan	Asteraceae	Nativa	Arbusto	Calçadas
Buque de noiva	<i>Plumeria pudica</i> Jacq.	Apocynaceae	Exótica	Arbusto	Calçadas
Ipê-mirim	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. Ex Kunth	Bignoniaceae	Naturalizada	Arbusto	Calçadas
Flamboyanzinho	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Fabaceae	Exótica	Arbusto	Calçadas
Espiradeira	<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	Exótica	Arbusto	Calçadas
Chapéu-de-napoleão	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	Apocynaceae	Nativa	Arbusto	Calçadas
Manacá	<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	Solanaceae	Nativa	Arbusto	Calçadas
Papoula ou Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae	Exótica	Arbusto	Calçadas
Murta	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Rutaceae	Exótica	Arbusto	Calçadas
Palmeira imperial	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F.Cook	Arecaceae	Exótica	Palmeira	Canteiro / Praças
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Arecaceae	Nativa	Palmeira	Canteiro / Praças
Açaí-çu	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Arecaceae	Nativa	Palmeira	Canteiro / Praças
Bacabeira	<i>Oenocarpus distichus</i> Mart.	Arecaceae	Nativa	Palmeira	Canteiro / Praças
Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Arecaceae	Nativa	Palmeira	Canteiro / Praças
Dendê	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae	Naturalizada	Palmeira	Canteiro / Praças
Mucajá ou Macaúba	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. Ex Mart.	Arecaceae	Nativa	Palmeira	Canteiro / Praças
Pupunheira	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Arecaceae	Nativa	Palmeira	Canteiro / Praças
Palmeira de salão	<i>Dypsis lutescens</i> (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf.	Arecaceae	Exótica	Palmeira	Canteiro / Praças

Fonte: Prefeitura de Barcarena — Plano Municipal de Arborização Urbana, 2022.

O plano visa que o município execute posteriormente um censo florestal, realizado por empresa especializada na atividade, que elabore um inventário dos indivíduos arbóreos. Que “deverá ser iniciado em janeiro de 2024, com elaboração

do termo de referência com as especificações técnicas para contratação, conclusão está prevista para agosto de 2024” (Barcarena, 2022, p. 23)

Segundo Barcarena (2022), com o levantamento dados dos valores reais dos parâmetros, na identificação das árvores existentes na área urbana de Barcarena, localizadas nas calçadas das vias públicas, canteiros centrais, praças e prédios públicos, baseados nos parâmetros: localização da árvore; características; idade; e condição da árvore, no qual o diagnóstico qualitativo das árvores deverá apresentar informações para a identificação dos problemas da arborização urbana, tais como:

o número total de árvores, a diversidade de espécies, diâmetro médio e altura média ou classes de altura, gráficos apresentando valores percentuais de idade, gráficos apresentando valores percentuais da condição das árvores, gráficos e mapas demonstrando a necessidade de poda ou remoção, quantitativos e novos locais para plantio, existência de árvores com risco de queda, determinação do índice de área verde por habitante (m²/hab.); tabelas com número de árvores sob a fiação elétrica (Barcarena, 2022, p. 23).

De acordo com Barcarena (2022), os métodos de aquisição de mudas, produção em viveiro e plantio são estabelecidos. Mas atualmente não existe um viveiro municipal com infraestrutura para a produção e a arborização urbana, há uma demanda por 4.050 mudas (plantio de 2024 a 2026, acrescida de 10%) haverá compras de viveiros da região ou de outras regiões do país. A aquisição deverá ocorrer em janeiro de 2024, com elaboração do termo de referência com as especificações técnicas e requisição para compra, para a implementação do Plano de Arborização Urbana, tais como:

Apresentar tronco único, retilíneo, sistema radicular bem formado e consolidado sem enovelamento; Altura mínima de 1,5 m acima do coleto e copa bem definida; Altura da primeira bifurcação acima de 1,20 m; Diâmetro a Altura do Peito (DAP) de no mínimo 2,0 cm; Estar em bom estado fitossanitário e isenta de pragas e doenças; Devem estar em embalagens de plástico, tecido de aniagem ou fibra vegetal de preferência em material reciclável; O torrão deve ter um volume mínimo de 15 litros de substrato (Barcarena, 2022, p. 26).

Ao final do cronograma proposto pelo plano (2024 até 2027) deverá ser realizado um novo planejamento, visando dar continuidade ao processo de tornar Barcarena um lugar resiliente e sustentável. O Plano deverá buscar a médio e longo prazo: aumento da arborização urbana; manutenção das árvores existentes e substituição de árvores inadequadas; redução de conflitos entre as árvores e a infraestrutura urbana; produção de mudas de qualidade no viveiro municipal; buscar

a integração entre os cidadãos e a arborização urbana, por meio da inclusão da comunidade no processo de arborização e definição de espécies; propor ações de educação ambiental voltadas a sensibilização da população a importância da arborização urbana (Barcarena, 2023).

O Plano estabelecido por diretrizes para a elaboração do planejamento na perspectiva de manutenção e implantação, por meio de ações que efetivem: 1. Planejar a arborização nas ruas, a partir da implantação de espécies apropriadas ao meio urbano; 2. Indicar espécies adequadas para a arborização urbana; 3. Determinar procedimentos para a implantação e manutenção; 4. Propor a realização do plantio de mudas em locais onde a arborização é insuficiente, obedecendo a critérios técnicos; 5. Propor a identificação de problemas, promovendo o levantamento qualitativo das árvores problemáticas; 6. Elaborar projeto de lei visando à aprovação do plano de arborização urbana pelo legislativo municipal; 7. Promover a divulgação pública do plano e a participação da comunidade na tomada de decisões (Barcarena, 2022).

O Plano de arborização propõe um contínuo monitoramento e a manutenção das árvores, ao acompanhar o desenvolvimento das mudas que foram plantadas e as árvores existentes. Aponta que “os registros obtidos durante o monitoramento e os dados do Diagnóstico Qualitativo deverão servir de base para execução de um novo planejamento para a arborização urbana” (Barcarena, 2022, p. 49).

Diante do exposto, a iniciativa considera a dimensão ambiental, além de ter o caráter de transversalidade nas temáticas, que permeiam as políticas públicas com o alinhamento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Neste sentido, as ações propostas neste Plano estão associadas ao: ODS 3 – Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades; ODS 4 – Garantir educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizado ao longo da vida para todos; ODS11 — Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; ODS 15 — Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater à desertificação, bem como deter e reverter a degradação do solo e deter a perda de biodiversidade; ODS17 — Parcerias e Meios de Implementação.

A administração municipal deve adotar ações na elaboração de um planejamento urbano, com foco na qualidade ambiental, na perspectiva de minimizar riscos sociais da mudança do clima (Curitiba, 2020). A prefeitura de Barcarena promoveu uma série de iniciativas desde 2013, alinhou o PDDU com as Agendas Globais da ONU, aderiu à Rede ODS Brasil e múltiplas parcerias, ao institucionalizar ODM, Agenda 2030 e 17 ODS, Marco de Sendai, o Acordo de Paris e a Nova Agenda Urbana. Por fim, aderiu à iniciativa Construindo Cidades Resilientes (MCR, 2030).

A gestão municipal elaborou os relatórios de Localização das Agendas 2030, o Manual de Procedimentos sobre a Institucionalização das Agendas de Desenvolvimento e o Roteiro Tornando Barcarena uma Cidade Resiliente. Além de participar ativamente em eventos de conscientização sobre as Agendas Globais. Na perspectiva de construir uma cidade resiliente foi feito a elaboração da Estratégia de Redução de Riscos e Desastres (RRD) e de Resiliência que o planejamento governamental na revisão do PDDU alinhado às Agendas Globais (Barcarena, 2023).

Segundo a entrevista feita com servidores da prefeitura de Barcarena, está em fase de elaboração duas frentes para a resiliência. Com um instrumento concreto de enfrentamento as questões climáticas, na perspectiva de atuar na adaptação e a mitigação. Ambas as frentes caminham complementarmente, por meio da atuação das secretarias e em parcerias com a Rede de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável — Rede ODS Brasil, Associação Brasileira de Municípios (ABM) e Governos Locais para a Sustentabilidade (ICLEI). Como aponta a figura 30:

Figura 30: Ações para a resiliência adotadas pela Prefeitura de Barcarena.



Fonte: Elaborado a partir de entrevista com a Secretaria Municipal de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano.

5.3 Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa de Barcarena

A gestão municipal de Barcarena tem incorporado na sua agenda iniciativas inovadoras voltada a mitigação. Em abril de 2024 lançou o inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE), por meio da parceria com os Governos locais pela Sustentabilidade (ICLEI), o Pacto Global de Prefeitos pelo Clima, a Energia nas Américas, Associação Brasileira de Municípios — por meio do Pacto no Brasil, Instituto Alziras e o Instituto Nosso Clima, financiado pela União Europeia.

Com base no Protocolo Global para Inventários de Gases de Efeito Estufa para Cidades e Comunidades (GPC, em inglês), que destaca as emissões de fontes estacionárias são relacionados a queima de combustíveis ou fugitivas (geração, entrega e consumo como a eletricidade e o calor). “Os dados coletados são referentes ao consumo de combustíveis fósseis e energia elétrica da rede. Sendo que o consumo foi classificado em: residencial, comercial e industrial” (Barcarena, 2024, p. 13).

A combustão de biomassa não foi incluída, pois as emissões de CO₂ resultantes faz parte do ciclo natural do carbono. Os dados de poder calorífico, densidades e fator de emissão foram baseados no Balanço Energético Nacional 2022 e IPCC, os dados consumo de combustíveis em 2022 são da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Os dados apontam que 97,97% das emissões de GEE são provenientes do uso de óleo combustível no processo de geração de energia para caldeiras, fornos industriais e geradores de vapor no distrito industrial (Barcarena, 2024). Como aponta o quadro abaixo:

Quadro 9: Consumo de combustíveis fósseis em Barcarena no ano de 2022.

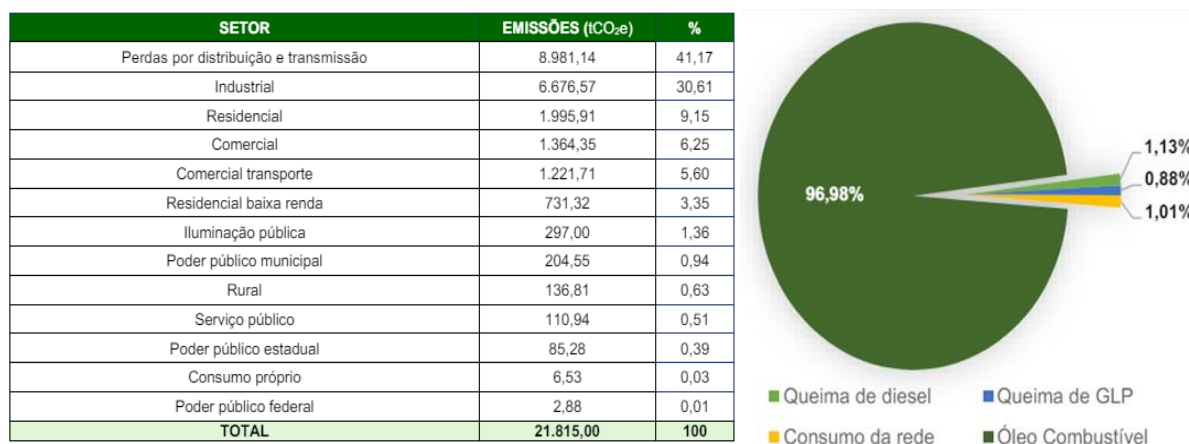
COMBUSTÍVEL	EMISSIONES (tCO ₂ e)	%
Óleo Combustível	2.093.290,66	97,97%
Diesel	24.302,36	1,14%
GLP	19.077,47	0,89%
Total	2.136.670,49	100%

Fonte: Barcarena, 2024.

As emissões referentes ao consumo de energia elétrica “ocorrem como consequência do uso da eletricidade fornecida do grid, calor, vapor ou frio dentro dos limites da cidade (...) a maior parte das emissões de GEE provém das perdas, com

41,17%, conforme ilustrado na tabela abaixo”, o consumo de energia industrial ocupa o segundo lugar, com 30,61%. No distrito industrial o uso de óleo combustível e o consumo da rede elétrica corresponde a aproximadamente 97,5%, denota o grande impacto do setor produtivo (Barcarena, 2024, p. 16). Como aponta o quadro abaixo:

Quadro 10: Emissões provenientes do consumo de energia na rede elétrica em tCo2e, desagregadas por setor e percentual de Emissões provenientes do consumo de Energia Estacionária no ano de 2022.



Fonte: Barcarena, 2024.

A Prefeitura instituiu o IPTU Verde para incentivar a redução de emissões de GEE, e em 2024 lançou o primeiro terminal de Gás Natural Liquefeito — GNL do norte do Brasil. Diante do exposto, a gestão municipal está em processo de transição energética (Barcarena, 2024). Os dados sobre o combustível apontam as emissões do setor de transportes a gasolina representam de 18% e o etanol e do biodiesel não chega a 1%, destaca-se o diesel com mais de 80%, devido ao distrito industrial, barcos e lanchas, geradores de energia elétrica em residências e comunidades ribeirinhas (Barcarena, 2024).

Em 2022, os resíduos gerados emitiram 28.053,94 tCo2e, sendo o lixão responsável por mais de 50% dessas emissões. Todos os resíduos coletados permanecem no município, com exceção dos resíduos hospitalares incinerados em Belém. Apesar de eficaz na redução do volume de resíduos, a incineração contribui significativamente para as emissões de GEE, já que o querosene utilizado durante o processo emite CO₂ e N₂ O. Há também iniciativas para fomentar e fortalecer a coleta seletiva e a Cooperativa de Reciclagem local (Barcarena, 2024).

A Prefeitura adotou os dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) referentes a 2022, para as emissões de GEE da Agropecuária, Mudança de Uso da Terra e Floresta, Processos Industriais.

Os cálculos das emissões provenientes da Agropecuária apontam a redução de 8.713 tCO₂ em 2019 para 7.972 tCO₂ em 2022, SEEG relacionados aos solos manejados, a fermentação entérica, o manejo de dejetos animais

em Barcarena a agricultura é de base familiar e que nos últimos 10 anos a Prefeitura tem fomentado a produção sustentável e de baixo carbono, como: práticas agroecológicas e sistemas agroflorestais consorciados com frutos nativos das ilhas (em especial açaí, cacau e banana). Dados do Sistema Municipal de Monitoramento da Agricultura Familiar demonstram que a área plantada passou de 0,61 hectare em 2020 para 1,38 hectare em 2022, representando um crescimento de 126% na oferta de alimentos da agricultura familiar para abastecimento local, em especial devido à aquisição governamental para atendimento de proteção social, alimentação escolar e equipamentos de saúde (Barcarena, 2024, p. 27).

Aos cálculos das emissões provenientes da Mudança de Uso da Terra e Floresta, o SEEG considera os dados da alteração de uso, carbono orgânico no solo e resíduos florestais. Diante do exposto, aponta que as “emissões deste setor reduziram de 191.812 tCO₂ em 2019 para 113.544 tCO₂ em 2022”, o que pode ser associado a políticas públicas como a criação do Sistema Municipal de Áreas Verdes, além das áreas de proteção ambiental do Parque Municipal de Preservação Ambiental da Cabanagem e a Área de Proteção Ambiental do Rio Murucupi. Assim como, “campanhas de educação ambiental e ações de fiscalização para combater o desmatamento e as queimadas” (Barcarena, 2024, p. 28).

Os dados de emissões de GEE provenientes de Processos Industriais estão associados a “produção de metais, como alumínio e ligas metálicas. As emissões deste setor aumentaram de 566.428 tCO₂ em 2019 para 703.092 tCO₂ em 2022” O distrito industrial é o maior responsável pelas emissões de Gases de Efeitos Estufa — GEE em Barcarena, infelizmente a Prefeitura tem limitações na atuação em relação aos grandes empreendimentos (Barcarena, 2024, p. 28).

A Prefeitura de Barcarena está comprometida com a redução dos impactos ambientais da mudança do clima, assim como, os impactos econômicos e sociais, tem adotado medidas “aumentado a arborização urbana; adotando piso claro e permeável na pavimentação de vias e calçadas; utilizando energia solar em equipamentos públicos; entre outras medidas para reduzir o calor extremo e as emissões de GEE na cidade”. Mesmo diante de todos os esforços, o impacto causado pelas emissões de

GEE provenientes das atividades do distrito industrial é, aproximadamente, 90,27% (Barcarena, 2024, p. 29). Como apresenta o quadro abaixo:

Quadro 11: Panorama de Emissões em Barcarena (Setores e Subsetores de Atividades).

SETOR	SUBSETOR	ATIVIDADE	tCO ₂ e	REPRESENTATIVIDADE	%	
Energia Estacionária	Industrial	Queima de diesel	23.827,32	0,755%	68,434	
	Comercial		475,04	0,015%		
	Industrial	Queima de GLP	15.621,26	0,495%		
	Residencial e comercial		3.456,21	0,110%		
	Indústria de energia		Consumo da rede para classe industrial e perdas	11.348,84		0,360%
			Consumo da rede para demais classe e perdas	10.466,16		0,332%
Industrial		Óleo combustível	2.093.290,66	66,367%		
Transporte	Queima de combustíveis	Gasolina	25.945,81	0,823%	4,533	
		Etanol*	60,81	0,002%		
		Diesel	116.903,61	3,706%		
		Biodiesel*	69,53	0,002%		
Resíduos	Resíduos Sólidos Urbanos	Disposição final	19.415,20	0,616%	0,889	
	Resíduos especiais	Incineração	5.017,59	0,159%		
	Efluentes	Disposição e tratamento	3.621,15	0,115%		
Agropecuária	Rural	Agricultura e pecuária	7.972,00	0,253%	0,253	
Mudança de Uso da Terra e Floresta	Rural	Agricultura, pecuária e desmatamento	113.544,00	3,600%	3,600	
Processos Industriais	Industrial	Produção, confecção, mistura e beneficiamento	703.092	22,291%	22,291	
Total			3.154.127,19	100%	100	

Fonte: Barcarena, 2024.

O inventário de GEE elaborado pela prefeitura e os parceiros institucionais abordam a necessidade efetiva de redução das emissões de GEE, para reduzir os impactos da mudança do clima na vida da população. Apontam que a “transição energética iniciada no distrito industrial por alguns empreendimentos precisa urgentemente se tornar o padrão para que haja uma efetiva redução”.

Diante do exposto, são notórios e significativos os esforços empenhados pela gestão municipal, desde 2013, ao adotar a iniciativa de uma gestão inovadora, comprometida com agenda municipal voltado a um planejamento urbano e a gestão ambiental, baseado nas Agendas Globais. Ao implementar políticas públicas e ações, além das transformações do PDDU alinhado ao desenvolvimento sustentável. Visando corrigir as distorções provocados pelo ordenamento do território, que foi consolidado pela influência do grande projeto.

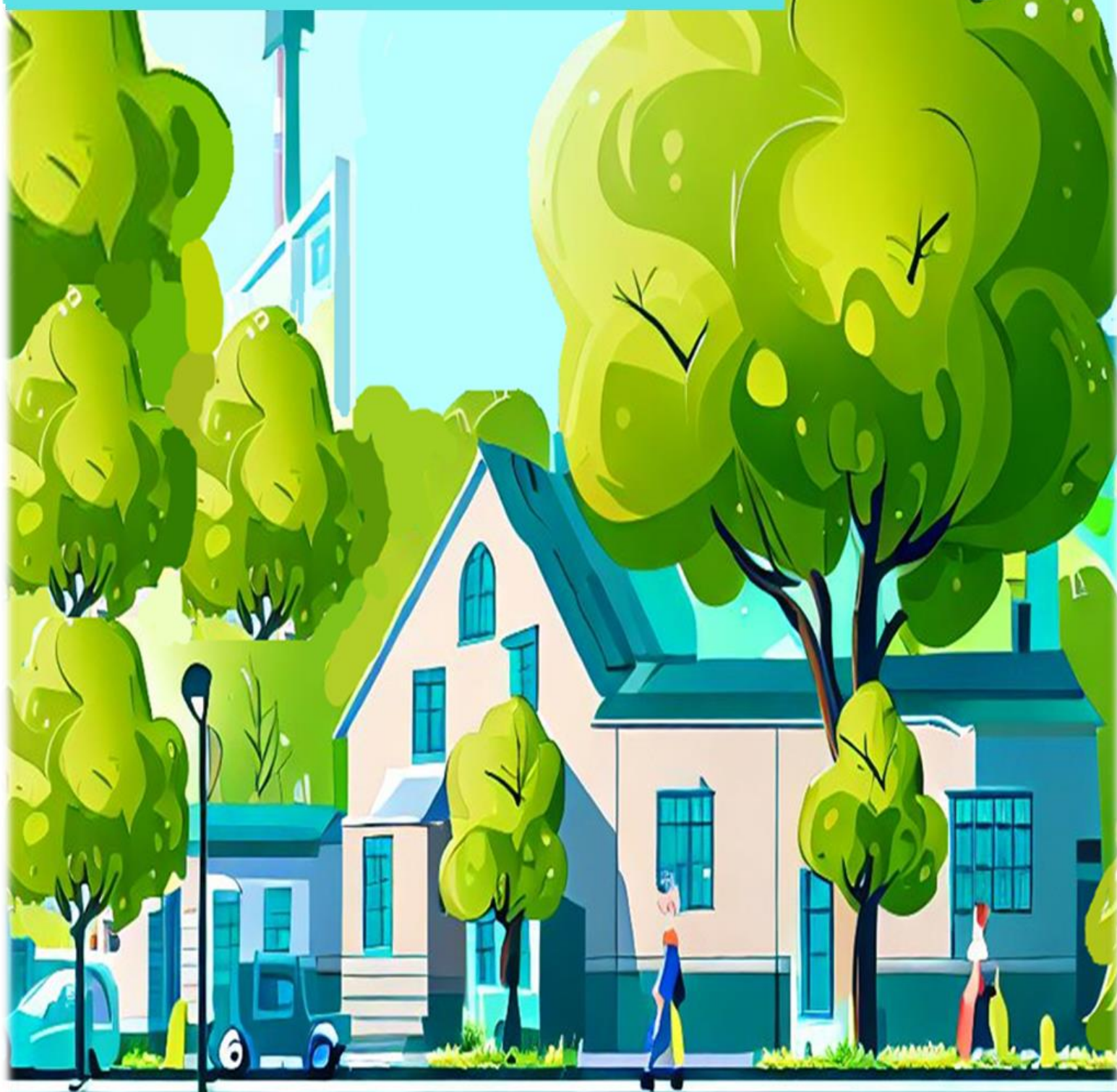
A pesquisa aponta Barcarena como um município complexo, diante dois desafios condicionados a uma área industrial e urbanizada, que provocou impactos ambientais e sociais no processo de consolidação, por meio de um desenvolvimento predatório de uma economia voltada as demandas do global no local.



Proposição do modelo de

Cadastro Ambiental Urbano para Barcarena

Bárbara Paiva



6. PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE CADASTRO AMBIENTAL URBANO

As mudanças climáticas representam um desafio urgente para as cidades, devido à frequência de severos eventos climáticos extremos. As evidências científicas segundo o Sexto Relatório do IPCC apontam que as mudanças climáticas estão acelerando e os impactos são cada vez mais frequentes e intensos, como ondas de calor, inundações, tempestades intensas estão se tornando mais frequentes em todo o mundo. Assim como, o aumento do nível do mar, que ameaça várias cidades costeiras, enquanto a escassez de água e estiagens severas preocupam muitas regiões do mundo.

As cidades são um dos principais vetores das mudanças climáticas, correspondem a cerca de 75% de todas as emissões de dióxido de carbono no mundo. Diante do exposto, são necessárias ações estratégicas para a gestão sustentável das florestas, como a uma forma dos governos locais atuarem em prol dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a ação climática (Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa, 2019). Diante desse contexto, as áreas verdes são estratégicas, devido os benefícios e funções que desempenham (figura 31).

Figura 31: Contribuição das áreas verdes urbanas e periurbanas.



Fonte: Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa 2019, adaptado pela autora, 2024.

Os riscos climáticos estão distribuídos desigualmente, devido à expansão urbana, legislações de habitação inadequados, infraestruturas ultrapassadas. “A

construção de resiliência urbana às mudanças climáticas é um processo complexo, conduzido por múltiplas partes interessadas, e é frequentemente limitado pela falta de recursos” (Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa, 2019, p. 1). O crescimento das cidades está correlacionado com o quadro de degradação socioambiental. A maioria das cidades brasileiras quando criadas não foram supridas as demandas necessárias a uma adequação o planejamento e gestão, que afetou a qualidade ambiental e qualidade de vida da população.

Os fenômenos naturais que se apresentam como eventos climáticos, tais como as tempestades, ventanias, enchentes, queimadas, secas, ondas de calor, tsunamis e furacões, cada vez mais evidentes e intensos, o que leva causar óbitos, perda de vidas e da biodiversidade, provocando grandes prejuízos financeiros para as pessoas e os governos (Menezes, 2022; Barcarena, 2022).

Nesse sentido, a construção de resiliência urbana tem sido apontada como principal caminho e prioridade global, diante do cenário de agravamento das mudanças climáticas. O IPCC destaca a necessidade de adaptar as cidades para enfrentamento da crise que se avizinha, para mitigar os efeitos adversos. Por meio da capacidade de resistir, se adaptar e se recuperar rapidamente dos impactos das mudanças climáticas.

Diante do exposto, é necessária uma abordagem holística entre o planejamento urbano sustentável, a gestão ambiental, guiada pelo princípio da equidade e justiça climática as comunidades mais vulneráveis, e priorizar estratégias de adaptação. À medida que as mudanças climáticas continuam a se intensificar, a construção de cidades resilientes tornou-se uma necessidade urgente.

Para enfrentar essa realidade, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), criou em 2020 o Programa Cidades+Verdes, que pertence a um dos eixos da Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana, que objetiva melhorar a qualidade de vida nas cidades, onde vivem 85% dos brasileiros (Brasil, 2023).

No qual, criou o Cadastro Ambiental Urbano (CAU), como primeira entrega do programa Cidades+Verdes. O CAU está previsto no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, como um registro de áreas verdes urbanas públicas ou privadas. Criado para melhorar a gestão e contribuir para aumentar a quantidade e qualidade das áreas verdes nas cidades. Destinadas à recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, manutenção ou melhoria

paisagística, proteção dos recursos hídricos, proteção de bens e manifestações culturais (Brasil, 2023).

O Cadastro Ambiental Urbano (CAU) representa um dos eixos da Agenda Ambiental Urbana, tem por finalidade auxiliar o município nas ações de controle de regularização de ordenamento. A ferramenta tem como função o registro, categorização e monitoramento das áreas verdes urbanas, para a gestão e contribuir para aumentar a quantidade e qualidade dos espaços, visando a incrementar as áreas verdes nos centros urbanos com recursos provenientes do programa Cidades+Verdes. A análise deve passar pela relação de expansão urbana e as áreas verdes, a comparação dá suporte ao Cadastro Ambiental Urbano. Viabilizado por meio de projetos de ampliação, recuperação, criação e integração de áreas verdes urbanas, no curto e médio prazo. Com o propósito atuar nos serviços ecossistêmicos, na melhoria da qualidade de vida nas cidades e contribuir para aumentar a quantidade e qualidade das áreas verdes (Brasil, 2023).

6.1 Produto da Pesquisa

A Agenda 2030 para a cidade destaca a importância de proporcionar acesso universal a espaços públicos verdes, inclusivos, seguros e acessíveis, em particular para as mulheres e crianças, pessoas idosas e com deficiência. Para adotar a Agenda 2030, as cidades devem desenvolver políticas e práticas que promovam a criação e manutenção de áreas verdes, plantar árvores, além de restaurar as áreas degradadas e promover a biodiversidade urbana (ONU, 2016).

Nesse sentido, a Década da Restauração dos Ecossistemas visa apoiar a ampliação para prevenir, deter e reverter a degradação dos ecossistemas do mundo. A resolução enfatiza a promoção da restauração, por meio da atuação dos governos, do setor privado, das organizações internacionais, da sociedade civil e das comunidades locais. Por meio de ações e conscientização da sua importância para os recursos hídricos, habitats naturais, diversidade e mitigar os efeitos das mudanças climáticas, fundamentais para a resiliência (Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas, 2019).

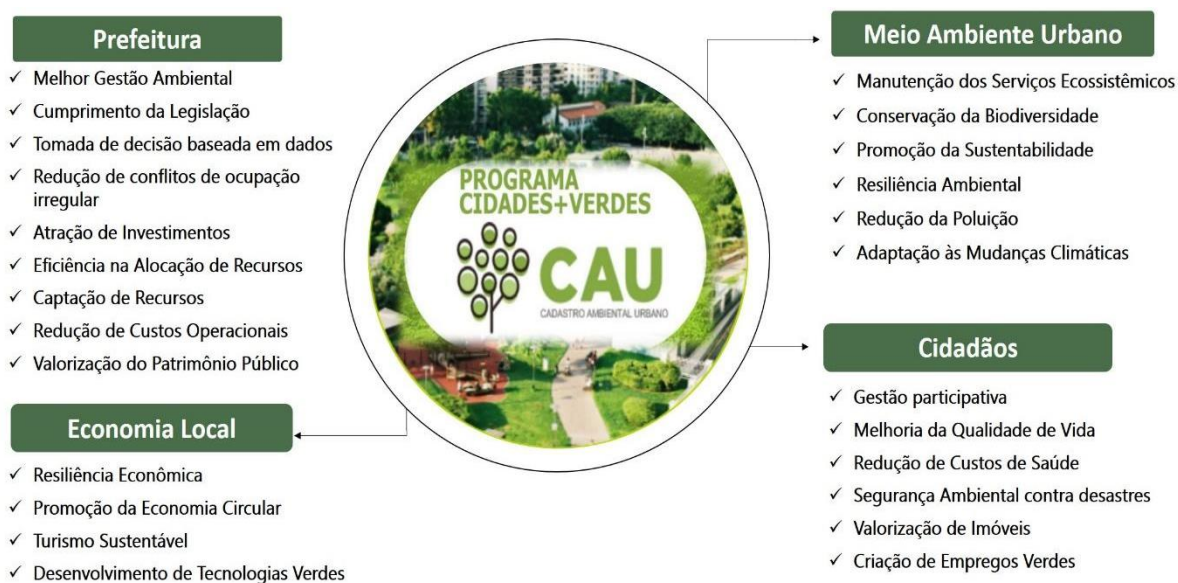
Visando a melhoria da qualidade ambiental e de vida, via políticas e estratégias de desenvolvimento ou renovação urbana, por meio da governança, vinculada a Nova Agenda Urbana. Para construir a sustentabilidade espacial na

gestão eficiente do desenvolvimento urbano voltado as Agendas Globais (ONU Habitat III, 2022). É necessária uma pegada urbana mínima, que mitigue os impactos das mudanças climáticas.

Assim, a criação do CAU representa o aceleração das metas e os indicadores da Nova Agenda Urbana, além de estar associado a Década da Restauração dos Ecossistemas e a Agenda 2030, em destaque para os ODS: 11- Cidades e comunidades sustentáveis: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; 13–Ação contra a mudança global: tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos; 15–Vida terrestre: proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra.

Os benefícios com a implantação do CAU para o Planejamento urbano e gestão ambiental fomentam ações em prol da resiliência da cidade na adaptação climática, para uma gestão mais eficaz do uso do solo e dos recursos naturais, além de transparência, colaboração e participação pública da sociedade civil. Para a melhoria na gestão de áreas verdes, promoção do desenvolvimento econômico sustentável, assim como, a integração com outros instrumentos de planejamento e no auxílio a prevenção de desastres naturais, como aponta a figura 32:

Figura 32: CAU para auxiliar diferentes públicos.

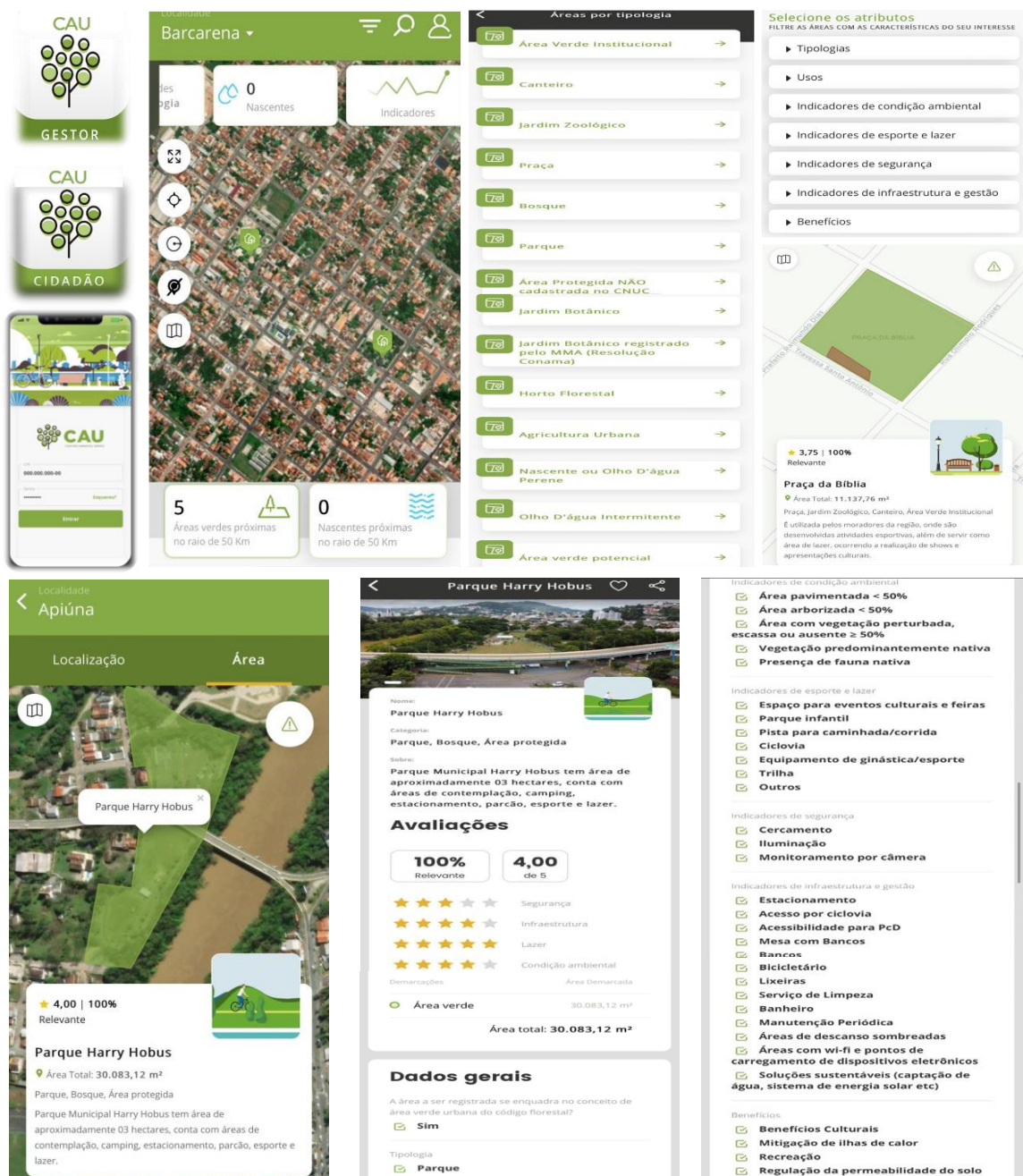


Fonte: elaborado pela autora, ano 2024.

Diante do exposto, o município possui grande potencial implementação e consolidação do Programa Cidades+Verdes, na elaboração do Cadastro Ambiental

Urbano, devido ao compromisso firmado desde 2013, ao institucionalizar às Agendas da ONU em seus Planos Diretores e as iniciativas adotadas como o “Desafio das Árvores” e o Plano de Arborização Urbana. A pesquisa aponta o profundo alinhamento com instrumento do CAU, no qual, o município se beneficiará com financiamento para a promoção da qualidade ambiental urbana e a adaptação as mudanças do clima, como aponta a figura 33 e 34 a seguir:

Figura 33: Aplicativo CAU Cidadão e CAU Gestor.



Fonte: APP CAU cidadão adaptada pela autora, 2024.

Figura 34: Aplicativo CAU Cidadão e seus atributos.

The image displays several screens from the CAU Cidadão application. At the top, there are three main attribute selection categories: 'Tipologias', 'Usos', and 'Benefícios'. Below these are detailed lists of indicators for environmental conditions, sports and leisure, infrastructure and management, and safety. A 'Seleção de alertas' screen shows various public alert icons like 'Equipamentos e pisos danificados', 'Mobiliário danificado', and 'Perigo iminente'. At the bottom, three data visualization screens are shown: 'Por tipologia' (listing area types like 'Parque, Bosque, Área protegida'), 'Indicadores' (showing comparative area percentages for 'Área urbana / área total' at 27.01% and 'Área verde / área urbana' at 0%), and 'Por área' (displaying total area and urban area in m²).

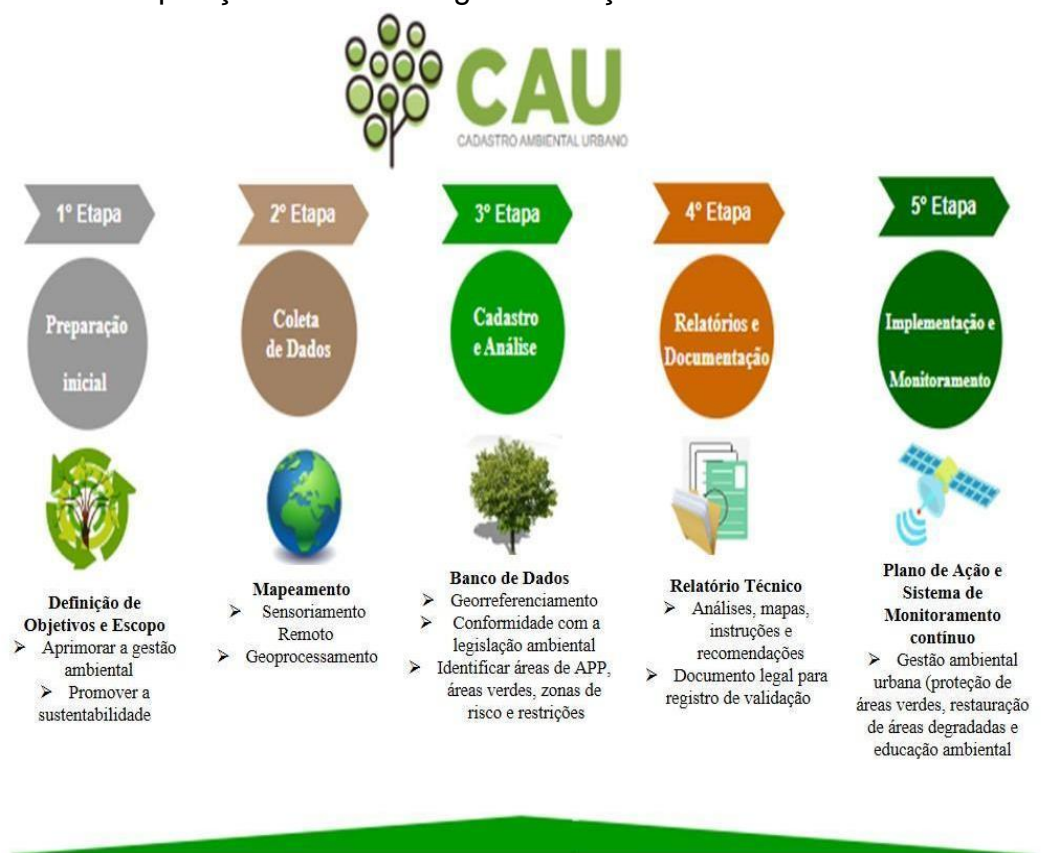
Fonte: APP CAU cidadão adaptada pela autora, 2024.

Para viabilizar o elaboração do CAU, o MMA disponibilizou no sistema CAU-Gestor o dicionário de dados abertos do CAU, que fornece planilhas e orientações de como montar o relatório, contendo tais dados: informações gerais; dicionário dos dados (data de registro, Nome da área, Categoria, Tipologia, Descrição da área verde, UF do registro; Município do registro; Média de Avaliações da área verde; Área verde demarcada (m²), Somatório de área de lago/lagoa/represa (m²); Quantidade de nascentes; Somatório de Área a ser recuperada (m²); Palavras chaves

relacionadas ao registro). Na planilha deverá conter o mapeamento de atributos das áreas verdes urbanas, relacionadas a itens de segurança, infraestrutura, lazer, condições ambientais etc. (Brasil, 2023).

A pesquisa propõe os caminhos para a elaboração do CAU, através da metodologia de aquisição de dados, mapeamento, elaboração de relatórios e documentos, e por fim o monitoramento contínuo das áreas verdes para a gestão ambiental dessas áreas (figura 35).

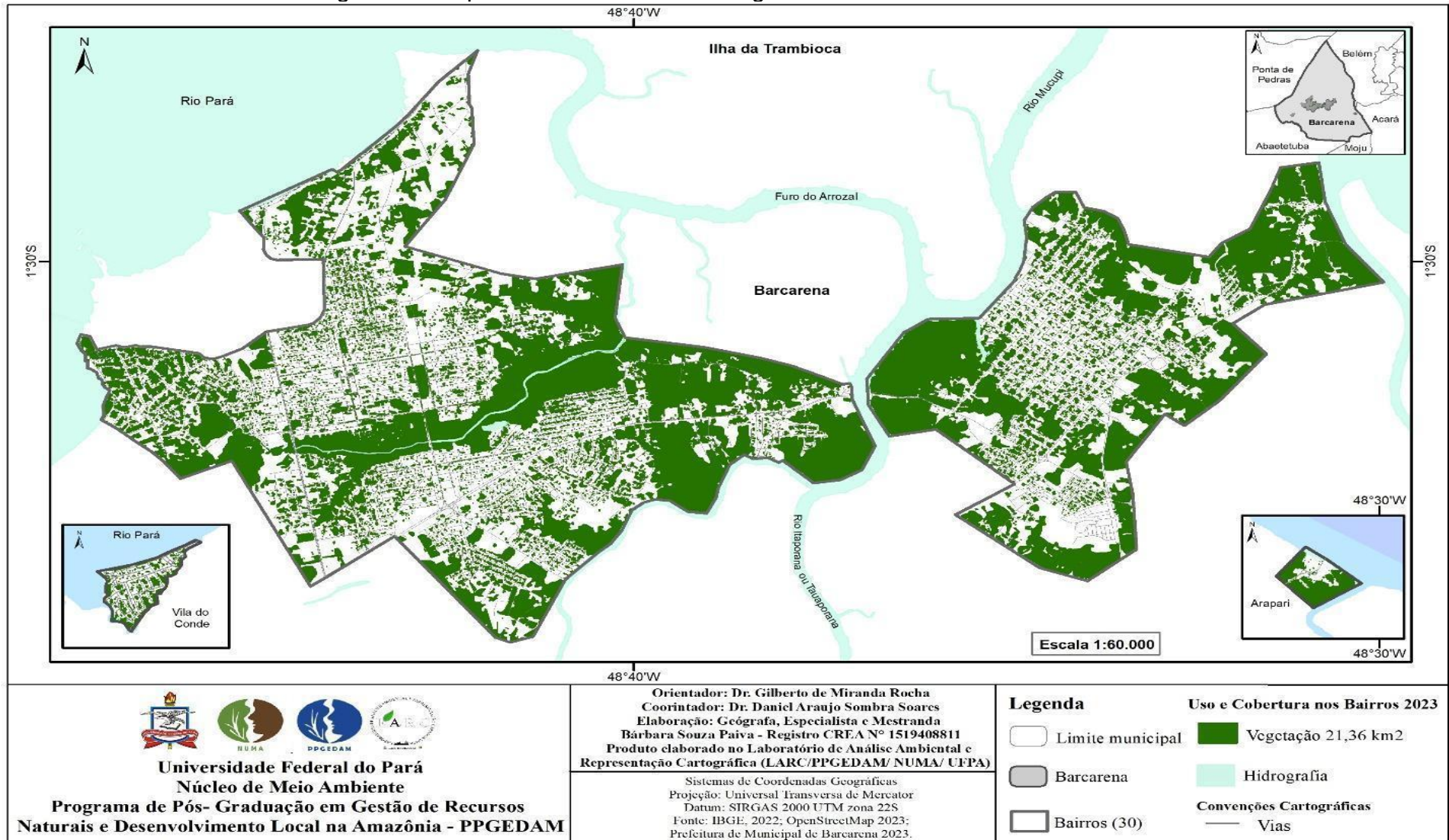
Figura 35: Proposição da metodologia de criação do Cadastro Ambiental Urbano.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Após a execução das etapas definidas pela metodologia, foi possível criar o banco de dados sobre a cobertura vegetal, assim como a proposição de áreas para possível restauração, em espaços compostos por solo nos trinta bairros localizado na área urbana do município de Barcarena. Nesse sentido, a pesquisa também visa contribuir com o Plano Municipal de Arborização, ao fornecer novas informações ao plano de arborização que as complementa. O plano não elaborou os dados da cobertura vegetal dos trinta bairros e as áreas indicadas para a restauração da vegetação, suprimindo a necessidade, como aponta a figura 36:

Figura 36: Mapeamento da cobertura vegetal dos bairros de Barcarena.



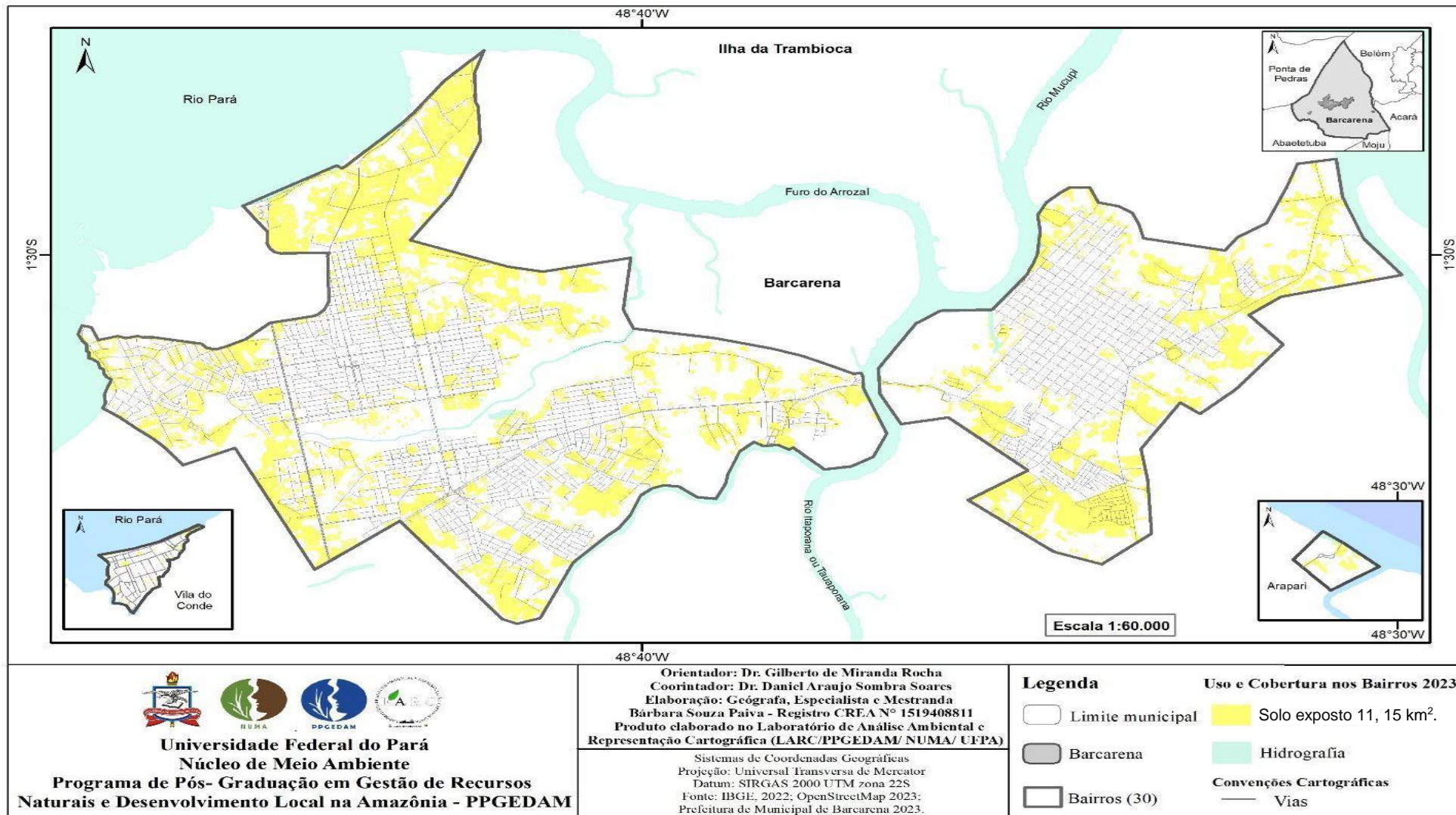
Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

De acordo com Menezes (2022) a Prefeitura se comprometeu com o Desafio da Árvore em áreas urbanas entre o fim de 2020 e em 2021, recebeu o Certificado pelo cumprimento das metas na primeira etapa (executadas pela SEMADE). Cumpriu as metas da segunda etapa ao plantar 1.080 árvores em áreas urbanas até o fim de 2022, promoveu ações de educação urbana para reduzir o impacto negativo ambiental nas cidades (meta 11.6) tornando áreas públicas seguras, inclusivas, acessíveis e verdes (meta 11.7), além da elaboração do Plano Municipal de Arborização e a elaboração do Manual de Arborização.

Assim, Lei Municipal Nº 2328 de 27 de dezembro de 2023 do Plano Municipal de Arborização Urbana de Barcarena, visa implementar o aumento da arborização urbana, a manutenção das árvores existentes e substituir árvores inadequadas. Na redução de conflitos entre as árvores e a infraestrutura urbana, na integração da comunidade no processo de arborização e escolha das espécies. Além de promover ações de educação ambiental, sensibilizar a população sobre a importância, assim como a produção de mudas (Barcarena, 2023).

O mapeamento desenvolvido pela pesquisa permitiu também especializar e quantificar as áreas de solo, que corresponde a cerca de 11,34 km, representa 22,16% de áreas ocupada no espaço urbano. Assim, a pesquisa propõe possíveis áreas para que a gestão municipal direcione os esforços, no sentido de ser implementado projeto de arborização urbana, que contemplem o plano de arborização, além de expandir a meta (figura 37).

Figura 37: Mapeamento do solo exposto para indicativo de possíveis áreas para restauração florestal.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A implementação de Soluções Baseadas na Natureza no ambiente urbano pode melhorar a qualidade de vida, promover a sustentabilidade ambiental e fortalecer a resiliência frente aos desafios urbanos, como as mudanças climáticas e a degradação ambiental, por meio do uso das áreas verdes e à infraestrutura verde, as cidades (Marques, 2021).

As SBN pode ser realizada de diversas maneiras para promover ambientes mais saudáveis, resilientes e sustentáveis. Auxiliando em projetos de planejamento integrado, recuperação de espaços degradados, incentivos e parcerias, educação ambiental, monitoramento, avaliação, legislação e políticas públicas (Marques, 2021).

O uso de infraestrutura natural, como soluções baseado na natureza, é um importante recurso para atuar nos serviços ecossistêmicos e ambientais no urbano. Ao promover o “bem-estar e melhoria da qualidade de vida da população na utilização máxima dos benefícios ecológicos, econômicos e sociais dos ativos ambientais do município” (Curitiba, 2020, p. 77).

Diante do exposto, o produto da pesquisa visa contribuir com o ordenamento territorial, no planejamento urbano e a gestão ambiental, que auxilie no zoneamento ambiental e a próxima revisão do PDDU. Na perspectiva de subsidiar políticas públicas voltadas a resiliência da cidade, para construir alinhamento da gestão municipal de Barcarena com Plano Estadual de Recuperação da Vegetação Nativa do Pará (PRVN-PA) e a Década da Restauração de Ecossistemas (DRE) da ONU. Ao fornecer dados do uso e cobertura da terra, que quantificam a cobertura vegetal, e assim, elaborar um modelo de proposição do Cadastro Ambiental Urbano. Assim como, quantificação e localização das áreas de solo exposto, para a implementação de projetos restauração florestal.

Pois o PRVN-PA e a DRE incentivam adotar ações voltadas a recuperação das florestas e vegetação nativa, para contribuir com restauração do ecossistema, a redução da emissão de gases do efeito estufa, gerar empregos verdes e atração de investimentos. Estratégico para a região, pois contribuir diretamente conservação da biodiversidade, a adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, para a melhoria na qualidade ambiental e qualidade de vida para as populações locais.

Na perspectiva de construir aceleração no processo proteção, restauração e revitalização, que beneficie as pessoas e a natureza, para a construção de um futuro sustentável (Nações Unidas-Brasil, 2021). A NAU aponta as cidades como as

maiores beneficiárias, ao implementar a mitigação e adaptação. Além dos benefícios ambientais e sociais, há também ganhos econômicos, por subsidiar acesso a fontes de financiamento, para em suas ações de fomento, ao “promover ações climáticas internacionais, nacionais, subnacionais e locais, (...) incluindo o Fundo Verde para o Clima, o Fundo para o Meio Ambiente Global, o Fundo de Adaptação e os Fundos de Investimento no Clima, entre outros — NAU 143” (ONU Habitat III, 2022, p. 41).

Para isso, é necessário o desenvolvimento de políticas públicas que incentivem a recuperação das áreas degradadas e a conservação das florestas remanescentes. Em consonância com a Agenda 2030 dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 11, 13 e 15) e a Nova Agenda Urbana. No qual, a gestão municipal vem se comprometendo com as Agendas Globais e adotando ações voltadas a gestão ambiental das áreas verdes.

A cidade pode também adotar práticas estabelecida pelo Decreto n.º 11.700 de setembro de 2023, que institui o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana, na perspectiva de manter os cinturões verdes, promover a alimentação a população e contribuir com a melhoria da qualidade do ar (Brasil, 2023). Para além de reflorestamento e restaurar as áreas de solo.

A agricultura urbana atua nos serviços ecossistêmicos de provisão e suporte no ambiente urbano, relacionado com a socioeconômica (Governos Locais pela Sustentabilidade, 2023). Para incentivar e implantar nas cidades a perspectiva da produção de alimentos saudáveis, gerando atividades produtivas e garantindo a segurança alimentar e nutricional. A ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, ressalta que a iniciativa é criativa e eficiente, ao auxiliar as políticas de inclusão produtiva e combate à fome, as a desigualdade para a sustentabilidade, no sentido de criar um novo ciclo de prosperidade (Brasil, 2023). As hortas urbanas são fundamentais para as cidades resilientes.

Por meio de uma abordagem holística, a relação entre o planejamento urbano sustentável e a gestão ambiental desempenha um papel crucial na construção da resiliência urbana. Para as cidades serem projetadas e gerenciadas de maneira sustentável, o enfrentamento dos desafios das mudanças climáticas permite criar cidades mais seguras, saudáveis e prósperas. Deve ser guiado pelo princípio da equidade e justiça climática, comunidades mais vulneráveis, a priorizadas estratégias

de adaptação as mudanças climáticas por meio de soluções baseadas na natureza, com o uso das áreas verdes e a restauração da vegetação.

7. CONCLUSÕES

A importância da conservação e preservação da Amazônia para a agenda do clima é cada vez mais urgente e necessária para uma transformação ecológica, que valorize a floresta em pé, alinhada ao desenvolvimento sustentável. As cidades precisam desenvolver estratégias adaptativas para garantir a resiliência urbana diante do agravamento das mudanças climáticas.

Esta dissertação propõe uma abordagem inovadora ao destacar o tema de cidades resilientes e adaptadas as mudanças climáticas, integrando o planejamento urbano e a gestão ambiental. Vinculando ao uso das áreas verdes no tecido urbano, como um elemento estratégico que emergem como solução crucial para cidades.

A pesquisa integra o planejamento urbano para melhorar a qualidade de vida dos habitantes e fortalecer a resiliência das cidades, frente aos eventos climáticos extremos. A gestão ambiental desempenha um papel importante na qualidade ambiental, na manutenção, preservação e restauração das áreas verdes urbanas, como um instrumento estratégico e eficaz para a gestão sustentável, para ações de adaptação. Portanto, a colaboração entre órgãos governamentais, comunidades locais e setor privado é imperativa para o sucesso dessas iniciativas.

O município é uma área sensível aos impactos socioambientais. Diante desse contexto, a iniciativa da administração pública após a gestão do prefeito Antônio Vilaça foi comprometida com o alinhamento das pautas do desenvolvimento sustentáveis das Agendas Globais.

Barcarena possui a conexão com os 17 ODS, ao ser cofundadora da Rede ODS Brasil e pela implementação das políticas alinhadas as agendas globais ambientais e reconhecimento internacional devido à iniciativa. A pesquisa destaca o comprometimento com o desenvolvimento sustentável e a agenda climática são pilares para a gestão municipal.

Assim, a política de gestão e desenvolvimento territorial considerou a função social da propriedade e da cidade, abordou a sustentabilidade ao tratar os eixos social, econômico e ambiental, considerou a gestão democrática, incorporando a sociedade civil ao processo de planejamento, gestão e decisão no PDDU.

Ao elaborar a revisão do PDDU a gestão municipal alinhou as demandas da Agenda 2030 aos 17 ODS e a Reforma Urbana. Nesse sentido, o processo de implementação continua acontecendo e atualmente a prefeitura realiza capacitações aos órgãos e aos atores locais sobre as Agendas de Desenvolvimento da ONU, promovendo engajamento e disseminação do conhecimento.

A revisão do PDDU de Barcarena não abordou especificamente a adaptação às mudanças climáticas, trata do tema transversalmente, mas não o cita diretamente. Porém, em seu escopo, trata a vegetação e as áreas verdes como agentes de mitigação e adaptação para atuar nas distorções causadas pela urbanização ao meio ambiente.

O PDDU adota no capítulo IV as áreas verdes como prioridade para ações da administração pública. Como elementos profundamente estratégicos, além de fornecer qualidade ambiental para as cidades e qualidade de vida para a população Houve também a valorização e preservação do patrimônio cultural e ambiental. Alinhado aos preceitos da Agenda 2030, em especial adotado pela pesquisa, ao ODS 11. 13 e 15 para cidades resilientes.

Diante dos desafios climáticos para este século é imperativo que os gestores municipais abordem de forma holística e integrada a cidade, para enfrentamento da crise climática. O município costeiro de Barcarena é vulnerável às mudanças climáticas, sujeito os impactos dos eventos extremos, como o aumento do nível do mar, inundação e alagamentos, tempestades e as ondas de calor.

Diante do cenário, a mitigação e a adaptação são os recursos estratégicos, fundamentais para a resiliência da cidade. A gestão municipal de Barcarena tem incorporado na sua agenda iniciativas inovadoras, voltadas a adaptação e a mitigação, dentre elas as mais atuais foram o Plano Municipal de Arborização, Inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) e em elaboração o Plano local de Ação climática. Iniciativas que denotam o comprometimento da gestão municipal com a resiliência da cidade, diante do agravamento das mudanças climáticas e o cenário de ameaças a natureza e a população.

Em resumo, este estudo reforça a importância do planejamento urbano e da gestão ambiental como pilares fundamentais na construção de cidades resilientes, através da implementação de políticas públicas favoráveis a natureza e a sociedade. As áreas verdes urbanas representam uma ferramenta poderosa de adaptação e

mitigação as mudanças do clima por mitigarem os efeitos adversos, mas também constroem caminhos para que as comunidades urbanas se tornem mais sustentáveis e capazes de enfrentar os desafios do futuro com resiliência.

A pesquisa visa contribuir com o entendimento sobre a atuação da administração de Barcarena no planejamento urbano e na gestão ambiental consoantes às agendas globais, na perspectiva de construir um desenvolvimento sustentável local, no qual o município busca se tornar uma cidade resiliente frente ao agravamento da crise climática.

Como contribuição, a pesquisa produziu dados georreferenciados da cobertura vegetal e solo, metodologia e gráficos para a elaboração do CAU. Bem como aponta a possibilidade de a gestão municipal conseguir recurso por meio de agências multilaterais de financiamento climático, setores financeiros e empresas privadas, por meio da iniciativa sustentável local.

O Cadastro Ambiental Urbano (CAU) e o Plano de Recuperação da Vegetação Nativa (PRVN) são instrumentos que auxiliam na adaptação às mudanças climáticas, por serem projetos estratégicos de viabilidade técnica que promove qualidade ambiental. Para tornar a cidade resiliente e sustentável, a prefeitura, caso implemente, aumentará suas chances de receber financiamento de fundos governamentais e internacionais, bancos multilaterais e agências de desenvolvimento, parcerias público-privadas e entre organizações não governamentais (ONGs), por meio de financiamento, baseado em resultados, doações e filantropia e taxas e incentivos. Além da oportunidade de entrar em iniciativas de Programas de Carbono e Mercados de Créditos de Carbono.

Os recursos podem vir de fontes internacionais e nacionais, por meio da aquisição de Fundo Verde para o Clima, o Fundo para o Meio Ambiente Global, o Fundo de Adaptação e os Fundos de Investimento no Clima, entre outros, assim como, os recursos oriundos da Nova Agenda Urbana. Além de contribuir com a recuperação das florestas nativa com o PRVN, como ação estratégica, para contribuir na adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, além de promover a conservação da biodiversidade e a melhoria da qualidade ambiental e qualidade de vida das populações locais.

A pesquisa sugere como estudos futuros a criação e consolidação de mais Unidades de Conservação, além da Reserva Particular do Patrimônio Natural –RPPN

Sumaúma, Parque Municipal de Preservação Ambiental da Cabanagem e a Área de Proteção Ambiental I do Rio Murucupi — APA I. A pesquisa aponta para a elaboração de estudos para criação de Parque Ecológico do Município, Área de Relevante Interesse Ecológico (Arie), Floresta Nacional (Flona), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), Reserva de Fauna (Refau), Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), Reserva Extrativista (Resex) e corredores ecológicos. Na perspectiva de destinar florestas públicas, para conter o avanço do desmatamento e a degradação ambiental, para evitar a invasão e griladas, devido à grande concentração de hectares na Amazônia paraense sem destinação e função específica.

O estudo aponta como caminho para gestão ambiental do município a elaboração de estudos que visem a implementação de um parque linear bairro comercial, nas margens do rio Itaporana, ao oeste do bairro comercial, onde há Áreas de Preservação Permanente ocupadas em suas margens pela urbanização. Devidos aos benefícios fundamentais para a construção de Cidades Esponjas ou Cidades Sensíveis à água³, para uma gestão integrada das águas urbanas, como alternativas de mitigação de riscos aos eventos climáticos extremos, como aumento no nível do mar e inundações.

Assim como, a construção de estudos que visem a destinação de áreas para criar Zonas de amortecimento de Unidades de Conservação em áreas urbanas consolidadas, como exemplo no bairro Bacabal, uma área de vegetação primária que corresponde a 1,10 km² preservada, delimitada pelo rio. Além da criação de outra UC na outra margem do rio, no bairro São Francisco, entre o furo do Arrozal, em uma área que corresponde a 5,59 km².

Ao destinar a área para preservação e conservação, ao criar mais UC é de suma importância, para proteger o patrimônio ambiental do município e conter a expansão da urbanização, diante do processo acelerado de perda da vegetação. Nesse sentido, o município dispõe de áreas que podem ser prioritárias para conservação, assim como para restauração, por meio de ações que promovam resiliência na cidade.

³ Menezes, L. A. A ; Ferreira. R. M. V; Souza, T.M.A; Cabral; J. J. S. P; Rabbani, E. R. K. Cidades esponjas e suas técnicas compensatórias: uma revisão sistemática de Literatura. Research, Society and Development, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/32606/27601/366165>. Acesso em: 15 abr. 2024.

A gestão municipal deve adotar iniciativas para conter o uso da terra, diante do avanço da ocupação por práticas econômicas e habitação sem ordenamento. Destacando a importância da gestão urbana e do planejamento urbano e ambiental, na mitigação dos impactos térmicos nas áreas urbanas. Devido à contribuição das áreas verdes na atenuação da temperatura do ar, a vegetação é um elemento estratégico por atuar no sequestro de carbono, no aumento da umidade, na redução de gases de efeito estufa, na redução da erosão e na promoção da biodiversidade dos ecossistemas.

Diante do exposto, Barcarena passou por um intenso e acelerado processo de urbanização, gerando diversos impactos ao meio ambiente, principalmente a perda de grandes áreas de vegetação e a impermeabilização do solo. Que provocou aumento na vulnerabilidade aos eventos extremos como ondas de calor, tempestades, inundações e secas, que impactam na qualidade ambiental e qualidade de vida, portanto o ordenamento territorial deve ser pautado na gestão ambiental das áreas verdes, para construir a resiliência urbana.

Nesse sentido, a pesquisa enfatiza que investir na conservação, preservação e restauração na ampliação de áreas verdes, representa uma estratégia essencial e eficaz. Destaca, adaptar e mitigar os impactos, promover a sustentabilidade urbana e a qualidade de vida das comunidades locais, ao entender que o planejamento e a gestão assumem um papel crucial na conservação da biodiversidade e na criação de ambientes urbano mais saudáveis e resilientes. Diante do exposto, investir na proteção e no fortalecimento desses ecossistemas é fundamental para enfrentar os desafios da mudança climática e construir cidades mais sustentáveis, resilientes e habitáveis para as gerações futuras, diante do cenário de crise, ameaças e catástrofes diante da crise climática.

REFERÊNCIAS

ALVES, O.S. Zoneamento bioclimático da mesorregião metropolitana de Belém e influência do clima na modernização da avicultura no Estado do Pará. 37f. 2006. **Tese** (Doutorado) — Instituto da Saúde e Produção Animal, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

BARCARENA EM NÚMEROS. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Pará — SEBRAE/PA. Disponível em: https://datasebrae.com.br/data/docs/datasebrae-para/Estudos-biblioteca/Estatisticas-municipais-SebraePA/cidade-emprededora/cidade-em-numeros/BARCARENA_Final_26_04.pdf. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

BARCARENA. **Agenda 2030** — Compromisso e Responsabilidade, 2023. Disponível em: <https://barcarena.pa.gov.br/agenda-2030/> Acesso em: 26 outubro 2023.

BARCARENA. **Decreto N.º 1716 Parque Municipal de Preservação Ambiental da Cabanagem.** Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1RCA6THPLn29BgCXaYubYFZJY-QL3PoMO>. Acesso em: 26 de outubro de 2023.

BARCARENA. **Decreto n.º 436, de 08 de fevereiro de 2017.** Decreta que todos os Órgãos da Administração Pública Municipal deverão vincular seus Planos, Programas, Projetos e Ações à Agenda 2030. Gabinete do Prefeito. Diário Oficial dos Municípios do Estado do Pará, ANO VIII, n.º 1692. Federação das Associações de Municípios do Estado do Pará — FAMEP: Pará, 15 de março de 2017. p. 20. Disponível em: <https://barcarena.pa.gov.br/atos-normativos/>. Acesso em 25 setembro 2023.

BARCARENA. **Institucionalização da Agenda 2030.** Banco de práticas ODS, 2018. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3615/1/GOV%20-%20Institucionaliza%c3%a7%c3%a3o%20da%20Agenda%202030.pdf>. Acesso em: 25 outubro 2023.

BARCARENA. **Lei Complementar Municipal n.º 23, de 28 de setembro de 2006.** Aprova ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Barcarena. Diário Oficial dos Municípios do Estado do Pará: ANO VI, n.º 10. Federação das Associações de Municípios do Estado do Pará — FAMEP: Pará, 31 de outubro de 2006. Disponível em: <https://barcarena.pa.gov.br/portal-da-transparencia/leis/>. Acesso em: 26 de outubro de 2023.

BARCARENA. **Lei Complementar Municipal n.º 49, de 17 de outubro de 2016.** Aprova a Política de Gestão e Desenvolvimento Territorial e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Barcarena — PDDU e revoga a Lei Complementar Municipal n.º 23/2006. Diário Oficial dos Municípios do Estado do Pará: ANO VII, n.º 1597. Federação das Associações de Municípios do Estado do Pará — FAMEP: Pará, 28 de outubro de 2016. Pp. 2-26. Disponível em:

<https://barcarena.pa.gov.br/portal-da-transparencia/leis/>. Acesso em: 26 de outubro de 2023.

BARCARENA. **Lei Municipal 2226 — Abairramento em Barcarena**. Disponível em: <https://www.barcarena.pa.leg.br/transparencia/art-3o-ss4-o-i-i-2013-disponibilizacao-dos-projetos-de-lei-em-tramitacao/ano-2019/lei-municipal-2226-abairramento-em-barcarena> Acesso em: 20 nov 2023.

BARCARENA. **Lei Municipal N.º 2328 de 27 de dezembro de 2023**, Plano Municipal de Arborização Urbana. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1civ73gnsWgkcMsaE7pFJO2feCjm6Eco5/view> Acesso em: 19 de janeiro de 2024.

BARCARENA. Localização da Agenda 2030. Barcarena/PA. **Relatório Voluntário da Prefeitura de Barcarena sobre a institucionalização e implementação das Agendas**. Disponível em: <https://barcarena.pa.gov.br/agenda-2030/> Acesso: em 24 outubro de 2023.

BARCARENA. **Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa, 2024**. Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/1CZmejkvBgian48G1yoJha_hCUrXdtwDg?direction=a Acesso em: 29 abr 2024.

BARCARENA. **Localização da Agenda de Desenvolvimento da ONU** no município de Barcarena. 2017. Disponível em: <https://barcarena.pa.gov.br/agenda-2030/>. Acessos em: 07 de janeiro de 2023.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo–SP. **Geosp– Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 1, p. 160–177, 2016. ISSN 2179-0892. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/97783>. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2016.97783>. Acesso em 06 de janeiro de 2024.

BECKER, B. K. In Santos, M.; Becker, K. B. (Orgs). **A Amazônia e a política ambiental brasileira**. Rio de Janeiro: Lamparina, p. 22–40, 2007. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13465/8665>. Acesso em: 15 de outubro de 2022.

BRASIL. **Cadastro Ambiental Urbano 2022**. Disponível em: <https://cau.mma.gov.br/> Acesso em: 02 de dezembro de 2023.

BRASIL. **Código Florestal n.º 12.651/2012**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm. Acesso em: 16 de setembro de 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 27 de setembro de 2022.

BRASIL. **Estatuto da Cidade**. 3. Ed., 2008. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70317/000070317.pdf> Acesso em: 12 set 2023.

BRASIL. Lei n. 380/2023 cidades resilientes às mudanças climáticas. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/161826> Acesso em: 28 de dezembro de 2023.

BRASIL. **Lei Federal n.º 6.938/1981**, Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 02 de setembro de 2021.

BRASIL. **Lei Federal n.º 6.766, de 19 de 1979**. Parcelamento do Solo Urbano. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em: 05 de setembro de 2021.

BRASIL. **Lei n.º 10.257/01 (Estatuto da Cidade)**. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 27 de outubro de 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Ambiental Rural**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/ptbr/assuntos/agendaambientalurbana/cidadesmaisverdes/cau/portal-cau/>. Acesso em: 13 jan. 2023.

BRASIL. **Lei n.º 14.285, de 29 de dezembro de 2021**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.285-de-29-de-dezembro-de-2021-370917982> Acesso em: 13 de abril de 2023.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima**. Cadastro Ambiental Urbano. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-projetos-acoes-obras-atividades/agendaambientalurbana/cidadesmaisverdes/cau> Acesso em: 23 mar. 2023

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima** — Agenda 2030. Seminário debate o papel da agricultura urbana e periurbana como solução para cidades mais sustentáveis. Disponível em: <https://www.gov.br/mds/pt-br/noticias-e-conteudos/desenvolvimento-social/noticias-desenvolvimento-social/seminario-debate-o-papel-da-agricultura-urbana-e-periurbana-como-solucao-para-cidades-mais-sustentaveis>. Acesso em: 14 de setembro de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas verdes e Áreas de Preservação Permanente**. Brasília–DF, 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informmma/itemlist/category/61-areas-verdes-urbanas.html>. Acesso em: 4 de maio de 2021.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA n.º 237, de 19 de 1997**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf. Acesso em: 07 de setembro de 2021.

BUCCHERI-FILHO, A. T.; TONETTI, E. L. Qualidade ambiental nas paisagens urbanizadas. **Revista Geografar**. Curitiba: UFPR, v.6, n.1, p.23–54, jun./2011.

CÂMARA, G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. 2001. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf> Acesso em: 08 de maio de 2023.

CARMO, M. B. S; COSTA, S. M. F. Os paradoxos entre os urbanos no município de Barcarena, Pará. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, set./dez., 8(3), 291–305, 2016. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/Urbe/article/view/22077>. Acesso em: 10 de novembro de 2021.

CASTRO, E. R. Amazônia na encruzilhada: saque colonial e lutas de resistência. In: CASTRO, Edna Ramos. **Territórios em transformação na Amazônia** — saberes, rupturas e resistências. Belém: NAEA, 2017. Cap. 1, p. 19–47. Disponível em: <http://www.naea.ufpa.br/index.php/livros-publicacoes/307-territorios-em-transformacao-na-amazonia-saberes-rupturas-e-resistencias>. Acesso em: 12 agosto de 2023.

CASTRO, E.; ALONSO, S. **Simbologia do rural-urbano na floresta amazônica: políticas, mediações e identidades**. NAEA, 2017. Disponível: <https://www.naea.ufpa.br/index.php/livros-publicacoes/307-territorios-em-transformacao-na-amazonia-saberes-rupturas-e-resistencias>. Acesso em: 04 de janeiro de 2024.

CIDADES SUSTENTÁVEIS. Estatuto da Cidade e instrumentos da política urbana previstos na legislação federal, 2023. Disponível em: https://www.cidadessustentaveis.org.br/institucional/planejamento-integrado_estatuto-da-cidade. Acesso em: 04 set 2023.

CLIMAINFO. NASA confirma julho de 2023 como o mês mais quente desde 1880. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2023/08/16/nasa-confirma-julho-de-2023-como-o-mes-mais-quente-desde-1880/> Acesso em: 18 de agosto de 2023.

CLIMATE SCIENCE 2030. O clima está mudando em todo o mundo, 2023. Disponível em: https://climatescience2030.com/pt-pt/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=traffic-ipccar6&utm_content=typ-text__adn-google%20search%20pt__aud-4.2&gclid=Cj0KCQjwz6ShBhCMARIsAH9A0qUHRDQ5tINOgqCVuKNiSVozVgYS0rXWBiss0S6i0NU1wZtK2b627R8aAiyPEALw_wcB acesso em: 12 de maio de 2023.

COMISSÃO ECONÔMICA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EUROPA. **Desafio da árvore nas cidades**. Trees in Cities Challenge, 2019. Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/16_AeYxD1dDT2s7m5FOC6A_dXg8TqRYzM Acesso em: 19 jan 2023.

COSTA, F. W. D.; PEREIRA, P. R. M. O sensoriamento remoto aplicado na análise das transformações do uso e cobertura da terra na microbacia do rio Magu, Maranhão, Brasil. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v. 14, n. 1, p. 60–80, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br>. Acesso em: 15 de jun. de 2023.

COSTA, I. J. L. Atividade portuária em Barcarena (Pará): Caracterização e análise ambiental de seus efeitos no desenvolvimento local da Vila de Itupanema. 2021. 117 f. **Dissertação** (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) — Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/13474>. Acesso em: 19 de dezembro de 2022.

COUTINHO, A. C.; ALMEIDA, C.; VENTURIERI, A.; ESQUERDO, J. C. D. M.; SILVA, M. **Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal: TerraClass 2008**. Brasília–DF: Embrapa; INPE, Belém: 2013.

COUTINHO, S. M. V.; VASCONCELLOS, M. da P.; CARBONE, A. S.; SOARES, C. P.; RIBEIRO, D. G. Revisitando conceito e princípios de ordenamento territorial na realidade brasileira. **Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**, 21 de agosto de 2019. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/pesquisa/projetos-institucionais/usp-cidades-globais/artigos-digitais/revisitando-conceito-e-principios-de-ordenamento-territorial-na-realidade-brasileira>. Acesso em: 22 de outubro de 2023.

CREA-PR. **Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar Noções de Cadastro Territorial Multifinalitário** — CTM. 2016. Disponível em: <https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/nocoos-de-cadastro-territorial-multifinalitario-CTM.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

CURITIBA. Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas. **PlanClima 2020**. Curitiba. Disponível em: <https://mid.curitiba.pr.gov.br/2020/00306556.pdf>. Acesso em: 08 dez 2023.

DAMASCENO, J. R. P. Expansão portuária e conflitos socioambientais no município de Barcarena–PA. Orientador: LOPES, Luis Otávio do Canto. 2020. 81 f. **Dissertação** (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) — Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/13462>. Acesso em: 20 de janeiro de 2023.

Decade Lon Ecosystem Restoration. O que é restauração do ecossistema?. **Tipos de restauração de ecossistemas**. Disponível em: <https://www.decadeonrestoration.org/pt-br/tipos-de-restauracao-de-ecossistemas>. Acesso em: 07 de janeiro de 2023.

DIDÁTICA TECH INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL & DATA SCIENCE. O que é e como funciona o algoritmo RandomForest ano 2022. Disponível em: <https://didatica.tech/o-que-e-e-como-funciona-o-algoritmo-randomforest/>. Acesso em: 01 de nov. de 2022.

DORIGO, W. A.; MILLA, R. Z.; de WIT, A.J.W.; BRAZILE, J.; SINGH, R.; SCHAEPMAN, M.E. A review on reflective remote sensing and data assimilation techniques for enhanced agroecosystem modeling. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v.9, p.165–193, 2007.

EOS DATA ANALYTICS. Índice De Água De Diferença Normalizada. 2022. Disponível em: <https://eos.com/pt/make-an-analysis/ndwi/>. Acesso em: 25 de novembro de 2022.

ESPÍNDOLA, I. B.; RIBEIRO, W. C. Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros. **Caderno Metrópolis**, São Paulo, v. 22, n. 48, p. 365-395, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cm/a/ZY47nWVQJfMfCFcx7Q9hywn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 de janeiro de 2023.

ESTÊVEZ, L. F.; NUCCI, J. C. Análise de relatórios ambientais prévios de Curitiba–PR com base nos princípios do planejamento da paisagem. **Ra’eGa**, Curitiba, v. 34, p. 50–68, ago. 2015.

EUNÁPIO, D. do C. Desastres e tensões em Barcarena à luz de disputas territoriais. In: CASTRO, E. R. **Territórios em transformação na Amazônia — saberes, rupturas e resistências**. Belém: NAEA, 2017. Cap. 1, p. 65–78. Disponível em: <http://www.naea.ufpa.br/index.php/livros-publicacoes/307-territorios-em-transformacao-na-amazonia-saberes-rupturas-e-resistencia>. Acesso em: 12 de agosto de 2023.

FENZL, N.; RAVENA, N. Mudanças Climáticas: do debate científico ao discurso político, uma discussão fora do foco. **PAPERS DO NAEA**, n.º 332. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/pnaea/article/view/11236>. Acesso em: 03 de maio de 2023.

FLORES, B.M., MONTOYA, E., SAKSCHEWSKI, B. [et al.] Critical transitions in the Amazon forest system. **Nature**, 555–564, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06970-0>. Acesso em: 07 de março de 2024.

FOREST-GIS. As 10 ferramentas de geoprocessamento que todo analista GIS precisa conhecer. **Forest-Gis**, 10 de março de 2020. Disponível em: <https://forest-gis.com/2020/03/as-10-ferramentas-de-geoprocessamento-que-todo-analista-gis-precisa-conhecer.html/>. Acesso em: 09 de novembro de 2023.

GOOGLE. **Introdução ao Google Earth Engine**. Disponível em: https://www.google.com/intl/pt-BR_br/earth/outreach/learn/introduction-to-google-earth-engine. Acesso em: 02 dez 2023.

GOVERNOS LOCAIS PELA SUSTENTABILIDADE. Capacitação em Integração de Serviços Ecosistêmicos (ISE) em processos de planejamento, gestão e comunicação estratégica no contexto territorial com foco em Áreas Protegidas e medidas de conservação local. Edição revisada, ano 2023.

GUEIROS, C., BRANDÃO, F., VIEIRA, I. Moreira, T. & Lima, L. (2021) Uma década de construção da agenda. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8380?mode=full>. Acesso em: 08 nov 2023.

GUZZO, P. Estudos dos espaços livres de uso público e da cobertura vegetal em área urbana da cidade de Ribeirão Preto–SP. 106f. **Dissertação** (Mestrado em

Geociências) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

GUZZO, P. Cadastro Municipal de Espaços Livres Urbanos de Ribeirão Preto (SP): Acesso Público, Índices e Base para Novos Instrumentos e Mecanismos de Gestão. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.1, n.1, 2006.

HAESBAERT, R. **O mito da desterritorialização**: do “fim dos territórios” a multiterritorialidade. Rio de Janeiro, Bertand Brasil, 2004.

HARVEY, D. Do administrativismo ao empreendedorismo: a transformação da governança urbana no capitalismo tardio. *In*: HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço**. São Paulo: Annablume, 2005. Pp. 163–190.

HARVEY, D. **O direito à cidade**. Lutas sociais. São Paulo, n.29, pp.73–89, jul./dez. 2012.

HAZEU, M. Mineração, indústria e portos: lógicas de desapropriações e deslocamentos forçados em Barcarena. *In*: CASTRO, E; R. **Territórios em transformação na Amazônia — saberes, rupturas e resistências**. Belém: NAEA, 2017. Cap. 1, p. 81–96. Disponível em: <http://www.naea.ufpa.br/index.php/livros-publicacoes/307-territorios-em-transformacao-na-amazonia-saberes-rupturas-e-resistencias>. Acesso em: 12 de agosto de 2023.

HOLANDA, F.M. Entrevista I. [jun. 2022]. Entrevistador: Bárbara Souza Paiva. Barcarena, 2022. 1 arquivo .mp3 (60 min.).

IBGE. **Área urbanizada**. 2023 <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15789-areas-urbanizadas.html>. Acesso em: 23 dez. 2023.

IBGE. **Cidades e Estados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/barcarena.html>. Acesso em: 09 nov. 2022.

INMET. 2023 é o mais quente em 174 anos, confirma relatório da OMM, 2023. **Portal INMET**, 04 de dezembro de 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/2023-%C3%A9-o-mais-quente-em-174-anos-confirma-relat%C3%B3rio-da-omm> Acesso em: 28 dez 2023.

Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Caderno de Estudos**: CAR 2015. Disponível em: <https://www.fundoamazonia.gov.br/export/sites/default/pt/.galleries/documentos/acer-vo-projetos-cartilhas-outros/IBAM-CAR-caderno-estudo.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **CIDADES** — Barcarena, Belém–PA. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/Barcarena>. Acesso em: 27 de setembro de 2022.

IPCC. Alterações Climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade Resumo para Decisores. **Painel Intergovernamental Sobre Alterações Climáticas 2014**. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg2_spmport-1.pdf. Acesso: 03 abr. 2023.

IPCC. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability** Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> Acesso em: 15 abr. 2024.

JATOBÁ, S. U. S. URBANIZAÇÃO, MEIO AMBIENTE E VULNERABILIDADE SOCIAL. **Boletim regional, urbano e ambiental**, 05 jun. 2011. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5567/1/BRU_n05_urbanizacao.pdf Acesso em: 12 abr. 2023.

JIM, C. Tree-canopy characteristics and urban development in Hong Kong. **The Geographic Review**, v. 79, n. 2, p. 210–255, 1989.

KLUG, L.; MARENGO, J. A.; LUEDEMANN, G. Mudanças climáticas e os desafios brasileiros para implementação da nova agenda urbana, **IPEA 2019**. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9184/1/Mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2023.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A INFLUÊNCIA DAS ÁREAS VERDES NA QUALIDADE DE VIDA URBANA. **Hygeia — Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 10, n. 18, p. 264–272, 2014. DOI: 10.14393/Hygeia1026487. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/26487>. Acesso em: 14 abr. 2024.

LUZ, L. M.; RODRIGUES, J. E. C. Atlas de áreas verdes da cidade de Belém. **GAPTA UFPA**, 2012: Disponível em: <https://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/122>. Acesso em: 06 mar 2021.

LUZ, L. M.; RODRIGUES, J. E. C. Análise do Índice da Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas: Estudo de Caso da Cidade de Belém-PA, **Boletim de Geografia da Amazônia**, Belém, n. 1, v. 01, p. 43-57, jun. 2014.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 22ª Ed. São Paulo: Malheiros, 2014.

MAPBIOMAS. **Destaques do mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil entre 1985 e 2022**. Disponível: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact-SheetColecao7.pdf> acesso em: 12 jan. 2023.

MARICATO, E. **Meio Ambiente e Reforma Urbana**, 1994. Disponível em: https://www.labhab.fau.usp.br/wp-content/uploads/2018/01/maricato_meioambiente.pdf. Acesso em: 15 jan. 2023.

MARICATO, E. **Para entender a crise urbana**. Editora Expressão Popular. 1º edição, São Paulo, 2015. Disponível em: https://www.academia.edu/43161322/PAULO_AFFONSO_LEME_MACHADO. Acesso em: 15 jan. 2023.

MARQUES, T. H. N.; RIZZI, D.; FERRAZ, D. R. V.; HERZOG, C. P. Soluções baseadas na natureza: conceituação, aplicabilidade e complexidade no contexto latino-americano, casos do Brasil e Peru. **Revista LABVERDE**, [S. l.], v. 11, n. 1, p.

12–49, 2021. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.labverde.2021.189419. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/189419>. Acesso em: 15 jan. 2023.

MASCARÓ, L. R; MASCARÓ, J. L. **Vegetação Urbana**. Porto Alegre: UFRGS, INEP, 2002.

MCR2030 dá as boas-vindas a três novos Centros de Resiliência na América Latina. **Making Cities Resilient 2030**, 13 de julho de 2023. Disponível em: <https://mcr2030.undrr.org/news/mcr2030-welcomes-three-new-resilience-hubs-latin-america>. Acesso em: 20 nov. 2023.

MENEZES, P. M. Gestão do Conhecimento sobre a Agenda 2030 para fomentar cidades resilientes aos impactos da mudança do clima na Zona Costeira Paraense. 157 p. 2022. **Dissertação** — Universidade de Brasília, 24 de fevereiro de 2022. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/43976>. Acesso em 02 out. 2022.

MENEZES, P. M. Entrevista I. [mar. 2023]. Entrevistador: Bárbara Souza Paiva. Barcarena, 2023. 1 arquivo .mp3 (60 min.).

MOTTA, R. S. da; HARGRAVE, J.; LUEDEMANN, G.; GUTIERREZ, M. B. S. **Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Ipea, 2011, 440 p. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/mudanca-do-clima-no-brasil-aspectoseconomicos-sociais-e-regulatorios.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs#:~:text=Os%20Objetivos%20de%20Desenvolvimento%20Sustent%C3%A1vel%20s%C3%A3o%20um%20apelo%20global%20%C3%A0,de%20paz%20e%20de%20prosperidade>. Acesso em: 15 out. 2022.

NAHUM, J. S. O uso do território em Barcarena: modernização e ações políticas conservadoras. Rio Claro, 2006. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104358/nahum_js_dr_rcla.pdf. Acesso em: 21 abr. 2023.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao Distrito de Sarta Cecília (MSP)**. 2 ed. Curitiba, 2008. Disponível em: <https://tgpusp.files.wordpress.com/2018/05/qualidade-ambiental-e-adensamento-urbano-nucci-2008.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2023.

OLOFSSON, P.; GASTRONÔMICO, G. M; HEROLD, M.; STEHMAN, S. V.; WOODCOCK, C. E.; WULDER, M. A. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. **Remote Sensing of Environment** Volume 148,25 May 2014, p 42-57. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425714000704>. Acesso em: 02 de set. 2023.

ONU BRASIL. Organização das Nações Unidas Brasil. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Brasília: ONU Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> Acesso em: 27 set. 2020. ONU, Organização das Nações Unidas. Nova agenda urbana. [S.l.]: ONU, 2017.

ONU. Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas (2021-2030). Previene, detiene y revierte la pérdida de naturaliza. Disponível em: <https://www.decadeonrestoration.org/es/sobre-el-decenio-de-las-naciones-unidas>. Acesso em: 07 jan. 2023.

ONU. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para a ONU. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/noticia/transformando-nosso-mundo-a-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel/#:~:text=Not%C3%ADcias-,Transformando%20Nosso%20Mundo%3A%20A%20Agenda%202030%20para%20o%20Desenvolvimento%20Sustent%C3%A1vel,17%20objetivos%20e%20169%20metas>. Acesso em: 07 fev. 2023.

ONU-Habitat III. ONU-Habitat lança Nova Agenda Urbana Ilustrada em português, ano 2030. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/214756-onu-habitat-lan%C3%A7a-nova-agenda-urbana-ilustrada-em-portugu%C3%AAs> Acesso em: 07 fev. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Escritório Regional para a Europa, 2016. Espaços verdes urbanos e saúde. Organização Mundial de Saúde. Escritório Regional para a Europa. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/345751>. Acesso em: 09 jan. 2023.

PAIVA, B. S.; LUZ, L. M; SILVA. C. N. Sistemas de áreas verdes da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto, da UFPA, em Belém (PA). **Novos Cadernos NAEA**, v. 25, n. 1, p. 297-323, jan-abr, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/8988>. Acesso em: 21 jan. 2024.

PARÁ 2003. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63736/1/Oriental-Doc154.PDF>. Acesso em: 18 jan. 2023.

PARÁ. **Constituição Estadual do Pará de 1989**. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/243099>. Acesso 07 set. 2021. Acesso em: 10 set. 2021.

PARÁ. **Lei Florestal do Estado do Pará** N° 6.462/2002. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2002/07/04/9762/>. Acesso em: 09 set. 2021.

PARÁ. LEI N° 9.048, DE 29 DE ABRIL DE 2020 Política Estadual sobre Mudanças Climáticas do Pará Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2023/06/Lei-9048.2022-PEMC.pdf>. Acesso em 27 dez. 2023.

PARÁ. Plano Estadual de Recuperação da Vegetação Nativa do Estado do Pará PRVN-PA https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2023/10/PRVN-PA_versa83o_consulta_publica.pdf. Acesso 23 dez. 2023.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade — SEMAS Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2022/11/GP-FOLDER-CAR-COP-27-2022-21X297-FINAL.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2024.

PEREIRA, C. C. A importância do Cadastro Técnico Multifinalitário para Elaboração de Planos Diretores, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br> Acesso em 18 jan. 2023.

PHILIPPI JUNIOR, A. ROMERO, M. A.; BRUNA, G.C. Curso de gestão ambiental 1. ed. Baruert Manole, 2004. p. 3-16 Disponível em: <http://www.uel.br/laboratoriosacom/bages/arquivos/Analise Ambiental/Texto 1 - Questao Ambiental.pdf>. Acesso em: jan. 15 2020.

PLANET TEAM. Planet imagery product specifications.” Planet Labs Inc. 2020. Disponível em: https://www.planet.com/products/satellite-imagery/files/Planet_Combined_Imagery_Product_Specs_December2017.pdf. Acesso em: 16 ago. 2023.

PLATAFORMA AGENDA URBANA. Disponível em: <https://www.urbanagendaplatform.org/> Acesso em: 08 dez. 2023.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos–SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais — INPE, 2010.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto da vegetação**. São José dos Campos–SP: Oficina de Textos. 2012. PORTAL DO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 27 set. 2022.

RACHWAL, M. F. G.; ZANATTA, J. A.; MALAGE, L.; ROSA, S. L. K. Contribuição de uma floresta urbana na atenuação da temperatura do ar para o enfrentamento da mudança do clima: caso do Bosque Reinhard Maack. **Comunicado Técnico 498**. EMBRAPA, Colombo–PR, dezembro, 2023. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1159942/1/EmbrapaFlorestas-2023-ComunicadoTecnico498.pdf>. Acesso em 06 de janeiro de 2024.

REDE ODS BRASIL. Desafio Árvores nas Cidades. Disponível em: <https://www.redeodsbrasil.org/post/desafio-arvores-nas-cidades> Acesso em 8 abr 2023.

RELATÓRIO LOCAL VOLUNTÁRIO SOBRE OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DO PARÁ 2020. Secretaria de Planejamento e Administração do Estado do Pará — SEPLAD/PA, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade — SEMAS/PA. Pará, 2020. Disponível em: https://seplad.pa.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/Relatorio_ODS_2021.pdf Acesso em: 8 abr. 2023.

REVISTA AMAZÔNIA REAL. As previsões são graves, diz Philip Fearnside sobre o aquecimento global na Amazônia. Ano 2023. Disponível em:

<https://amazoniareal.com.br/as-previsoes-sao-graves-diz-fearnside-sobre-o-aquecimento-global/>. Acesso em: 04 ago. 2023.

ROMERO, M. A. B.; BAPTISTA, G. M. de M.; LIMA, E. A. de; WERNECK, D. R.; VIANNA, E. O.; SALES, G. de L. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. Brasília: Universidade de Brasília. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marta-Romero-2/publication/333466480_Mudancas_climaticas_e_ilhas_de_calor_urbanas/links/5db1a05792851c577eba80e6/Mudancas-climaticas-e-ilhas-de-calor-urbanas.pdf Acesso em: 2 fev. 2023.

SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**. HUCITEC São Paulo, 1993. Disponível em: https://professor.ufrgs.br/dagnino/files/santos_milton_a_urbanizacao_brasileira_1993.pdf Acesso em: 11 jan 2023.

SANTOS, M. O retorno do território. En: **OSAL : Observatorio Social de América Latina**. Año 6 no. 16 jun. 2005. Disponível em: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/osal/osal16/D16Santos.pdf>. Acesso em: 14 jan 2023.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**: Técnica e Tempo, Razão e Emoção — 4. Ed. 2. reimpr. — São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5616308/mod_resource/content/1/Milton_Santos_A_Natureza_do_Espaco.pdf. Acesso em 14 jan 2023.

SANTOS, M. F. N.; ENOKIBARA, M. A. Infraestrutura verde: conceitos, tipologias e terminologia no Brasil. **Paisagem e Ambiente**, [S. l.], v. 32, n. 47, p. e174804, 2021. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.paam.2021.174804. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/174804>. Acesso em: 27 dez. 2023.

SANTOS, M. R. R. dos; FREIRIA, R. C. O Estatuto da Cidade e seu potencial na implementação de infraestruturas verdes. **Labor&Eng.**, Campinas–SP, v.17, 1-12, e023003, 2023. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/8671511/32016>. Acesso em: 31 dez. 2023.

SANTOS, P. L. dos; RODRIGUES, T. E.; SILVA, J. M. L. da; VALENTE, M. A. **Caracterização e Classificação dos Solos do Município de Barcarena, Estado do Pará**. Paulo Lacerda dos Santos... [et al.]. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/408081/caracterizacao-e-classificacao-dos-solos-do-municipio-de-barcarena-estado-do-para>. Acesso em: 09 de janeiro de 2022.

SANTOS JUNIOR, O. A.; Silva, R. H. da; Sant'ana, M. C. Introdução. In: Sant'ana, M. C.; Santos Junior, O. A. dos; Montandon, D. T. (Org.). **Os planos diretores municipais pós-estatuto da cidade**: balanço crítico e perspectivas. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2011. Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/302>. Acesso em: 21 fev. 2023.

SERRA, J. M. L.; COMASSETTO N. J. Contribuições das Soluções Baseadas na Natureza para a gestão municipal. Brasília, Confederação Nacional de Municípios. 2023. 53 p. : il. Disponível em: <https://www.cnm.org.br>. Acesso em 06 mar 2024.

SILVA JUNIOR, O. G. Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra e Potencial de Transição Agricultura Convencional — Agroecológica: Estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Rio Itaporanga — Barcarena-Pará. 2020. Disponível em: https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/bitstream/prefix/3040/1/TCCE_DinamicaUsoCobertura.pdf. Acesso em: 20 nov. 2023.

SILVA, A. T.; ROCHA, W. M.; CASTRO, B. T. C. Desafios dos governos subnacionais amazônicos na governança das mudanças climáticas: experiências do Pará, do Acre e do Amazonas. In: CASTRO, E. R. **Territórios em transformação na Amazônia — saberes, rupturas e resistências**. Belém: NAEA, 2017. Cap. 1, p. 343-360. Disponível em: <http://www.naea.ufpa.br/index.php/livros-publicacoes/307-territorios-em-transformacao-na-amazonia-saberes-rupturas-e-resistencia> Acesso em: 12 ago. 2023.

SILVA, C. N.; REIS, J. F. G.; SILVA, J. M. P.; PORTO, J. L. R.; LIMA, R. Â. P. Uso do território e implicações socioterritoriais da mineração no Município de Barcarena (Pará – Brasil): População, arrecadação e segurança pública. **Revista Espacios**. Vol. 38 (Nº 06) Ano 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n06/a17v38n06p24.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2023.

SILVA, J. A. da. **Direito Urbanístico Brasileiro**. p. 239–259, p. 32–355, 2006.

SILVA, J. A. **Direito Urbanístico Brasileiro**. 8ª ed. Malheiros Editores: São Paulo, 2018. p. 496.

SILVA, J. X. **O que é geoprocessamento?**. Lisboa: Lidel, 2012. Disponível em: <http://www.ufrj.br/lga/tiagomarinio/artigos/oqueegeoprocessamento.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2023.

SILVA, L. M. O município de Lajeado/Rs na perspectiva do objetivo de desenvolvimento sustentável número 11 da ONU. **UNIVATES**, 2022. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/7cf29aca-a790-4b83-aa5b-608538b40c32/content>. Acesso em 11 dez 2022.

SOUZA, M. L. de. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, 560p. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/7629> Acesso em: 25 jan 2023.

TELES, G. C. Análise socioambiental de risco nas áreas de várzea da Amazônia: Um olhar sobre as condições de injustiça ambiental urbana em Barcarena-PA. **Revista Geografia**, V. 10, n.º 1, Ano 2020.

TRINDADE JÚNIOR, S-C. C. Das “Cidades na Floresta” às “Cidades Da Floresta”: espaço, ambiente e urbanodiversidade na Amazônia Brasileira. **PAPERS DO NAEA**

Nº 321. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/pnaea/article/view/11281>
Acesso em: 04 jan. 2024.

UN-HABITAT. World cities report 2022: envisaging the future of cities. Disponível em: <https://unhabitat.org/wcr/>. Acesso em: 31 dez. 2023

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. What are the Sustainable Development Goals? Disponível em: https://www.undp.org/sustainable-development-goals?utm_source=EN&utm_medium=GSR&utm_content=US_UNDP_PaidSearch_Brand_English&utm_campaign=CENTRAL&c_src=CENTRAL&c_src2=GSR&gclid=Cj0KCQjw1ouKBhC5ARIsAHXNMI8rrngd9qam3M2a2mDSJZIIZo6Q2IDv4v4cgxuZT_vxl7PQZws_IVUaApgIEALw_wcB. Acesso em: 11 nov. 2021.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. What are the Sustainable Development Goals? Disponível em: https://www.undp.org/sustainable-development-goals?utm_source=EN&utm_medium=GSR&utm_content=US_UNDP_PaidSearch_Brand_English&utm_campaign=CENTRAL&c_src=CENTRAL&c_src2=GSR&gclid=Cj0KCQjw1ouKBhC5ARIsAHXNMI8rrngd9qam3M2a2mDSJZIIZo6Q2IDv4v4cgxuZT_vxl7PQZws_IVUaApgIEALw_wcB. Acesso em: 11 nov. 2021.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT. Goal 11 sustainable cities and communities. Disponível em: https://www.undp.org/sustainable-development-goals?utm_source=EN&utm_medium=GSR&utm_content=US_UNDP_PaidSearch_Brand_English&utm_campaign=CENTRAL&c_src=CENTRAL&c_src2=GSR&gclid=CjwKCAiAv9ucBhBXEiwA6N8nYEK_2ou2b3ts6OQR9A4UQ9fpdvubsVvilXIPaNreJInXcve5u85xoCvK0QAvD_BwE#sustainable-cities-and-communities. Acesso em 10 dez 2022.

URBANIDADES. Cadastro Técnico Multifinalitário. 2021. Disponível em: <https://urbanidades.arq.br/2010/10/15/cadastro-tecnico-multifinalitario>. Acesso em: 02 dez. 2023.

URBANO. Série Eu, o meio ambiente e você, SP Unaspress. 1ª Edição, 2021, 217 pag. Disponível em: https://digital.unaspress.com.br/wpcontent/uploads/2021/09/VERDE_URBANO_FINAL.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. Em: DÉAK, C.; SCHIFFER, S. R. (Eds.). O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: **Editora da Universidade de São Paulo**, 1999. p. 170–243.

WELCH, C. Amazônia pode estar agravando mudanças climáticas, indica estudo inédito. National geographic brasil, 14 de março de 2021. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2021/03/amazonia-pode-estar-agravando-mudancas-climaticas-indica-estudo-inedito>. Acesso em: 31 dez. 2023.

WORD RESOURCES INSTITUTE. O que a Nova Agenda Urbana propõe para as em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/o-que-nova-agenda-urbana-propoe-para-cidades>. Acesso em: 10 nov. 2022.

WEATHERSPARK. Condições meteorológicas no verão em Barcarena Pará, Brasil. 2024. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/s/30137/1/Condi%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas-m%C3%A9dias-no-ver%C3%A3o-em-Barcarena-Par%C3%A1-Brasil#Figures-CloudCover> Acesso em: 01 mai. 2024.

ZANDONAI, Roberta. Começa a Década da ONU da Restauração de Ecossistemas. Brasil.un.org, 07 junho 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/130341-come%C3%A7a-d%C3%A9cada-da-onu-da-restaura%C3%A7%C3%A3o-de-ecossistemas>. Acesso em: 07 ago. 2023.